

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie

der Universität Würzburg

Direktorin: Professor Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

**Behandlungsgenauigkeit mittels individualisierter Brackets
in der Lingualtechnik**

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Alexander Pauls

aus Würzburg

Würzburg, Januar 2009

Referentin: Professor Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip S. Bill

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 28.04.2009

Der Promovend ist Zahnarzt

In Liebe und Dankbarkeit meiner Familie gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	01
1.1	Ziele festsitzender Behandlung	01
1.2	Das Incognito®-Bracketsystem	02
1.2.1	Einleitung	02
1.2.2	Herstellung	03
1.2.3	Einsetzen der Apparatur	04
1.3	Vor- und Nachteile der Lingualtechnik und Lösungsansätze	04
1.3.1	Vorteile	04
1.3.2	Nachteile und Lösungsansätze	06
1.4	Geschichte der Lingualtechnik	09
1.5	Null-Hypothesen dieser Studie	12
1.5.1	Die Unterscheidung Unter- oder Oberkiefer hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups	12
1.5.2	Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up	13
1.5.3	Die Generation der Brackets hat keinen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups	14
1.5.4	Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups	14
1.5.4.1	Test 1	15
1.5.4.2	Test 2	15
1.5.5	Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zwischen Jugendlichen und Erwachsenen	16
1.5.6	Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups	16
1.5.7	Der Scanner-Typ hat keine Auswirkung auf die Genauigkeit des „Matching-Vorganges“	17
2	Material und Methode	18
2.1	Material	18

2.1.1	Patientengut	18
2.2	Methode	19
2.2.1	3D-Scanner	19
2.2.1.1	Scanner-Typen	20
2.2.2	Software	22
2.2.3	Scanvorgang	23
2.2.4	„Matchingprozess“	23
2.2.5	Auswertung	25
2.2.5.1	Auswertungen der Daten	25
2.2.5.2	Röntgenauswertung	26
2.2.5.3	Ergebnisse der Doppelmessungen	28
2.2.5.4	Statistik	29
3	Ergebnisse	30
3.1	Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Unterscheidung Ober- oder Unterkiefer hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Up's“	30
3.2	Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up“	31
3.3	Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Generation der Brackets hat keinen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“	37
3.4	Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“	39
3.4.1	Test 1	39
3.4.2	Test 2	42
3.5	Ergebnisse der Null-Hypothese „Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zwischen Jugendlichen und Erwachsenen“	43
3.6	Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“	43
3.7	Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Scanner-Typ hat keine Auswirkung auf die Genauigkeit des Matching-Vorganges“	47
3.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	48

4	Diskussion	51
5	Zusammenfassung	55
6	Anhang	58
6.1	Erläuterungen zu den Auswertungsbögen	58
6.2	Einzelauswertungen der Kiefer	60
6.3	Gesamtauswertung	111
7	Literaturverzeichnis	112
8	Abbildungsverzeichnis	116
	Danksagungen	
	Lebenslauf	

1. Einleitung

1.1. Ziele festsitzender Behandlung

Ziel der festsitzenden Behandlung in der Kieferorthopädie ist es, Zähne körperlich zu bewegen, wohingegen abnehmbare Apparaturen eher kippende Bewegungen vornehmen.

Die durch einen Drahtbogen entwickelte Kraft wird über ein am Zahn befestigtes Bracket übertragen. Hierbei sollen die Zähne in eine genau definierte Stellung in der Alveole gebracht werden um Stellungsanomalien zu beseitigen.

Die Zahnbewegung erfolgt über Knochenabbau in der Druckzone und Knochenanbau in der Zugzone. Es sind verschiedene Bewegungen im Raum zu unterscheiden.

Die Rotationsgrade untergliedern sich in Rotationen um die Längsachse des Zahnes – im Folgenden als „Rotation“ bezeichnet –, in Neigung um die Horizontale – im Folgenden „Torque“ – und in Angulationen um die Sagittale, welche „Tip“ genannt werden.

Die Translationsgrade im Raum unterteilen sich in der Vertikalen in „Supraposition“ (über die Kauebene hinausragend) und „Infraposition“. In der Transversalen unterscheiden wir „Lingualstand“ und „Bukkalstand“ (auch als „in“ beziehungsweise „out“ definiert), in der Sagittalen „Mesialstand“ und „Distalstand“.

Diese komplexen räumlichen Bewegungen sind mit herausnehmbaren Geräten nicht zu realisieren und sind zur Verbesserung von Funktion und Ästhetik oder zur Verminderung des Kariesrisikos von Nöten.

Mit Hilfe von Bögen verschiedener Legierungen und Stärken ist es möglich, Zahnfehlstellungen auf Grund der durch die übertragene Kraft induzierten Veränderungen in der Alveole zu korrigieren. Hierbei muss besonderes Augenmerk auf die Genauigkeit der oben genannten Bewegungen im Raum gelegt werden, welche unter anderem von der Exaktheit der Slotdimensionierung abhängt, die jedoch bei konfektionierten Brackets oftmals unzuverlässig ist. Durch die mögliche hohe Präzision von individuell hergestellten Brackets kann dies günstig beeinflusst werden.

Des Weiteren bedarf die Kraftgröße besonderer Beachtung um Wurzelresorptionen vorzubeugen. Diese wird bestimmt durch Auswahl von Drahtstärke und –material, wobei hochwertige superelastische Nickel-Titan-Bögen niedrige Kräfte ermöglichen. Zudem ist die Stabilität des Behandlungsergebnisses ein essentiell wichtiges Ziel der festsitzenden Behandlung.

Eine festsitzende Behandlung kann sowohl mit an der vestibulären als auch an der lingualen Zahnfläche befestigten Brackets durchgeführt werden. In dieser Studie wurde ein linguales Bracketsystem verwendet, welches im Folgenden genauer erläutert wird, gefolgt von den Vor- und Nachteilen lingualer Apparaturen.

1.2. Das Incognito®-Bracketsystem

1.2.1. Einleitung

Als inzwischen eines der führenden Unternehmen auf dem Gebiet der Lingualtechnik hat sich die 1997 gegründete Firma T.O.P.-Service für Lingualtechnik GmbH auf die computergesteuerte Herstellung individueller linguale Brackets und zugehöriger Bögen spezialisiert.

T.O.P. steht für Transfer-Optimized-Positioning.

Als Vorteile dieses Systems werden die einfache und schnelle Handhabung für den behandelnden Kieferorthopäden und sich daraus ergebende kürzere Stuhlzeiten angegeben, was sich ebenfalls für den Patienten positiv auswirkt.

Des Weiteren ergibt sich aus der geringen Materialstärke der Brackets ein verbesserter Patientenkomfort.

Die optimale Positionierungsgenauigkeit durch das Transfer-Optimized-Positioning-System und das indirekte Kleben der Brackets mit Hilfe des Übertragungstrays sorgen für zusätzlichen Komfort und größere Genauigkeit während des Klebevorganges.

1.2.2. Herstellung

Für die Fertigung der individuellen Incognito®-Brackets und Bögen wird durch den behandelnden Kieferorthopäden ein konventioneller Silikondoppelabdruck an das T.O.P.-Labor geschickt.

Aus diesem wird sowohl ein Malokklusionsmodell als auch ein therapeutisches Set-Up-Modell hergestellt.

Diese werden mittels eines hochauflösenden 3D-Scanners (GOM, Braunschweig, Deutschland) digitalisiert. Mit Hilfe dieser Daten werden die individuellen Brackets mit der Software ProLingual von Lingualcare (Dallas, TX, USA) erstellt.

Zuerst wird die spätere Klebefläche als genaues Abbild der lingualen Zahnfläche hergestellt und dann mit den benötigten Slots und Hooks ausgestattet.

Hierbei wird besonderes Augenmerk auf ein möglichst flaches Design gelegt, um den Tragekomfort für den Patienten zu maximieren, zudem werden im gleichen Schritt die Bogendefinitionsdaten erzeugt.

Nach der Fertigstellung der Brackets am Computer werden diese mittels einer hochpräzisen Prototypingmaschine von Solidscape®, Inc. (Merrimack, NH, USA) und der Software Materialise (Leuven, Belgien) aus einem wachsähnlichen Material schichtweise gespritzt.

Diese Wachsformen werden anschließend im Gipsumgussverfahren in einer Gold-Legierung gegossen. Bei jedem einzelnen Bracket wird manuell die Genauigkeit überprüft und nach einer speziellen Oberflächenbehandlung die korrekte Dimensionierung des Slots verifiziert.

Im Anschluss daran werden die Brackets auf dem Malokklusionsmodell befestigt und nach Herstellung des zweiphasigen Übertragungstrays die Klebeflächen mit Komposit dünn beschichtet um auch das indirekte Kleben möglichst zeitsparend durchführen zu können.

Die exakte Individualisierung der Brackets und Slots erfordern komplexe Biegungen der verwendeten Bögen. Diese werden durch Biegeroboter (Orthomate®/Orthotherm®-System) vorgenommen, die die virtuellen Daten auswerten und verarbeiten. So können auch komplizierte Rotationen und Torques realisiert werden [41, 42].

1.2.3. Einsetzen der Apparatur

Mit Hilfe des Übertragungstrays, welches die lingualen Brackets umfasst, wird die Apparatur im Patientenmund eingesetzt.

Nach Überprüfung der Passgenauigkeit und Reinigung sowie Konditionieren der Klebeflächen mit Aceton werden die lingualen Zahnflächen mit Aluminiumoxyd sandgestrahlt.

Auf die relative Trockenlegung des Mundraumes folgt das Auftragen von Ätzelgel, welches nach der vorgeschriebenen Zeit, in der Regel maximal 30 Sekunden, sorgfältig mit Wasser entfernt wird.

Im Anschluss daran werden die Bracketbasen und die vorbereiteten lingualen Zahnflächen mit einem Zweikomponenten Klebesystem beschickt, das Übertragungstray in den Mund eingebracht, für etwa fünf Minuten drucklos ausgehärtet und somit indirekt geklebt.

Nach Entfernung des Trays werden Kleberückstände an den Zähnen und interdental mit Scaler, Sonde und Zahnseide entfernt und die Okklusalfächen auf Frühkontakte kontrolliert [43].

1.3. Vor- und Nachteile der Lingualtechnik und Lösungsansätze

1.3.1. Vorteile

Der Hauptvorteil der Lingualtechnik ist offensichtlich: Durch die Anbringung der Apparatur auf der lingualen Kronenfläche bleibt sie praktisch unsichtbar [1, 2, 4, 34].

Auf Grund des ästhetischen Vorzuges würden die meisten Erwachsenen und viele junge Patienten dieses Verfahren bevorzugen, wenn Kosten, Behandlungszeit und Ergebnis dem einer labialen Multibandapparatur entsprächen [4].

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die nach außen hin sichtbaren Labialflächen der Zähne gänzlich unberührt bleiben. Somit werden diese nicht durch das Kleben oder Entfernen der Brackets geschädigt. Auch die Ästhetik herabsetzende unerwünschte, aber nicht immer vermeidbare Dekalzifizierung der Labialflächen durch die Apparatur bleibt aus [4].

Die labiale Gingiva wird durch die Lingualtechnik ebenfalls nicht negativ beeinflusst [4].

Weiterhin ist anzumerken, dass die Position der Zähne und somit der Behandlungsfortschritt auf Grund der frei sichtbaren labialen Zahnflächen besser zu erkennen ist [4]. Dies ist sowohl für den Patienten als auch für den behandelnden Kieferorthopäden von Vorteil.

Bestimmte Indikationen – wie zum Beispiel Tief- oder Kreuzbiss bei Erwachsenen – legen sogar eine Bevorzugung der Lingualtechnik nahe, da die Bisshebung durch den frontalen Aufbiss begünstigt wird [28, 32].

Ein Vorteil des Incognito®-Bracketsystems liegt darin, dass es auf Grund der hochgoldhaltigen Legierung auch problemlos bei Nickelallergikern Anwendung finden kann [36].

Es ist zudem möglich, Verbesserungen am Bracketdesign sofort in die laufende Produktion einzubinden. So können neue Entwicklungen direkt dem nächsten Patienten zu Gute kommen. Dies wird ermöglicht durch das Rapid-Prototyping-Verfahren, mit welchem die Incognito®-Brackets gefertigt werden [36].

Ein weiterer Vorteil des Incognito®-Bracketsystems ist, dass bereits bei der dreidimensionalen Fertigung der Brackets am Computer alle Bracketslots in derselben virtuellen Bogenebene liegen und somit später die gleiche Slotenebene aufweisen [36].

Bezüglich der Interbracketabstände beziehungsweise der Relation zwischen freier Drahtlänge und Gesamtlänge des eingesetzten Bogens zeigt die Lingualtechnik deutliche Vorteile im Vergleich mit labialen Apparaturen. Das Verhältnis von freier Drahtlänge zur Gesamtbogenlänge ist bei der Lingualtechnik deutlich größer [11].

Des Weiteren kann bei lingual geklebten Brackets der orthodontische Kraftansatz viel näher am Resistenzzentrum der Zähne liegen als dies bei einer labialen Apparatur der Fall wäre.

Ein zusätzlicher Vorteil der Lingualtechnik zeigt sich bei Extraktionsfällen, da hier der Lückenschluss erleichtert wird, weil beim Schlucken eine Einlagerung der Zunge in die Extraktionslücken durch die linguale Apparatur erschwert wird.

1.3.2. Nachteile und Lösungsansätze

Einige der nachfolgend aufgeführten Nachteile der Lingualtechnik sind durch entsprechende Weiterentwicklungen der lingualen Apparaturen bereits abgeschwächt worden oder erweisen sich teilweise bei bestimmten Indikationen sogar von Vorteil für den Verlauf der Behandlung. Dennoch sollen auch die ehemals nachteiligen Faktoren hier Erwähnung finden.

Bei der Lingualtechnik handelt es sich um einen technisch sehr anspruchsvollen Bereich der Kieferorthopädie, welcher eine andere Behandlungstechnik und während der Lernphase in vielen Bereichen höhere Anforderungen an den Behandler stellt [36].

Als weiterer Nachteil wird in der Literatur die Beeinträchtigung des Patienten während der Eingewöhnungsphase – insbesondere bei linguale Therapie in beiden Kiefern [16, 25, 34] – angeführt. Besonders auf Sprachstörungen und Irritationen der Zunge [8, 10], welche sich bei den meisten Patienten nach den ersten Behandlungswochen vermindern, bei wenigen aber auch länger anhalten können [10], wird aufmerksam

gemacht. Die Beeinträchtigung der Sprache soll mit einer lingualer Apparatur sowohl ausgeprägter sein als auch länger andauern [32].

Das wesentlich flachere Design der Incognito®-Brackets führt dazu, dass der Tragekomfort der Apparatur deutlich verbessert wird, seitens des Patienten weniger Probleme auftreten und sich die Eingewöhnungszeit vor allem bei der Aussprache verkürzt [36].

Bereits 1989 beschrieb Creekmore ein erschwertes Finishing bei lingualen Apparaturen [4]. Diese kommen unter Anderem durch die herstellungsbedingt ungenauen Slot- und Bogendimensionen zu Stande [29, 33]. Daraus resultiert ein unterschiedlich großes Torquespiel, welches sich annähernd proportional zum Abstand der Apparatur von der Labialfläche der Zähne verstärkt und wie auch eine ungenaue Bracketpositionierung [34] zu Problemen im Finishing führen kann [31, 33].

Auch dieser Problematik wird mit dem Incognito®-Bracketsystem Rechnung getragen. Durch die individuellen und somit sehr viel dünneren Bracketbasen wird die Entfernung des Bogens von der Labialfläche des Zahnes um 35 Prozent reduziert [36]. Des Weiteren wird das Torquespiel durch eine erhöhte Präzision der Bracketslots und eine individuelle und exakte Abstimmung des Slots auf die verwendeten Finishingbögen zusätzlich verringert [36, 37]. Dies wird durch die Verwendung des Rapid-Prototyping-Verfahrens ermöglicht. Auch die Probleme auf Grund primär fehlerhaft positionierter Brackets sind durch die exakte Positionierungsmöglichkeit nahezu ausgeschlossen [36].

Aufgrund der nahen Platzierung der Brackets an der lingualen Gingiva wurde, um Entzündungen vorzubeugen, eine sehr gute Mundhygiene seitens des Patienten und die sehr sorgfältige Entfernung aller Bondingüberschüsse seitens des Behandlers gefordert. Auch kurze klinische Kronen wurden als Kontraindikation für die Anwendung der Lingualtechnik gesehen [32]. Durch die Individualisierung der Brackets und die indirekte Klebetechnik mittels Übertragungstray können auch diese Probleme gelöst werden.

Sehr eng stehende Zähne können manchmal nicht sofort beklebt werden. Mit dem Incognito®-Bracketsystem ist dies jedoch fast immer möglich.

Auch eine erhöhte Verlustrate der Brackets wird als Nachteil der Lingualtechnik aufgeführt [34]. Diese entsteht durch den Aufbiss der Unterkieferzähne auf die Apparatur des Oberkiefers [7]. Das flache Design der Incognito®-Brackets führt zu einem kürzeren Hebelarm im Falle eines Kaukontaktes [36, 34], was zu einer Verringerung der Bracketverlustrate führt [36].

Als weiteren Punkt wird das Problem des Nachklebens bei Bracketverlust genannt [36]. Auch dieses kann durch die Incognito®-Apparatur weitestgehend minimiert werden, da die große Bracketbasis und die individuelle Orientierung an der lingualen Kronenmorphologie sogar ein direktes (Nach-)Kleben ermöglichen [36].

Die „Unsichtbarkeit“ der lingualen Apparatur und die fehlende Abdeckung der labialen Zahnflächen erlaubt es dem Patienten, den Fortschritt der Behandlung besser einzuschätzen. Dieser eigentliche Vorteil bedingt aber auch eine höhere Erwartungshaltung des Patienten dem Resultat gegenüber [29].

Auch die erhöhten Kosten der Lingualtherapie im Vergleich zu einer herkömmlichen labialen Multibandapparatur erschweren die Akzeptanz [29].

In der frühen Literatur über die Lingualtechnik wird von oft ungewollten Bissöffnungen durch ein Aufbeißen der unteren Frontzähne auf die lingualen Brackets des Oberkiefers berichtet [32]. Dies ist jedoch auf die neuen Generationen der Lingualbrackets nicht mehr zutreffend. Bei Vorliegen eines offenen Bisses ist zwar in der Regel keine Überkorrektur möglich, dennoch ist eine Behandlung mit dem Incognito®-Bracketsystem bei offenem oder tiefem Biss nahezu uneingeschränkt möglich. Wie fälschlicherweise früher oft behauptet, ist auch ein Tiefbiss keine Kontraindikation für die Anwendung der Lingualtechnik, da durch den frontalen Aufbiss die Bisshebung sowohl erleichtert als auch beschleunigt werden kann [28].

Lediglich für den Patienten besteht der Nachteil, dass zu Beginn der Behandlung häufig im Seitenzahnbereich keine Okklusionskontakte mehr vorhanden sind.

Zusammenfassend lassen sich sowohl Vorteile als auch Nachteile der Lingualtechnik beschreiben, wobei im Laufe der Zeit durch den Fortschritt in Design und Herstellung der Brackets und Bögen die meisten Nachteile abgeschwächt oder gänzlich eliminiert werden konnten.

So lässt sich sagen, dass die linguale Apparatur zu Recht eine mindestens gleichwertige Alternative zu einer herkömmlichen labialen Multibandbehandlung mit annähernd gleichem Indikationsbereich darstellt [4, 10, 11, 19, 22].

1.4. Geschichte der Lingualtechnik

Lingualtechnik beinhaltet die Korrektur von Zahn- und Kieferfehlstellungen durch festsitzende Behandlungsapparaturen mittels zementierter Bänder und/oder an der lingualen Zahnfläche befestigter Brackets.

Somit ist es möglich, den Patienten kieferorthopädisch von außerhalb der Mundhöhle unsichtbar festsitzend zu therapieren.

Bereits im Jahre 1973 konnte Kurz über erste Erfolge im Einsatz von lingual geklebten Brackets berichten. Die ersten Fälle wurden mit manuell modifizierten labialen Brackets behandelt. Dies führte 1979 zur lingualen Apparatur Ormco-Kurz [32]. Im Jahre 1980 gründete die Firma Ormco zusammen mit sieben amerikanischen Kieferorthopäden die „Lingual Task Force“ [32].

Nicht nur Kurz sondern auch andere Kieferorthopäden weltweit versuchten sich zu dieser Zeit an der Entwicklung eigener lingualer Apparaturen, so Fujita [12, 13], Kelly [23] und Paige [26, 32].

Bereits Mitte der 80er Jahre konnte ein verstärktes Interesse seitens der Patientenschaft für die neuen lingualen Systeme festgestellt werden [32].

Jedoch war die Lingualtechnik noch lange nicht ausgereift und bedurfte bestimmter essentieller Techniken, die nicht jeder Kieferorthopäde beherrschte. Dies führte dazu, dass die meisten der Patienten die linguale Apparatur nicht bis zum Ende der Behandlung trugen, weil das gewünschte Ergebnis nicht ohne Zuhilfenahme von labialen Brackets realisierbar war.

Hierdurch kam man zu der Feststellung, dass die labialen Techniken nicht ohne weiteres nach lingual übertragen werden können [4].

Bereits 1986 formulierten Smith, Gorman, Kurz und Dunn ihre vier „Schlüssel zum Erfolg in der Lingualtherapie“ [32].

Der erste Schlüssel betraf die Auswahl des Patientenguts, da in dieser Zeit durch den bissöffnenden Effekt der Oberkiefer-Frontzahnbrackets auf die unteren Schneidezähne und die werkstofftechnischen Limitationen der Brackets und Drähte eine generelle Möglichkeit der lingualen Behandlung ausschlossen [32].

Die Genauigkeit der Bracketpositionierung wurde von diesen Autoren als zweiter Schlüssel zum Erfolg dargestellt, indem sie die Notwendigkeit des indirekten Klebens mittels individualisierter Übertragungstrays je Quadrant und zwei-Komponenten Bonding-Adhäsiv postulierten. Das indirekte Kleben wurde als dritter Faktor angesehen.

Bereits damals waren dadurch die Verlustraten lingualer Brackets nicht höher als die der labialen [32].

Als wichtiger vierter Schlüssel zum Erfolg wurde die vertikale und transversale Kontrolle der bukkalen Segmente beschrieben, da zu dieser Zeit in dieser Region ein ungewünschter Bukkal-Drift der Prämolaren und Rotationen der Molaren zu beobachten waren [32].

Creekmore führte 1989 in seiner Veröffentlichung „Lingual orthodontics – Its renaissance“ [4] die Schlüsselemente der Lingualtechnik zu dieser Zeit auf.

Unter Anderem waren wichtig, dass die Effizienz der Lingualtechnik der der labialen entspricht und eine präzise Bracketpositionierung gemäß der geraden Bogentechnik möglich ist. Außerdem wurde der Bedarf an einer beständigen und akkuraten Klebetechnik und verschiedenen vorgeformten Bögen verdeutlicht.

Bereits Ende der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts erfüllten die Conceal Brackets (Unitek Corp., Monrovia, CA, USA) seine Forderungen in Ansätzen.

Im Jahre 1999 veröffentlichten Rummel, Wiechmann und Sachdeva neue Methoden in der Lingualtechnik [29]. In diesem Artikel beschrieben sie die neuen Möglichkeiten der CAD/CAM-Technologie (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), welche sich durch das automatische individuelle Biegen der Bögen durch das Orthomate-System (Syrinx Medical Technologies GmbH, Berlin, Deutschland) ergaben. Mit diesem System war es möglich entweder nach einem 3D-Scan der Bracketpositionen mit der 3D Orthomate Kamera oder nach Ermitteln der Werte des diagnostischen Set-Ups mittels Transfer Optimized Positioning (TOP) die gewünschten Bögen durch einen Biegeroboter formen zu lassen. Hierbei konnten sowohl Biegungen der ersten Ordnung als auch der zweiten und dritten einprogrammiert werden. Diese Bögen wurden Preprogrammed Target Archwires genannt.

Im Jahre 2002 schließlich publizierte Wiechmann in der Veröffentlichung „Ein neues Bracketsystem für die Lingualtechnik“ [36] erstmals sein neues vollkommen individuelles linguales Incognito®-Bracketsystem. Sowohl Herstellung als auch Konzeption unterschieden sich zu den bisher existierenden Alternativen.

Durch das dreidimensionale Scannen der therapeutischen Set-Up Modelle mit einem hochauflösenden optischen 3D-Scanner (GOM, Braunschweig, Deutschland) war es nun möglich, eine größtmögliche Individualisierung der Brackets durch ein exaktes Abbild der linguale Zahnfläche zu erreichen. Dies wird auch von diversen anderen Studien gefordert, da die Variabilität der linguale Zahnflächen weitaus größer ist als die der labialen [3, 5, 9, 15, 21].

Außerdem konnte so die Ausrichtung der Bracketslots in allen drei Ordnungen realisiert und die Bracketdicke auf ein Mindestmaß reduziert werden. Des Weiteren

weisen die Brackets aus einer hochgoldhaltigen Legierung eine höhere Härte auf als herkömmliche konfektionierte Lingualbrackets.

Ebenso wurde die Herstellung individueller Bögen mittels einer Weiterentwicklung des bereits beschriebenen Orthomate®-Systems (Orametrix®, Dallas, Texas, USA) vorgestellt, welches in der Lage ist, super- oder pseudoelastische Bögen bereits während des Biegevorganges durch Wärme umzuprogrammieren [40, 42].

Das Incognito®-Bracketsystem hat seitdem im Hinblick auf Design der Brackets und Fertigungsprozess eine konstante Veränderung und Verbesserung durchlaufen. Das Rapid-Prototyping-Verfahren erlaubt zudem eine konstante Veränderung aller Abläufe mit Möglichkeit zur sofortigen Umsetzung [36].

Somit konnten ein verbesserter Patientenkomfort [17, 18, 36, 37], ein erleichtertes – sogar direktes – Nachkleben der Brackets [36, 37], ein präziseres Finishing [36], eine geringere Bracketverlustrate [37], eine geringere Beeinflussung der Sprache [18] und somit eine kürzere Eingewöhnungszeit für den Patienten [37] realisiert werden.

Durch die vielfältigen Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Lingualtechnik konnte im Vergleich zu labialen Systemen eine mindestens gleichwertige oder sogar bessere Leistungsfähigkeit erreicht werden [4, 30, 36, 38, 39]. Auch die Indikationsbereiche beider Apparaturen stellen sich als annähernd gleich dar [11, 14, 19, 22, 28].

1.5. Null-Hypothesen dieser Studie

Im folgenden Abschnitt sollen die gestellten Null-Hypothesen näher erläutert werden. Es galt, sieben verschiedene Faktoren näher zu untersuchen.

1.5.1. Die Unterscheidung Ober- oder Unterkiefer hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups

Diese Null-Hypothese besagt, dass kein signifikanter Unterschied zwischen der Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups bezüglich Tip, Torque, Rotation und den Translationsgraden in den drei Raumrichtungen (Supra-/Infraposition, Mesial-/Distalstand, Bukkal-/Lingualstand) zwischen Ober- und Unterkiefer besteht.

Hierbei wurden die Zähne der Unterkiefer mit dem jeweiligen Zahn im Oberkiefer verglichen.

1.5.2. Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up

Bei dieser Null-Hypothese wurden alle Kiefer bezüglich ihres Finishing-Bogens miteinander verglichen. Die Abmessungen der Bögen werden hier und im Folgenden in Milliinch (minch) angegeben. Drei Bögen lagen hierbei in statistisch verwertbaren Anzahlen vor - in Klammern die Anzahl der Kiefer, welche mit dem jeweiligen Finishing-Bogen therapiert worden sind:

- 16x22 SS (Stainless Steel) (8)
- 17,5x17,5 TMA (Titan Molybdän Alloy) (6)
- 18,2x18,2 TMA (Titan Molybdän Alloy) (32)

Die übrigen vier Kiefer gehörten folgenden – für die Statistik zu kleinen – Gruppen an:

- 16 NiTi (Nickel Titan superelastisch) (1)
- 16x24 SS (Stainless Steel) (1)
- 16x22 NiTi (Nickel Titan superelastisch) (2)

Verglichen wurde jeder Zahn der mit dem jeweiligen Finishing-Bogen behandelten Kiefer mit den übrigen bezüglich Tip, Torque, Rotation und den drei Translationsgraden.

1.5.3. Die Generation der Brackets hat keinen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups

Das Incognito®-Bracketsystem unterliegt einem ständigen Wandel, da durch das Rapid-Prototyping-Verfahren Modifikationen und Weiterentwicklungen ohne eine Veränderung des Produktionsprozesses sofort umgesetzt werden können [35].

In der vorliegenden Studie wurden Bracketsysteme der Jahre 2003 bis 2006 untersucht. In jedem dieser Jahre fanden zahlreiche Änderungen am Bracketdesign und am Herstellungsprozess statt.

Die Studie beinhaltete lediglich einen Kiefer, welcher im Jahre 2003 beklebt worden ist – folglich bleibt dieser als zu kleine statistisch nicht verwertbare Anzahl unberücksichtigt. Die übrigen 49 Kiefer verteilten sich wie folgt auf die Jahre 2004 bis 2006 – in Klammern die jeweilige Anzahl Kiefer:

- 2004 (8)
- 2005 (22)
- 2006 (19)

Hierbei wurde getestet, ob signifikante Unterschiede bezüglich Rotation und Translation bei einem Zahn im Vergleich zu den entsprechenden Zähnen anderer Generationen vorhanden waren.

1.5.4. Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups

Durch diese Null-Hypothese sollte überprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Stellung der mittleren Inzisiven und der Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups bezüglich Tip, Torque, Rotation und den drei Translationsgraden besteht.

Dabei konnten lediglich die mittleren Incisivi verglichen werden, da nur die Achsneigung dieser Zähne im Fernröntgenseitenbild zu beurteilen ist.

Hierzu wurden zwei unterschiedliche Tests durchgeführt.

1.5.4.1. Im ersten Test sollte überprüft werden, inwiefern ein Zusammenhang zwischen der Veränderung der Frontzahnachsenstellung der mittleren Inzisiven und der Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups besteht.

Die aus den Fernröntgenseitenbildern der Patienten gewonnenen Differenzen der Winkelwerte $\underline{1}$ -SN zwischen Ausgangs- und Abschlussröntgenbild wurden in folgende drei Gruppen eingeteilt, ebenso die Differenzen der Werte \bar{I} -MeGo.

- Gruppe 1 ($\leq 3^\circ$)
- Gruppe 2 ($> 3^\circ - \leq 6^\circ$)
- Gruppe 3 ($> 6^\circ$)

Zusätzlich wurden negative und positive Werte getrennt voneinander untersucht.

1.5.4.2. Die zweite Überprüfung dieser Null-Hypothese sollte untersuchen, ob die ursprüngliche Achsenstellung der mittleren Inzisivi einen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit hat.

Hierzu wurden die $\underline{1}$ -SN – Werte des Ausgangsröntgenbildes der Oberkiefer nach ihrem Mittelwert ($103,0^\circ$) und der Standardabweichung ($\pm 6,5^\circ$) in folgende Gruppen eingeteilt:

- Steilstand ($< 96,5^\circ$)
- Achsengerechter Stand ($\geq 96,5^\circ - \leq 109,5^\circ$)
- Labialstand ($> 109,5^\circ$)

Ebenso wurden die Werte \bar{I} -MeGo der Unterkiefer nach Mittelwert ($93,0^\circ$) und Standardabweichung ($\pm 6,0^\circ$) in drei Gruppen unterschieden:

- Steilstand ($< 87,0^\circ$)

- Achsengerechter Stand ($\geq 87,0^\circ - \leq 99,0^\circ$)
- Labialstand ($> 99,0^\circ$)

Somit konnte bestimmt werden, ob eine signifikante Korrelation zwischen der Frontzahnachsenstellung der mittleren Inzisivi zu Beginn der Behandlung und der Set-Up – Verwirklichbarkeit existiert.

1.5.5. Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zwischen Jugendlichen und Erwachsenen

Hierbei galt es zu überprüfen, inwiefern Unterschiede in der Realisierbarkeit der durch das therapeutische Set-Up vorgegebenen Werte für Tip, Torque, Rotation und die drei Translationsgrade existieren.

Dazu wurden die Patienten in zwei Gruppen unterschieden:

- Gruppe 1 (≤ 18 Jahre)
- Gruppe 2 (> 18 Jahre)

In der Gruppe 1 befanden sich 16 Kiefer, der Gruppe 2 gehörten die restlichen 34 an.

1.5.6. Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups

Hierbei sollte herausgefunden werden, ob individuelle Unterschiede in der Verwirklichbarkeit des Set-Ups einzelner Zähne (mittlerer und seitlicher Inzisivus; Eckzahn; erster und zweiter Prämolare; erster und zweiter Molar) existieren.

Es wurden Tip, Torque, Rotation und die drei Translationsgrade verglichen um eine Gliederung erstellen zu können, welche Zähne am ehesten die durch das Set-Up vorgegebene Position erreichen.

1.5.7. Der Scanner-Typ hat keine Auswirkung auf die Genauigkeit des „Matching-Vorganges“

Mit einem speziellen CAD-Programm wurden die Brackets virtuell an das 3D-Gitter des Gipsmodells angelagert – dieser Vorgang wird auch als „Matching“ bezeichnet (weitere Informationen hierzu im Abschnitt „Methode“).

Die Software maß welchen maximalen Abstand das Bracket zur lingualen Zahnfläche aufwies. Dieser Wert betrug maximal 0,07 mm und wurde durch das Programm angegeben.

Falls dieser Wert eines Brackets 0,04 mm unterschritt, wurde das Bracket automatisch angelagert, ohne dass ein genauer Wert ausgegeben wurde. In diesen Fällen wird in der statistischen Auswertung von einer Abweichung von 0 mm ausgegangen.

Da an den beiden in dieser Studie verwendeten 3D-Scannern unterschiedliche Kameras montiert sind (1280x1024 Pixel versus 1032x776 Pixel), liegt es nahe zu untersuchen, ob diese verschiedenen Scanner-Konfigurationen (weitere Informationen zu den 3D-Scannern entnehmen Sie bitte dem Kapitel „Material“) einen Einfluss auf die Matchgenauigkeit haben.

Der folgenden Auflistung ist zu entnehmen, mit welchem 3D-Scanner wie viele Kiefer digitalisiert wurden:

- 3D-Scanner „Gom 1“ (31)
- 3D-Scanner „Gom 2“ (19)

Es wurde die Matchgenauigkeit eines jeden Zahnes erhoben.

2. Material und Methode

2.1. Material

2.1.1. Patientengut

Um mit möglichst hoher Genauigkeit die Unterschiede zwischen gewünschtem Ergebnis, repräsentiert durch das Set-Up, und Zustand nach Behandlungsende bestimmen zu können, war es notwendig, gewisse Voraussetzungen und Bedingungen an die verwendeten Fälle zu stellen.

Das Patientengut umfasste 50 Kiefer (25 Ober- und 25 Unterkiefer) von 25 Patienten – 15 weiblich und 10 männlich – im Alter zwischen 15 und 56 Jahren. Jeder Kiefer wurde mit dem Incognito®-Bracketsystem lingual beklebt.

Zu 38 dieser Kiefer lagen sowohl Fernseitenröntgenbilder der Ausgangssituation als auch des Endzustandes vor. Diese Auswertungen finden ebenfalls Beachtung.

Die Studie wurde retrospektiv angelegt um Abschlussmodelle nach komplett durchgeführter Therapie mit den prognostischen Set-Up-Modellen zu vergleichen, was einen erfolgreichen Abschluss der Behandlung verlangte.

Aus diesem Grund wurden lediglich Fälle verwendet, die nicht vorzeitig durch Patientenwunsch oder sonstige Zwischenfälle abgebrochen werden mussten und bei denen der Therapieplan komplett verwirklicht werden konnte.

Ein wichtiger Faktor waren Behandler und Art der Therapie.

So wurden ausschließlich Fälle der Praxis Dr. Dirk Wiechmann aus Bad Essen verwendet, die mit dem von Dr. Wiechmann entwickelten lingualen Incognito®-Bracketsystem behandelt wurden.

Dies hatte zum Zweck, dass die Therapieergebnisse nicht durch verschiedene Behandlungskonzepte verfälscht wurden und durch die Tatsache, dass jedem Patienten dieser Studie eine linguale Apparatur gleicher Art eingesetzt wurde, eine

möglichst genaue Aussage darüber getroffen werden konnte, inwiefern das Incognito®-Bracketsystem den durch das Set-Up prognostizierten Endzustand verwirklichen kann.

Die Notwendigkeit, nur zu Ende behandelte Fälle in die Studie mit einzubeziehen und die benötigte Fallzahl führten dazu, dass das Einsetzen der jeweiligen lingualen Apparaturen in den Jahren 2003 bis 2006 erfolgte.

In dieser Zeitspanne wurden sowohl am Bracketdesign, als auch am Fertigungsprozess Veränderungen vorgenommen, wodurch man jedes einzelne Jahr als eigenständige Bracketgeneration ansehen kann, dessen bei den Auswertungen Rechnung getragen wurde.

Eine weitere Voraussetzung war, dass der Abdruck nach Entbänderung vor dem möglichen Kleben eines lingualen Retainers genommen wurde, da durch diesen der „Matchingprozess“ (siehe unten) erschwert oder sogar unmöglich gemacht worden wäre.

2.2. Methode

2.2.1. 3D-Scanner

Für diese Studie wurden zur Erfassung der Zahnoberflächen der Gipsmodelle hochauflösende optische 3D-Scanner (GOM, Braunschweig, Deutschland) verwendet.

Mit diesen wurde sowohl das therapeutische Set-Up-Modell als auch das nach Entfernen der Apparatur angefertigte Modell berührungslos dreidimensional eingescannt.

Uns standen für die Untersuchungen zwei Scanner ähnlicher Bauart mit jedoch unterschiedlicher Hardware-Konfiguration zur Verfügung.

Um die dreidimensionale Digitalisierung verwirklichen zu können, musste das Gipsmodell auf einen Drehtisch, der sich direkt unter den Kameraobjektiven befindet,

eingespannt werden. Dieser dreht sich anschließend, um dem Scanner das Objekt in mehreren Perspektiven präsentieren zu können. Somit war es möglich, eine vollständige räumliche Darstellung des Modells zu erhalten.

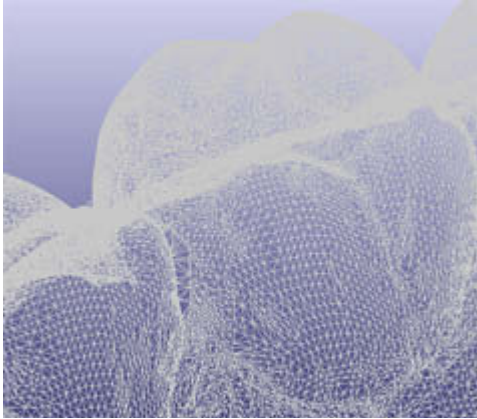


Abbildung 1 – 3D-Oberfläche der Zähne aus vielen tausend kleinen Dreiecken zusammengesetzt (Standard Triangulation Language, STL Language).

Die Daten wurden an einen Bildverarbeitungsrechner weitergeleitet und erschienen dort als aus vielen tausend kleinen Dreiecken zusammengesetztes Modell (Standard Triangulation Language, STL Language).

Dieses war am Rechner frei dreh- und schwenkbar und ließ sich mit einer Konstruktionssoftware bearbeiten.

Je homogener ein Teil der Oberfläche ist, desto größer sind die entsprechenden Dreiecke, ungleichmäßigere Areale werden durch mehrere kleinere Dreiecke repräsentiert.

2.2.1.1. Scanner-Typen

Das ATOS SO-Modell der Firma GOM ist ein High-End 3D-Digitalisierer, welcher auf dem Triangulationsprinzip basiert. Durch die Messtechnik ist es möglich, präzise dreidimensionale Koordinaten des gescannten Objektes zu erhalten [36]. Durch die große Detailauflösung, die hohe Leistungsfähigkeit und Messgenauigkeit war das ATOS SO-Modell der Firma GOM für unsere Zwecke geeignet. Die Variante SO steht für „Small Objects“ und ist insbesondere für das hochgenaue Vermessen kleiner Objekte entwickelt worden.



Abbildung 2 – ATOS I / SO – 3D-Scanner der Firma GOM (Braunschweig, Deutschland).

Die ATOS SO-Serie wurde so konzipiert, dass sie vor allem für komplexe Kleinteile mit hohen Anforderungen an Genauigkeit und Datenqualität eingesetzt werden kann. Dies wird realisiert durch Punktabstände von weniger als 0,02 mm [32].

Auf Grund seiner hohen Genauigkeit findet der ATOS 3D-Digitalisierer auch in der Qualitätskontrolle, Reverse Engineering, Rapid Manufacturing und der 3D-Visualisierung Verwendung [13].

Der ältere der beiden Scanner (im Folgenden auch Gom1) aus dem Jahr 2001 entstammt der Baureihe „ATOS HR / SO“.

Das Messvolumen beträgt $100 \times 100 \times 80 \text{ mm}^3$.

Der Messkopf beinhaltet zwei hochauflösende CCD-Kameras mit einer Auflösung von 1280×1024 Pixeln mit für das Messfeld geeigneten Objektiven.

Die Scandaten werden an einen leistungsstarken Bildverarbeitungsrechner weitergegeben. Zur Verarbeitung der Daten steht die ATOS-3D-Software zur Verfügung.

Der Baureihe „ATOS I / SO“ aus dem Jahr 2007 gehört der neuere Scanner an (im Folgenden auch Gom2). „SO“ (Small Objects) steht hierbei ebenfalls für die besondere Ausrichtung dieses Digitalisiersystems auf kleine Objekte. In diese Kategorie fallen auch die Gipsmodelle.

Das Messfeld dieses Scanners beträgt $100 \times 80 \text{ mm}^2$ und ist somit dessen des Gom1-Scanners ebenbürtig.

Im ATOS I-SO – Messkopf befinden sich zwei Firewire CCD-Kameras, die mit 1032×776 Pixeln eine geringere Auflösung als die Kameras des älteren Gom1-Scanners aufweisen.

Die Scandaten werden ebenfalls an einen leistungsstarken Bildverarbeitungsrechner weitergegeben und mit der ATOS-3D-Software verarbeitet.

Der Hauptunterschied dieser beiden Scan-Systeme besteht somit in der Auflösung (1280x1024 gegenüber 1032x776 Pixeln).

In der Studie konnte dadurch auch die Auswirkung der unterschiedlichen CCD-Kameras auf die Genauigkeit der Messungsergebnisse untersucht werden.

2.2.2. Software

Für die Studien wurden verschiedene Software-Programme verwendet um die eingescannten Rohdaten zu bearbeiten und die Messungen durchzuführen.

Mittels der „ATOS-3D-Software“ wurde nach dem Scanvorgang das digitale Modell bearbeitet um für die späteren Vorgänge lediglich den kompletten Zahnkranz zu erhalten.

Zur weiteren Bearbeitung und zur Durchführung der Studie wurde die von T.O.P.-Service (Bad Essen, Deutschland) entwickelte Software ProLingual verwendet.

Bei dieser Software handelt es sich um ein CAD-Programm, das dort für die Herstellung und Fertigung des Incognito®-Bracketsystems verwendet wird, welches ausschließlich bei den Fällen dieser Studie zur Anwendung kam.

Um die Ergebnisdaten zu konvertieren, berechnen und grafisch darzustellen, wurde eine vom Autor selbst programmierte Software verwendet.

Dieses komplett in PHP geschriebene Programm besitzt eine Anbindung an eine MySQL-Datenbank und wurde zur Winkelberechnung aus den Koordinaten- und Vektorinformationen von ProLingual verwendet. Des Weiteren wurden durch diese Software alle Werte der Messungen und der Auswertungsseiten im Anhang in die Datenbank eingepflegt, errechnet und generiert.

2.2.3. Scanvorgang

Zuerst wurden die Gipsmodelle sorgfältigst von Gipsperlen befreit und gereinigt um die Genauigkeit des Scanvorganges und der Messungen zu gewährleisten.

Sowohl die Modelle des therapeutischen Set-Ups als auch die Modelle, welche nach Entbänderung hergestellt wurden (im Folgenden Abschlussmodelle) wurden mittels der ATOS 3D-Scanner berührungslos digitalisiert.

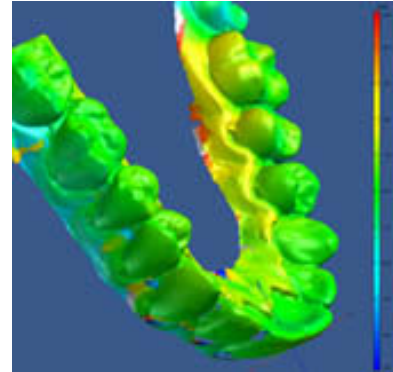


Abbildung 3 – Überlagerung der Scans des therapeutischen Set-Up's und nach Entbänderung; Abweichungen farblich gekennzeichnet (grün = ± 1 mm).

Im Anschluss an den Scanvorgang wurden mit Hilfe der ATOS-Software überschüssige Anteile des Sockels und des Gaumens beziehungsweise des Mundbodens am 3D-Modell abgetrennt, so dass lediglich der Zahnkranz übrig blieb.

2.2.4. „Matchingprozess“

Für die nun folgenden Schritte wurde die Software ProLingual verwendet.

Das dreidimensionale Modell des Set-Ups inklusive der fertigen darauf adaptierten Brackets wurde zusammen mit dem Abschlussmodell in das Programm eingeladen.

Im Anschluss daran wurde dieses automatisch durch das Programm an eine Position im Raum gelegt, an der es möglichst deckend mit dem Set-Up-Modell war.

Da sowohl in manchen Fällen nach Herstellung des Set-Up-Modells weitere Zähne durchgebrochen waren, als auch sich die Gingivaverhältnisse zwischen den beiden Abdrucknahmen für die Modelle meist leicht verändert hatten, wurden die beiden dreidimensionalen Modelle zudem manuell feinjustiert.

Im Anschluss daran wurde jedes einzelne Bracket aus seiner ursprünglichen Position auf dem Set-Up-Modell auf den entsprechenden Zahn des Abschlussmodells gematched, also an die korrekte Position auf der Lingualfläche angelegt.

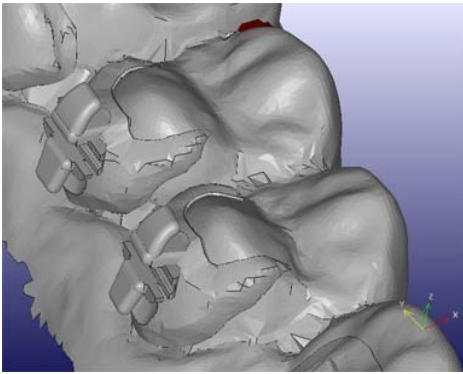


Abbildung 4 – Darstellung der Zähne 14 und 15 mit Incognito®-Lingualbrackets im virtuellen 3D-Modell.

Dieser sogenannte „Matchvorgang“ vergleicht den jeweiligen Zahn auf dem Set-Up mit dem gleichen Zahn des Abschlussmodells an Hand der Daten der gesamten Oberfläche indem das Programm die axialen Schnitte der Zähne analysiert.

Hierdurch kann eine bestmögliche Positionierung des Brackets auf dem Zahn des Abschlussmodells mit einer tolerierten Abweichung von maximal 0,07 mm gewährleistet werden.

Dies zeigt, warum es nicht möglich war, Modelle zu verwenden, bei denen ein Abdruck mit lingualem Retainer versehen war, da durch diesen die linguale Zahnfläche so sehr verändert worden wäre, dass ein genaues Matching nicht mehr durchgeführt hätte werden können.

Jedes Bracket wurde zwei Mal an die Situation des Abschlussmodells angelagert und die Abweichungen jeweils in einer Datenbank protokolliert, um nicht nur eine Aussage über die Matchgenauigkeit einzelner Zähne beziehungsweise bestimmter Bracketformen zu treffen, sondern mit Hilfe der Doppelmessungen auch die Reproduzierbarkeit des Vorganges und die Messgenauigkeit des Versuchsaufbaus analysieren zu können.

Nachdem alle Brackets auf die jeweiligen Zähne des Abschlussmodells gematched worden waren, wurden die Koordinateninformationen exportiert. Diese enthalten zu jedem einzelnen Bracket in 21 Variablen Informationen über dessen genaue Positionierung im Raum und seine Rotationsgrade im Vergleich zum globalen Koordinatensystem.

Diese Exportdatei mit den Koordinateninformationen wurde zudem von der Anfangssituation erstellt, in der die Brackets auf dem Set-Up-Modell verankert waren.

Durch die genaue Adaptation der Brackets auf den lingualen Zahnflächen war es somit möglich, jeden einzelnen Zahn der Situation des therapeutischen Set-Ups mit demjenigen nach erfolgter Behandlung zu vergleichen und eine genaue Aussage über Unterschiede der Translationen, Tip, Torque und Rotation in allen drei Achsen des dreidimensionalen Koordinatensystems zu treffen.

2.2.5. Auswertung

2.2.5.1. Auswertung der Daten

Die Auswertung wurde mit Hilfe einer selbst programmierten Software vollzogen, die sowohl die Koordinateninformationen der einzelnen Zähne über komplexe Formeln in verwertbare Winkel- und Lageinformationen umwandelt, als auch die korrespondierenden Zähne des Set-Up- und des Abschlussmodelles miteinander vergleicht.

So war es möglich, über jeden Zahn der Endsituation mit einer Messungenauigkeit von maximal 0,07 mm eine Aussage über dessen Tip, Torque und Rotationen, als auch über die Translationen, das heißt In- und Out-, Mesial- und Distalstand und Supra- und Infraposition verglichen mit dem Set-Up-Zustand zu treffen.

Dabei bezeichnet die Rotation um die X-Achse den Tip, die Rotation um die Y-Achse den Torque und selbige um die Z-Achse die Rotation um die Zahnachse.

Bei den Translationen zeigt sich „In“ beziehungsweise „Out“ als Verschiebung auf der X-Achse, wobei negative Werte in den Quadranten zwei und drei „Out“, in den übrigen Quadranten „In“ kennzeichnen. Dies ergibt sich auf Grund der Tatsache, dass die Vestibulärflächen der linken Kieferhälften im globalen Koordinatensystem in Richtung der positiven Werte der X-Achse gewandt sind, wobei Umgekehrtes für die Zähne der Gegenseite gilt.

Eine Verschiebung auf der Y-Achse kennzeichnet bei negativen Werten eine distale, bei positiven eine mesiale Lage des Zahnes auf dem Abschlussmodell verglichen mit der Position auf dem Set-Up.

Schließlich wird auch die Supra- beziehungsweise Infraposition der einzelnen Zähne durch eine Translation auf der Z-Achse angegeben, wobei positive Werte eine Supraposition kennzeichnen.

Somit sind jegliche möglichen Zahnbewegungen in der sagittalen, transversalen und vertikalen Dimension berücksichtigt.

2.2.5.2. Röntgenauswertung

Zu 38 der 50 Kiefer existierten analoge Fernröntgenseitenbilder der Ausgangssituation und des Zustandes nach erfolgter Behandlung.

Diese wurden manuell durchgezeichnet und nach der an der Universität Würzburg gebräuchlichen Fernröntgenseitenanalyse ausgewertet.

Folgende Winkel und Werte wurden in jedem Fernröntgenseitenbild vermessen, in Klammern befindet sich der Durchschnittswert inklusive der Standardabweichung:

▪ SNA	(81,0°	±3,5°)
▪ SNB	(79,0°	±3,0°)
▪ SN-SpP (NL-NSL)	(7,0°	±3,0°)
▪ SN-MeGo (ML-NSL)	(33,5°	±5,0°)
▪ ANB	(2,0°	±2,0°)
▪ Wits-Wert	(0,0mm	±2,0mm)
▪ $\underline{1}$ -SN	(103,0°	±6,5°)
▪ $\bar{1}$ -MeGo	(93,0°	±6,0°)
▪ Summenwinkel nach Björk	(394,0°	±5,0°)
▪ NGoAr (Go1)	(55,0°	±4,0°)
▪ NGoMe (Go2)	(72,5°	±4,5°)

- Basiswinkel (ML-NL) (26,5° ±5,0°)
- NPog zu $\underline{1}$ (6,5mm ±3,5mm)
- NPog zu $\bar{1}$ (3,0mm ±2,5mm)
- Interinzisalwinkel (130,0° ±9,0°)
- Vordere Gesichtshöhe NMe
- Hintere Gesichtshöhe SGo

Folgende Werte wurden zudem aus den oben genannten Winkeln berechnet:

- Individueller ANB
- Korrigierter Interbasenwinkel

Das Gesichtshöhenverhältnis nach Jarabak (65,0% ±4,0%) wurde aus dem Verhältnis der hinteren zur vorderen Gesichtshöhe errechnet.

Des Weiteren wurde jeweils das Wachstumsmuster des Patienten anhand des Fernröntgenseitenbildes bestimmt.

Hierzu wurden folgende Faktoren herangezogen:

- Summenwinkel
- Gesichtshöhenverhältnis nach Jarabak
- Korrigierter Interbasenwinkel
- Verhältnis Go1 zu Go2

Hierbei wurde jeder Faktor gleichermaßen gewertet, falls der Wert außerhalb der Standardabweichung lag.

Falls insgesamt nur ein Faktor oder einer mehr für das eine als das andere Wachstumsmuster sprach, wird es als „tendenziell horizontal“ oder „tendenziell vertikal“ angegeben, im Falle eines neutralen Wachstumsmusters als „ausgeglichen“.

Mit Hilfe dieser Werte konnten die Fernröntgenseitenbilder vor und nach der Behandlung verglichen und die Unterschiede bezüglich Wits-Wert, Inklination der

Oberkiefer- und Unterkieferfrontzahnachsen, der Stellung der mittleren Inzisivi zur Linie NPog und des Interinzisalwinkels dargestellt werden.

So war es möglich, eine Aussage über die Auswirkungen unterschiedlicher Frontzahnstellungen auf die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zu treffen.

2.2.5.3. Ergebnisse der Doppelmessungen

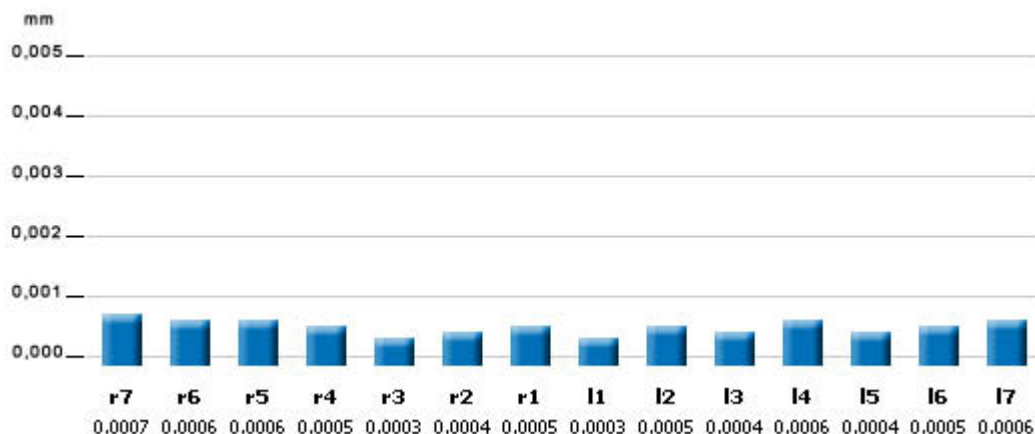
Nach dem „Matchingvorgang“ eines jeden Brackets wurde ein zweiter Vorgang durchgeführt, um die Reproduzierbarkeit der Messungen zu testen.

Hierbei konnten in keinem Fall Abweichungen der Matchgenauigkeit von mehr als 0,005 mm beobachtet werden.

Die Mittelwerte der Doppelmessungsabweichungen erstreckten sich von 0,0003 mm der Eckzähne der rechten Gesichtshälfte und der ersten Inzisivi der linken bis 0,0007 mm der rechten zweiten Molaren.

Der *Tabelle 1* können die genauen Mittelwerte der einzelnen Zähne entnommen werden. Die Bezeichnungen „r1“ bis „r7“ beziehen sich auf die Zähne der rechten Kieferhälfte, „l1“ bis „l7“ beschreiben die Zähne der linken.

Tabelle 1 – Ergebnisse der Doppelmessungen; Mittelwerte der Abweichungen in mm.



Zur Bestimmung der Messgenauigkeit des Versuchsaufbaus wurde der methodische Fehler nach Dahlberg [6] berechnet - dieser betrug 0,0005.

Der Zuverlässigkeitskoeffizient nach Houston [20] ergab einen Wert von 0,99907678. Dies zeigt die hohe Genauigkeit der in dieser Studie angewandten Messverfahren.

2.2.5.4. Statistik

In dieser Studie kamen folgende statistische Tests zur Anwendung:

- Einfaktorielle Varianzanalyse (*analysis of variance*; ANOVA)
- Zweifaktorielle Varianzanalyse (Multivariante ANOVA; MANOVA)
- Hotelling's T^2 -Test
- Nicht parametrischer Mann-Whitney-U-Test
- Post-Hoc-Tests in Form von Tukey-HSD-Tests

3. Ergebnisse

Die Werte jeder Null-Hypothese wurden im Zuge der Auswertung auf Normalverteilung überprüft, wobei die große Anzahl an Beobachtungen zu einer zusätzlichen Sensibilisierung der Normalverteilungstests führte. Außerdem wurden falls benötigt weiterführende multivariate Tests, Tests der Zwischensubjekteffekte und Post-Hoc-Tests durchgeführt.

Die verwendeten Variablen werden in den einzelnen Tabellen wie folgt benannt. „rot_x“ beschreibt als Rotation um die X-Achse des globalen Koordinatensystems den Tip der Zähne, „rot_y“ zeigt den Torque und „rot_z“ die Rotation der Zähne auf. Die Translationen in den drei Achsen des Koordinatensystems sind als „trans_x“ (In/Out), „trans_y“ (Mesial-/Distalstand) und „trans_z“ (Supra-/Infraposition) in der Tabelle gekennzeichnet.

Die signifikanten Unterschiede ($p < ,05$) werden in den Tabellen rot hervorgehoben.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit SPSS Version 10.

3.1. Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Unterscheidung Ober- oder Unterkiefer hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Up's“

Als statistischer Test kam in diesem Fall eine Sonderform der Varianzanalyse (ANOVA), der sogenannte Hotelling's T^2 Test zur Anwendung.

Getestet wurden alle 659 Zähne dieser Studie, von denen 328 im Oberkiefer, die restlichen 331 im Unterkiefer lokalisiert waren.

Die Auswertung der Pillai-Spur des multivariaten Tests ergab, dass signifikante Unterschiede ($p < ,000$) zwischen den Kiefern vorlagen, die sich jedoch bei den Tests der Zwischensubjekteffekte lediglich auf signifikante Abweichungen ($p < ,000$) der Translation auf der Y-Achse (Mesial-/Distalstand) reduzierten.

Die Null-Hypothese kann somit verworfen werden.

Tabelle 2 zeigt die einzelnen Signifikanzen für die sechs untersuchten Variablen.

Tabelle 2 – Tests der Zwischensubjekteffekte für Null-Hypothese „Die Unterscheidung Ober- oder Unterkiefer hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Up’s“; rot_x \triangleq Tip, rot_y \triangleq Torque, rot_z \triangleq Rotation, trans_x \triangleq In/Out, trans_y \triangleq Mesial-/Distalstand, trans_z \triangleq Supra-/Infraposition; signifikante Werte hervorgehoben.

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Kiefer	rot_x	5,28	1	5,28	,461	,497
	rot_y	2,09	1	2,09	,232	,630
	rot_z	17,36	1	17,36	1,533	,216
	trans_x	38159147,63	1	38159147,63	,094	,759
	trans_y	5791921083,47	1	5791921083,47	23,400	,000
	trans_z	54858401,75	1	54858401,75	,253	,615

3.2. Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up“

Als statistischer Test kam eine einfaktorielle ANOVA zur Anwendung.

Lediglich bei drei der in dieser Studie verwendeten Finishing-Bögen konnte eine statistisch auswertbare Probengruppe an Zähnen erhoben werden.

Im folgenden Abschnitt steht Bogen 1 für 16x22 SS (Stainless Steel), Bogen 2 für 17,5x17,5 TMA (Titan Molybdän Alloy) und Bogen 3 für 18,2x18,2 TMA (Titan Molybdän Alloy).

108 Zähne wurden mit Bogen 1 als Finishing-Bogen behandelt, während 73 Zähne Bogen 2 und 434 Zähne Bogen 3 zugeordnet werden konnten.

Das Ergebnis der ANOVA zeigt in der Pillai-Spur einen signifikanten Unterschied ($p=,001$) zwischen den drei Finishing-Bögen, welcher im Folgenden durch Tests der Zwischensubjekteffekte näher definiert wird.

Diese Null-Hypothese kann somit verworfen werden.

Die weiterführenden Tests ergaben, dass sich die Bögen lediglich in den Variablen „trans_y“ und „trans_z“ signifikant unterscheiden, was für keine der drei Rotationen zutrif. Dies ist aus *Tabelle 3* ersichtlich.

Tabelle 3 – Tests der Zwischensubjekteffekte für Null-Hypothese „Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up“; rot_x \triangleq Tip, rot_y \triangleq Torque, rot_z \triangleq Rotation, trans_x \triangleq In/Out, trans_y \triangleq Mesial-/Distalstand, trans_z \triangleq Supra-/Infraposition; signifikante Werte hervorgehoben.

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bogen	rot_x	12,61	2	6,30	,546	,580
	rot_y	5,31	2	2,65	,299	,742
	rot_z	19,60	2	9,80	,840	,432
	trans_x	41437278,97	2	20718639,48	,049	,952
	trans_y	5407955001,28	2	2703977500,64	10,744	,000
	trans_z	5912255821,94	2	2956127910,97	14,031	,000

Es wurden für die Variablen „trans_y“ und „trans_z“ nun Post-Hoc-Tests in Form eines Tukey-HSD-Tests (HSD=Honest Significant Difference) durchgeführt um zu verdeutlichen, in welcher Kombination der Bögen signifikante Abweichungen festzustellen waren.

Für die Variable „trans_y“ konnten signifikante Unterschiede zwischen Bogen 1 und 2 ($p=,001$) und zwischen Bogen 2 und 3 ($p<,000$) festgestellt werden.

Tabelle 4 – Post-Hoc-Test für Variable „trans_y“ der Null-Hypothese „Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up“; Bogen 1 \triangleq 16x22 SS, Bogen 2 \triangleq 17,5x17,5 TMA, Bogen 3 \triangleq 18,2x18,2 TMA; basiert auf beobachteten Mittelwerten; * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant; signifikante Werte hervorgehoben.

(I) Bogen	(J) Bogen	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
1	2	8523,9805(*)	2403,7	,001	2876,6	14171,3
	3	-752,7722	1705,9	,898	-4760,7	3255,1
2	1	-8523,9805(*)	2403,7	,001	-14171,3	-2876,6
	3	-9276,7526(*)	2006,8	,000	-13991,6	-4561,8
3	1	752,7722	1705,9	,898	-3255,1	4760,7
	2	9276,7526(*)	2006,8	,000	4561,8	13991,6

Es wurde für die Variable „trans_z“ ebenfalls ein Post-Hoc-Test durchgeführt. Dieser ergab für diese ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen Bogen 1 und 2 ($p < ,000$) und zwischen Bogen 2 und 3 ($p < ,000$). Dies ist der *Tabelle 5* zu entnehmen.

Bei keiner Variablen konnten signifikante Unterschiede zwischen Bogen 1 (16x22 SS) und Bogen 3 (18,2x18,2 TMA) festgestellt werden.

Tabelle 5 – Post-Hoc-Test für Variable „trans_z“ der Null-Hypothese „Der Finishing-Bogen hat keine Auswirkung auf das Erreichen des gewünschten Ergebnisses repräsentiert durch das therapeutische Set-Up“; Bogen 1 \triangleq 16x22 SS, Bogen 2 \triangleq 17,5x17,5 TMA, Bogen 3 \triangleq 18,2x18,2 TMA; basiert auf beobachteten Mittelwerten; * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant; signifikante Werte hervorgehoben.

(I) Bogen	(J) Bogen	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Obergrenze	Untergrenze
1	2	8321,9772(*)	2199,3	,000	3154,8	13489,1
	3	-1404,9178	1560,8	,640	-5072,0	2262,2
2	1	-8321,9772(*)	2199,3	,000	-13489,1	-3154,8
	3	-9726,8951(*)	1836,2	,000	-14040,9	-5412,8
3	1	1404,9178	1560,8	,640	-2262,2	5072,0
	2	9726,8951(*)	1836,2	,000	5412,8	14040,9

Die Mittelwerte der Durchschnittsabweichungen der einzelnen Rotationen und Translationen je Finishing-Bogen können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 6 – Durchschnittsabweichungen der oberen mittleren Frontzähne für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.04° (± 1.25)	In/Out:	0.32 mm (± 0.15)
Torque:	6.01° (± 1.69)	Mesial/Distal:	0.32 mm (± 0.17)
Rotation:	6.08° (± 1.89)	Supra/Infra:	0.18 mm (± 0.15)

Tabelle 7 – Durchschnittsabweichungen der oberen seitlichen Frontzähne für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.97° (± 1.72)	In/Out:	0.40 mm (± 0.37)
Torque:	7.26° (± 1.30)	Mesial/Distal:	0.35 mm (± 0.25)
Rotation:	8.25° (± 1.18)	Supra/Infra:	0.44 mm (± 0.30)

Tabelle 8 – Durchschnittsabweichungen der oberen Eckzähne für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.52° (± 4.10)	In/Out:	0.94 mm (± 0.72)
Torque:	6.92° (± 1.97)	Mesial/Distal:	0.51 mm (± 0.43)
Rotation:	7.23° (± 2.81)	Supra/Infra:	0.68 mm (± 0.74)

Tabelle 9 – Durchschnittsabweichungen der oberen Prämolaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.56° (± 2.27)	In/Out:	1.27 mm (± 1.27)
Torque:	5.32° (± 2.68)	Mesial/Distal:	1.41 mm (± 0.77)
Rotation:	6.54° (± 2.79)	Supra/Infra:	0.67 mm (± 0.62)

Tabelle 10 – Durchschnittsabweichungen der oberen ersten Molaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.63° (±2.29)	In/Out:	1.67 mm (±1.06)
Torque:	3.24° (±1.67)	Mesial/Distal:	1.38 mm (±1.25)
Rotation:	5.07° (±1.63)	Supra/Infra:	1.20 mm (±0.95)

Tabelle 11 – Durchschnittsabweichungen der oberen zweiten Molaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	9.77° (±4.08)	In/Out:	7.33 mm (±1.45)
Torque:	6.22° (±4.39)	Mesial/Distal:	2.28 mm (±1.67)
Rotation:	11.49° (±2.70)	Supra/Infra:	0.85 mm (±0.82)

Tabelle 12 – Durchschnittsabweichungen der unteren Frontzähne für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.28° (±2.13)	In/Out:	0.35 mm (±0.25)
Torque:	3.48° (±2.19)	Mesial/Distal:	0.26 mm (±0.28)
Rotation:	3.65° (±1.94)	Supra/Infra:	0.30 mm (±0.21)

Tabelle 13 – Durchschnittsabweichungen der unteren Eckzähne für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.16° (±2.86)	In/Out:	0.94 mm (±0.55)
Torque:	5.86° (±2.33)	Mesial/Distal:	0.49 mm (±0.44)
Rotation:	6.14° (±2.47)	Supra/Infra:	0.57 mm (±0.43)

Tabelle 14 – Durchschnittsabweichungen der unteren Prämolaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.25° (±2.71)	In/Out:	0.72 mm (±0.58)
Torque:	5.76° (±3.33)	Mesial/Distal:	1.17 mm (±1.38)
Rotation:	4.92° (±1.84)	Supra/Infra:	0.67 mm (±0.76)

Tabelle 15 – Durchschnittsabweichungen der unteren ersten Molaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.96° (±3.38)	In/Out:	1.59 mm (±1.56)
Torque:	4.42° (±1.48)	Mesial/Distal:	1.28 mm (±0.96)
Rotation:	4.74° (±2.67)	Supra/Infra:	0.93 mm (±0.94)

Tabelle 16 – Durchschnittsabweichungen der unteren zweiten Molaren für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.93° (±2.63)	In/Out:	3.54 mm (±1.85)
Torque:	3.88° (±2.67)	Mesial/Distal:	2.26 mm (±0.97)
Rotation:	8.22° (±2.15)	Supra/Infra:	2.35 mm (±0.78)

Tabelle 17 – Durchschnittsabweichungen der gesamten Kiefer für Finishing-Bogen „16x22 SS“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.87° (±4.00)	In/Out:	1.26 mm (±2.45)
Torque:	5.06° (±3.47)	Mesial/Distal:	0.96 mm (±1.69)
Rotation:	5.79° (±3.74)	Supra/Infra:	0.72 mm (±1.25)

Tabelle 18 – Durchschnittsabweichungen der oberen mittleren Frontzähne für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.87° (±1.08)	In/Out:	0.73 mm (±0.37)
Torque:	6.07° (±2.78)	Mesial/Distal:	0.37 mm (±0.38)
Rotation:	5.63° (±2.88)	Supra/Infra:	0.12 mm (±0.15)

Tabelle 19 – Durchschnittsabweichungen der oberen seitlichen Frontzähne für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.97° (±1.74)	In/Out:	0.90 mm (±0.61)
Torque:	3.13° (±1.51)	Mesial/Distal:	0.72 mm (±0.38)
Rotation:	4.81° (±2.76)	Supra/Infra:	0.43 mm (±0.36)

Tabelle 20 – Durchschnittsabweichungen der oberen Eckzähne für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.24° (±2.79)	In/Out:	0.93 mm (±0.88)
Torque:	3.30° (±2.40)	Mesial/Distal:	0.69 mm (±0.59)
Rotation:	4.77° (±3.68)	Supra/Infra:	0.98 mm (±0.61)

Tabelle 21 – Durchschnittsabweichungen der oberen Prämolaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.83° (±2.70)	In/Out:	1.32 mm (±0.89)
Torque:	5.27° (±3.12)	Mesial/Distal:	1.44 mm (±0.97)
Rotation:	5.62° (±2.67)	Supra/Infra:	2.01 mm (±1.12)

Tabelle 22 – Durchschnittsabweichungen der oberen ersten Molaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.16° (±3.87)	In/Out:	1.44 mm (±0.92)
Torque:	5.06° (±2.37)	Mesial/Distal:	2.35 mm (±1.50)
Rotation:	4.23° (±2.22)	Supra/Infra:	1.78 mm (±2.08)

Tabelle 23 – Durchschnittsabweichungen der oberen zweiten Molaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	11.59° (±4.31)	In/Out:	2.86 mm (±2.04)
Torque:	8.67° (±0.28)	Mesial/Distal:	4.41 mm (±0.55)
Rotation:	6.64° (±7.26)	Supra/Infra:	4.70 mm (±0.40)

Tabelle 24 – Durchschnittsabweichungen der unteren Frontzähne für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.46° (±1.96)	In/Out:	0.57 mm (±0.48)
Torque:	4.06° (±1.75)	Mesial/Distal:	0.30 mm (±0.25)
Rotation:	4.36° (±2.68)	Supra/Infra:	0.36 mm (±0.33)

Tabelle 25 – Durchschnittsabweichungen der unteren Eckzähne für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.45° (±2.35)	In/Out:	1.26 mm (±1.28)
Torque:	5.92° (±2.12)	Mesial/Distal:	0.75 mm (±0.43)
Rotation:	6.10° (±2.82)	Supra/Infra:	0.53 mm (±0.13)

Tabelle 26 – Durchschnittsabweichungen der unteren Prämolaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.63° (±2.75)	In/Out:	0.84 mm (±0.80)
Torque:	7.07° (±3.13)	Mesial/Distal:	1.73 mm (±1.93)
Rotation:	5.08° (±2.74)	Supra/Infra:	2.06 mm (±1.87)

Tabelle 27 – Durchschnittsabweichungen der unteren ersten Molaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	12.32° (±5.10)	In/Out:	1.39 mm (±1.71)
Torque:	8.22° (±5.62)	Mesial/Distal:	3.33 mm (±3.41)
Rotation:	8.97° (±5.35)	Supra/Infra:	2.47 mm (±3.44)

Tabelle 28 – Durchschnittsabweichungen der unteren zweiten Molaren für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.43° (±1.85)	In/Out:	1.38 mm (±1.11)
Torque:	5.11° (±2.58)	Mesial/Distal:	1.37 mm (±1.52)
Rotation:	4.52° (±2.20)	Supra/Infra:	2.84 mm (±3.23)

Tabelle 29 – Durchschnittsabweichungen der gesamten Kiefer für Finishing-Bogen „17,5x17,5 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.83° (±4.71)	In/Out:	1.06 mm (±1.77)
Torque:	5.27° (±4.24)	Mesial/Distal:	1.28 mm (±2.86)
Rotation:	5.20° (±4.29)	Supra/Infra:	1.39 mm (±3.14)

Tabelle 30 – Durchschnittsabweichungen der oberen mittleren Frontzähne für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.36° (±1.68)	In/Out:	0.23 mm (±0.18)
Torque:	3.94° (±1.95)	Mesial/Distal:	0.20 mm (±0.13)
Rotation:	4.01° (±1.95)	Supra/Infra:	0.23 mm (±0.19)

Tabelle 31 – Durchschnittsabweichungen der oberen seitlichen Frontzähne für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.71° (±2.88)	In/Out:	0.43 mm (±0.35)
Torque:	4.68° (±2.37)	Mesial/Distal:	0.46 mm (±0.38)
Rotation:	5.06° (±2.50)	Supra/Infra:	0.52 mm (±0.45)

Tabelle 32 – Durchschnittsabweichungen der oberen Eckzähne für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.88° (±2.62)	In/Out:	0.98 mm (±0.71)
Torque:	6.17° (±2.75)	Mesial/Distal:	0.58 mm (±0.47)
Rotation:	5.95° (±3.13)	Supra/Infra:	0.73 mm (±0.55)

Tabelle 33 – Durchschnittsabweichungen der oberen Prämolaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.68° (±3.18)	In/Out:	1.15 mm (±0.97)
Torque:	4.97° (±2.58)	Mesial/Distal:	1.14 mm (±0.97)
Rotation:	5.78° (±3.09)	Supra/Infra:	0.98 mm (±0.96)

Tabelle 34 – Durchschnittsabweichungen der oberen ersten Molaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.67° (±3.24)	In/Out:	0.98 mm (±0.99)
Torque:	4.74° (±2.51)	Mesial/Distal:	1.62 mm (±1.21)
Rotation:	5.15° (±3.89)	Supra/Infra:	1.08 mm (±0.96)

Tabelle 35 – Durchschnittsabweichungen der oberen zweiten Molaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.72° (±5.07)	In/Out:	3.42 mm (±3.00)
Torque:	7.22° (±4.36)	Mesial/Distal:	2.16 mm (±1.86)
Rotation:	9.81° (±4.73)	Supra/Infra:	1.65 mm (±1.38)

Tabelle 36 – Durchschnittsabweichungen der unteren Frontzähne für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.76° (±1.97)	In/Out:	0.27 mm (±0.24)
Torque:	4.30° (±2.23)	Mesial/Distal:	0.29 mm (±0.23)
Rotation:	4.33° (±2.19)	Supra/Infra:	0.22 mm (±0.20)

Tabelle 37 – Durchschnittsabweichungen der unteren Eckzähne für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.37° (±2.10)	In/Out:	0.52 mm (±0.33)
Torque:	5.39° (±2.47)	Mesial/Distal:	0.46 mm (±0.36)
Rotation:	4.89° (±2.36)	Supra/Infra:	0.55 mm (±0.44)

Tabelle 38 – Durchschnittsabweichungen der unteren Prämolaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.48° (±3.58)	In/Out:	1.04 mm (±0.79)
Torque:	5.67° (±3.26)	Mesial/Distal:	1.24 mm (±1.28)
Rotation:	6.25° (±3.15)	Supra/Infra:	1.10 mm (±1.13)

Tabelle 39 – Durchschnittsabweichungen der unteren ersten Molaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.17° (±2.99)	In/Out:	1.21 mm (±1.13)
Torque:	5.63° (±2.45)	Mesial/Distal:	1.62 mm (±1.28)
Rotation:	5.18° (±2.66)	Supra/Infra:	1.34 mm (±1.23)

Tabelle 40 – Durchschnittsabweichungen der unteren zweiten Molaren für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	8.51° (±5.34)	In/Out:	3.67 mm (±2.57)
Torque:	6.01° (±3.64)	Mesial/Distal:	1.71 mm (±1.83)
Rotation:	9.21° (±4.63)	Supra/Infra:	1.88 mm (±1.99)

Tabelle 41 – Durchschnittsabweichungen der gesamten Kiefer für Finishing-Bogen „18,2x18,2 TMA“; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.60° (±4.23)	In/Out:	1.14 mm (±2.24)
Torque:	5.24° (±3.68)	Mesial/Distal:	0.99 mm (±1.75)
Rotation:	5.79° (±4.31)	Supra/Infra:	0.88 mm (±1.51)

3.3. Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Generation der Brackets hat keinen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“

Da im Jahre 2003 lediglich ein Kiefer beklebt worden war und dieser Stichprobenumfang als zu gering einzustufen ist, wurde die statistische Analyse mit den drei übrigen Bracketgenerationen durchgeführt.

Hierbei entspricht Gruppe 2 dem Jahr 2004, Gruppe 3 dem Jahr 2005 und Gruppe 4 dem Jahr 2006. Der Gruppe 2 gehörten 112 Zähne beziehungsweise Brackets an, 296 waren der Gruppe 3 zuzuordnen. Der Stichprobenumfang der Gruppe 4 betrug 237.

Auch bei dieser Null-Hypothese kam eine einfaktorielle Varianzanalyse zur Anwendung.

Diese ergab in der Pillai-Spur der multivariaten Tests, dass signifikante Unterschiede ($p=,002$) zwischen den verschiedenen Generationen vorherrschen, dies führt zur Verwerfung der Null-Hypothese. Zur genaueren Definition der Unterschiede wurden auch hier Tests der Zwischensubjekteffekte und Post-Hoc-Tests durchgeführt.

Die Tests der Zwischensubjekteffekte umfassten auch bei dieser Auswertung die Variablen „rot_x“, „rot_y“, „rot_z“, „trans_x“, „trans_y“, „trans_z“ und ergaben, dass lediglich bei den Variablen „rot_x“ ($p=,028$), „rot_z“ ($p=,003$) und „trans_y“ ($p=,022$) signifikante Unterschiede zwischen den Bracketgenerationen aufzufinden waren.

Tabelle 42 – Tests der Zwischensubjekteffekte für Null-Hypothese „Die Generation der Brackets hat keinen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; rot_x \triangle Tip, rot_y \triangle Torque, rot_z \triangle Rotation, trans_x \triangle In/Out, trans_y \triangle Mesial-/Distalstand, trans_z \triangle Supra-/Infraposition; signifikante Werte hervorgehoben.

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Generation	rot_x	76,45	2	38,22	3,598	,028
	rot_y	3,56	2	1,78	,202	,817
	rot_z	129,81	2	64,90	5,963	,003
	trans_x	43556381,84	2	21778190,92	,054	,947
	trans_y	1840412152,68	2	920206076,34	3,858	,022
	trans_z	568898722,22	2	284449361,11	1,410	,245

Diese wurden im Folgenden durch Post-Hoc-Tests in Form von Tukey-HSD Mehrfachvergleichen näher definiert.

Hierbei konnten bei der Variablen „rot_x“ signifikante Unterschiede ($p=,043$) zwischen Gruppe 3 und 4 festgestellt werden. Die Variable „rot_z“ wies signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen 2 und 4 ($p=,011$) und zwischen den Gruppen 3 und 4 ($p=,010$) auf. Der Post-Hoc-Test der Variablen „trans_y“ zeigte signifikante Unterschiede ($p=,033$) zwischen den Gruppen 3 und 4 auf.

Tabelle 43 – Post-Hoc-Test für Variablen „rot_x“ (Tip), „rot_z“ (Rotation) und „trans_y“ (Mesial-/Distalstand); Generation 2 \triangleq 2004, Generation 3 \triangleq 2005, Generation 4 \triangleq 2006; basiert auf beobachteten Mittelwerten; * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant; signifikante Werte hervorgehoben.

Abhängige Variable	(I) Generation	(J) Generation	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signif.	95% Konfidenzintervall	
						Obergrenze	Untergr.
rot_x	2	3	-,7020	,36	,128	-1,55	,14
		4	-,0164	,37	,999	-,89	,86
	3	2	,7020	,36	,128	-,14	1,55
		4	,6856(*)	,28	,043	,01	1,35
	4	2	,0164	,37	,999	-,86	,89
		3	-,6856(*)	,28	,043	-1,35	-,02
rot_z	2	3	,2586	,36	,760	-,60	1,11
		4	1,0985(*)	,37	,011	,20	1,98
	3	2	-,2586	,36	,760	-1,11	,60
		4	,8399(*)	,28	,010	,16	1,51
	4	2	-1,0985(*)	,37	,011	-1,98	-,20
		3	-,8399(*)	,28	,010	-1,51	-,16
trans_y	2	3	390,5541	1713,28	,972	-3634,23	4415,34
		4	3775,2758	1770,86	,084	-384,76	7935,31
	3	2	-390,5541	1713,28	,972	-4415,34	3634,23
		4	3384,7217(*)	1346,16	,033	222,36	6547,08
	4	2	-3775,2758	1770,86	,084	-7935,31	384,76
		3	-3384,7217(*)	1346,16	,033	-6547,08	-222,36

3.4. Ergebnisse der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“

Zur Überprüfung dieser Null-Hypothese wurden zwei verschiedene Tests durchgeführt.

3.4.1. Test 1

Hierbei wurden die Veränderungen der Frontzahnachsen anhand der an den Fernröntgenseitenbildern gemessenen Werte $\underline{1}$ -SN für die Oberkiefer beziehungsweise $\bar{1}$ -MeGo für die Unterkiefer verglichen.

Als statistischer Test kam eine zwei-faktorielle Varianzanalyse zur Anwendung.

Tabelle 44 – Zwischensubjekt Faktoren der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups – Zusammenhang zwischen der Veränderung der Frontzahnachsenstellung der mittleren Inzisiven und der Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups“; „plusminus“ kennzeichnet Art der Differenz („+“ \triangleq Labialstellung der Frontzahnachsen im Zuge der Behandlung, „-“ \triangleq Steilstellung der Frontzahnachsen im Zuge der Behandlung); Gruppe 1 \triangleq Frontzahnachsendifferenz $\leq 3^\circ$, Gruppe 2 $\triangleq >3; \leq 6^\circ$, Gruppe 3 $\triangleq >6^\circ$.

		N
plusminus	-	22
	+	52
Gruppe	1	22
	2	26
	3	26

Die Gruppe 1 beschrieb Fälle mit einer Differenz kleiner/gleich 3° , der Gruppe 2 gehörten alle Fälle an, deren Differenz der Frontzahnachsen größer 3° und kleiner/gleich 6° betrug. Die Gruppe 3 schließlich bildeten die Fälle mit einer Differenz größer 6° .

Zusätzlich wurden negative von positiven Differenzen getrennt beobachtet. Hierbei beschreibt die Zugehörigkeit zur Gruppe „+“, dass die Frontzahnachsen nach Ende der Therapie labialer standen als zu Beginn. Die Gruppe „-“ steht folglich für eine Steilstellung im Zuge der Behandlung.

Der Stichprobenumfang der einzelnen Gruppen kann der *Tabelle 44* entnommen werden. Zwei Werte, welche eine Differenz von ± 0 aufwiesen wurden auf Grund zu geringen Stichprobenumfangs in der statistischen Auswertung vernachlässigt.

Die multivariaten Tests ergaben für das Kriterium „plusminus“ in der Pillai-Spur keine signifikanten Unterschiede ($p=,148$). Innerhalb der drei Gruppen konnten signifikante Unterschiede ($p=,037$) festgestellt werden, sowie ebenfalls beim Interaktionseffekt plusminus*gruppe ($p=,023$).

Tabelle 45 – Multivariate Tests der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups – Zusammenhang zwischen der Veränderung der Frontzahnachsenstellung der mittleren Inzisiven und der Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups“; „plusminus“ kennzeichnet Variable für Labial-/Steilstellung der Front im Zuge der Behandlung; „Gruppe“ bezeichnet den Einfluss der Gruppe auf die Ergebnisse (Gruppe 1 \triangleq Frontzahnachsendifferenz $\leq 3^\circ$, Gruppe 2 $\triangleq >3; \leq 6^\circ$, Gruppe 3 $\triangleq >6^\circ$); „plusminus * Gruppe“ bezeichnet den Interaktionseffekt zwischen den Variablen „plusminus“ und „Gruppe“; a = Exakte Statistik; signifikante Werte hervorgehoben.

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
plusminus	Pillai-Spur	,136	1,650(a)	6,000	63,000	,148
Gruppe	Pillai-Spur	,306	1,924	12,000	128,000	,037
plusminus * Gruppe	Pillai-Spur	,326	2,074	12,000	128,000	,023

Die Signifikanz des Interaktionseffektes ergab sich lediglich auf Grund der Variablen „rot_x“ (p=,038). Zwischen den übrigen fünf Variablen konnten keine Interaktionen festgestellt werden.

Innerhalb der verschiedenen Gruppen zeigte die statistische Analyse der Zwischensubjekteffekte, dass sich die Signifikanz aus den Variablen „rot_z“ (p=,033), „trans_x“ (p=,021) und „trans_z“ (p=,048) zusammensetzte.

Tabelle 46 – Tests der Zwischensubjekteffekte der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups – Zusammenhang zwischen der Veränderung der Frontzahnachsenstellung der mittleren Inzisiven und der Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups“; „plusminus“ kennzeichnet Variable für Labial-/Steilstellung der Front im Zuge der Behandlung; „Gruppe“ bezeichnet den Einfluss der Gruppe auf die Ergebnisse (Gruppe 1 \triangleq Frontzahnachsendifferenz $\leq 3^\circ$, Gruppe 2 $\triangleq >3; \leq 6^\circ$, Gruppe 3 $\triangleq >6^\circ$); „plusminus * Gruppe“ bezeichnet den Interaktionseffekt zwischen den Variablen „plusminus“ und „Gruppe“; signifikante Werte hervorgehoben.

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gruppe	rot_x	6,84	2	3,42	1,172	,316
	rot_y	22,83	2	11,41	2,417	,097
	rot_z	28,12	2	14,06	3,576	,033
	trans_x	1,12	2	0,56	4,085	,021
	trans_y	,03	2	0,01	,206	,814
	trans_z	0,42	2	0,21	3,169	,048
plusminus * Gruppe	rot_x	20,07	2	10,03	3,434	,038
	rot_y	5,55	2	2,77	,588	,558
	rot_z	20,96	2	10,48	2,665	,077
	trans_x	,19	2	0,09	,714	,493
	trans_y	,30	2	0,15	2,100	,130
	trans_z	,02	2	0,01	0,188	,829

Im Folgenden wurden für den Effekt „gruppe“ Post-Hoc-Tests durchgeführt. Auch hierbei kam ein Tukey-HSD-Test zur Anwendung.

Bezüglich des Faktors „plusminus“ kann die Null-Hypothese nicht verworfen werden, da keine signifikanten Unterschiede (p=,148) zwischen einer positiven oder negativen Differenz der Frontzahnachsenwinkel vor und nach der Behandlung festgestellt werden konnten.

Jedoch konnten bei der Zugehörigkeit zu einer der drei Gruppen signifikante Unterschiede dargelegt werden, was bedeutet, dass die Gruppenzugehörigkeit einen

signifikanten Einfluss auf die Erreichbarkeit des therapeutischen Set-Ups hat und die Null-Hypothese somit hierfür verworfen werden kann.

3.4.2. Test 2

Bei diesem Test sollte die Auswirkung der Ursprungsachsenstellung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups näher untersucht werden.

Hierzu wurden die Werte in drei Gruppen eingeteilt. Die Gruppe „-1“ entsprach einem Frontzahnachsenwinkel kleiner als die jeweilige Standardabweichung, der Gruppe „0“ gehörten alle mittleren Inzisivi an, deren Frontzahnachsenwinkel innerhalb der Standardabweichung anzusiedeln waren. Die Gruppe „1“ beschrieb diejenigen, deren Achsenwinkel im Fernröntgenseitenbild größer als die zugehörige Standardabweichung waren.

Tabelle 47 – Stichprobengrößen der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups – Einfluss der ursprünglichen Achsenstellung der mittleren Inzisiven auf die Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups“; Wert „-1“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel kleiner als die jeweilige Standardabweichung; Wert „0“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel innerhalb der Standardabweichung; Wert „1“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel größer als die jeweilige Standardabweichung; „N“ \triangleq Stichprobengröße.

		N
Wert	-1	10
	0	42
	1	24

Die einzelnen Stichprobengrößen sind der *Tabelle 47* zu entnehmen.

Bei diesem Test kam eine einfaktorielle Varianzanalyse zur Anwendung, wobei die Pillai-Spur eine Signifikanz von $p=,843$ ergab.

Somit kann die Null-Hypothese, dass die Frontzahnachsenstellung keinen signifikanten Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups aufweist, in Bezug auf die Auswirkung der Ursprungsfrontzahnachsen beibehalten werden.

Tabelle 48 – Multivariate Tests der Null-Hypothese „Die Frontzahnachsenstellung hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups – Einfluss der ursprünglichen Achsenstellung der mittleren Inzisiven auf die Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups“; „Wert“ bezeichnet Größe der Frontzahnachsenwinkel im Bezug zur Standardabweichung (Wert „-1“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel kleiner als die jeweilige Standardabweichung; Wert „0“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel innerhalb der Standardabweichung; Wert „1“ \triangleq Frontzahnachsenwinkel größer als die jeweilige Standardabweichung).

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Wert	Pillai-Spur	,099	,596	12,000	138,000	,843

3.5. Ergebnisse der Null-Hypothese „Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zwischen Jugendlichen und Erwachsenen“

Zur statistischen Auswertung wurde ein Spezialfall der Varianzanalyse, ein Hotelling's T² Test herangezogen.

In der Altersgruppe 1 (kleiner/gleich 18 Jahre) umfasste die Stichprobenanzahl 214 Zähne beziehungsweise Brackets, die Altersgruppe 2 (über 18 Jahre) beinhaltet 445.

Die Pillai-Spur der multivariaten Tests ergab eine Signifikanz von $p=,203$. Somit liegen zwischen den beiden Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups vor. Die Null-Hypothese kann somit beibehalten werden.

Tabelle 49 – Multivariate Tests für Null-Hypothese „Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups zwischen Jugendlichen und Erwachsenen“; „Altersgruppe“ stellt Einteilung in Altersgruppe 1 (kleiner/gleich 18 Jahre) oder Altersgruppe 2 (über 18 Jahre) dar; a Exakte Statistik.

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Altersgruppe Pillai-Spur	0,013	1,423(a)	6,000	652,000	,203

3.6. Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“

Der Stichprobenumfang der einzelnen Zähne ist der *Tabelle 50* zu entnehmen. Die Nummerierung entspricht der Position im Zahnbogen.

Die Auswertung der Pillai-Spur der multivariaten Tests ergab, dass ein signifikanter Unterschied ($p<,000$) zwischen den Zähnen besteht, folglich kann die Null-Hypothese verworfen werden.

Tabelle 50 –

Stichprobenumfang für Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „Zahn“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); „N“ \triangleq Stichprobengröße.

		N
Zahn	1	100
	2	99
	3	100
	4	91
	5	94
	6	91
	7	82

Im nachfolgenden Test der Zwischensubjekt-effekte konnte gezeigt werden, dass lediglich die Variable „trans_x“ keinen signifikanten Unterschied ($p=,939$) aufwies, die übrigen fünf jedoch eine Signifikanz von $p<,000$.

Um die Unterschiede zwischen den Zähnen zu verdeutlichen wurden im Folgenden Mehrfachvergleiche in Form eines Tukey-HSD-Tests durchgeführt.

Die Signifikanzen der sechs Variablen „rot_x“, „rot_y“, „rot_z“, „trans_x“, „trans_y“ und „trans_z“ können den folgenden Tabellen 51-56 entnommen werden. Signifikante Unterschiede wurden rot hervorgehoben.

Tabelle 51 – Signifikanzen für Variable „rot_x“ (Tip) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	,051	,000	,000	,000	,000	,000
2	,051	-	,053	,070	,001	,083	,000
3	,000	,053	-	1,000	,873	1,000	,001
4	,000	,070	1,000	-	,873	1,000	,001
5	,000	,001	,873	,873	-	,844	,077
6	,000	,083	1,000	1,000	,844	-	,001
7	,000	,000	,001	,001	,077	,001	-

Tabelle 52 – Signifikanzen für Variable „rot_y“ (Torque) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	,985	,001	,037	,017	,306	,000
2	,985	-	,017	,262	,154	,804	,002
3	,001	,017	-	,960	,990	,520	,992
4	,037	,262	,960	-	1,000	,979	,668
5	,017	,154	,990	1,000	-	,931	,795
6	,306	,804	,520	,979	,931	-	,178
7	,000	,002	,992	,668	,795	,178	-

Tabelle 53 – Signifikanzen für Variable „rot_z“ (Rotation) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	,770	,056	,035	,001	,283	,000
2	,770	-	,773	,650	,120	,985	,000
3	,056	,773	-	1,000	,895	,996	,000
4	,035	,650	1,000	-	,966	,981	,000
5	,001	,120	,895	,966	-	,562	,000
6	,283	,985	,996	,981	,562	-	,000
7	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-

Tabelle 54 – Signifikanzen für Variable „trans_x“ (In/Out) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	1,000	,999	1,000	1,000	1,000	,940
2	1,000	-	,999	1,000	1,000	1,000	1,000
3	,999	,999	-	,998	1,000	1,000	,998
4	1,000	1,000	,998	-	1,000	1,000	,930
5	1,000	1,000	1,000	1,000	-	1,000	,975
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-	,978
7	,940	,948	,998	,930	,975	,978	-

Tabelle 55 – Signifikanzen für Variable „trans_y“ (Mesial-/ Distalstand) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	1,000	,997	1,000	1,000	,999	,000
2	1,000	-	,963	1,000	,988	,977	,000
3	,997	,963	-	,997	1,000	1,000	,000
4	1,000	1,000	,997	-	1,000	,998	,000
5	1,000	,988	1,000	1,000	-	1,000	,000
6	,999	,977	1,000	,998	1,000	-	,000
7	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-

Tabelle 56 – Signifikanzen für Variable „trans_z“ (Supra-/ Infraposition) der Null-Hypothese „Der Zahn-Typ hat keine Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups“; „z“ bezeichnet Zähne von 1 (mittlerer Inzisivus) bis 7 (zweiter Molar); signifikante Werte hervorgehoben.

z	1	2	3	4	5	6	7
1	-	1,000	,815	1,000	1,000	1,000	,000
2	1,000	-	,592	1,000	1,000	1,000	,000
3	,815	,592	-	,839	,801	,779	,000
4	1,000	1,000	,839	-	1,000	1,000	,000
5	1,000	1,000	,801	1,000	-	1,000	,000
6	1,000	1,000	,779	1,000	1,000	-	,000
7	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-

Es zeigt sich, dass bei den Translationen „trans_y“ und „trans_z“ lediglich zwischen den zweiten Molaren und den restlichen Zähnen signifikante Unterschiede gemessen werden konnten.

Die Mittelwerte der Durchschnittsabweichungen der einzelnen Rotationen und Translationen je Zahn-Typ können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 57 – Durchschnittsabweichungen der oberen mittleren Frontzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.48° (±1.55)	In/Out:	0.29 mm (±0.26)
Torque:	4.45° (±2.16)	Mesial/Distal:	0.24 mm (±0.19)
Rotation:	4.45° (±2.15)	Supra/Infra:	0.21 mm (±0.18)

Tabelle 58 – Durchschnittsabweichungen der oberen seitlichen Frontzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.82° (±2.62)	In/Out:	0.48 mm (±0.40)
Torque:	4.74° (±2.37)	Mesial/Distal:	0.47 mm (±0.36)
Rotation:	5.29° (±2.63)	Supra/Infra:	0.48 mm (±0.42)

Tabelle 59 – Durchschnittsabweichungen der oberen Eckzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.72° (±2.96)	In/Out:	0.96 mm (±0.71)
Torque:	5.82° (±2.76)	Mesial/Distal:	0.57 mm (±0.47)
Rotation:	5.86° (±3.13)	Supra/Infra:	0.75 mm (±0.57)

Tabelle 60 – Durchschnittsabweichungen der oberen ersten Prämolaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.02° (±3.03)	In/Out:	1.21 mm (±0.98)
Torque:	5.24° (±2.64)	Mesial/Distal:	1.21 mm (±0.95)
Rotation:	5.66° (±2.80)	Supra/Infra:	1.05 mm (±0.92)

Tabelle 61 – Durchschnittsabweichungen der oberen zweiten Prämolaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.07° (±3.07)	In/Out:	1.17 mm (±1.01)
Torque:	4.79° (±2.63)	Mesial/Distal:	1.22 mm (±0.94)
Rotation:	5.95° (±3.13)	Supra/Infra:	1.07 mm (±1.05)

Tabelle 62 – Durchschnittsabweichungen der oberen ersten Molaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.28° (±3.15)	In/Out:	1.14 mm (±0.99)
Torque:	4.57° (±2.37)	Mesial/Distal:	1.68 mm (±1.22)
Rotation:	4.98° (±3.43)	Supra/Infra:	1.18 mm (±1.09)

Tabelle 63 – Durchschnittsabweichungen der oberen zweiten Molaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	8.01° (±4.86)	In/Out:	3.64 mm (±3.06)
Torque:	7.01° (±4.18)	Mesial/Distal:	2.29 mm (±1.85)
Rotation:	9.56° (±4.70)	Supra/Infra:	1.70 mm (±1.48)

Tabelle 64 – Durchschnittsabweichungen der unteren mittleren Frontzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	3.14° (±1.98)	In/Out:	0.27 mm (±0.27)
Torque:	3.87° (±2.36)	Mesial/Distal:	0.21 mm (±0.18)
Rotation:	4.01° (±2.23)	Supra/Infra:	0.19 mm (±0.17)

Tabelle 65 – Durchschnittsabweichungen der unteren seitlichen Frontzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	4.42° (±2.02)	In/Out:	0.40 mm (±0.34)
Torque:	4.23° (±2.22)	Mesial/Distal:	0.37 mm (±0.28)
Rotation:	4.42° (±2.30)	Supra/Infra:	0.33 mm (±0.28)

Tabelle 66 – Durchschnittsabweichungen der unteren Eckzähne aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.13° (±2.42)	In/Out:	0.76 mm (±0.62)
Torque:	5.83° (±2.48)	Mesial/Distal:	0.54 mm (±0.46)
Rotation:	5.11° (±2.43)	Supra/Infra:	0.64 mm (±0.50)

Tabelle 67 – Durchschnittsabweichungen der unteren ersten Prämolaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	5.81° (±3.29)	In/Out:	0.85 mm (±0.66)
Torque:	5.61° (±3.12)	Mesial/Distal:	1.01 mm (±0.81)
Rotation:	5.52° (±2.63)	Supra/Infra:	1.03 mm (±0.95)

Tabelle 68 – Durchschnittsabweichungen der unteren zweiten Prämolaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.89° (±3.41)	In/Out:	1.14 mm (±0.88)
Torque:	6.22° (±3.62)	Mesial/Distal:	1.58 mm (±1.70)
Rotation:	6.07° (±3.08)	Supra/Infra:	1.29 mm (±1.41)

Tabelle 69 – Durchschnittsabweichungen der unteren ersten Molaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	6.53° (±3.90)	In/Out:	1.31 mm (±1.27)
Torque:	5.59° (±2.90)	Mesial/Distal:	1.77 mm (±1.64)
Rotation:	5.46° (±3.22)	Supra/Infra:	1.39 mm (±1.56)

Tabelle 70 – Durchschnittsabweichungen der unteren zweiten Molaren aller Kiefer dieser Studie; Standardabweichungen in Klammern.

Tip:	7.63° (±4.62)	In/Out:	3.18 mm (±2.39)
Torque:	5.29° (±3.36)	Mesial/Distal:	1.71 mm (±1.62)
Rotation:	8.15° (±4.19)	Supra/Infra:	2.10 mm (±1.98)

3.7. Ergebnisse der Null-Hypothese „Der Scanner-Typ hat keine Auswirkung auf die Genauigkeit des Matching-Vorganges“

Wie bei den anderen Nullhypothesen ebenso wurde auch hier ein Test auf Normalverteilung durchgeführt. Da die vorliegenden Daten jedoch nicht normalverteilt waren, kam der Mann-Whitney-U-Test als nichtparametrisches Verfahren zur Anwendung.

Tabelle 71 – Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests für die Null-Hypothese „Der Scanner-Typ hat keine Auswirkung auf die Genauigkeit des Matching-Vorganges“; signifikante Werte hervorgehoben.

	Werte
Mann-Whitney-U	41883,00
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

Dieser ergab, dass signifikante Unterschiede ($p < ,000$) zwischen den beiden 3D-Scannern vorlagen, wobei der ältere Scanner („Gom 1“), welcher die Kameras mit höherer Auflösung enthielt, beim anschließenden Matchingvorgang signifikant bessere Ergebnisse lieferte. Diese Null-Hypothese kann somit verworfen werden.

Getestet wurde die Matchgenauigkeit (in mm) von allen 659 Zähnen der Studie, wobei 418 Zähne durch den Scanner „Gom 1“ und 241 durch den Scanner „Gom 2“ dreidimensional abgetastet wurden.

Tabelle 72 – Matchgenauigkeit von 3D-Scanner „Gom 1“ in mm; „r1“ bis „r7“ bezeichnet die Zähne der rechten Kieferhälfte und „l1“ bis „l7“ die der linken vom mittleren Inzisivus zum zweiten Molaren; Alle Zahlenwerte in mm.

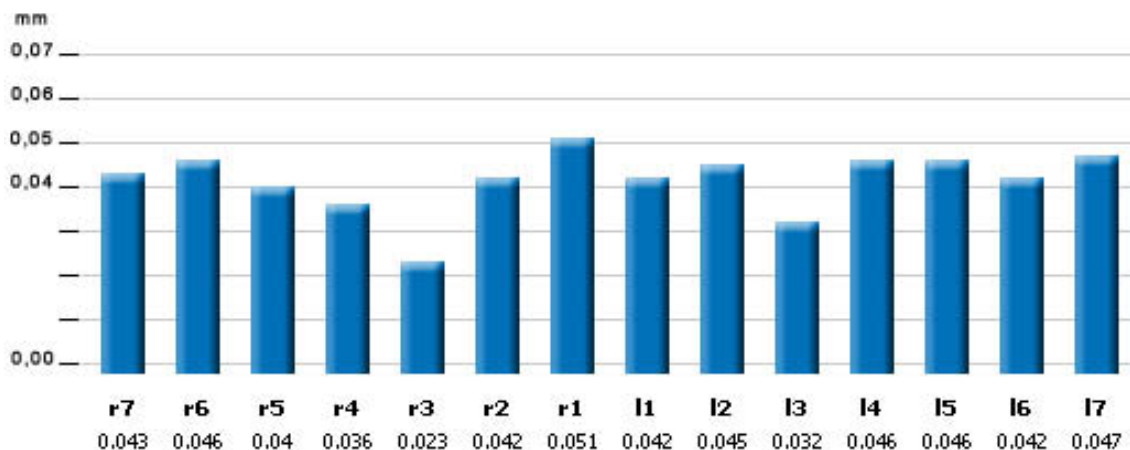
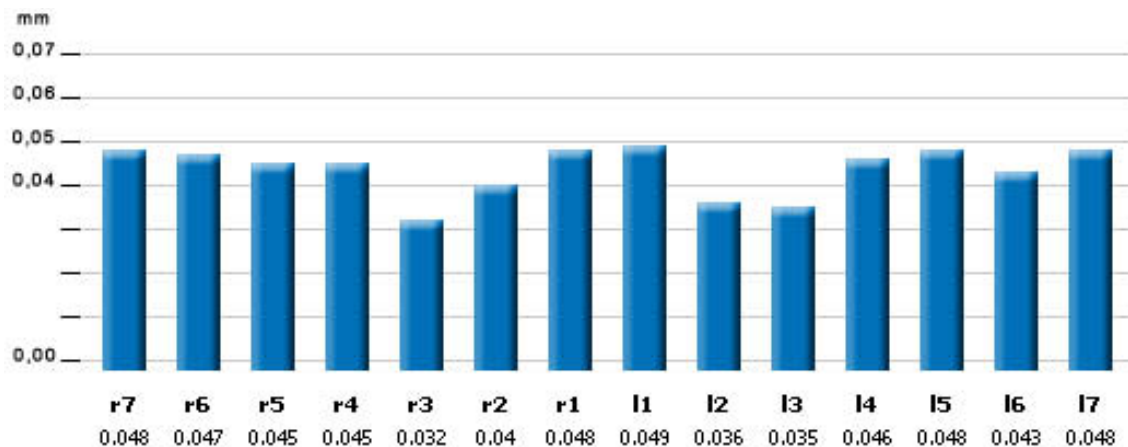


Tabelle 73 – Matchgenauigkeit von 3D-Scanner „Gom 2“ in mm; „r1“ bis „r7“ bezeichnet die Zähne der rechten Kieferhälfte und „l1“ bis „l7“ die der linken vom mittleren Inzisivus zum zweiten Molaren; Alle Zahlenwerte in mm.



In den *Tabellen 72* und *73* ist die unterschiedliche Matchgenauigkeit durch ein Balkendiagramm dargestellt, worin auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Zähnen ersichtlich sind. Es ergab sich bei den durch „Gom 1“ gescannten Zähnen eine durchschnittliche Abweichung von der Idealposition um 0,042 mm, wo hingegen die Zähne, welche mittels „Gom 2“ digitalisiert wurden, eine durchschnittliche Abweichung von 0,043 mm aufwiesen.

In den *Tabellen 72* und *73* bezeichnen „r1“ bis „r7“ die Zähne der rechten Kieferhälften und „l1“ bis „l7“ die der linken vom mittleren Inzisivus zum zweiten Molaren.

3.8. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass lediglich bezüglich des Mesial-/Distalstandes signifikante Unterschiede zwischen den Zähnen des Ober- und des Unterkiefers gefunden werden konnten.

Die Wahl des Finishing-Bogens schien ebenfalls signifikanten Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des Set-Ups zu haben, wobei sich dies in keiner Rotationsvariablen, sondern lediglich in Signifikanzen der Translationsvariablen für Mesial-/Distalstand und Supra-/Infraposition ausdrückte. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Bogenwahl 16x22 SS und 18,2x18,2 TMA als Finishing-Bogen festgestellt werden.

Bezüglich Tip zeigte der Finishing-Bogen 18,2x18,2 TMA die geringsten Mittelwerte der Durchschnittsabweichungen zwischen Set-Up und Abschlussmodell. Der Bogen 17,5x17,5 TMA ergab die niedrigsten Werte für Rotation sowie In/Out und der Bogen 16x22 SS zeichnete sich durch geringste Werte für Torque und die Translationen Mesial-/ Distalstand und Supra-/Infraposition aus.

Weiterhin zeigte sich, dass die Bracketgeneration einen signifikanten Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups hat, was sich bei den Variablen für Tip, Rotation und Mesial-/Distalstand äußerte. Hierbei konnten Signifikanzen zwischen den Jahren 2004 und 2006 beziehungsweise 2005 und 2006 aufgezeigt werden.

Tabelle 74 – Durchschnittswerte der Differenzen zwischen Set-Up und Abschlussmodell der Rotationen und Translationen der mittleren Inzisivi; Gruppenzugehörigkeit an Hand der Veränderung der Frontzahnachsen im Laufe der Behandlung gemessen am Fernröntgenseitenbild; Gruppe 1 $\triangle \leq 3^\circ$, Gruppe 2 $\triangle > 3^\circ; \leq 6^\circ$, Gruppe 3 $\triangle > 6^\circ$; „Anzahl“ bezeichnet Anzahl Zähne je Gruppe; Werte „rot_x“ (Tip), „rot_y“ (Torque), „rot_z“ (Rotation) in Grad ($^\circ$), „trans_x“ (In/Out), „trans_y“ (Mesial-/Distalstand), „trans_z“ (Supra-/Infraposition) in mm; niedrigste Werte jeder Spalte rot hervorgehoben.

Gruppe	Anzahl	rot_x	rot_y	rot_z	trans_x	trans_y	trans_z
1	24	3,50	4,87	4,96	0,30	0,22	0,17
2	26	3,28	3,73	3,55	0,29	0,24	0,23
3	26	3,09	3,81	4,15	0,28	0,17	0,21

Keine Signifikanz zeigte allerdings die Unterscheidung zwischen Labial- oder Steilstellung im Laufe der Behandlung, im Gegensatz zum Ausmaß der Veränderung der Frontzahnachsenstellung. Letzteres

zeigte signifikante Unterschiede bei den Variablen für Rotation, In/Out und Supra-/Infraposition, welche ebenfalls bei der Tip-Variablen des Interaktionseffektes nachweisbar waren.

Der ursprünglichen Frontzahnachsenstellung konnte kein signifikanter Einfluss auf die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups nachgewiesen werden.

Ebenso konnte keine Signifikanz für die Zugehörigkeit der Patienten zu den Altersgruppen kleiner/gleich 18 Jahre oder größer 18 Jahre aufgezeigt werden.

Allerdings hat der Zahn-Typ sehr wohl eine signifikante Auswirkung auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups, was lediglich für die Einzelvariable für In/Out nicht zutraf.

Außerdem konnte eine signifikante Auswirkung des Scanner-Typs auf die Genauigkeit des Matching-Vorganges nachgewiesen werden, wobei sich die beiden in dieser Studie verwendeten Scanner in der durchschnittlichen Abweichung von der Idealposition der Brackets lediglich um 0,001 mm unterschieden.

4. Diskussion

Ziel dieser Studie war es, die Möglichkeit der Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups in der eigentlichen Behandlung aufzuzeigen. Die gemessenen Werte zeigen eindrucksvoll, dass die rein visuell festgestellte Ähnlichkeit zwischen Set-Up und Behandlungsergebnis mit dem Incognito®-Bracketsystem auch durch Messungen belegbar ist.

Bei den Betrachtungen ist auch ein besonderes Augenmerk auf die Frontzähne (2-2) zu legen.

Wie bei der Beschreibung der Ergebnisse bereits erläutert, bestand ein signifikanter Unterschied zwischen Ober- und Unterkiefer. Dieser war statistisch jedoch nur auf die Translation in mesiodistaler Richtung zurückzuführen. Bezüglich der Mittelwerte zeigten die Frontzähne der Unterkiefer in allen Rotationen und Translationen bessere Werte, welche sich jedoch lediglich um maximal $0,7^\circ$ beziehungsweise 0,1 mm von denen des Oberkiefers unterschieden.

Im Vergleich der Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers waren sowohl bessere Werte auf Seiten des Unter- sowie des Oberkiefers festzustellen.

Somit kann gefolgert werden, dass im Unterkiefer das therapeutische Set-Up speziell im Frontzahnbereich etwas besser verwirklicht werden kann.

Des Weiteren war von Interesse, inwiefern der Finishing-Bogen Einfluss auf die Erreichbarkeit des Set-Ups zeigte.

Bei den drei getesteten Finishing-Bögen 16x22 SS, 17,5x17,5 TMA und 18,2x18,2 TMA ist es wichtig zu erwähnen, dass in keiner der drei Rotationen signifikante Unterschiede festzustellen waren. Allerdings konnten zwischen 16x22 SS und 17,5x17,5 TMA sowie zwischen 17,5x17,5 TMA und 18,2x18,2 TMA Signifikanzen innerhalb der Translationen gezeigt werden.

Gemessen an den Mittelwerten zeigten die drei Bögen relativ ähnliche Werte bezüglich Rotationen und Translationen. Es kann jedoch gesagt werden, dass der 18,2x18,2 TMA-Bogen insgesamt die besten Rotationswerte aufwies und auch im Finishing mit einer Durchschnittsabweichung der Frontzähne von $4,30^\circ$ ($\pm 2,20^\circ$) zum Set-Up-Modell die besten Torque-Werte erzielte.

Außerdem wurde in dieser Studie untersucht, inwiefern die Neuerungen, welche am Incognito®-Bracketsystem in den letzten Jahren vorgenommen wurden, einen Einfluss auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups hatten. Im Zuge der Studie konnte durchaus ein positiver Effekt festgestellt werden, da nicht nur signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bracketgenerationen aufgezeigt werden konnten, sondern auch vor allem innerhalb der Mittelwerte der Rotationen eine konstante Verringerung der Abweichungen zu verzeichnen war. Erwähnenswert war hierbei, dass keine signifikanten Unterschiede den Torque betreffend erhoben werden konnten, was bedeutet, dass schon frühere Generationen der Incognito®-Brackets eine sehr gute Kontrolle über den Torque erlaubten.

Es zeigte sich, dass vor allem zwischen den Jahren 2005 und 2006 eine enorme Verbesserung der Werte zu verzeichnen war. So reduzierte sich die durchschnittliche Abweichung der Frontzähne den Tip betreffend von $4,40^\circ$ auf $3,48^\circ$. Ebenso konnte eine Reduktion der Durchschnittsabweichungen der Torque-Werte von $4,75^\circ$ im Jahre 2004 auf $3,82^\circ$ im Jahre 2006 ermittelt werden. Auch bei den Rotationen verringerten sich die Werte von 2004 bis 2006 um $0,95^\circ$.

Bei den Translationen jedoch konnten innerhalb der Bracket-Generationen um bis zu 0,5 mm erhöhte Durchschnittsabweichungen im Jahre 2006 festgestellt werden.

Auch der Einfluss der Frontzahnachsenstellungen auf die Realisierbarkeit des Set-Ups war von großem Interesse. Hierbei konnte gezeigt werden, dass statistisch kein signifikanter Unterschied in der Verwirklichbarkeit zwischen einer Protrusion oder Retrusion der Fronten im Zuge der Behandlung festzustellen ist.

Allerdings zeigte das Ausmaß der Achsenveränderung sehr wohl eine Signifikanz.

Die Gruppe mit der geringsten Veränderung der Achsen der mittleren Inzisivi zeigte im Laufe der Behandlung (Gruppe 1) lediglich in den Translationswerten um die Z-Achse die geringsten Abweichungen. Gruppe 2 wies die niedrigsten Abweichungen aller Gruppen bei den Werten Torque und Rotation auf, wobei erstaunlicherweise die Bestwerte der übrigen drei Variablen der Gruppe 3, also den Fällen mit einer Veränderung der Frontzahnachsen um mehr als 6° zuzuordnen waren.

Eine weitere wichtige Beobachtung lautet, dass es statistisch keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Vorliegen eines Labial- oder Steilstandes bei Behandlungsbeginn gab.

Es konnte zudem gezeigt werden, dass es bei der Frage der Realisierbarkeit des Set-Ups keinen signifikanten Unterschied machte, ob der Patient noch im Wachstum war oder nicht und dass die Incognito®-Apparatur folglich unabhängig vom Alter des Patienten eingesetzt werden kann.

Innerhalb der verschiedenen Zähne im Zahnbogen konnten signifikante Unterschiede in der Verwirklichbarkeit nachgewiesen werden. Interessant ist hierbei die Tatsache, dass sich die Signifikanzen bei den Translationen lediglich auf den Vergleich der zweiten Molaren mit den übrigen Zähnen beschränkten.

Bezüglich der Rotationen konnten die Inzisivi bessere Werte als die übrigen Zähne aufweisen, die zweiten Molaren zeigten die schlechtesten Werte.

Bei den Translationen konnten zwischen den Inzisivi, den Canini, den Prämolaren und den ersten Molaren vergleichbare Werte gemessen werden. Auch hier zeigten die zweiten Molaren gering schlechtere Werte.

Eine genaue Tabelle mit den Durchschnittswerten aller Zähne dieser Studie ist dem Anhang auf *Seite 111* zu entnehmen.

Eine weitere interessante Fragestellung dieser Studie bezog sich auf die Auswirkungen des Scanners auf die Genauigkeit des „Matching-Vorganges“. Hierbei konnte gezeigt werden, dass zwischen den beiden zur Anwendung gekommenen 3D-Scannern

signifikante Unterschiede in der Matchgenauigkeit zu verzeichnen waren. Hierbei schnitt der ältere Scanner besser ab. Dies könnte an der höheren Auflösung der Kameras liegen, welche durch die größere Anzahl an Pixeln eine genauere Abtastung der Gipsmodelle gewährleisten konnten. Die Durchschnittsabweichungen der Brackets beim „Matching-Vorgang“ auf den Zahn des 3D-Modells unterschieden sich jedoch mit 0,042 mm (3D-Scanner „Gom1“) und 0,043 mm (3D-Scanner „Gom2“) nur wenig.

Die Matchgenauigkeit kann wohl zum Großteil an der charakteristischen lingualen Kronenmorphologie der einzelnen Zähne festgemacht werden. Hier zeigten die Canini mit einer Matchgenauigkeit von unter 0,035 mm die besten Werte, während die übrigen Zähne jedoch ebenfalls unter der Marke von 0,05 mm anzusiedeln waren. Dies zeigt den Vorteil der maximalen Individualisierung der Incognito®-Brackets, welche dadurch auch ein direktes Kleben einzelner zu Verlust gegangener Brackets ermöglicht. Durch das Ausnutzen eines möglichst großen Teils der lingualen Kronenfläche kann somit sowohl im Mund als auch virtuell an den 3D-Modellen eine bestmögliche Platzierung des Brackets erfolgen.

Bei der Betrachtung aller in diese Studie eingeflossenen Kiefer lässt sich sagen, dass mit dem Incognito®-Bracketsystem eine außerordentlich gute Verwirklichung des therapeutischen Set-Ups zu erreichen ist. Im Frontzahnbereich ist eine Realisierung der Rotationswerte mit einer Durchschnittsabweichung von weniger als 4,6° möglich (Tip 3,95°; Torque 4,31°, Rotation 4,53°). Auch die Translationen der Frontzähne lassen sich mit einer Durchschnittsabweichung von weniger als einem halben Millimeter umsetzen.

Auf den gesamten Kiefer bezogen ließen sich leicht höhere Werte als im Frontzahnbereich feststellen, allerdings lagen hier die Durchschnittsabweichungen der Rotationen im Vergleich des Endergebnisses mit dem therapeutischen Set-Up dennoch unter 5,7° Grad und die Translationen unter 1,2 mm.

Die genauen Werte sind den Tabellen im Anhang auf *Seite 111* zu entnehmen.

5. Zusammenfassung

Diese Studie hat zum Ziel, die Genauigkeit zu überprüfen, mit der sich das therapeutische Set-Up in der Lingualtechnik verwirklichen lässt.

Die Berechnungen beruhen auf drei-dimensionalen Scans der therapeutischen Set-Ups und der Modelle, welche im Anschluss an die Behandlung direkt nach der Entbänderung hergestellt worden sind.

An 50 Kiefern (25 Oberkiefer; 25 Unterkiefer), welche zwischen den Jahren 2003 und 2006 mit dem Incognito®-Bracketsystem beklebt worden sind, wurden von jedem mit einem Bracket versehenen Zahn die Differenzen in den drei Rotationsgraden (Tip, Torque, Rotation) und den drei Translationsebenen (In/Out, Mesial-/Distalstand, Supra-/Infraposition) berechnet.

Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Ober- und Unterkiefer, welche sich jedoch lediglich auf Abweichungen bezüglich der Y-Achse (Mesial-/Distalstand) beschränkten. Bei den Durchschnittsabweichungen der therapeutischen Set-Up-Modelle im Vergleich zu den Modellen nach Behandlungsende zeigten die Oberkiefer niedrigere Werte für die Parameter Tip (OK 5,53°; UK 5,72°), Torque (OK 5,16°; UK 5,23°) und Supra-/Infraposition (OK 0,89 mm; UK 0,97 mm). Die Unterkiefer wiesen bezüglich Rotation (OK 5,82°; UK 5,40°), In/Out (OK 1,19 mm; UK 1,07 mm) und Mesial-/Distalstand (OK 1,04 mm; UK 1,00 mm) die geringeren Durchschnittsabweichungen auf.

Von signifikantem Einfluss war außerdem der verwendete Finishing-Bogen, wobei für den 17,5x17,5 TMA (Titan-Molybdän-Alloy) und den 18,2x18,2 TMA-Bogen die besten Werte gemessen wurden. Signifikante Unterschiede zwischen den Bögen 16x22 SS (Stainless Steel), 17,5x17,5 TMA und 18,2x18,2 TMA zeigten sich jedoch lediglich in den Variablen für Mesial-/Distalstand und Supra-/Infraposition. Bei den Durchschnittsabweichungen der therapeutischen Set-Up-Modelle im Vergleich zu den

Modellen nach Behandlungsende konnten mit dem Finishing-Bogen 18,2x18,2 TMA für die Oberkieferfront die geringsten Abweichungen hinsichtlich der Rotationen sowie des Parameters In/Out gemessen werden (Tip 3,92°; Torque 4,30°; Rotation 4,45°; In/Out 0,30 mm), wohingegen der Finishing-Bogen 16x22 SS die geringsten Durchschnittsabweichungen bezüglich Mesial-/Distalstand (0,29 mm) und Supra-/Infraposition (0,30 mm) aufwies.

Es konnte weiterhin festgestellt werden, dass im Laufe der Zeit durch vielfältige Veränderungen und Verbesserungen des Incognito®-Bracketsystems, wie zum Beispiel Veränderungen am Bracketdesign, erhöhte Präzision der Slotdimensionen, die Möglichkeit von horizontalen oder vertikalen Slots, die Tatsache, einen zusätzlichen Extra-Torque für die oberen mittleren Schneidezähne bei Extraktionsfällen in die Bögen einzufügen, sowie die Verwendung des 18,2x18,2 TMA Finishing-Bogens, die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups signifikant gestiegen ist.

Auch konnte gezeigt werden, dass eine kieferorthopädisch induzierte Protrusion oder Retrusion der Frontzähne im Zuge der Behandlung keine signifikanten Auswirkungen auf die Verwirklichbarkeit des therapeutischen Set-Ups aufwies. Das Ausmaß der frontalen Achsenkorrektur jedoch zeigte einen signifikanten Einfluss auf die Verwirklichbarkeit auf. Hierbei konnten besonders für größere Fehlstände sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Die Unterscheidung eines frontalen Labialstandes von einem frontalen Steilstand zu Beginn der Behandlung erwies sich als nicht signifikant für die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten, deren Behandlungsbeginn mit unter oder genau 18 Jahren stattfand und Patienten jenseits des 18. Lebensjahres existierten und folglich das Alter beziehungsweise das noch zu erwartende (Rest-)Wachstum keinen signifikanten Einfluss auf die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups aufwies.

Signifikanzen konnten auch zwischen den verschiedenen Zahntypen im Zahnbogen errechnet werden. In den Durchschnittsabweichungen wiesen die mittleren oberen Frontzähne nach der Unterkieferfront mit Rotationsabweichungen (Tip, Torque, Rotation) unter 4,5° und Translationsabweichungen (In/Out, Mesial-/Distalstand, Supra-/Infraposition) unter 0,40 mm die niedrigsten Werte auf. Von anterior nach posterior nahm die Realisierbarkeit des therapeutischen Set-Ups hinsichtlich der Rotationen um etwa 2° und hinsichtlich der Translationen um etwa 1 mm ab, mit den schlechtesten Werten bei den zweiten Molaren.

Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Genauigkeit des „Matching-Vorganges“, welcher die virtuelle Anlagerung der Brackets an die lingualen Zahnflächen des Abschlussmodelles beschreibt, vom Typ des verwendeten 3D-Scanners abhängt. Hier wies der 3D-Scanner, welcher mit einer höherauflösenden Kamera ausgestattet war, bessere Ergebnisse auf, welche sich jedoch in der durchschnittlichen Abweichung von der Idealposition der Brackets lediglich um 0,001 mm unterschieden.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass die Lingualtechnik nicht nur ein vergleichbares Indikationsspektrum mit gleichwertigen Ergebnissen wie die labiale Multibandtechnik vorweisen kann, sondern zudem eine Möglichkeit besteht, das zu erreichende Behandlungsergebnis durch ein therapeutisches Set-Up vorherzusagen und mit hoher Genauigkeit dieses auch zu verwirklichen.

6. Anhang

6.1. Erläuterungen zu den Auswertungsbögen

Für jeden einzelnen Kiefer wurde ein Auswertungsbogen erstellt, welcher im Folgenden erläutert werden soll.

Die Kennzeichnungen der Zähne auf dem gesamten Auswertungsbogen entsprechen dem 1970 von der Fédération Dentaire Internationale eingeführten internationalen Zahnschema [24].

Der *Tabelle 1* können für jeden Zahn des Kiefers die jeweiligen Rotationen und Translationen entnommen werden, wobei die Bezeichnungen den in „2.2.5.1. Auswertung der Daten“ definierten Abweichungen auf den Achsen des Koordinatensystems entsprechen.

Die vorliegende Bezeichnung der Translation ist unterstrichen.

Auf Grund möglicher Lückenöffnungen beziehungsweise Lückenschlüsse können sich hier in Einzelfällen Translationen von mehreren Millimetern zeigen.

Zähne, deren Symbol ein rotes „X“ aufweist, waren entweder nicht mit einem Bracket beklebt oder fehlten in dem jeweiligen Kiefer.

Der Zeile unterhalb der *Tabelle 1* kann man das Jahr entnehmen, in welchem die linguale Apparatur eingesetzt worden ist, außerdem das Alter des Patienten.

Tabelle 2 zeigt die Durchschnittsabweichungen der sechs Frontzähne in den drei Rotationen und Translationen und in Klammern dahinter die jeweilige Standardabweichung.

Diese Werte, jedoch bezogen auf den gesamten Kiefer, sind auch in *Tabelle 3* ersichtlich.

Rotationswerte werden in Grad (°) angegeben, die Translationen in Millimetern (mm).

Der *Tabelle 4* kann die entsprechende Bogensequenz entnommen werden. Zu beachten ist hierbei besonders die letzte Zeile dieser Tabelle, da diese den verwendeten Finishing-Bogen veranschaulicht.

Tabelle 5 zeigt in den drei Untertabellen soweit vorhanden die gesamte Fernröntgenseitenbild-Auswertung.

Der *Tabelle 5.1* können alle relevanten Informationen des Ausgangsröntgenbildes entnommen werden. Die erste Zeile verdeutlicht die Abweichung des individuellen ANB (nach Panagiotidis/Witt) [27] vom gemessenen ANB.

Die skelettale Klasse richtet sich nach der Größe des Wits-Wertes.

Die *Tabelle 5.2* stellt die gleichen Werte allerdings des Abschluss-Fernröntgenseitenbildes dar.

In *Tabelle 5.3* befinden sich vergleichende Werte der beiden Fernröntgenseitenbilder. Diese verdeutlicht die während der Behandlung entstandenen Veränderungen an den Frontzähnen und der skelettalen Klasse.

Den genauen Vorgang der Auswertung inklusive der gemessenen Winkel und errechneten Werte, ihrer Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Informationen zur Errechnung des Wachstumsmusters ist dem Kapitel „2.2.5.2. Röntgenauswertung“ zu entnehmen.

Das Balkendiagramm *Tabelle 6* verdeutlicht bildlich die Matchgenauigkeit je Bracket. Hierbei muss erneut erwähnt werden, dass die Passung eines jeden Brackets auf dem zugehörigen Zahn bei den Messungen 0,07 mm nicht überschritten hat, weshalb auf der Y-Achse dieser Maximalwert von 0,07 mm aufgetragen ist. Dies lässt zwar die Säulen relativ groß erscheinen, trägt jedoch zur besseren grafischen Unterscheidung der Werte bei.

Ein Bracket, welches mit einer Genauigkeit von weniger als 0,04 mm in Übereinstimmung mit der lingualen Zahnfläche gebracht werden konnte, kennzeichnet in diesem Diagramm ein Balken mit der Aufschrift „<0,04mm“.

In Einzelfällen kommt es vor, dass ein Bracket dennoch einen Wert unter 0,04 mm aufweist. Dies kommt daher, dass das CAD-Programm in der zweiten Instanz der Matchroutine nach fehlgeschlagenem erstem Matchversuch den genauen Wert ausgegeben hat.

Zähne, die entweder nicht vorhanden oder nicht mit einem Bracket versehen worden waren, konnten nicht mit in die Messung einfließen und erhalten folglich auch keine Säule in der Grafik. Aus Gründen der Übersichtlichkeit finden sich in dem Diagramm jedoch alle 14 Zähne.

Die unter den Balken und dem Zahnschema gezeigten Zahlen entsprechen der „Matchgenauigkeit“ je Bracket in Millimetern, welche in den statistischen Auswertung zum Tragen gekommen sind. „*“ kennzeichnet Werte, die „Matchgenauigkeiten“ von unter 0,04 mm aufwiesen.

Aus *Tabelle 7* kann ersehen werden, wie sich die Doppelmessungen je Bracket voneinander unterschieden haben.


Da hier eine Abweichung der Werte von 0,005 mm in den Messungen nie überschritten wurde, endet die Y-Achse des Diagrammes bei diesem Wert.

Wie in *Tabelle 5* kann auch hier unter den Balken und den Zahlen des Zahnschemas die genaue Abweichung der beiden Messungen je Bracket in Millimetern entnommen werden.

6.2. Einzelauswertungen der Kiefer

Die folgenden 50 Seiten beinhalten die oben beschriebenen Einzelauswertungen jedes Kiefers dieser Studie, Seite 111 zeigt eine Gesamtübersicht der 50 Kiefer.

Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 14.64° Torque: 8.87° Rotation: 11.77° In/Out: -4.30 Mesial/Distal: -4.02 Supra/Infra: -4.98	Tip: 10.69° Torque: 8.82° Rotation: 6.08° In/Out: -1.93 Mesial/Distal: -4.88 Supra/Infra: -5.36	Tip: 4.73° Torque: 4.80° Rotation: 6.15° In/Out: 1.44 Mesial/Distal: -0.44 Supra/Infra: -2.59	Tip: 8.49° Torque: 2.74° Rotation: 8.64° In/Out: -0.31 Mesial/Distal: 0.46 Supra/Infra: -2.43	Tip: 3.80° Torque: 2.53° Rotation: 3.49° In/Out: 1.21 Mesial/Distal: 1.50 Supra/Infra: -1.12	Tip: 3.50° Torque: 2.69° Rotation: 2.31° In/Out: 1.47 Mesial/Distal: 1.37 Supra/Infra: -0.31	Tip: 3.77° Torque: 3.63° Rotation: 2.90° In/Out: 1.34 Mesial/Distal: 0.33 Supra/Infra: -0.03
						
Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 8.04° Torque: 7.68° Rotation: 9.34° In/Out: 2.55 Mesial/Distal: -2.70 Supra/Infra: -2.60	Tip: 11.53° Torque: 9.32° Rotation: 6.90° In/Out: 2.30 Mesial/Distal: -2.94 Supra/Infra: -3.84	Tip: 8.93° Torque: 5.35° Rotation: 10.46° In/Out: 2.48 Mesial/Distal: 1.33 Supra/Infra: 0.58	Tip: 2.30° Torque: 3.44° Rotation: 2.55° In/Out: -0.02 Mesial/Distal: 0.60 Supra/Infra: 0.41	Tip: 3.41° Torque: 3.92° Rotation: 2.69° In/Out: 0.60 Mesial/Distal: -0.12 Supra/Infra: -0.01

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 48

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.25° (±0.65)	In/Out: 0.86 mm (±0.69)
Torque: 3.42° (±0.53)	Mesial/Distal: 0.61 mm (±0.63)
Rotation: 2.61° (±0.25)	Supra/Infra: 0.19 mm (±0.36)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.99° (±3.9%)	In/Out: 1.66 mm (±2.31)
Torque: 5.32° (±2.64)	Mesial/Distal: 1.72 mm (±3.45)
Rotation: 6.11° (±3.36)	Supra/Infra: 2.02 mm (±4.56)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 17,5x17,5TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-2.26
WITS:	2mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	106°
OK-Front Stellung:	15.5mm
UK-Front:	105°
UK-Front Stellung:	7mm
Interinzisalwinkel:	113.5°
WTM:	tend. vertikal

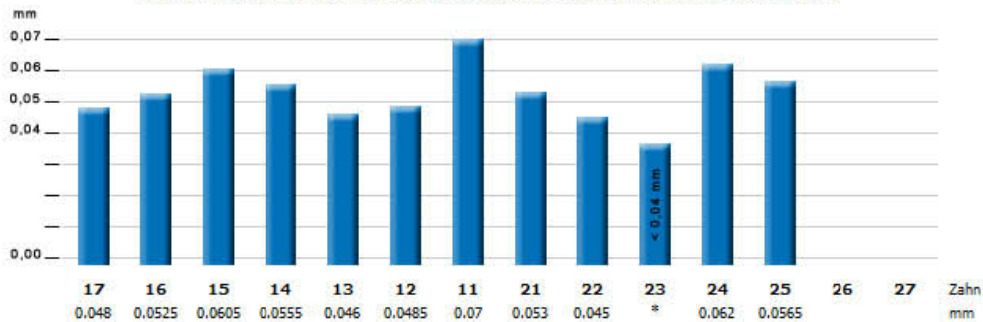
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-1.56
WITS:	1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	99°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	98°
UK-Front Stellung:	6.5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	vertikal

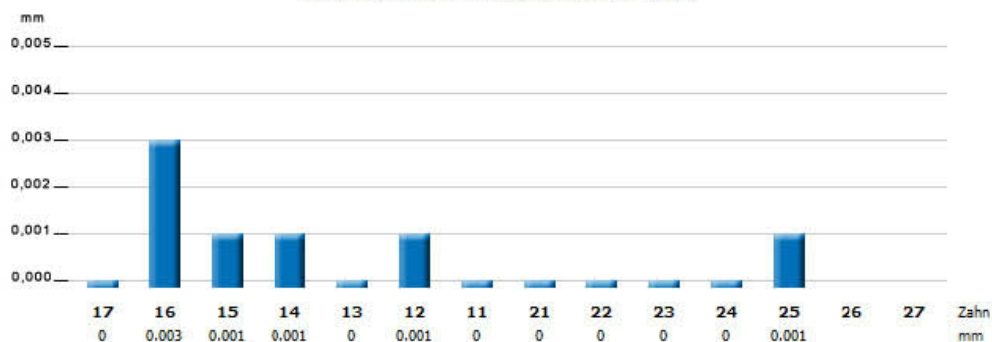
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-0.2
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	-7°
OK-Front-Stellung Diff.:	-6.5mm
UK-Front Differenz:	-7°
UK-Front-Stellung Diff.:	-0.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-13.5°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 4,78° Torque: 4,31° Rotation: 3,44° In/Out: -2,55 Mesial/Distal: 1,26 Supra/Infra: 8,18	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 10,05° Torque: 10,37° Rotation: 3,94° In/Out: 2,62 Mesial/Distal: -6,67 Supra/Infra: -6,07	Tip: 9,36° Torque: 8,06° Rotation: 5,19° In/Out: -0,86 Mesial/Distal: -3,07 Supra/Infra: -3,39	Tip: 7,76° Torque: 8,34° Rotation: 9,53° In/Out: -2,70 Mesial/Distal: -0,96 Supra/Infra: 0,37	Tip: 4,00° Torque: 2,33° Rotation: 4,51° In/Out: -0,48 Mesial/Distal: -0,47 Supra/Infra: -0,04	Tip: 2,48° Torque: 2,38° Rotation: 0,73° In/Out: 0,09 Mesial/Distal: 0,14 Supra/Infra: 0,18
						
Tip: 6,92° Torque: 7,51° Rotation: 4,28° In/Out: 3,03 Mesial/Distal: -4,33 Supra/Infra: -5,41	Tip: 18,15° Torque: 17,41° Rotation: 5,16° In/Out: -3,83 Mesial/Distal: -9,15 Supra/Infra: -8,53	Tip: 6,95° Torque: 6,34° Rotation: 2,86° In/Out: -1,09 Mesial/Distal: -2,15 Supra/Infra: -3,89	Tip: 2,61° Torque: 0,73° Rotation: 2,56° In/Out: 0,82 Mesial/Distal: -0,37 Supra/Infra: -1,98	Tip: 10,21° Torque: 8,58° Rotation: 8,12° In/Out: 3,02 Mesial/Distal: -0,35 Supra/Infra: 0,63	Tip: 8,39° Torque: 6,74° Rotation: 7,22° In/Out: 1,76 Mesial/Distal: -0,42 Supra/Infra: 1,08	Tip: 3,58° Torque: 3,91° Rotation: 2,21° In/Out: 0,97 Mesial/Distal: 0,23 Supra/Infra: 0,17

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 48

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4,61° (±2,60)	In/Out: 0,83 mm (±1,02)
Torque: 3,84° (±2,07)	Mesial/Distal: 0,32 mm (±0,63)
Rotation: 3,67° (±2,83)	Supra/Infra: 0,37 mm (±0,50)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

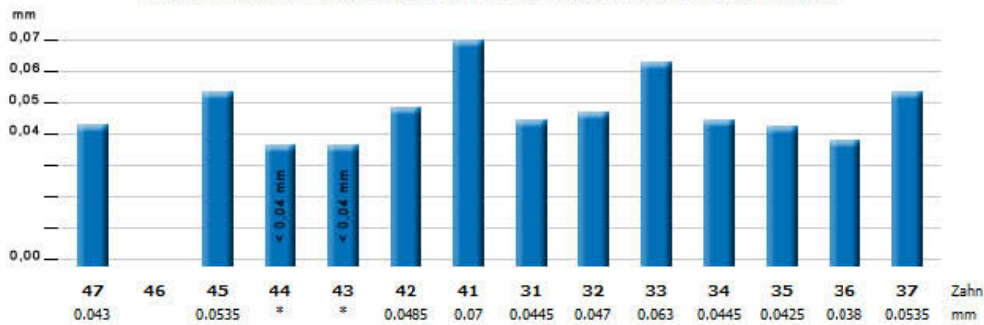
Tip: 7,33° (±4,24)	In/Out: 1,83 mm (±2,90)
Torque: 6,69° (±4,32)	Mesial/Distal: 2,28 mm (±5,41)
Rotation: 4,60° (±2,48)	Supra/Infra: 3,07 mm (±6,30)

Tab. 4: Bogensequenz

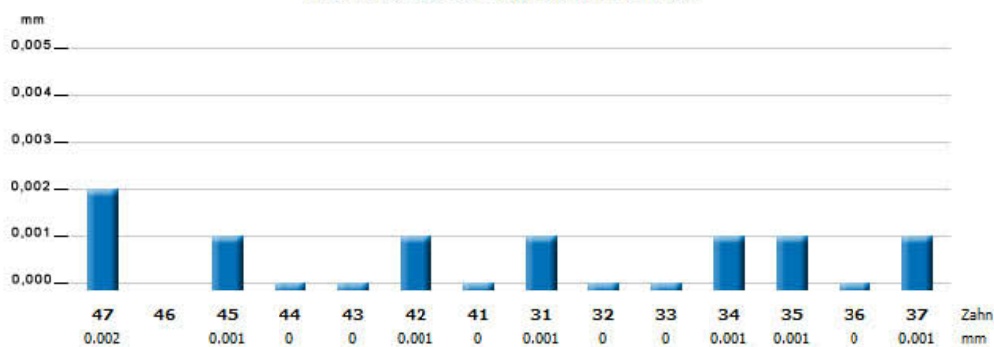
Bogen 1:	0,16Niti
Bogen 2:	016x022Niti
Bogen 3:	17,5x17,5TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung	Tab. 5.1: NA-FRS		Tab. 5.2: ZB-FRS		Tab. 5.3: FRS-Vergleich	
	IANB-ANB:	-2,26	IANB-ANB:	-1,56	IANB Differenz:	-0,2
	WITS:	2mm	WITS:	1mm	WITS Differenz:	1mm
	Skel. Klasse:	I	Skel. Klasse:	I	OK-Front Differenz:	-7°
	OK-Front:	106°	OK-Front:	99°	OK-Front-Stellung Diff.:	-6,5mm
	OK-Front Stellung:	15,5mm	OK-Front Stellung:	9mm	UK-Front Differenz:	-7°
	UK-Front:	105°	UK-Front:	98°	UK-Front-Stellung Diff.:	-0,5mm
	UK-Front Stellung:	7mm	UK-Front Stellung:	6,5mm	Interinzisalwinkel Diff.:	-13,5°
	Interinzisalwinkel:	113,5°	Interinzisalwinkel:	127°		
	WTM:	tend, vertikal	WTM:	vertikal		















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0°	Tip: 1.28°	Tip: 5.62°	Tip: 8.48°	Tip: 12.43°	Tip: 4.25°	Tip: 5.14°
Torque: 0°	Torque: 3.03°	Torque: 6.86°	Torque: 9.07°	Torque: 10.36°	Torque: 6.78°	Torque: 4.82°
Rotation: 0°	Rotation: 3.08°	Rotation: 4.21°	Rotation: 3.35°	Rotation: 8.91°	Rotation: 6.65°	Rotation: 2.34°
In/Out: 0	In/Out: -0.87	In/Out: -0.46	In/Out: -0.25	In/Out: -0.32	In/Out: -0.03	In/Out: 0.20
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 1.09	Mesial/Distal: 1.48	Mesial/Distal: 1.55	Mesial/Distal: -0.33	Mesial/Distal: 0.27	Mesial/Distal: 0.52
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.58	Supra/Infra: -0.39	Supra/Infra: -0.41	Supra/Infra: -0.10	Supra/Infra: 0.36	Supra/Infra: 0.34
						
Tip: 0°	Tip: 4.57°	Tip: 4.20°	Tip: 8.90°	Tip: 6.17°	Tip: 6.30°	Tip: 5.92°
Torque: 0°	Torque: 5.63°	Torque: 0.85°	Torque: 6.65°	Torque: 5.59°	Torque: 6.57°	Torque: 3.32°
Rotation: 0°	Rotation: 6.72°	Rotation: 4.21°	Rotation: 6.22°	Rotation: 4.85°	Rotation: 7.47°	Rotation: 6.22°
In/Out: 0	In/Out: 1.27	In/Out: 0.31	In/Out: 0.07	In/Out: 0.52	In/Out: -0.06	In/Out: -0.32
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -0.02	Mesial/Distal: 0.84	Mesial/Distal: -0.17	Mesial/Distal: 0.17	Mesial/Distal: 0.60	Mesial/Distal: 0.44
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.65	Supra/Infra: 0.35	Supra/Infra: -0.12	Supra/Infra: -0.26	Supra/Infra: 0.26	Supra/Infra: -0.03

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 15

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.40° (±0.91)	In/Out: 0.15 mm (±0.32)
Torque: 5.37° (±1.63)	Mesial/Distal: 0.46 mm (±0.14)
Rotation: 5.67° (±2.28)	Supra/Infra: 0.25 mm (±0.18)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.11° (±2.82)	In/Out: 0.39 mm (±0.68)
Torque: 5.79° (±2.60)	Mesial/Distal: 0.62 mm (±0.62)
Rotation: 5.35° (±1.98)	Supra/Infra: 0.32 mm (±0.57)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 016x022SS

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-2.26
WITS:	4.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	97°
UK-Front Stellung:	0.5mm
Interinzisalwinkel:	134°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

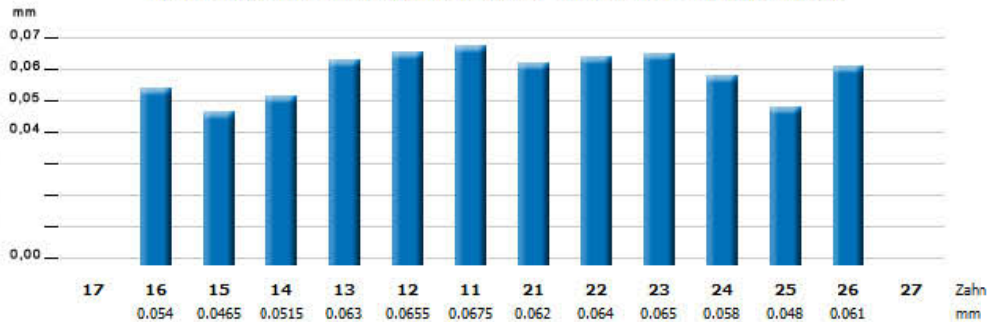
iANB-ANB:	0.84
WITS:	2mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	108°
OK-Front Stellung:	4.5mm
UK-Front:	108.5°
UK-Front Stellung:	2mm
Interinzisalwinkel:	126°
WTM:	tend. horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

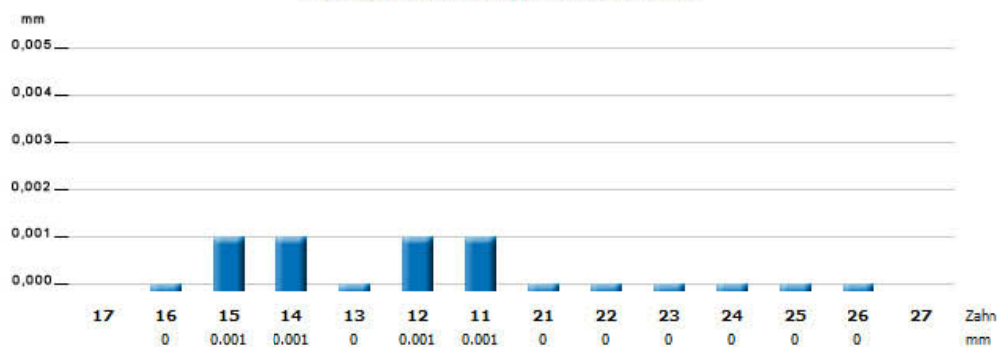
iANB Differenz:	-0.1
WITS Differenz:	2.5mm
OK-Front Differenz:	8°
OK-Front-Stellung Diff.:	-1.5mm
UK-Front Differenz:	11.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	8°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0°	Tip: 3.78°	Tip: 7.16°	Tip: 3.93°	Tip: 5.78°	Tip: 3.90°	Tip: 0.50°
Torque: 0°	Torque: 2.37°	Torque: 5.11°	Torque: 2.73°	Torque: 3.23°	Torque: 1.71°	Torque: 5.94°
Rotation: 0°	Rotation: 4.41°	Rotation: 5.19°	Rotation: 3.14°	Rotation: 5.58°	Rotation: 3.84°	Rotation: 5.93°
In/Out: 0	In/Out: 1.73	In/Out: 1.54	In/Out: 0.95	In/Out: 0.77	In/Out: 0.44	In/Out: 0.18
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -0.34	Mesial/Distal: -0.33	Mesial/Distal: -0.20	Mesial/Distal: 0.00	Mesial/Distal: 0.11	Mesial/Distal: 0.15
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.35	Supra/Infra: 0.02	Supra/Infra: 0.17	Supra/Infra: 0.03	Supra/Infra: 0.29	Supra/Infra: 0.43
						
Tip: 0°	Tip: 1.03°	Tip: 2.44°	Tip: 4.34°	Tip: 6.64°	Tip: 2.92°	Tip: 2.96°
Torque: 0°	Torque: 3.80°	Torque: 1.55°	Torque: 3.21°	Torque: 5.46°	Torque: 2.79°	Torque: 1.91°
Rotation: 0°	Rotation: 3.93°	Rotation: 2.78°	Rotation: 4.92°	Rotation: 4.29°	Rotation: 1.79°	Rotation: 3.08°
In/Out: 0	In/Out: -1.00	In/Out: -0.67	In/Out: -0.10	In/Out: -0.24	In/Out: 0.18	In/Out: 0.15
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -0.36	Mesial/Distal: -0.44	Mesial/Distal: -0.10	Mesial/Distal: -0.36	Mesial/Distal: 0.12	Mesial/Distal: 0.01
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0.21	Supra/Infra: 0.35	Supra/Infra: 0.53	Supra/Infra: 0.67	Supra/Infra: 0.60	Supra/Infra: 0.60

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 15

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.57° (±1.45)	In/Out: 0.24 mm (±0.13)
Torque: 3.09° (±1.96)	Mesial/Distal: 0.10 mm (±0.06)
Rotation: 3.66° (±1.73)	Supra/Infra: 0.48 mm (±0.15)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 3.78° (±2.03)	In/Out: 0.66 mm (±0.89)
Torque: 3.32° (±1.48)	Mesial/Distal: 0.21 mm (±0.43)
Rotation: 4.07° (±1.23)	Supra/Infra: 0.35 mm (±0.31)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 016x022SS

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-2.26
WITS:	4.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	97°
UK-Front Stellung:	0.5mm
Interinzisalwinkel:	134°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

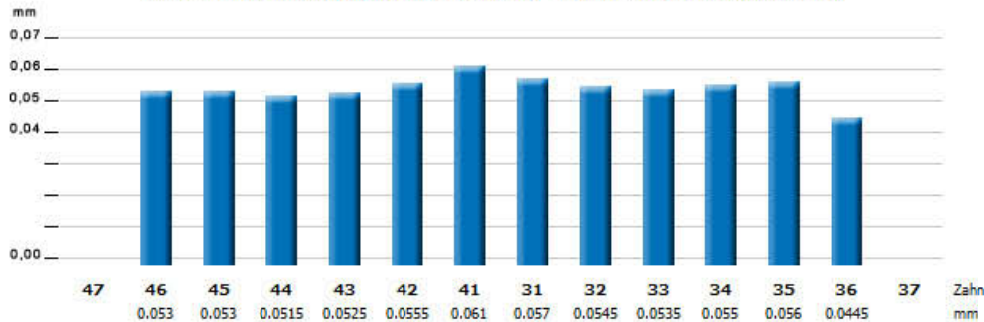
iANB-ANB:	0.84
WITS:	2mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	108°
OK-Front Stellung:	4.5mm
UK-Front:	108.5°
UK-Front Stellung:	2mm
Interinzisalwinkel:	126°
WTM:	tend. horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

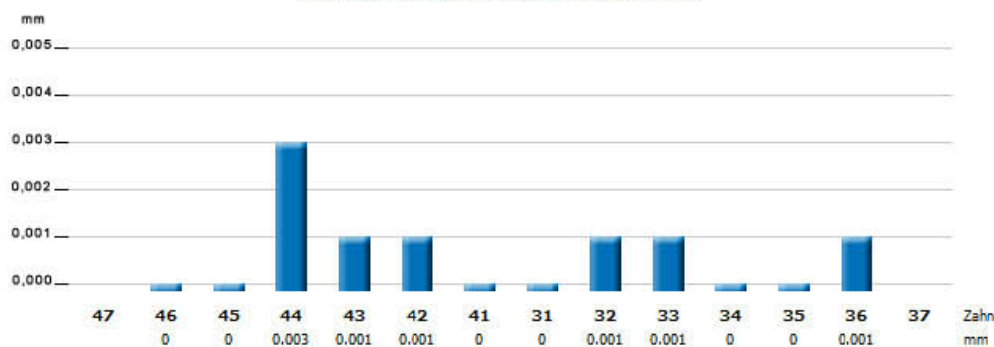
iANB Differenz:	-0.1
WITS Differenz:	2.5mm
OK-Front Differenz:	8°
OK-Front-Stellung Diff.:	-1.5mm
UK-Front Differenz:	11.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	8°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6,22°	Tip: 2,07°	Tip: 5,44°	Tip: 4,28°	Tip: 5,21°	Tip: 3,51°	Tip: 2,42°
Torque: 1,91°	Torque: 3,12°	Torque: 3,56°	Torque: 3,59°	Torque: 5,21°	Torque: 4,35°	Torque: 3,78°
Rotation: 5,92°	Rotation: 3,12°	Rotation: 4,28°	Rotation: 2,47°	Rotation: 3,17°	Rotation: 2,93°	Rotation: 2,98°
In/Out: -2,79	In/Out: 0,45	In/Out: -0,35	In/Out: 0,30	In/Out: 0,63	In/Out: 0,83	In/Out: 0,60
Mesial/Distal: 1,84	Mesial/Distal: 2,03	Mesial/Distal: -0,60	Mesial/Distal: -0,42	Mesial/Distal: -0,65	Mesial/Distal: -0,16	Mesial/Distal: -0,04
Supra/Infra: 2,67	Supra/Infra: 2,37	Supra/Infra: 0,55	Supra/Infra: 0,38	Supra/Infra: -0,08	Supra/Infra: 0,17	Supra/Infra: 0,02
						
Tip: 7,57°	Tip: 4,32°	Tip: 2,77°	Tip: 3,65°	Tip: 5,59°	Tip: 2,98°	Tip: 0,95°
Torque: 1,40°	Torque: 3,89°	Torque: 3,22°	Torque: 0,93°	Torque: 6,59°	Torque: 1,44°	Torque: 1,91°
Rotation: 7,46°	Rotation: 3,37°	Rotation: 2,94°	Rotation: 3,64°	Rotation: 3,82°	Rotation: 3,19°	Rotation: 1,81°
In/Out: 3,39	In/Out: 0,02	In/Out: 0,02	In/Out: 1,14	In/Out: 0,73	In/Out: 0,17	In/Out: 0,24
Mesial/Distal: 1,09	Mesial/Distal: -0,67	Mesial/Distal: -0,14	Mesial/Distal: 0,00	Mesial/Distal: -1,20	Mesial/Distal: -0,14	Mesial/Distal: -0,15
Supra/Infra: 1,00	Supra/Infra: -0,58	Supra/Infra: -0,24	Supra/Infra: 0,27	Supra/Infra: -0,97	Supra/Infra: 0,20	Supra/Infra: 0,03

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 21

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2,47° (±1.10)	In/Out: 0,46 mm (±0.31)
Torque: 2,87° (±1.41)	Mesial/Distal: 0,12 mm (±0.29)
Rotation: 2,73° (±0.62)	Supra/Infra: 0,11 mm (±0.09)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4,07° (±1.80)	In/Out: 0,83 mm (±1.35)
Torque: 3,21° (±1.59)	Mesial/Distal: 0,65 mm (±1.13)
Rotation: 3,65° (±1.45)	Supra/Infra: 0,68 mm (±1.05)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,14NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA
Bogen 4:	016x022SS

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,26
WITS:	3,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	107°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	118°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

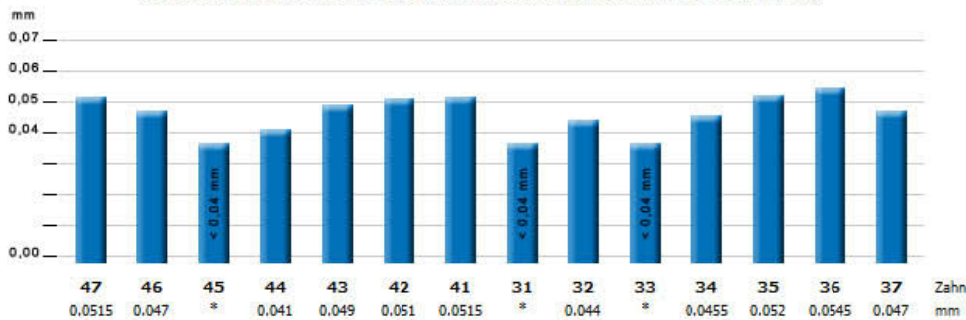
iANB-ANB:	-1,56
WITS:	4mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	8,5mm
UK-Front:	109°
UK-Front Stellung:	6,5mm
Interinzisalwinkel:	112°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

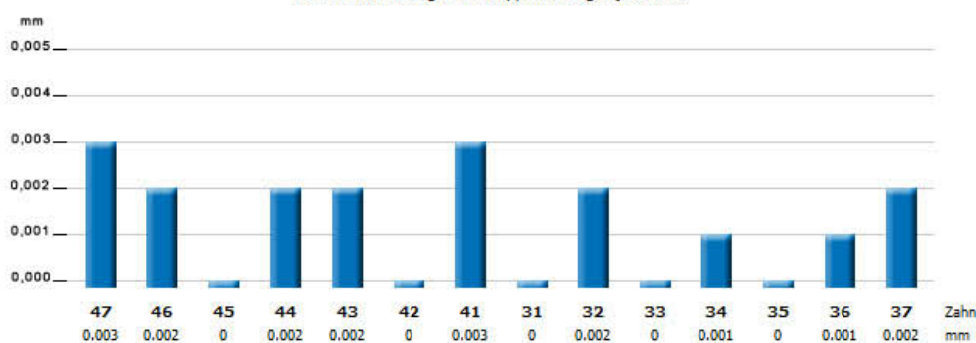
iANB Differenz:	0,8
WITS Differenz:	-0,5mm
OK-Front Differenz:	-4°
OK-Front-Stellung Diff.:	-0,5mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	1,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	6°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

Zahn	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	2.03°	4.25°	0.30°	5.38°	9.00°	0.79°	0.49°
Torque:	4.00°	4.14°	1.47°	3.87°	10.42°	2.03°	0.77°
Rotation:	4.17°	1.73°	1.47°	5.08°	6.44°	1.57°	0.79°
In/Out:	-3.10	-1.73	-0.61	-1.79	0.96	0.65	-0.06
Mesial/Distal:	3.34	-0.46	1.03	2.02	-2.25	1.26	-0.19
Supra/Infra:	1.01	-1.38	0.12	1.43	-2.33	0.34	-0.09

Zahn	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	5.57°	2.88°	1.58°	1.18°	4.93°	1.13°	0.90°
Torque:	5.28°	2.12°	1.62°	3.24°	5.76°	2.35°	1.13°
Rotation:	7.66°	3.06°	2.20°	3.16°	3.23°	2.57°	1.30°
In/Out:	5.69	2.07	0.57	1.68	-0.30	-0.15	-0.16
Mesial/Distal:	2.56	0.92	0.87	1.06	-0.51	0.24	-0.30
Supra/Infra:	0.76	-0.28	0.10	-0.03	-1.22	0.19	0.11

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 21

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	0.83° (±0.27)	In/Out:	0.26 mm (±0.44)
Torque:	1.57° (±0.74)	Mesial/Distal:	0.50 mm (±0.77)
Rotation:	1.56° (±0.75)	Supra/Infra:	0.18 mm (±0.19)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	2.89° (±2.57)	In/Out:	1.39 mm (±2.39)
Torque:	3.44° (±2.53)	Mesial/Distal:	1.22 mm (±1.53)
Rotation:	3.17° (±2.03)	Supra/Infra:	0.67 mm (±1.26)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,26
WITS:	3,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	107°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	118°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

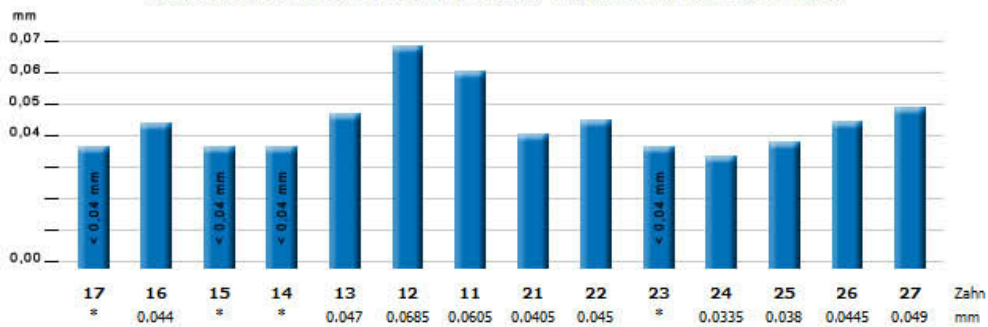
iANB-ANB:	-1,56
WITS:	4mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	8,5mm
UK-Front:	109°
UK-Front Stellung:	6,5mm
Interinzisalwinkel:	112°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

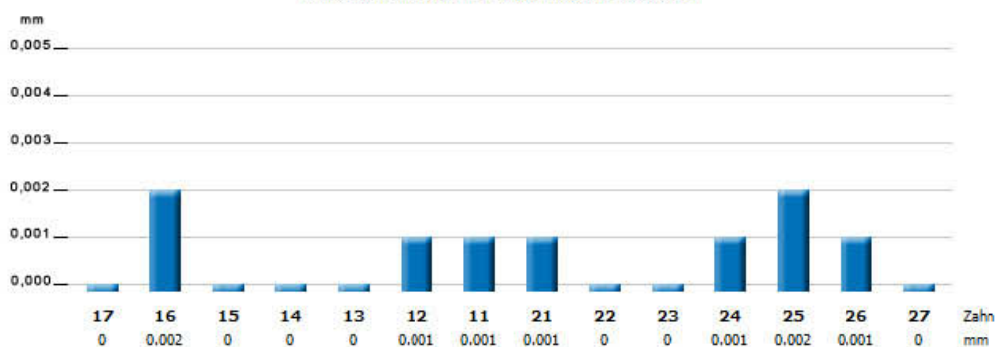
iANB Differenz:	0,8
WITS Differenz:	-0,5mm
OK-Front Differenz:	-4°
OK-Front-Stellung Diff.:	-0,5mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	1,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	6°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 19.48° Torque: 4.41° Rotation: 19.01° In/Out: -6.04 Mesial/Distal: 2.47 Supra/Infra: 1.93	Tip: 11.41° Torque: 9.61° Rotation: 6.48° In/Out: -1.92 Mesial/Distal: 5.64 Supra/Infra: 4.53	Tip: 9.20° Torque: 7.59° Rotation: 5.34° In/Out: -0.19 Mesial/Distal: 4.03 Supra/Infra: 3.44	Tip: 1.97° Torque: 4.76° Rotation: 4.69° In/Out: 1.33 Mesial/Distal: 0.48 Supra/Infra: 0.44	Tip: 1.56° Torque: 7.71° Rotation: 7.55° In/Out: 1.82 Mesial/Distal: 0.07 Supra/Infra: 1.27	Tip: 3.84° Torque: 3.91° Rotation: 1.75° In/Out: 0.08 Mesial/Distal: 0.07 Supra/Infra: -0.20	Tip: 0.29° Torque: 1.29° Rotation: 1.32° In/Out: 0.37 Mesial/Distal: 0.20 Supra/Infra: 0.10
						
Tip: 16.69° Torque: 1.24° Rotation: 16.71° In/Out: 6.66 Mesial/Distal: 0.72 Supra/Infra: -0.04	Tip: 9.50° Torque: 3.94° Rotation: 10.22° In/Out: 1.91 Mesial/Distal: 1.49 Supra/Infra: 0.63	Tip: 6.96° Torque: 4.02° Rotation: 7.66° In/Out: 1.35 Mesial/Distal: 0.46 Supra/Infra: -0.28	Tip: 6.32° Torque: 8.95° Rotation: 9.71° In/Out: -0.38 Mesial/Distal: -0.71 Supra/Infra: -0.76	Tip: 4.13° Torque: 8.22° Rotation: 7.58° In/Out: -0.52 Mesial/Distal: -0.86 Supra/Infra: -0.97	Tip: 2.24° Torque: 0.96° Rotation: 2.21° In/Out: -0.10 Mesial/Distal: -0.37 Supra/Infra: -0.18	Tip: 3.25° Torque: 4.08° Rotation: 2.59° In/Out: 0.01 Mesial/Distal: 0.02 Supra/Infra: 0.22

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.41° (±1.56)	In/Out: 0.14 mm (±0.21)
Torque: 2.56° (±1.66)	Mesial/Distal: 0.16 mm (±0.33)
Rotation: 1.97° (±0.55)	Supra/Infra: 0.17 mm (±0.30)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.92° (±5.79)	In/Out: 1.62 mm (±3.02)
Torque: 5.05° (±2.91)	Mesial/Distal: 1.26 mm (±1.89)
Rotation: 7.34° (±5.31)	Supra/Infra: 1.07 mm (±1.63)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18.2x18.2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-4.26
WITS:	11mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	95°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	97°
UK-Front Stellung:	3mm
Interinzisalwinkel:	128°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

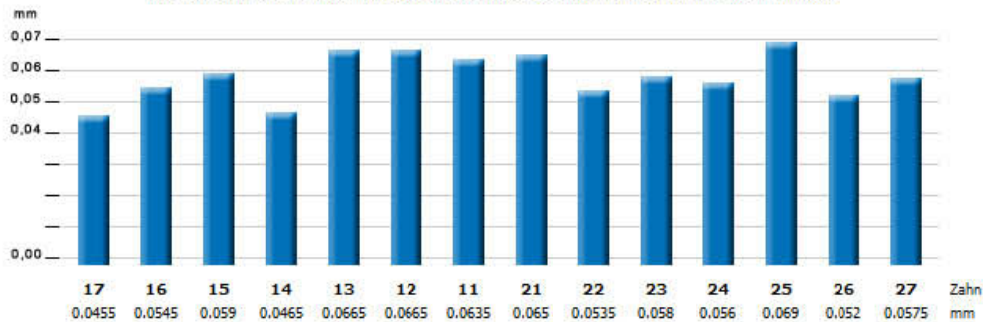
iANB-ANB:	-3.36
WITS:	9mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	103°
UK-Front Stellung:	6mm
Interinzisalwinkel:	117°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

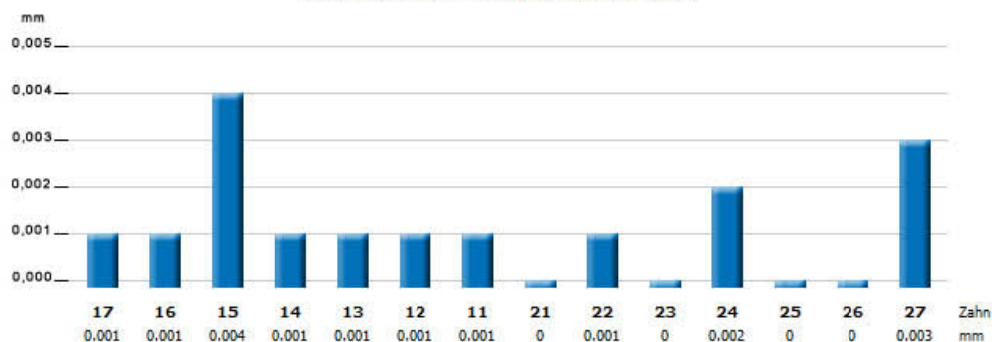
iANB Differenz:	0.6
WITS Differenz:	2mm
OK-Front Differenz:	5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	6°
UK-Front-Stellung Diff.:	3mm
Interinzisalwinkel Diff.:	11°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 7.81°	Tip: 1.77°	Tip: 6.26°	Tip: 0.74°	Tip: 4.45°	Tip: 5.23°	Tip: 4.37°
Torque: 2.71°	Torque: 8.33°	Torque: 4.94°	Torque: 8.00°	Torque: 4.36°	Torque: 5.58°	Torque: 4.99°
Rotation: 8.23°	Rotation: 8.51°	Rotation: 7.80°	Rotation: 8.02°	Rotation: 1.09°	Rotation: 3.45°	Rotation: 6.42°
In/Out: -5.11	In/Out: 3.10	In/Out: -0.33	In/Out: 1.74	In/Out: 0.61	In/Out: 0.42	In/Out: 0.02
Mesial/Distal: -0.44	Mesial/Distal: 1.36	Mesial/Distal: 0.69	Mesial/Distal: 1.64	Mesial/Distal: 0.24	Mesial/Distal: 0.35	Mesial/Distal: -0.36
Supra/Infra: 1.37	Supra/Infra: 1.20	Supra/Infra: 1.26	Supra/Infra: 1.06	Supra/Infra: -0.31	Supra/Infra: -0.35	Supra/Infra: 0.35
						
Tip: 13.26°	Tip: 6.00°	Tip: 10.62°	Tip: 1.07°	Tip: 7.18°	Tip: 3.42°	Tip: 2.18°
Torque: 3.66°	Torque: 6.58°	Torque: 8.93°	Torque: 6.12°	Torque: 7.49°	Torque: 3.18°	Torque: 7.25°
Rotation: 13.73°	Rotation: 8.71°	Rotation: 9.16°	Rotation: 7.07°	Rotation: 5.45°	Rotation: 2.07°	Rotation: 6.96°
In/Out: 3.59	In/Out: -1.04	In/Out: 1.19	In/Out: 1.09	In/Out: 0.40	In/Out: 0.49	In/Out: 0.31
Mesial/Distal: -0.63	Mesial/Distal: -0.02	Mesial/Distal: 0.93	Mesial/Distal: 0.96	Mesial/Distal: 0.61	Mesial/Distal: 0.81	Mesial/Distal: -0.48
Supra/Infra: 1.14	Supra/Infra: 0.48	Supra/Infra: -1.27	Supra/Infra: -0.28	Supra/Infra: -0.40	Supra/Infra: 0.29	Supra/Infra: 0.03

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 21

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.80° (±1.31)	In/Out: 0.31 mm (±0.21)
Torque: 5.25° (±1.68)	Mesial/Distal: 0.50 mm (±0.78)
Rotation: 4.73° (±2.35)	Supra/Infra: 0.25 mm (±0.38)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.31° (±3.60)	In/Out: 1.39 mm (±2.24)
Torque: 5.87° (±1.98)	Mesial/Distal: 0.68 mm (±0.77)
Rotation: 6.91° (±3.20)	Supra/Infra: 0.70 mm (±0.89)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.36
WITS:	1.5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	3.5mm
UK-Front:	99°
UK-Front Stellung:	-1mm
Interinzisalwinkel:	130°
WTM:	ausgeglichen

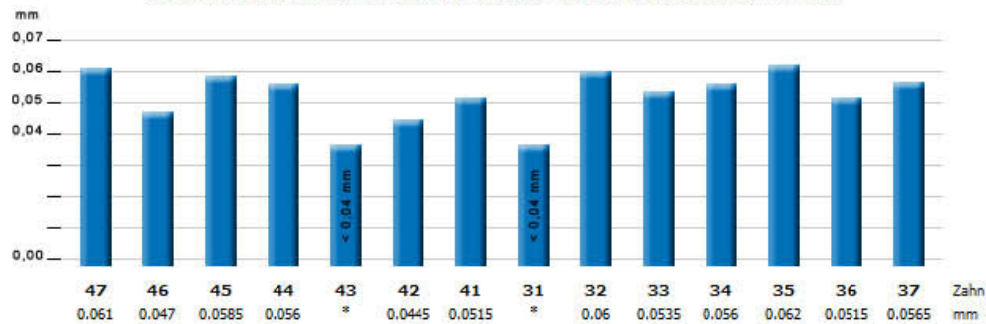
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	0.24
WITS:	0mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	3mm
UK-Front:	105.5°
UK-Front Stellung:	0.5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	ausgeglichen

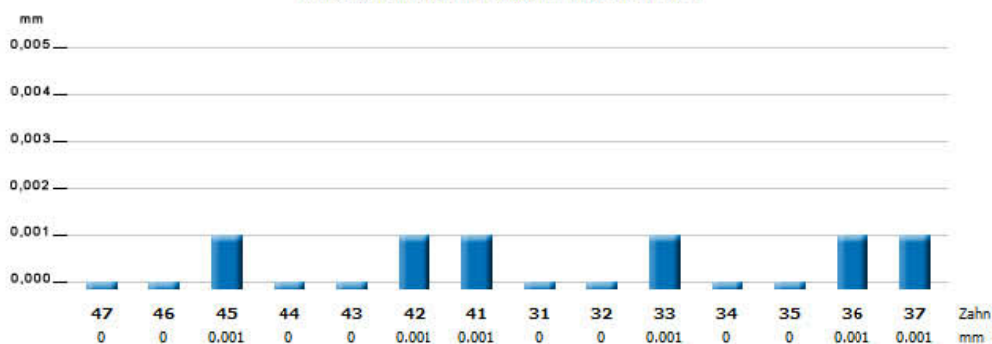
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	0.4
WITS Differenz:	1.5mm
OK-Front Differenz:	-3°
OK-Front-Stellung Diff.:	-0.5mm
UK-Front Differenz:	6.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	3°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 13.34° Torque: 5.87° Rotation: 12.03° In/Out: -4.94 Mesial/Distal: 4.86 Supra/Infra: 2.67	Tip: 7.03° Torque: 5.59° Rotation: 4.48° In/Out: -2.39 Mesial/Distal: -1.41 Supra/Infra: -1.73	Tip: 3.73° Torque: 4.68° Rotation: 4.47° In/Out: -2.65 Mesial/Distal: 0.36 Supra/Infra: -0.59	Tip: 8.87° Torque: 9.49° Rotation: 5.09° In/Out: -3.37 Mesial/Distal: -0.38 Supra/Infra: -1.99	Tip: 6.79° Torque: 6.79° Rotation: 0.49° In/Out: -0.45 Mesial/Distal: -0.69 Supra/Infra: -1.25	Tip: 6.46° Torque: 3.38° Rotation: 5.53° In/Out: 0.94 Mesial/Distal: 0.73 Supra/Infra: 1.47	Tip: 6.45° Torque: 4.98° Rotation: 4.54° In/Out: 0.53 Mesial/Distal: 0.40 Supra/Infra: 0.35
						
Tip: 2.45° Torque: 3.23° Rotation: 4.03° In/Out: 2.96 Mesial/Distal: 2.02 Supra/Infra: 0.67	Tip: 3.83° Torque: 3.91° Rotation: 3.30° In/Out: 0.24 Mesial/Distal: -0.24 Supra/Infra: -0.41	Tip: 3.31° Torque: 3.86° Rotation: 2.97° In/Out: -0.10 Mesial/Distal: -0.37 Supra/Infra: -0.36	Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 4.02° Torque: 6.51° Rotation: 6.20° In/Out: -0.98 Mesial/Distal: -1.03 Supra/Infra: -0.37	Tip: 7.17° Torque: 7.79° Rotation: 7.67° In/Out: -0.79 Mesial/Distal: -1.03 Supra/Infra: 1.16	Tip: 2.94° Torque: 1.76° Rotation: 2.35° In/Out: 0.21 Mesial/Distal: 0.15 Supra/Infra: -0.15

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 53

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.76° (±1.91)	In/Out: 0.62 mm (±0.87)
Torque: 4.48° (±2.57)	Mesial/Distal: 0.57 mm (±0.97)
Rotation: 5.02° (±2.21)	Supra/Infra: 0.78 mm (±0.75)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.88° (±3.01)	In/Out: 1.58 mm (±3.25)
Torque: 5.22° (±2.10)	Mesial/Distal: 1.05 mm (±1.84)
Rotation: 4.86° (±2.80)	Supra/Infra: 1.01 mm (±1.71)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	1.64
WITS:	3mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	103.5°
OK-Front Stellung:	4.5mm
UK-Front:	90°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	136.5°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.2: ZB-FRS

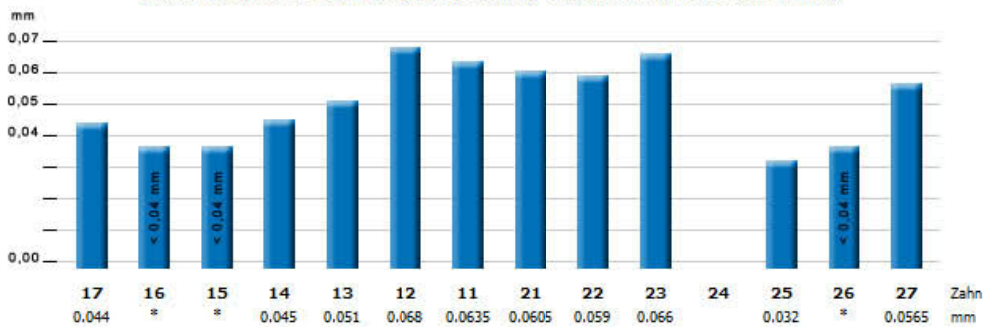
iANB-ANB:	1.44
WITS:	2,5mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	107°
OK-Front Stellung:	6,5mm
UK-Front:	99°
UK-Front Stellung:	3mm
Interinzisalwinkel:	124°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

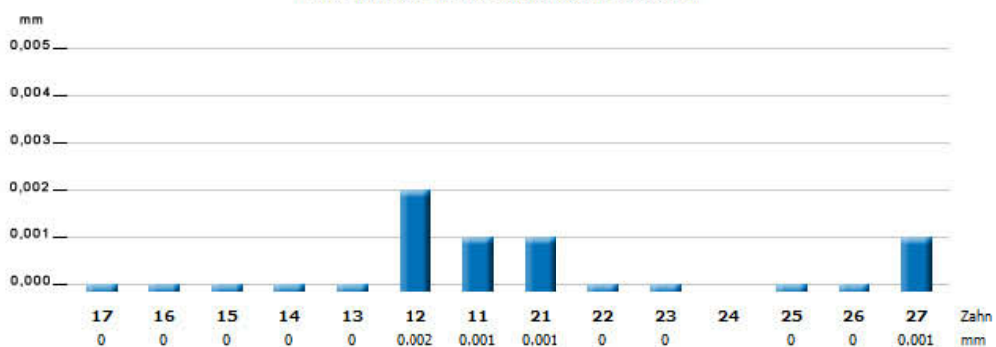
iANB Differenz:	0,7
WITS Differenz:	0,5mm
OK-Front Differenz:	3,5°
OK-Front Stellung Diff.:	2mm
UK-Front Differenz:	9°
UK-Front Stellung Diff.:	2mm
Interinzisalwinkel Diff.:	12,5°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0°	Tip: 4,93°	Tip: 7,22°	Tip: 2,96°	Tip: 6,36°	Tip: 6,18°	Tip: 2,56°
Torque: 0°	Torque: 4,77°	Torque: 6,78°	Torque: 3,24°	Torque: 7,15°	Torque: 7,80°	Torque: 5,30°
Rotation: 0°	Rotation: 6,79°	Rotation: 2,83°	Rotation: 2,36°	Rotation: 5,82°	Rotation: 5,70°	Rotation: 5,25°
In/Out: 0	In/Out: 0,21	In/Out: -0,18	In/Out: 1,16	In/Out: 0,95	In/Out: 1,50	In/Out: -0,12
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -1,75	Mesial/Distal: 1,98	Mesial/Distal: -0,43	Mesial/Distal: 0,84	Mesial/Distal: -0,47	Mesial/Distal: 0,24
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0,28	Supra/Infra: 2,52	Supra/Infra: 0,84	Supra/Infra: 1,99	Supra/Infra: 1,64	Supra/Infra: -0,42
						
Tip: 0°	Tip: 3,75°	Tip: 4,76°	Tip: 7,85°	Tip: 3,20°	Tip: 3,60°	Tip: 4,84°
Torque: 0°	Torque: 3,44°	Torque: 5,42°	Torque: 7,71°	Torque: 3,45°	Torque: 3,07°	Torque: 2,87°
Rotation: 0°	Rotation: 1,67°	Rotation: 3,54°	Rotation: 3,82°	Rotation: 1,36°	Rotation: 3,90°	Rotation: 4,09°
In/Out: 0	In/Out: -0,43	In/Out: -1,90	In/Out: -0,26	In/Out: -0,50	In/Out: 0,04	In/Out: 0,25
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -2,90	Mesial/Distal: 0,20	Mesial/Distal: -3,76	Mesial/Distal: -0,03	Mesial/Distal: -0,31	Mesial/Distal: -0,36
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0,09	Supra/Infra: 2,71	Supra/Infra: -1,19	Supra/Infra: 1,33	Supra/Infra: 0,61	Supra/Infra: 0,02

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 13

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4,30° (±1,56)	In/Out: 0,48 mm (±0,74)
Torque: 4,76° (±2,31)	Mesial/Distal: 0,35 mm (±0,73)
Rotation: 4,74° (±0,88)	Supra/Infra: 0,67 mm (±0,92)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4,85° (±1,73)	In/Out: 0,62 mm (±1,07)
Torque: 5,08° (±1,89)	Mesial/Distal: 1,11 mm (±2,35)
Rotation: 3,93° (±1,71)	Supra/Infra: 1,14 mm (±1,29)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NiTi
Bogen 2: 016x022NiTi
Bogen 3: 18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,46
WITS:	2mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	98°
OK-Front Stellung:	8,5mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	4,5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

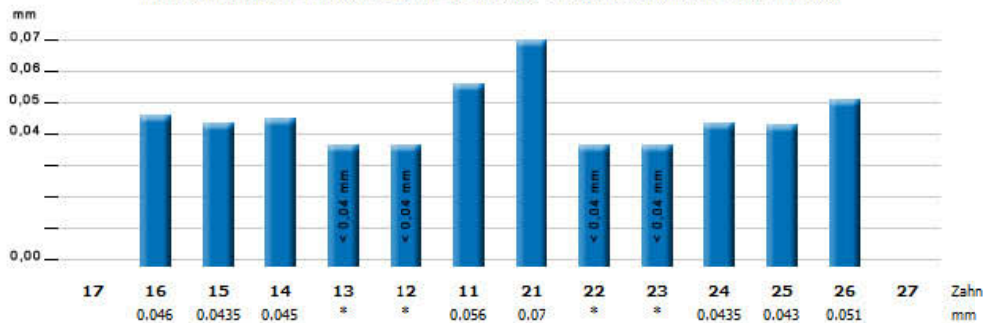
iANB-ANB:	1,04
WITS:	3mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	97°
OK-Front Stellung:	7,5mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	125°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

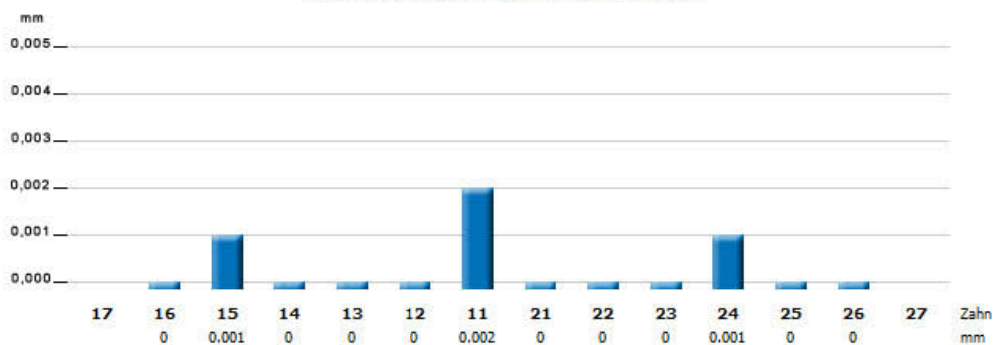
iANB Differenz:	-0,5
WITS Differenz:	-1mm
OK-Front Differenz:	-1°
OK-Front-Stellung Diff.:	-1mm
UK-Front Differenz:	1°
UK-Front-Stellung Diff.:	0,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	2°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0°	Tip: 8.35°	Tip: 16.57°	Tip: 5.91°	Tip: 7.03°	Tip: 4.55°	Tip: 3.00°
Torque: 0°	Torque: 8.34°	Torque: 19.15°	Torque: 7.65°	Torque: 8.52°	Torque: 4.44°	Torque: 6.01°
Rotation: 0°	Rotation: 0.73°	Rotation: 9.56°	Rotation: 7.67°	Rotation: 4.98°	Rotation: 4.01°	Rotation: 5.24°
In/Out: 0	In/Out: 0.12	In/Out: -2.37	In/Out: -1.66	In/Out: -0.78	In/Out: -0.50	In/Out: -0.81
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -4.35	Mesial/Distal: -7.41	Mesial/Distal: -1.90	Mesial/Distal: 0.87	Mesial/Distal: 0.82	Mesial/Distal: -0.02
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -3.30	Supra/Infra: -5.16	Supra/Infra: -1.60	Supra/Infra: 1.24	Supra/Infra: 0.30	Supra/Infra: 0.21
						
Tip: 0°	Tip: 7.33°	Tip: 7.86°	Tip: 4.95°	Tip: 4.40°	Tip: 1.58°	Tip: 4.20°
Torque: 0°	Torque: 5.50°	Torque: 11.92°	Torque: 4.75°	Torque: 4.37°	Torque: 1.68°	Torque: 4.54°
Rotation: 0°	Rotation: 4.98°	Rotation: 8.97°	Rotation: 2.25°	Rotation: 2.23°	Rotation: 2.22°	Rotation: 2.30°
In/Out: 0	In/Out: -1.72	In/Out: 2.03	In/Out: -0.14	In/Out: -1.47	In/Out: -0.64	In/Out: -0.92
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -2.75	Mesial/Distal: -4.33	Mesial/Distal: -2.07	Mesial/Distal: -0.88	Mesial/Distal: -0.47	Mesial/Distal: 0.18
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.96	Supra/Infra: -1.08	Supra/Infra: -0.60	Supra/Infra: -0.27	Supra/Infra: 0.39	Supra/Infra: -0.03

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 13

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.33° (±1.34)	In/Out: 0.72 mm (±1.67)
Torque: 4.17° (±1.81)	Mesial/Distal: 0.37 mm (±0.61)
Rotation: 3.44° (±1.46)	Supra/Infra: 0.23 mm (±0.18)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.31° (±3.81)	In/Out: 1.10 mm (±2.22)
Torque: 7.24° (±4.59)	Mesial/Distal: 2.17 mm (±4.90)
Rotation: 4.60° (±2.88)	Supra/Infra: 1.26 mm (±2.87)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,46
WITS:	2mm
Skel, Klasse:	I
OK-Front:	98°
OK-Front Stellung:	8,5mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	4,5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

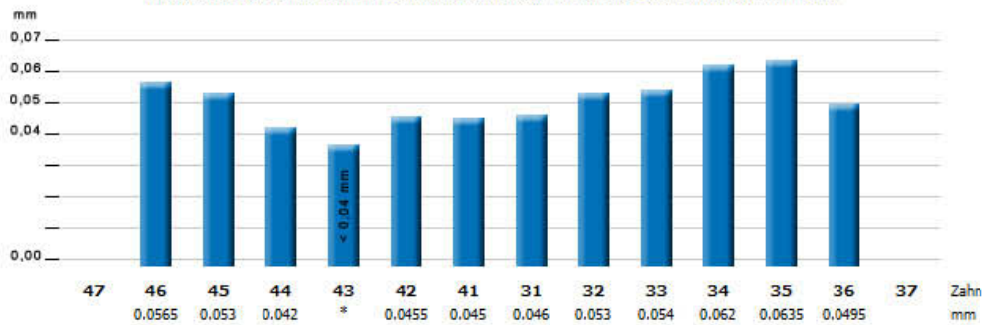
iANB-ANB:	1,04
WITS:	3mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	97°
OK-Front Stellung:	7,5mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	125°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

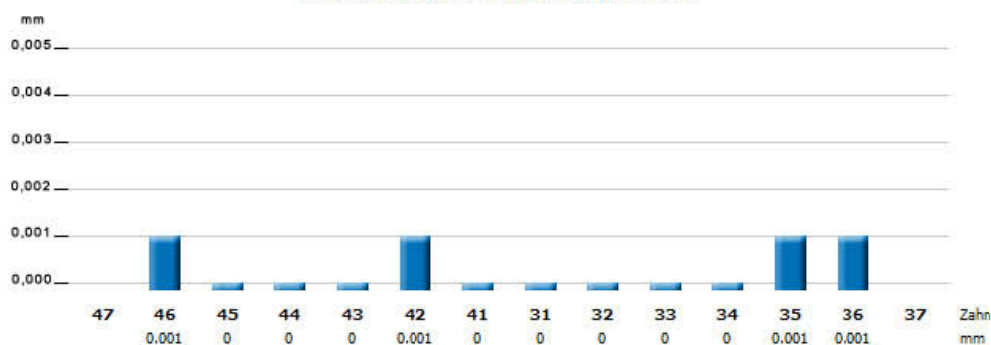
iANB Differenz:	-0,5
WITS Differenz:	-1mm
OK-Front Differenz:	-1°
OK-Front-Stellung Diff.:	-1mm
UK-Front Differenz:	1°
UK-Front-Stellung Diff.:	0,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	2°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 9.68°	Tip: 6.13°	Tip: 11.71°	Tip: 9.54°	Tip: 4.48°	Tip: 7.29°	Tip: 3.59°
Torque: 5.26°	Torque: 4.33°	Torque: 11.26°	Torque: 9.87°	Torque: 3.59°	Torque: 0.29°	Torque: 3.98°
Rotation: 8.39°	Rotation: 4.40°	Rotation: 5.19°	Rotation: 3.39°	Rotation: 5.71°	Rotation: 7.29°	Rotation: 1.83°
In/Out: -5.11	In/Out: -1.67	In/Out: -1.31	In/Out: -0.32	In/Out: 1.43	In/Out: 0.55	In/Out: 0.39
Mesial/Distal: 3.26	Mesial/Distal: -2.06	Mesial/Distal: -4.61	Mesial/Distal: -2.91	Mesial/Distal: 1.10	Mesial/Distal: 1.15	Mesial/Distal: 0.15
Supra/Infra: 3.19	Supra/Infra: -0.67	Supra/Infra: -2.35	Supra/Infra: -1.80	Supra/Infra: 0.74	Supra/Infra: 0.39	Supra/Infra: 0.02
						
Tip: 4.72°	Tip: 3.78°	Tip: 11.14°	Tip: 6.47°	Tip: 8.95°	Tip: 3.63°	Tip: 1.84°
Torque: 9.71°	Torque: 3.96°	Torque: 13.51°	Torque: 5.65°	Torque: 2.63°	Torque: 2.07°	Torque: 1.51°
Rotation: 8.73°	Rotation: 3.46°	Rotation: 8.25°	Rotation: 7.97°	Rotation: 8.62°	Rotation: 3.12°	Rotation: 1.10°
In/Out: 6.69	In/Out: 0.41	In/Out: 1.55	In/Out: -0.37	In/Out: -1.83	In/Out: -0.73	In/Out: 0.39
Mesial/Distal: 2.98	Mesial/Distal: -0.69	Mesial/Distal: -4.60	Mesial/Distal: -0.42	Mesial/Distal: 0.88	Mesial/Distal: 0.51	Mesial/Distal: 0.09
Supra/Infra: 2.96	Supra/Infra: -0.66	Supra/Infra: -2.69	Supra/Infra: -0.40	Supra/Infra: -0.24	Supra/Infra: -0.13	Supra/Infra: 0.49

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 35

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.09° (±2.29)	In/Out: 0.51 mm (±0.72)
Torque: 1.96° (±1.54)	Mesial/Distal: 0.47 mm (±0.49)
Rotation: 3.34° (±2.77)	Supra/Infra: 0.26 mm (±0.30)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.64° (±3.13)	In/Out: 1.62 mm (±3.06)
Torque: 5.54° (±3.99)	Mesial/Distal: 1.81 mm (±3.33)
Rotation: 5.53° (±2.69)	Supra/Infra: 1.19 mm (±2.14)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NiTi
Bogen 2: 016x022NiTi
Bogen 3: 016x022SS

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.2: ZB-FRS

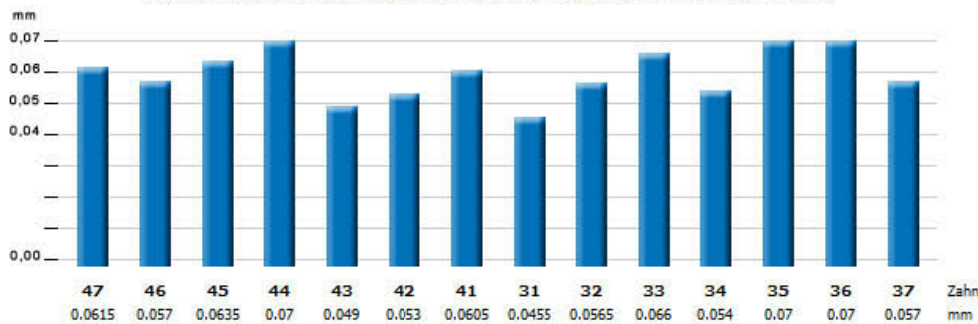
IANB-ANB:	-0.16
WITS:	1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	4mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	123°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

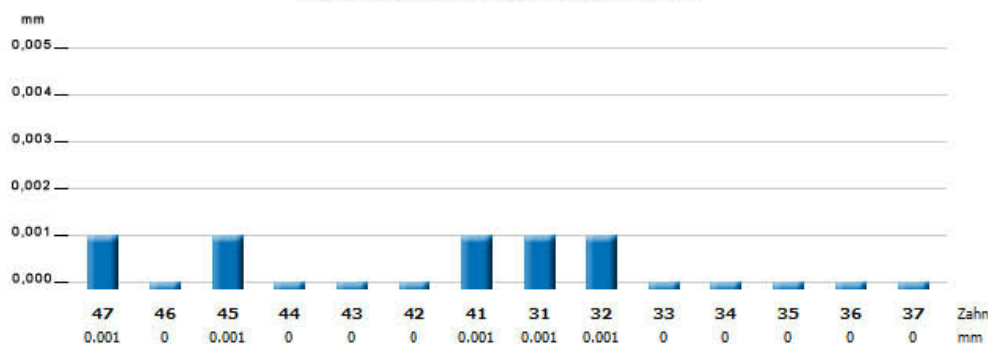
IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 5: FRS-Auswertung














Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 14.94° Torque: 0.77° Rotation: 14.95° In/Out: -6.34 Mesial/Distal: 1.00 Supra/Infra: 0.56	Tip: 8.33° Torque: 4.79° Rotation: 6.97° In/Out: -1.51 Mesial/Distal: 3.49 Supra/Infra: 2.80	Tip: 9.41° Torque: 7.26° Rotation: 6.61° In/Out: -1.90 Mesial/Distal: -2.28 Supra/Infra: -1.75	Tip: 4.32° Torque: 2.65° Rotation: 3.48° In/Out: -1.56 Mesial/Distal: -0.12 Supra/Infra: -0.17	Tip: 1.72° Torque: 5.43° Rotation: 5.29° In/Out: 0.80 Mesial/Distal: -0.34 Supra/Infra: -0.03	Tip: 9.07° Torque: 8.73° Rotation: 9.55° In/Out: 0.84 Mesial/Distal: -0.65 Supra/Infra: 0.98	Tip: 3.99° Torque: 8.00° Rotation: 7.11° In/Out: 0.14 Mesial/Distal: -0.26 Supra/Infra: 0.36
						
Tip: 6.42° Torque: 11.21° Rotation: 10.86° In/Out: 9.23 Mesial/Distal: -1.31 Supra/Infra: -0.58	Tip: 3.63° Torque: 2.66° Rotation: 3.38° In/Out: -0.64 Mesial/Distal: 1.62 Supra/Infra: 1.76	Tip: 7.29° Torque: 6.68° Rotation: 8.05° In/Out: 0.69 Mesial/Distal: -1.22 Supra/Infra: -0.76	Tip: 6.49° Torque: 5.94° Rotation: 5.36° In/Out: 0.33 Mesial/Distal: -1.41 Supra/Infra: -0.89	Tip: 4.52° Torque: 6.07° Rotation: 4.09° In/Out: -0.45 Mesial/Distal: -1.15 Supra/Infra: -0.80	Tip: 6.16° Torque: 5.39° Rotation: 7.61° In/Out: 0.77 Mesial/Distal: 0.10 Supra/Infra: 0.19	Tip: 2.96° Torque: 7.09° Rotation: 6.95° In/Out: 0.28 Mesial/Distal: -0.26 Supra/Infra: 0.14

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 35

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.55° (±2.70)	In/Out: 0.51 mm (±0.35)
Torque: 7.30° (±1.44)	Mesial/Distal: 0.32 mm (±0.74)
Rotation: 7.81° (±1.20)	Supra/Infra: 0.42 mm (±0.39)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.38° (±3.38)	In/Out: 1.82 mm (±3.73)
Torque: 5.91° (±2.68)	Mesial/Distal: 1.09 mm (±1.98)
Rotation: 7.16° (±3.11)	Supra/Infra: 0.84 mm (±1.38)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 016x022SS

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.2: ZB-FRS

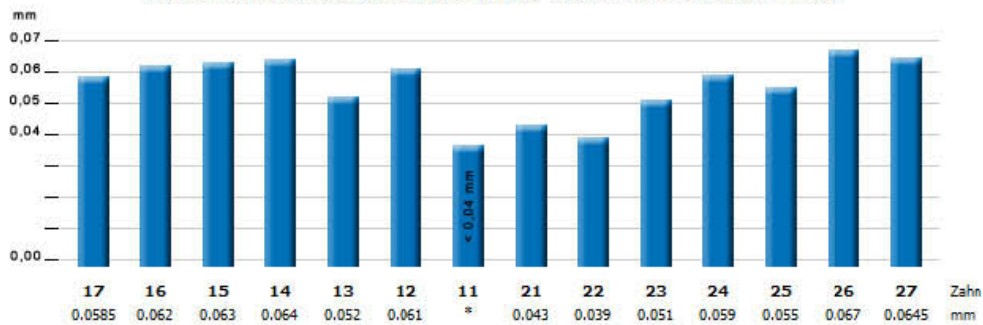
iANB-ANB:	-0.16
WITS:	1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	4mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	123°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

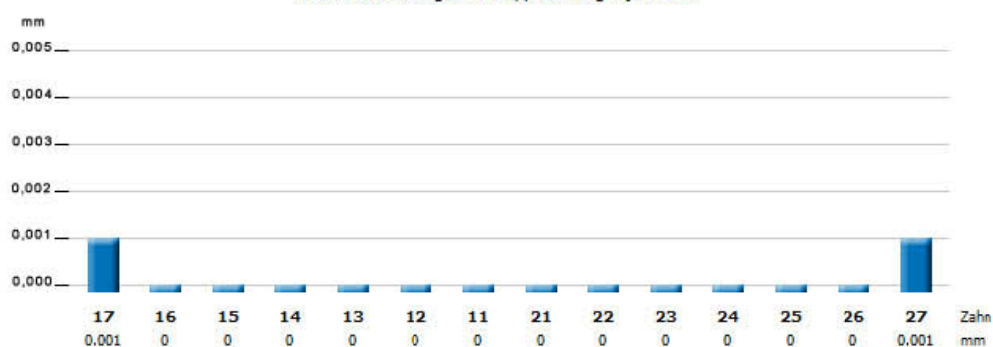
iANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	13.69°	9.49°	8.92°	5.85°	8.60°	1.61°	2.96°
Torque:	12.26°	9.14°	8.27°	0.82°	9.23°	2.60°	1.09°
Rotation:	14.32°	4.81°	4.87°	5.80°	8.49°	2.70°	2.85°
In/Out:	0.66	-1.64	-1.74	-1.76	-0.86	-0.31	-0.10
Mesial/Distal:	-2.34	-2.79	-1.91	0.60	-0.71	-0.16	-0.31
Supra/Infra:	-2.73	-2.99	-2.48	-0.36	0.38	0.04	-0.01

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	16.17°	9.84°	5.20°	6.97°	7.40°	2.90°	4.53°
Torque:	2.99°	5.75°	4.95°	2.96°	5.57°	6.36°	3.80°
Rotation:	16.44°	11.28°	6.62°	7.52°	4.88°	6.92°	2.94°
In/Out:	9.57	1.21	0.45	1.43	1.76	-0.50	0.34
Mesial/Distal:	2.42	2.30	0.71	0.89	0.32	-1.11	-0.05
Supra/Infra:	1.23	1.46	0.32	0.61	-0.73	0.60	-0.15

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 39

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	3.00° (±1.20)	In/Out:	0.31 mm (±0.64)
Torque:	3.46° (±2.23)	Mesial/Distal:	0.41 mm (±1.06)
Rotation:	3.85° (±2.05)	Supra/Infra:	0.20 mm (±0.34)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	7.44° (±4.11)	In/Out:	1.59 mm (±3.00)
Torque:	5.41° (±3.36)	Mesial/Distal:	1.19 mm (±2.08)
Rotation:	7.17° (±4.21)	Supra/Infra:	1.01 mm (±2.00)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-2.96
WITS:	10mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	89°
OK-Front Stellung:	9mm
UK-Front:	99°
UK-Front Stellung:	4,5mm
Interinzisalwinkel:	131°
WTM:	vertikal

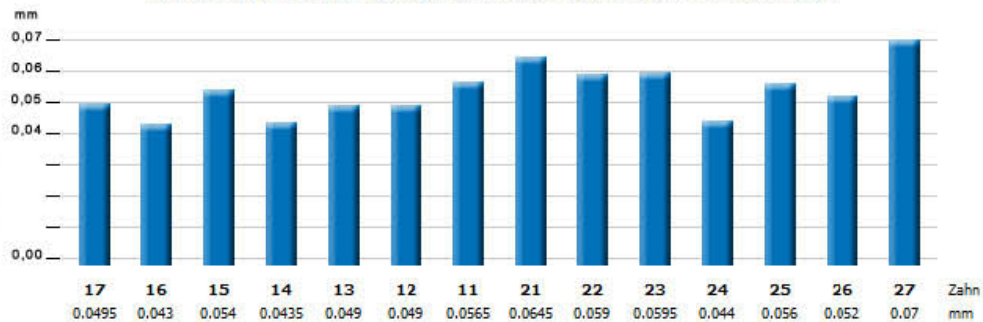
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-2.16
WITS:	4,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	91°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	126°
WTM:	vertikal

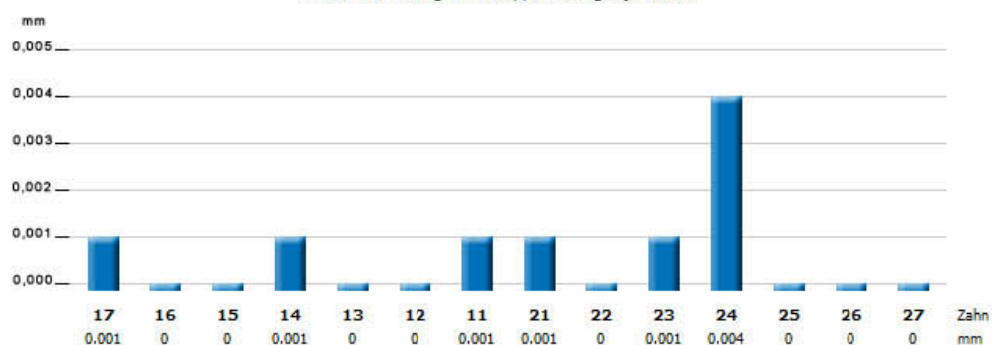
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	1.2
WITS Differenz:	5.5mm
OK-Front Differenz:	2°
OK-Front-Stellung Diff.:	-2mm
UK-Front Differenz:	2°
UK-Front-Stellung Diff.:	0.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	5°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6,48° Torque: 3,00° Rotation: 7,03° In/Out: -1,03 Mesial/Distal: 1,88 Supra/Infra: 1,42	Tip: 3,47° Torque: 3,48° Rotation: 0,44° In/Out: -0,30 Mesial/Distal: -0,83 Supra/Infra: 0,12	Tip: 5,94° Torque: 4,64° Rotation: 3,75° In/Out: -0,82 Mesial/Distal: -1,27 Supra/Infra: -0,16	Tip: 6,93° Torque: 7,35° Rotation: 3,89° In/Out: 0,47 Mesial/Distal: -1,72 Supra/Infra: -0,62	Tip: 5,28° Torque: 5,64° Rotation: 5,79° In/Out: 1,18 Mesial/Distal: 0,23 Supra/Infra: 0,17	Tip: 7,65° Torque: 7,07° Rotation: 4,80° In/Out: 0,89 Mesial/Distal: 0,66 Supra/Infra: -0,48	Tip: 2,83° Torque: 3,36° Rotation: 2,14° In/Out: 0,40 Mesial/Distal: -0,08 Supra/Infra: -0,07
						
Tip: 11,74° Torque: 4,45° Rotation: 11,00° In/Out: 4,74 Mesial/Distal: 3,25 Supra/Infra: 2,92	Tip: 10,53° Torque: 6,56° Rotation: 8,53° In/Out: 1,85 Mesial/Distal: -2,57 Supra/Infra: -0,82	Tip: 7,88° Torque: 7,26° Rotation: 5,90° In/Out: -0,06 Mesial/Distal: -1,61 Supra/Infra: -0,68	Tip: 9,60° Torque: 10,18° Rotation: 6,83° In/Out: 0,83 Mesial/Distal: -1,59 Supra/Infra: -0,92	Tip: 7,43° Torque: 8,85° Rotation: 6,88° In/Out: -1,55 Mesial/Distal: -0,03 Supra/Infra: -1,03	Tip: 1,20° Torque: 2,94° Rotation: 2,95° In/Out: -0,30 Mesial/Distal: -0,06 Supra/Infra: 0,07	Tip: 0,53° Torque: 0,92° Rotation: 0,85° In/Out: 0,02 Mesial/Distal: -0,30 Supra/Infra: 0,21

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3,05° (±3,21)	In/Out: 0,40 mm (±0,54)
Torque: 3,57° (±2,56)	Mesial/Distal: 0,27 mm (±0,49)
Rotation: 2,69° (±1,65)	Supra/Infra: 0,21 mm (±0,44)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6,25° (±3,34)	In/Out: 1,03 mm (±1,65)
Torque: 5,41° (±2,59)	Mesial/Distal: 1,15 mm (±2,14)
Rotation: 5,06° (±2,96)	Supra/Infra: 0,69 mm (±1,27)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

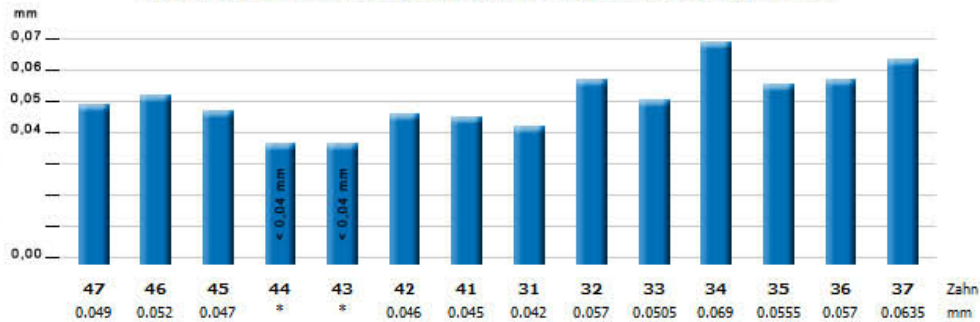
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	0,94
WITS:	2,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	101°
OK-Front Stellung:	4mm
UK-Front:	102°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	137°
WTM:	horizontal

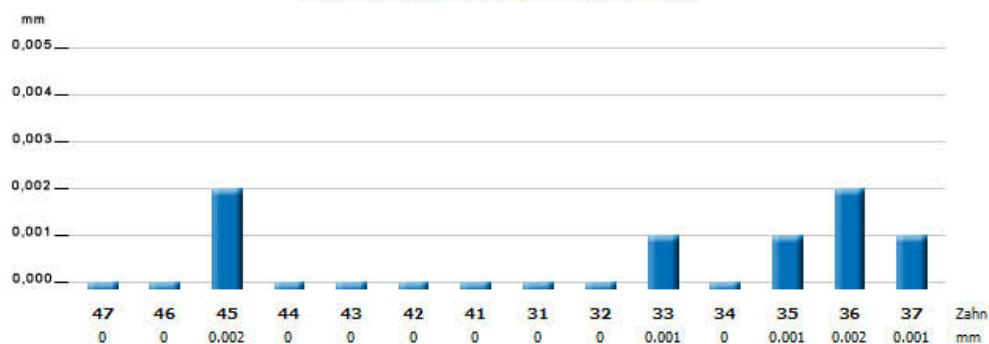
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	°

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

Zahn	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	6.73°	2.37°	6.68°	3.56°	0.91°	3.34°	2.00°
Torque:	3.29°	3.68°	1.90°	4.20°	3.36°	2.77°	3.33°
Rotation:	7.12°	3.92°	6.42°	4.87°	3.48°	1.89°	3.11°
In/Out:	-0.66	1.36	-2.07	-2.15	0.76	0.40	0.08
Mesial/Distal:	0.30	1.74	1.82	0.40	0.26	-0.49	0.09
Supra/Infra:	-0.07	1.10	1.69	0.34	0.66	0.11	-0.37

Zahn	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	4.42°	4.39°	4.55°	8.38°	2.73°	2.40°	3.32°
Torque:	3.78°	5.20°	2.07°	8.38°	4.03°	3.20°	5.09°
Rotation:	2.37°	3.36°	4.11°	2.33°	3.50°	2.42°	4.79°
In/Out:	0.52	-1.89	0.55	0.56	0.86	-0.37	-0.16
Mesial/Distal:	4.34	-1.99	1.69	-2.04	0.11	-0.23	0.44
Supra/Infra:	2.29	-1.44	0.95	-2.43	-0.42	-0.12	0.04

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	2.77° (±0.67)	In/Out:	0.25 mm (±0.45)
Torque:	3.60° (±1.02)	Mesial/Distal:	0.31 mm (±0.58)
Rotation:	3.05° (±1.26)	Supra/Infra:	0.16 mm (±0.35)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	3.98° (±2.07)	In/Out:	0.89 mm (±1.58)
Torque:	3.88° (±1.60)	Mesial/Distal:	1.14 mm (±1.76)
Rotation:	3.84° (±1.54)	Supra/Infra:	0.86 mm (±1.40)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	016x022NITI
Bogen 2:	17,5x17,5TMA
Bogen 3:	016x022NITI
Bogen 4:	016x024SS

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.2: ZB-FRS

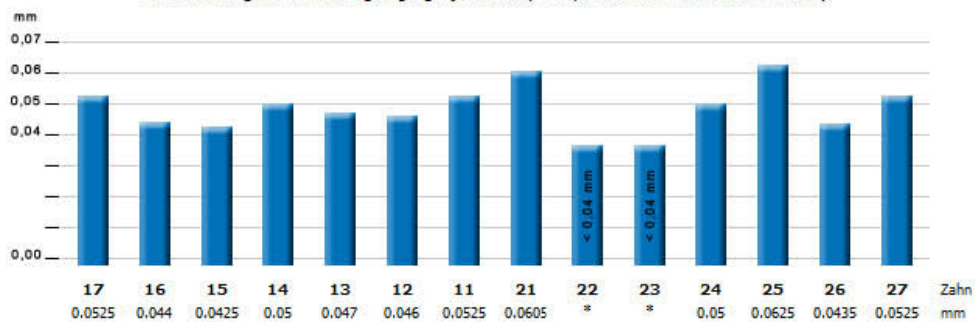
IANB-ANB:	0.94
WITS:	2.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	101°
OK-Front Stellung:	4mm
UK-Front:	102°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	137°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

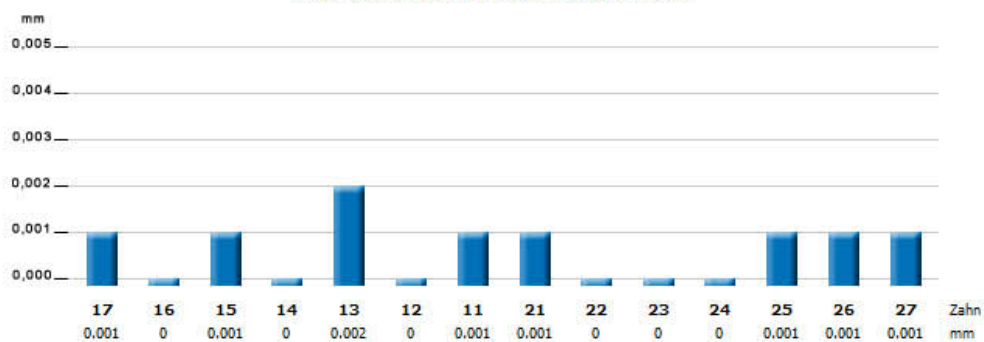
IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 4.17°	Tip: 13.23°	Tip: 3.59°	Tip: 1.90°	Tip: 5.00°	Tip: 5.42°	Tip: 6.07°
Torque: 9.00°	Torque: 4.36°	Torque: 10.73°	Torque: 4.88°	Torque: 5.15°	Torque: 5.73°	Torque: 5.99°
Rotation: 8.72°	Rotation: 13.92°	Rotation: 11.25°	Rotation: 4.50°	Rotation: 7.17°	Rotation: 6.67°	Rotation: 1.96°
In/Out: -0.80	In/Out: -0.11	In/Out: -0.51	In/Out: 0.03	In/Out: 0.34	In/Out: -0.34	In/Out: 0.08
Mesial/Distal: -0.05	Mesial/Distal: -1.67	Mesial/Distal: -0.79	Mesial/Distal: -0.29	Mesial/Distal: -0.48	Mesial/Distal: 0.09	Mesial/Distal: -0.14
Supra/Infra: -1.48	Supra/Infra: -0.39	Supra/Infra: -1.40	Supra/Infra: -0.44	Supra/Infra: -0.35	Supra/Infra: 0.49	Supra/Infra: -0.36
						
Tip: 5.95°	Tip: 15.34°	Tip: 4.39°	Tip: 6.70°	Tip: 6.41°	Tip: 9.20°	Tip: 5.39°
Torque: 4.08°	Torque: 3.11°	Torque: 6.92°	Torque: 10.58°	Torque: 3.62°	Torque: 3.72°	Torque: 3.24°
Rotation: 4.85°	Rotation: 15.65°	Rotation: 5.78°	Rotation: 8.18°	Rotation: 5.80°	Rotation: 9.25°	Rotation: 5.38°
In/Out: -0.87	In/Out: -0.42	In/Out: 0.43	In/Out: 0.07	In/Out: 0.00	In/Out: 0.64	In/Out: 0.45
Mesial/Distal: -1.04	Mesial/Distal: -2.21	Mesial/Distal: -1.16	Mesial/Distal: -0.81	Mesial/Distal: -1.27	Mesial/Distal: -0.22	Mesial/Distal: 0.05
Supra/Infra: 0.34	Supra/Infra: 0.39	Supra/Infra: 0.80	Supra/Infra: 1.01	Supra/Infra: -0.60	Supra/Infra: -0.09	Supra/Infra: -0.11

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 39

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 6.52° (±1.81)	In/Out: 0.38 mm (±0.48)
Torque: 4.67° (±1.39)	Mesial/Distal: 0.12 mm (±0.25)
Rotation: 5.82° (±3.03)	Supra/Infra: 0.26 mm (±0.48)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.63° (±3.67)	In/Out: 0.37 mm (±0.65)
Torque: 5.79° (±2.60)	Mesial/Distal: 0.73 mm (±1.66)
Rotation: 7.79° (±3.76)	Supra/Infra: 0.59 mm (±1.07)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 17,5x17,5TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

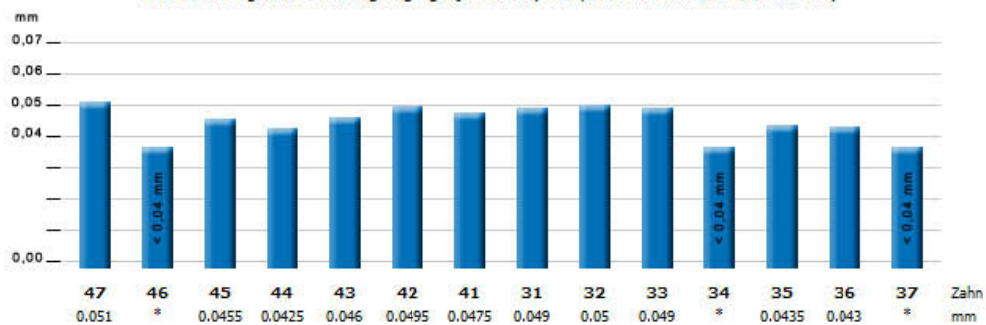
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-0,96
WITS:	5,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	97°
OK-Front Stellung:	5mm
UK-Front:	106°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	tend. vertikal

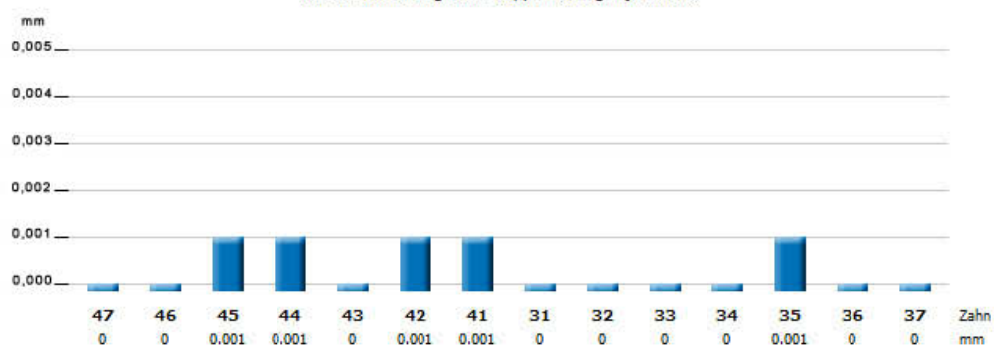
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	8.95°	5.79°	4.98°	0.80°	5.46°	7.89°	7.15°
Torque:	5.56°	6.03°	3.50°	1.21°	9.51°	3.30°	6.86°
Rotation:	9.18°	3.33°	5.38°	0.97°	8.81°	8.47°	7.29°
In/Out:	0.86	0.25	0.86	0.14	-0.41	0.15	0.35
Mesial/Distal:	1.81	0.49	0.79	0.65	0.75	0.20	0.36
Supra/Infra:	0.79	0.24	0.43	0.19	-0.31	0.38	0.06

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	9.32°	3.82°	5.37°	1.41°	7.77°	2.11°	1.80°
Torque:	6.07°	3.11°	4.74°	2.26°	6.47°	6.19°	4.65°
Rotation:	7.49°	2.35°	5.44°	1.95°	7.05°	6.45°	4.48°
In/Out:	-0.26	-0.01	0.09	-0.18	0.42	-0.30	-0.05
Mesial/Distal:	1.30	0.36	-0.74	-0.25	-0.30	-0.17	0.44
Supra/Infra:	-0.01	0.06	-0.68	-0.08	0.04	0.08	-0.68

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 39

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	4.74° (±3.23)	In/Out:	0.21 mm (±0.34)
Torque:	5.25° (±1.60)	Mesial/Distal:	0.29 mm (±0.29)
Rotation:	6.67° (±1.68)	Supra/Infra:	0.30 mm (±0.60)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	5.19° (±2.85)	In/Out:	0.31 mm (±0.43)
Torque:	4.96° (±2.16)	Mesial/Distal:	0.61 mm (±0.70)
Rotation:	5.62° (±2.67)	Supra/Infra:	0.29 mm (±0.48)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	97°
OK-Front Stellung:	5mm
UK-Front:	106°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

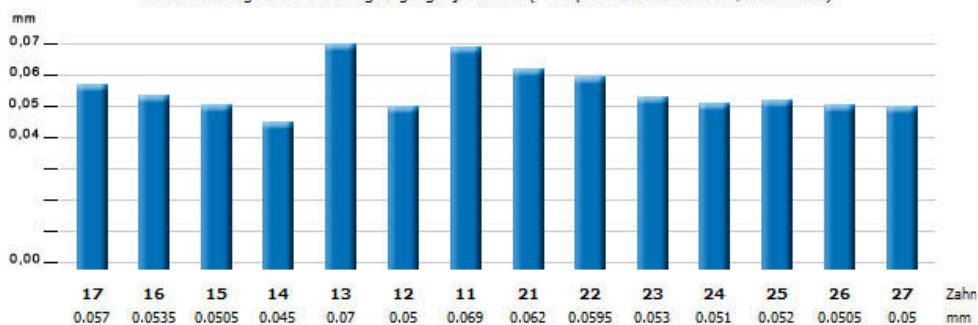
IANB-ANB:	-0.96
WITS:	5.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	97°
OK-Front Stellung:	5mm
UK-Front:	106°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

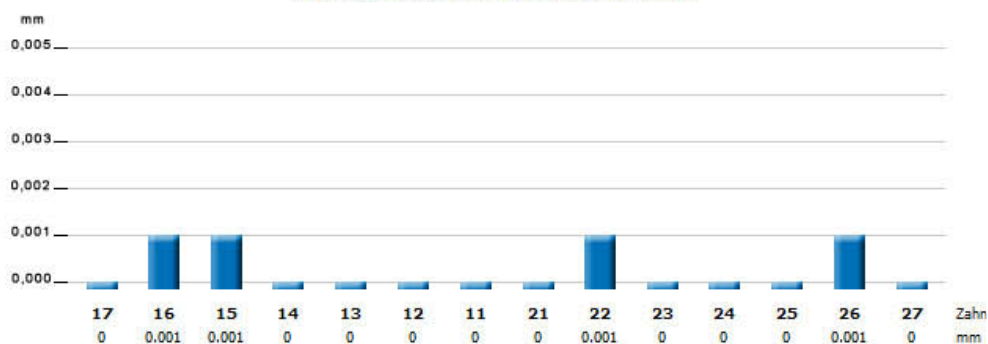
IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	0°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	0°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	0°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	3,60°	5,08°	6,31°	4,44°	6,53°	0,89°	1,46°
Torque:	9,96°	10,55°	7,61°	4,43°	6,21°	5,07°	3,12°
Rotation:	9,76°	9,88°	5,20°	0,36°	2,08°	5,00°	3,31°
In/Out:	-0,17	-0,01	-0,07	0,00	0,17	0,45	0,29
Mesial/Distal:	1,95	1,69	1,31	0,63	0,30	0,17	0,01
Supra/Infra:	1,87	1,53	1,02	0,92	0,74	0,60	0,44

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	0,55°	4,16°	8,27°	3,40°	7,51°	3,36°	2,20°
Torque:	16,64°	11,14°	10,09°	4,60°	6,65°	5,78°	6,88°
Rotation:	16,64°	10,57°	5,76°	5,72°	3,60°	5,11°	6,55°
In/Out:	-0,20	0,26	0,47	0,46	0,22	0,07	0,08
Mesial/Distal:	0,98	1,17	0,85	0,35	0,08	0,09	0,10
Supra/Infra:	1,90	1,62	0,91	0,77	0,59	0,32	0,23

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 33

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	1,98° (±1,07)	In/Out:	0,22 mm (±0,18)
Torque:	5,21° (±1,58)	Mesial/Distal:	0,09 mm (±0,07)
Rotation:	4,99° (±1,33)	Supra/Infra:	0,40 mm (±0,16)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	4,13° (±2,41)	In/Out:	0,21 mm (±0,23)
Torque:	7,77° (±3,58)	Mesial/Distal:	0,69 mm (±0,64)
Rotation:	6,40° (±4,15)	Supra/Infra:	0,96 mm (±0,56)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,26
WITS:	3,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	8mm
UK-Front:	99°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	128°
WTM:	ausgeglichen

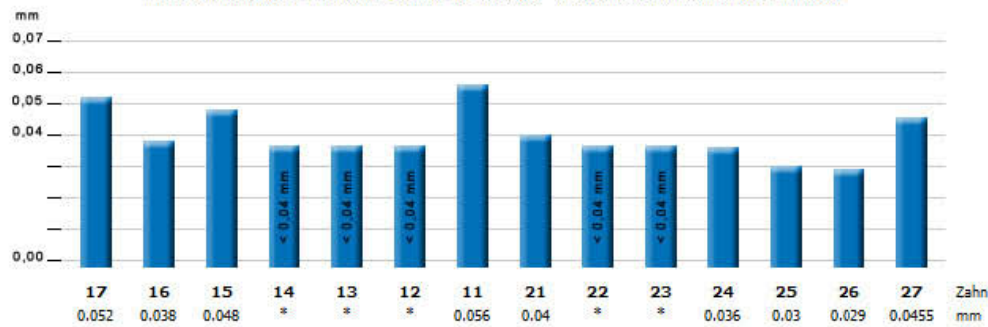
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	1,04
WITS:	1,5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	10,5mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	8mm
Interinzisalwinkel:	113°
WTM:	ausgeglichen

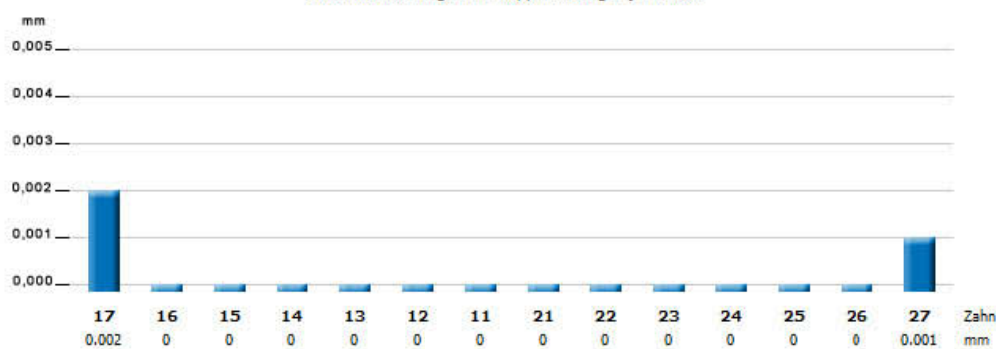
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-0,8
WITS Differenz:	2mm
OK-Front Differenz:	9°
OK-Front-Stellung Diff.:	2,5mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	3mm
Interinzisalwinkel Diff.:	15°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tipi: 0,97°	Tipi: 5,83°	Tipi: 4,54°	Tipi: 7,82°	Tipi: 3,78°	Tipi: 2,24°	Tipi: 3,64°
Torque: 0,95°	Torque: 5,89°	Torque: 1,17°	Torque: 3,89°	Torque: 5,09°	Torque: 6,00°	Torque: 3,63°
Rotation: 0,78°	Rotation: 1,01°	Rotation: 4,68°	Rotation: 7,32°	Rotation: 5,66°	Rotation: 6,05°	Rotation: 4,82°
In/Out: 0,16	In/Out: 0,39	In/Out: 0,51	In/Out: -0,16	In/Out: 0,02	In/Out: -0,01	In/Out: 0,29
Mesial/Distal: 1,04	Mesial/Distal: 1,02	Mesial/Distal: 0,51	Mesial/Distal: 1,16	Mesial/Distal: 0,34	Mesial/Distal: 0,33	Mesial/Distal: -0,07
Supra/Infra: -0,48	Supra/Infra: -0,13	Supra/Infra: 0,18	Supra/Infra: 0,03	Supra/Infra: -0,05	Supra/Infra: -0,35	Supra/Infra: -0,24
						
Tipi: 6,01°	Tipi: 3,41°	Tipi: 6,84°	Tipi: 5,90°	Tipi: 5,37°	Tipi: 6,84°	Tipi: 4,99°
Torque: 2,45°	Torque: 3,85°	Torque: 4,64°	Torque: 1,08°	Torque: 3,83°	Torque: 7,32°	Torque: 5,04°
Rotation: 6,45°	Rotation: 4,95°	Rotation: 7,48°	Rotation: 5,96°	Rotation: 4,13°	Rotation: 4,92°	Rotation: 5,84°
In/Out: 0,74	In/Out: -0,14	In/Out: -0,44	In/Out: -0,54	In/Out: -0,71	In/Out: -0,59	In/Out: 0,22
Mesial/Distal: 0,84	Mesial/Distal: 0,76	Mesial/Distal: 1,07	Mesial/Distal: 0,64	Mesial/Distal: -0,24	Mesial/Distal: -0,28	Mesial/Distal: -0,06
Supra/Infra: 0,18	Supra/Infra: 0,08	Supra/Infra: -0,20	Supra/Infra: 0,20	Supra/Infra: -0,10	Supra/Infra: -0,40	Supra/Infra: -0,40

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 33

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tipi: 4,43° (±1,96)	In/Out: 0,28 mm (±0,53)
Torque: 5,50° (±1,56)	Mesial/Distal: 0,18 mm (±0,34)
Rotation: 5,41° (±0,63)	Supra/Infra: 0,35 mm (±0,81)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tipi: 4,87° (±1,90)	In/Out: 0,35 mm (±0,58)
Torque: 3,92° (±1,95)	Mesial/Distal: 0,60 mm (±0,52)
Rotation: 5,00° (±1,99)	Supra/Infra: 0,22 mm (±0,42)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0,26
WITS:	3,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	8mm
UK-Front:	99°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	128°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.2: ZB-FRS

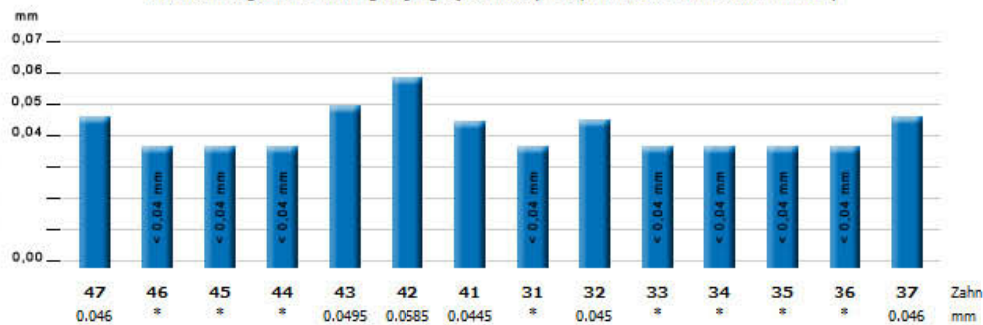
iANB-ANB:	1,04
WITS:	1,5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	10,5mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	8mm
Interinzisalwinkel:	113°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

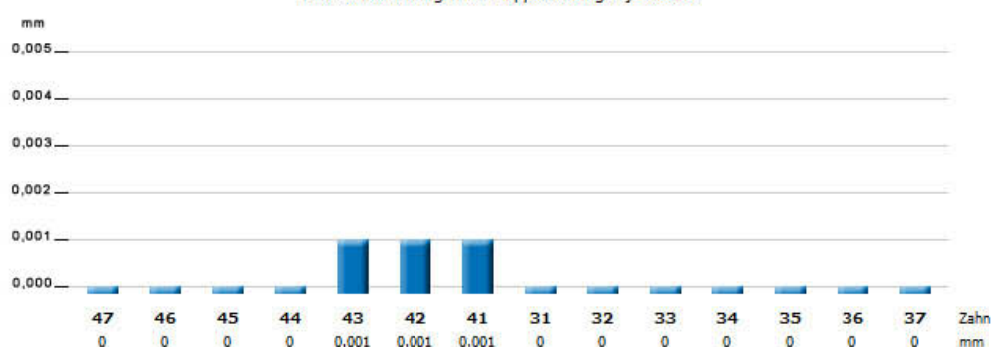
iANB Differenz:	-0,8
WITS Differenz:	2mm
OK-Front Differenz:	9°
OK-Front-Stellung Diff.:	2,5mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	3mm
Interinzisalwinkel Diff.:	15°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 8.12°	Tip: 4.09°	Tip: 4.78°	Tip: 0.75°	Tip: 3.76°	Tip: 4.45°	Tip: 1.46°
Torque: 5.34°	Torque: 0.98°	Torque: 6.55°	Torque: 0.76°	Torque: 2.61°	Torque: 4.45°	Torque: 1.45°
Rotation: 6.14°	Rotation: 4.05°	Rotation: 6.31°	Rotation: 0.92°	Rotation: 2.94°	Rotation: 0.23°	Rotation: 0.45°
In/Out: 0.22	In/Out: 0.08	In/Out: -0.25	In/Out: -0.09	In/Out: -0.28	In/Out: -0.16	In/Out: -0.10
Mesial/Distal: -0.21	Mesial/Distal: -0.20	Mesial/Distal: 0.22	Mesial/Distal: 0.06	Mesial/Distal: 0.11	Mesial/Distal: 0.10	Mesial/Distal: 0.07
Supra/Infra: -0.68	Supra/Infra: -0.26	Supra/Infra: -0.13	Supra/Infra: 0.08	Supra/Infra: 0.25	Supra/Infra: -0.12	Supra/Infra: -0.04
						
Tip: 8.38°	Tip: 11.70°	Tip: 6.17°	Tip: 3.30°	Tip: 6.87°	Tip: 2.14°	Tip: 0.70°
Torque: 1.94°	Torque: 8.20°	Torque: 4.59°	Torque: 4.06°	Torque: 1.05°	Torque: 1.94°	Torque: 2.49°
Rotation: 8.20°	Rotation: 8.48°	Rotation: 4.17°	Rotation: 2.37°	Rotation: 6.79°	Rotation: 2.82°	Rotation: 2.59°
In/Out: -0.99	In/Out: -0.36	In/Out: 0.61	In/Out: 0.35	In/Out: 0.21	In/Out: 0.03	In/Out: 0.19
Mesial/Distal: 0.03	Mesial/Distal: -0.08	Mesial/Distal: 0.96	Mesial/Distal: 0.52	Mesial/Distal: -0.01	Mesial/Distal: 0.17	Mesial/Distal: 0.11
Supra/Infra: -0.62	Supra/Infra: -0.38	Supra/Infra: -0.12	Supra/Infra: -0.42	Supra/Infra: 0.05	Supra/Infra: -0.13	Supra/Infra: 0.04

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 16

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.19° (±1.62)	In/Out: 0.12 mm (±0.22)
Torque: 2.58° (±1.32)	Mesial/Distal: 0.11 mm (±0.04)
Rotation: 1.52° (±1.37)	Supra/Infra: 0.08 mm (±0.18)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.76° (±3.20)	In/Out: 0.28 mm (±0.50)
Torque: 3.32° (±2.28)	Mesial/Distal: 0.20 mm (±0.31)
Rotation: 4.03° (±2.76)	Supra/Infra: 0.24 mm (±0.51)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS
Bogen 4:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	2.64
WITS:	1.5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	114°
OK-Front Stellung:	14mm
UK-Front:	89.5°
UK-Front Stellung:	8mm
Interinzisalwinkel:	115°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

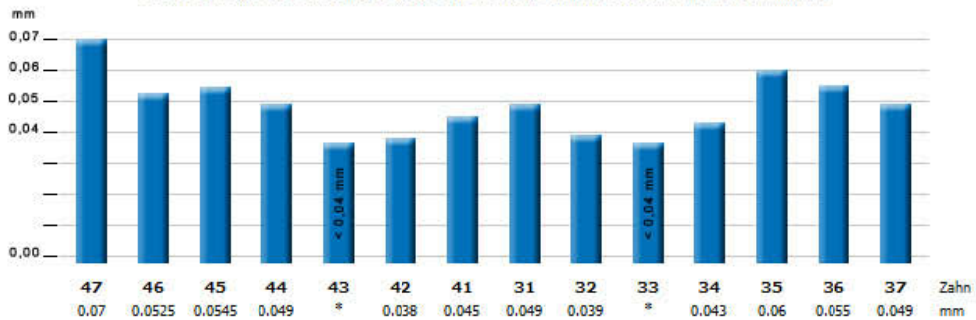
iANB-ANB:	1.44
WITS:	3mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	96°
OK-Front Stellung:	11mm
UK-Front:	93°
UK-Front Stellung:	9mm
Interinzisalwinkel:	130°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

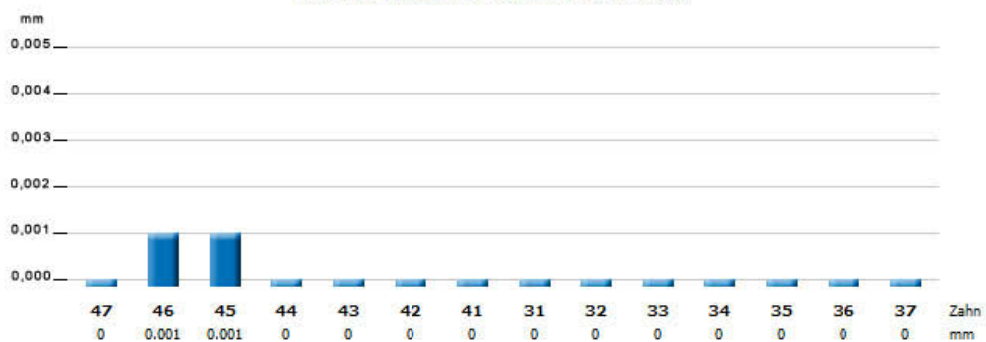
iANB Differenz:	-0.8
WITS Differenz:	-1.5mm
OK-Front Differenz:	-18°
OK-Front-Stellung Diff.:	-3mm
UK-Front Differenz:	3.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-15°

Tab. 5: FRS-Auswertung













Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 1.98° Torque: 15.21° Rotation: 15.09° In/Out: -0.56 Mesial/Distal: 0.13 Supra/Infra: 2.55	Tip: 16.06° Torque: 6.93° Rotation: 17.51° In/Out: -0.63 Mesial/Distal: -1.49 Supra/Infra: 0.61	Tip: 5.42° Torque: 4.23° Rotation: 5.43° In/Out: 0.11 Mesial/Distal: -0.26 Supra/Infra: 0.31	Tip: 7.13° Torque: 7.68° Rotation: 7.65° In/Out: 0.70 Mesial/Distal: 0.67 Supra/Infra: 0.39	Tip: 5.95° Torque: 1.53° Rotation: 5.96° In/Out: 0.25 Mesial/Distal: 0.56 Supra/Infra: 0.03	Tip: 2.61° Torque: 6.53° Rotation: 6.92° In/Out: -0.14 Mesial/Distal: 0.31 Supra/Infra: -0.12	Tip: 2.74° Torque: 4.10° Rotation: 4.93° In/Out: -0.10 Mesial/Distal: 0.01 Supra/Infra: 0.10
						
Tip: 2.84° Torque: 8.75° Rotation: 9.17° In/Out: 1.07 Mesial/Distal: 1.00 Supra/Infra: 1.43	Tip: 2.29° Torque: 2.16° Rotation: 2.62° In/Out: 0.76 Mesial/Distal: 0.83 Supra/Infra: 0.83	Tip: 1.90° Torque: 1.55° Rotation: 1.12° In/Out: 0.49 Mesial/Distal: 1.24 Supra/Infra: 0.16	Tip: 1.91° Torque: 5.79° Rotation: 5.47° In/Out: -0.01 Mesial/Distal: 0.83 Supra/Infra: 0.81	Tip: 3.93° Torque: 6.24° Rotation: 4.95° In/Out: -0.30 Mesial/Distal: 0.54 Supra/Infra: 0.93	Tip: 5.19° Torque: 1.59° Rotation: 5.23° In/Out: -0.04 Mesial/Distal: 0.06 Supra/Infra: 0.96	Tip: 2.31° Torque: 2.28° Rotation: 0.39° In/Out: -0.21 Mesial/Distal: 0.01 Supra/Infra: 0.47

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 16

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.21° (±1.33)	In/Out: 0.12 mm (±0.29)
Torque: 3.63° (±2.21)	Mesial/Distal: 0.10 mm (±0.15)
Rotation: 4.37° (±2.79)	Supra/Infra: 0.41 mm (±0.48)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.45° (±3.75)	In/Out: 0.38 mm (±0.58)
Torque: 5.33° (±3.77)	Mesial/Distal: 0.57 mm (±0.73)
Rotation: 6.60° (±4.75)	Supra/Infra: 0.69 mm (±0.69)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS
Bogen 4:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	2.64
WITS:	1.5mm
Skel, Klasse:	I
OK-Front:	114°
OK-Front Stellung:	14mm
UK-Front:	89.5°
UK-Front Stellung:	8mm
Interinzisalwinkel:	115°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

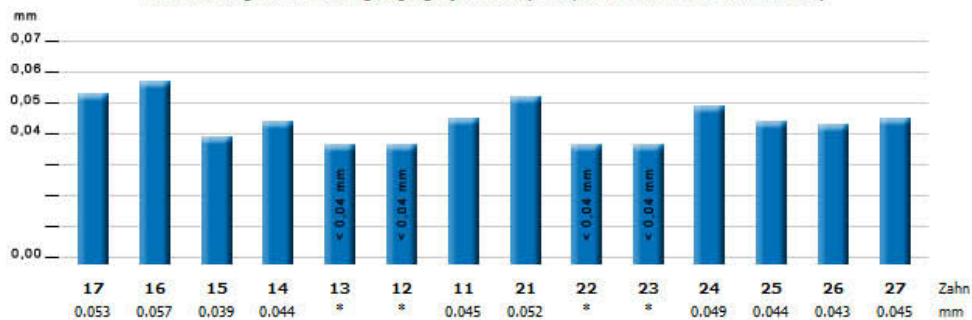
iANB-ANB:	1.44
WITS:	3mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	96°
OK-Front Stellung:	11mm
UK-Front:	93°
UK-Front Stellung:	9mm
Interinzisalwinkel:	130°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

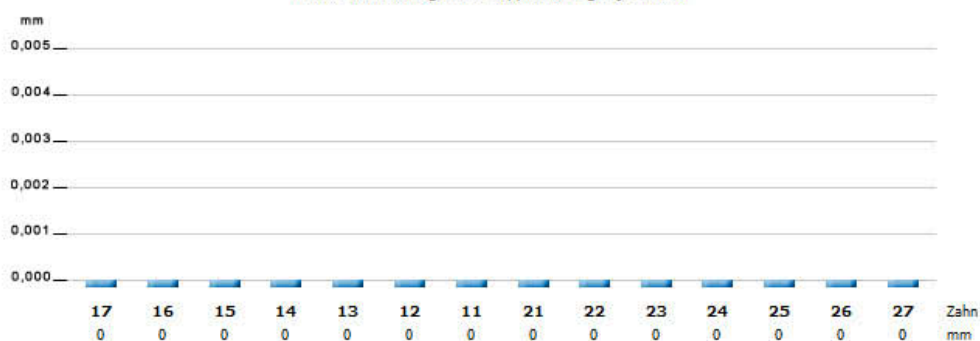
iANB Differenz:	-0.8
WITS Differenz:	-1.5mm
OK-Front Differenz:	-18°
OK-Front-Stellung Diff.:	-3mm
UK-Front Differenz:	3.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-15°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 14.43° Torque: 4.37° Rotation: 14.38° In/Out: -3.36 Mesial/Distal: -2.66 Supra/Infra: 0.04	Tip: 6.58° Torque: 2.70° Rotation: 6.84° In/Out: -1.71 Mesial/Distal: -0.71 Supra/Infra: 0.66	Tip: 3.16° Torque: 3.73° Rotation: 4.87° In/Out: -0.27 Mesial/Distal: 0.06 Supra/Infra: 1.24	Tip: 0.36° Torque: 4.30° Rotation: 4.29° In/Out: -1.18 Mesial/Distal: -0.87 Supra/Infra: 1.19	Tip: 4.39° Torque: 2.90° Rotation: 3.34° In/Out: 0.61 Mesial/Distal: 0.35 Supra/Infra: 1.47	Tip: 7.30° Torque: 3.29° Rotation: 6.52° In/Out: 0.76 Mesial/Distal: 0.63 Supra/Infra: -0.06	Tip: 1.76° Torque: 0.51° Rotation: 1.77° In/Out: 0.23 Mesial/Distal: -0.15 Supra/Infra: 0.20
						
Tip: 16.83° Torque: 8.89° Rotation: 18.81° In/Out: 2.41 Mesial/Distal: 1.76 Supra/Infra: 1.54	Tip: 7.75° Torque: 3.62° Rotation: 8.11° In/Out: 2.28 Mesial/Distal: 1.37 Supra/Infra: 1.44	Tip: 5.49° Torque: 5.03° Rotation: 7.37° In/Out: 0.70 Mesial/Distal: 0.68 Supra/Infra: 0.65	Tip: 6.38° Torque: 4.89° Rotation: 4.10° In/Out: 0.68 Mesial/Distal: -1.07 Supra/Infra: -0.39	Tip: 4.14° Torque: 3.58° Rotation: 2.46° In/Out: -0.79 Mesial/Distal: -0.07 Supra/Infra: -0.28	Tip: 4.24° Torque: 4.02° Rotation: 1.34° In/Out: -0.07 Mesial/Distal: -0.01 Supra/Infra: 0.74	Tip: 1.64° Torque: 2.08° Rotation: 2.44° In/Out: 0.08 Mesial/Distal: -0.14 Supra/Infra: -0.05

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 15

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.74° (±2.66)	In/Out: 0.28 mm (±0.36)
Torque: 2.48° (±1.53)	Mesial/Distal: 0.23 mm (±0.41)
Rotation: 3.02° (±2.38)	Supra/Infra: 0.26 mm (±0.38)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.03° (±4.64)	In/Out: 1.08 mm (±1.86)
Torque: 3.85° (±1.87)	Mesial/Distal: 0.75 mm (±1.38)
Rotation: 6.19° (±4.97)	Supra/Infra: 0.71 mm (±0.70)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-1.26
WITS:	4mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	103°
UK-Front Stellung:	3mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	tend. horizontal

Tab. 5.2: ZB-FRS

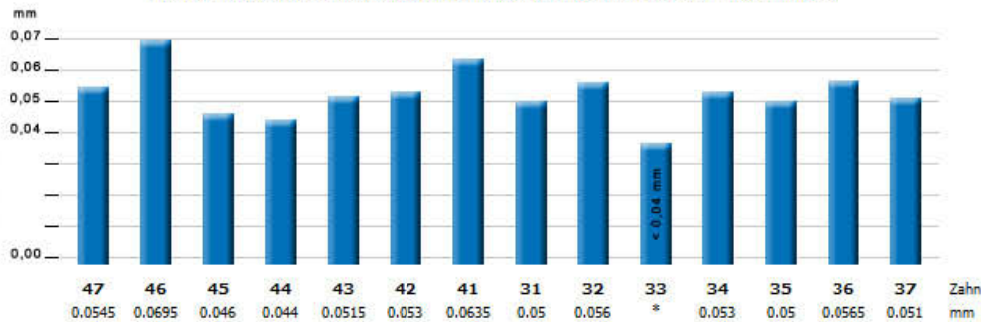
iANB-ANB:	-1.26
WITS:	3mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	111°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	119.5°
WTM:	tend. horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

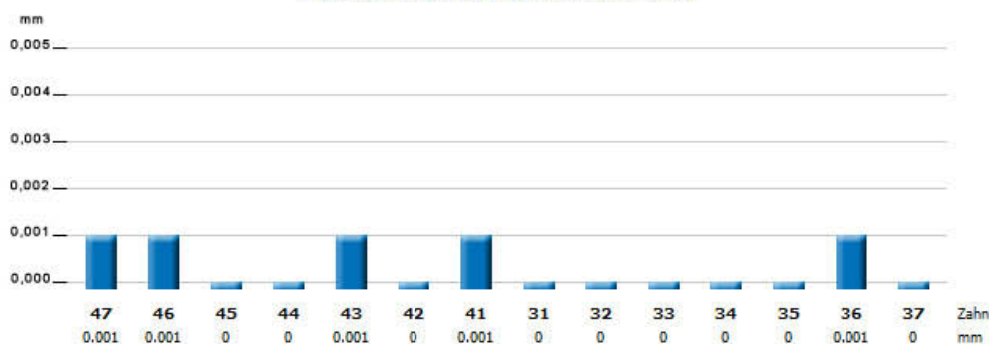
iANB Differenz:	0
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	0°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	2mm
Interinzisalwinkel Diff.:	7.5°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

17	16	15	14	13	12	11
Tip: 11.13°	Tip: 4.98°	Tip: 5.91°	Tip: 10.78°	Tip: 9.19°	Tip: 4.71°	Tip: 3.41°
Torque: 7.68°	Torque: 1.20°	Torque: 1.52°	Torque: 5.75°	Torque: 5.86°	Torque: 8.70°	Torque: 6.77°
Rotation: 11.71°	Rotation: 4.83°	Rotation: 5.71°	Rotation: 9.93°	Rotation: 10.67°	Rotation: 9.48°	Rotation: 7.44°
In/Out: -7.68	In/Out: -2.17	In/Out: -2.22	In/Out: -1.80	In/Out: -1.33	In/Out: 0.11	In/Out: 0.52
Mesial/Distal: 4.69	Mesial/Distal: 0.29	Mesial/Distal: 1.65	Mesial/Distal: 2.77	Mesial/Distal: 0.94	Mesial/Distal: 0.44	Mesial/Distal: 0.04
Supra/Infra: 2.05	Supra/Infra: -1.16	Supra/Infra: -0.04	Supra/Infra: 1.51	Supra/Infra: -0.89	Supra/Infra: -0.57	Supra/Infra: 0.00

27	26	25	24	23	22	21
Tip: 6.60°	Tip: 5.01°	Tip: 8.63°	Tip: 10.65°	Tip: 11.06°	Tip: 5.30°	Tip: 2.79°
Torque: 5.22°	Torque: 2.14°	Torque: 2.70°	Torque: 7.86°	Torque: 8.21°	Torque: 7.40°	Torque: 6.03°
Rotation: 8.42°	Rotation: 5.44°	Rotation: 9.02°	Rotation: 12.31°	Rotation: 9.58°	Rotation: 8.74°	Rotation: 6.41°
In/Out: 6.06	In/Out: 3.53	In/Out: 4.55	In/Out: 1.10	In/Out: 2.21	In/Out: 0.57	In/Out: 0.46
Mesial/Distal: 2.12	Mesial/Distal: 1.79	Mesial/Distal: 1.43	Mesial/Distal: 1.97	Mesial/Distal: -0.10	Mesial/Distal: 0.05	Mesial/Distal: -0.41
Supra/Infra: 0.20	Supra/Infra: 0.22	Supra/Infra: 0.14	Supra/Infra: 1.55	Supra/Infra: -1.99	Supra/Infra: -0.28	Supra/Infra: -0.18

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 15

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.05° (±1.15)	In/Out: 0.41 mm (±0.21)
Torque: 7.23° (±1.13)	Mesial/Distal: 0.24 mm (±0.42)
Rotation: 8.02° (±1.36)	Supra/Infra: 0.26 mm (±0.64)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 7.15° (±2.99)	In/Out: 2.45 mm (±4.07)
Torque: 5.50° (±2.59)	Mesial/Distal: 1.33 mm (±1.39)
Rotation: 8.55° (±2.32)	Supra/Infra: 0.77 mm (±1.33)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0.16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 016x022S5

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-1.26
WITS:	4mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	103°
UK-Front Stellung:	3mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	tend, horizontal

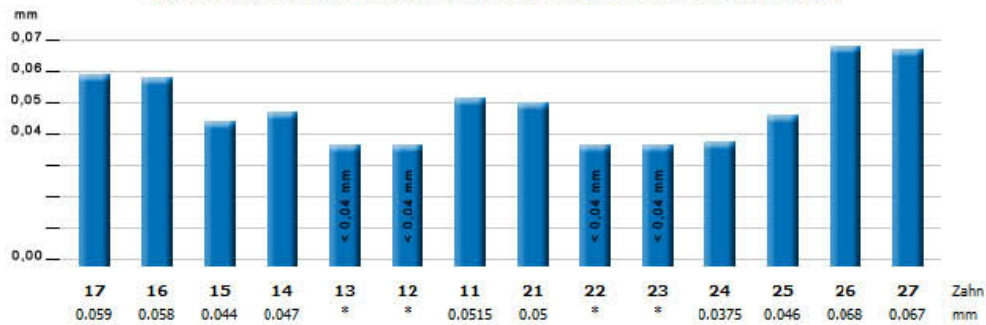
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-1.26
WITS:	3mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	102°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	111°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	119.5°
WTM:	tend, horizontal

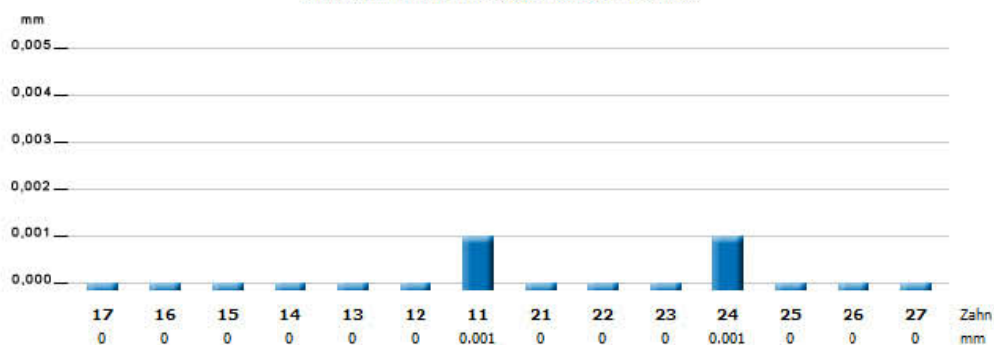
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	0
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	0°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	2mm
Interinzisalwinkel Diff.:	7.5°






Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0°	Tip: 4.43°	Tip: 0°	Tip: 3.89°	Tip: 3.54°	Tip: 5.74°	Tip: 4.84°
Torque: 0°	Torque: 3.15°	Torque: 0°	Torque: 3.85°	Torque: 1.07°	Torque: 1.42°	Torque: 4.23°
Rotation: 0°	Rotation: 4.09°	Rotation: 0°	Rotation: 1.63°	Rotation: 3.37°	Rotation: 5.63°	Rotation: 5.25°
In/Out: 0	In/Out: -0.42	In/Out: 0	In/Out: -0.19	In/Out: -0.62	In/Out: 1.42	In/Out: 0.58
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -1.41	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 1.48	Mesial/Distal: 0.26	Mesial/Distal: -0.54	Mesial/Distal: 0.05
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -1.76	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0.65	Supra/Infra: -0.96	Supra/Infra: -0.13	Supra/Infra: -0.04
						
Tip: 0°	Tip: 2.92°	Tip: 0°	Tip: 3.69°	Tip: 0.40°	Tip: 5.09°	Tip: 2.77°
Torque: 0°	Torque: 2.91°	Torque: 0°	Torque: 1.54°	Torque: 0.59°	Torque: 4.34°	Torque: 5.52°
Rotation: 0°	Rotation: 0.47°	Rotation: 0°	Rotation: 3.77°	Rotation: 0.55°	Rotation: 2.66°	Rotation: 4.92°
In/Out: 0	In/Out: 0.59	In/Out: 0	In/Out: -0.99	In/Out: -0.01	In/Out: -0.27	In/Out: -0.24
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -1.52	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -0.84	Mesial/Distal: 0.27	Mesial/Distal: -0.76	Mesial/Distal: 0.06
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.52	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: -0.07	Supra/Infra: 0.37	Supra/Infra: -0.78	Supra/Infra: 0.29

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 34

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.61° (±1.28)	In/Out: 0.63 mm (±0.85)
Torque: 3.88° (±1.74)	Mesial/Distal: 0.35 mm (±0.86)
Rotation: 4.62° (±1.34)	Supra/Infra: 0.31 mm (±0.71)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 3.73° (±1.50)	In/Out: 0.53 mm (±0.91)
Torque: 2.86° (±1.65)	Mesial/Distal: 0.72 mm (±1.40)
Rotation: 3.23° (±1.87)	Supra/Infra: 0.56 mm (±1.15)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA
Bogen 4:	17,5x17,5TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.2: ZB-FRS

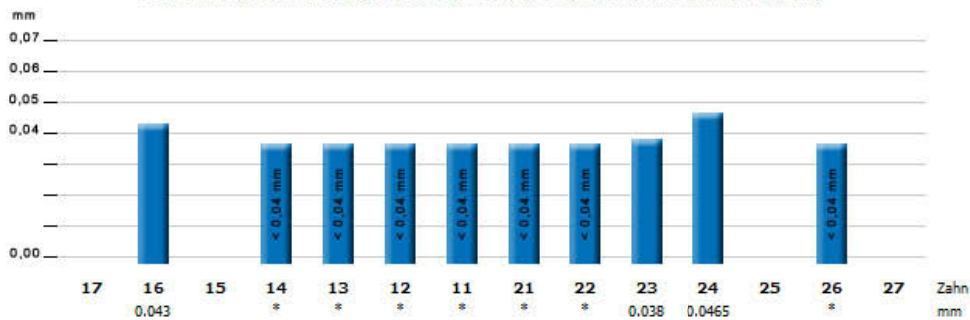
iANB-ANB:	-0.06
WITS:	4,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	3mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	0,5mm
Interinzisalwinkel:	130°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

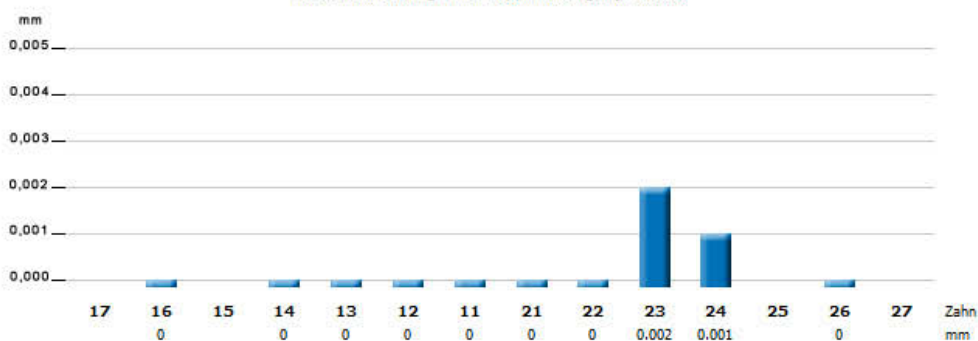
iANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

Tip: 0°	Tip: 0°	Tip: 0°	Tip: 10.53°	Tip: 11.21°	Tip: 1.46°	Tip: 0.59°
Torque: 0°	Torque: 0°	Torque: 0°	Torque: 10.93°	Torque: 11.48°	Torque: 0.68°	Torque: 3.32°
Rotation: 0°	Rotation: 0°	Rotation: 0°	Rotation: 3.73°	Rotation: 3.00°	Rotation: 1.51°	Rotation: 3.26°
In/Out: 0	In/Out: 0	In/Out: 0	In/Out: 1.95	In/Out: 1.75	In/Out: 0.23	In/Out: 0.08
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 1.94	Mesial/Distal: -1.22	Mesial/Distal: 0.25	Mesial/Distal: -0.07
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 2.53	Supra/Infra: -2.22	Supra/Infra: 0.10	Supra/Infra: 0.20
Tip: 0°	Tip: 0°	Tip: 0°	Tip: 14.23°	Tip: 4.72°	Tip: 3.50°	Tip: 3.17°
Torque: 0°	Torque: 0°	Torque: 0°	Torque: 12.18°	Torque: 3.91°	Torque: 2.13°	Torque: 2.16°
Rotation: 0°	Rotation: 0°	Rotation: 0°	Rotation: 7.74°	Rotation: 2.74°	Rotation: 4.05°	Rotation: 3.58°
In/Out: 0	In/Out: 0	In/Out: 0	In/Out: -0.28	In/Out: -0.49	In/Out: -0.11	In/Out: -0.07
Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 2.88	Mesial/Distal: -0.06	Mesial/Distal: 0.44	Mesial/Distal: 0.33
Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 3.96	Supra/Infra: -0.78	Supra/Infra: 0.13	Supra/Infra: -0.06

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 34

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.18° (±1.39)	In/Out: 0.12 mm (±0.19)
Torque: 2.07° (±1.08)	Mesial/Distal: 0.27 mm (±0.22)
Rotation: 3.10° (±1.11)	Supra/Infra: 0.12 mm (±0.11)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.18° (±5.08)	In/Out: 0.62 mm (±0.97)
Torque: 5.85° (±4.81)	Mesial/Distal: 0.90 mm (±1.33)
Rotation: 3.70° (±1.81)	Supra/Infra: 1.25 mm (±2.09)

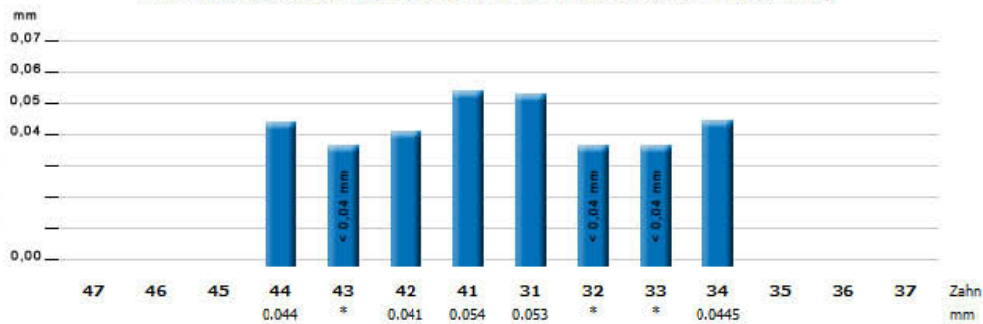
Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,14NITI
Bogen 2:	0,16NITI
Bogen 3:	016x022NITI

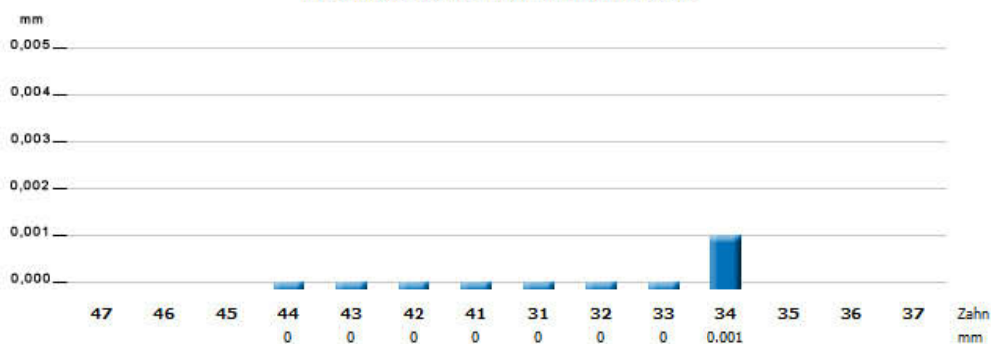
Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS	Tab. 5.2: ZB-FRS	Tab. 5.3: FRS-Vergleich
iANB-ANB: -	iANB-ANB: -0.06	iANB Differenz: -
WITS: -mm	WITS: 4.5mm	WITS Differenz: -mm
Skel. Klasse: -	Skel. Klasse: II	OK-Front Differenz: °
OK-Front: °	OK-Front: 103°	OK-Front-Stellung Diff.: -mm
OK-Front Stellung: mm	OK-Front Stellung: 3mm	UK-Front Differenz: °
UK-Front: °	UK-Front: 95°	UK-Front-Stellung Diff.: -mm
UK-Front Stellung: mm	UK-Front Stellung: 0.5mm	Interinzisalwinkel Diff.: °
Interinzisalwinkel: °	Interinzisalwinkel: 130°	WTM: ausgeglichen
WTM: -		















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 13.85°	Tip: 7.43°	Tip: 4.89°	Tip: 4.23°	Tip: 2.15°	Tip: 7.56°	Tip: 2.79°
Torque: 5.38°	Torque: 7.48°	Torque: 5.58°	Torque: 2.67°	Torque: 2.58°	Torque: 1.59°	Torque: 3.68°
Rotation: 14.22°	Rotation: 3.77°	Rotation: 3.66°	Rotation: 4.67°	Rotation: 2.80°	Rotation: 7.53°	Rotation: 4.12°
In/Out: -7.48	In/Out: -1.76	In/Out: -1.29	In/Out: -0.31	In/Out: 0.36	In/Out: -0.60	In/Out: -0.46
Mesial/Distal: -2.64	Mesial/Distal: -3.76	Mesial/Distal: -1.84	Mesial/Distal: -0.29	Mesial/Distal: -0.09	Mesial/Distal: -0.67	Mesial/Distal: 0.31
Supra/Infra: 0.33	Supra/Infra: -1.29	Supra/Infra: -0.40	Supra/Infra: 0.56	Supra/Infra: 0.50	Supra/Infra: -0.27	Supra/Infra: 0.02
						
Tip: 7.00°	Tip: 6.84°	Tip: 2.04°	Tip: 5.43°	Tip: 1.71°	Tip: 2.59°	Tip: 2.51°
Torque: 8.07°	Torque: 8.05°	Torque: 2.23°	Torque: 5.37°	Torque: 1.84°	Torque: 1.62°	Torque: 1.98°
Rotation: 10.63°	Rotation: 4.25°	Rotation: 1.06°	Rotation: 2.11°	Rotation: 0.68°	Rotation: 2.27°	Rotation: 2.67°
In/Out: 7.44	In/Out: 1.13	In/Out: -0.51	In/Out: -0.92	In/Out: 0.02	In/Out: -0.71	In/Out: -0.44
Mesial/Distal: -2.08	Mesial/Distal: -3.97	Mesial/Distal: 0.63	Mesial/Distal: -1.54	Mesial/Distal: -0.55	Mesial/Distal: -0.03	Mesial/Distal: 0.12
Supra/Infra: 0.90	Supra/Infra: -2.05	Supra/Infra: 0.96	Supra/Infra: -1.39	Supra/Infra: 0.64	Supra/Infra: -0.06	Supra/Infra: -0.03

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 13

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.86° (±2.47)	In/Out: 0.56 mm (±1.29)
Torque: 2.22° (±0.99)	Mesial/Distal: 0.28 mm (±0.58)
Rotation: 4.15° (±2.39)	Supra/Infra: 0.10 mm (±0.25)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.07° (±3.32)	In/Out: 1.67 mm (±3.70)
Torque: 4.15° (±2.45)	Mesial/Distal: 1.32 mm (±2.99)
Rotation: 4.60° (±3.78)	Supra/Infra: 0.67 mm (±1.22)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	3,34
WITS:	-1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	113°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	93°
UK-Front Stellung:	4mm
Interinzisalwinkel:	119°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

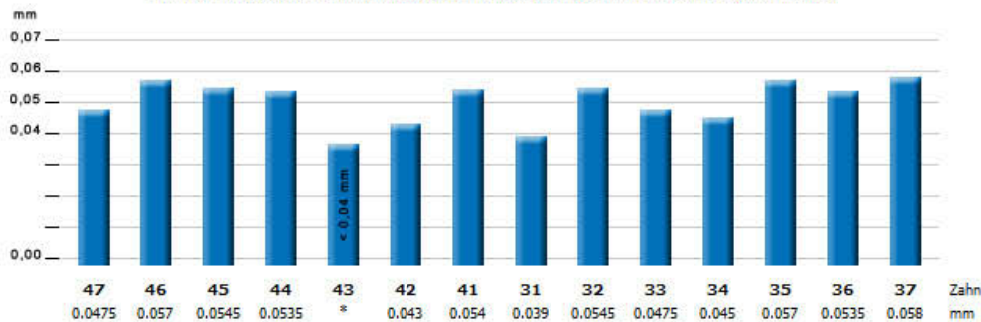
iANB-ANB:	3,14
WITS:	-1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	7,5mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	118°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

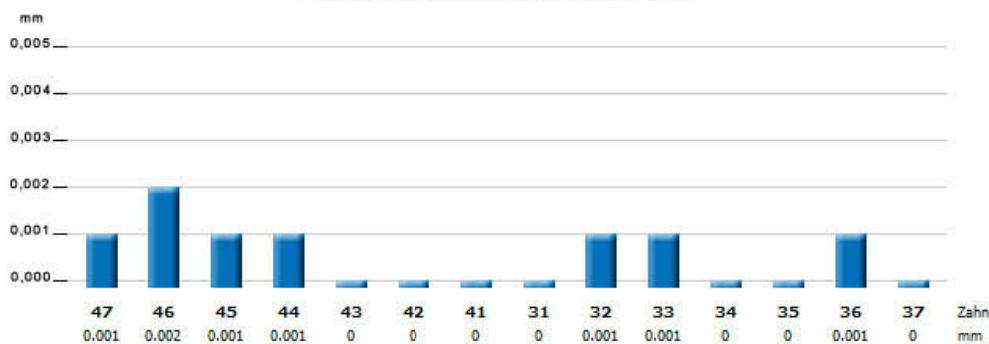
iANB Differenz:	-0,3
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	-2°
OK-Front-Stellung Diff.:	0,5mm
UK-Front Differenz:	2°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	1°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	°	Tip: 6.16°	Tip: 3.21°	Tip: 2.80°	Tip: 8.20°	Tip: 3.47°	Tip: 6.25°
Torque:	°	Torque: 6.35°	Torque: 4.01°	Torque: 2.81°	Torque: 2.94°	Torque: 5.27°	Torque: 6.63°
Rotation:	°	Rotation: 1.90°	Rotation: 4.30°	Rotation: 3.75°	Rotation: 7.65°	Rotation: 5.19°	Rotation: 6.04°
In/Out:	0	In/Out: -0.22	In/Out: -1.12	In/Out: -1.70	In/Out: -2.08	In/Out: -0.04	In/Out: -0.28
Mesial/Distal:	0	Mesial/Distal: -2.66	Mesial/Distal: 0.17	Mesial/Distal: 1.20	Mesial/Distal: 0.37	Mesial/Distal: -0.10	Mesial/Distal: -0.20
Supra/Infra:	0	Supra/Infra: -1.65	Supra/Infra: 0.41	Supra/Infra: 1.52	Supra/Infra: 0.11	Supra/Infra: -0.11	Supra/Infra: -0.48

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	°	Tip: 1.48°	Tip: 1.41°	Tip: 3.36°	Tip: 6.85°	Tip: 5.66°	Tip: 3.08°
Torque:	°	Torque: 1.47°	Torque: 0.89°	Torque: 2.42°	Torque: 5.34°	Torque: 6.14°	Torque: 4.70°
Rotation:	°	Rotation: 0.41°	Rotation: 1.49°	Rotation: 4.01°	Rotation: 8.20°	Rotation: 4.95°	Rotation: 3.57°
In/Out:	0	In/Out: 0.13	In/Out: 0.80	In/Out: 1.93	In/Out: 0.90	In/Out: 0.22	In/Out: -0.03
Mesial/Distal:	0	Mesial/Distal: -0.65	Mesial/Distal: 0.53	Mesial/Distal: 0.17	Mesial/Distal: 0.20	Mesial/Distal: -0.07	Mesial/Distal: -0.21
Supra/Infra:	0	Supra/Infra: -0.23	Supra/Infra: 0.69	Supra/Infra: 0.17	Supra/Infra: -0.82	Supra/Infra: -1.04	Supra/Infra: -0.40

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 13

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	4.62° (±1.57)	In/Out:	0.14 mm (±0.28)
Torque:	5.69° (±0.86)	Mesial/Distal:	0.14 mm (±0.34)
Rotation:	4.94° (±1.02)	Supra/Infra:	0.51 mm (±1.23)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	4.33° (±2.21)	In/Out:	0.79 mm (±1.46)
Torque:	4.08° (±1.95)	Mesial/Distal:	0.54 mm (±1.15)
Rotation:	4.29° (±2.34)	Supra/Infra:	0.64 mm (±1.17)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	3,34
WITS:	-1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	113°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	93°
UK-Front Stellung:	4mm
Interinzisalwinkel:	119°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

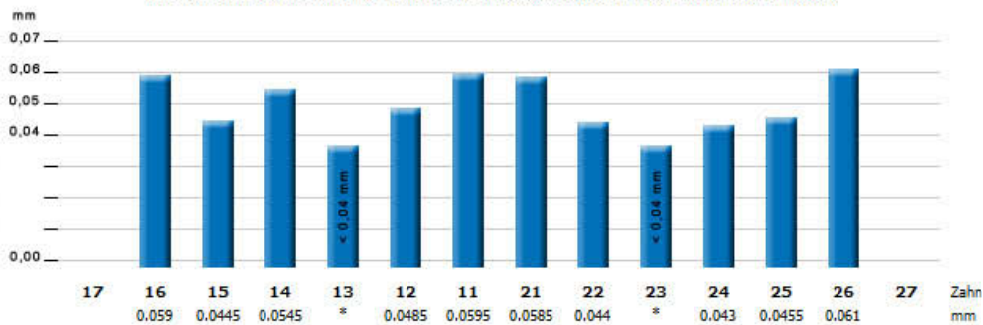
iANB-ANB:	3,14
WITS:	-1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	7,5mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	5mm
Interinzisalwinkel:	118°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

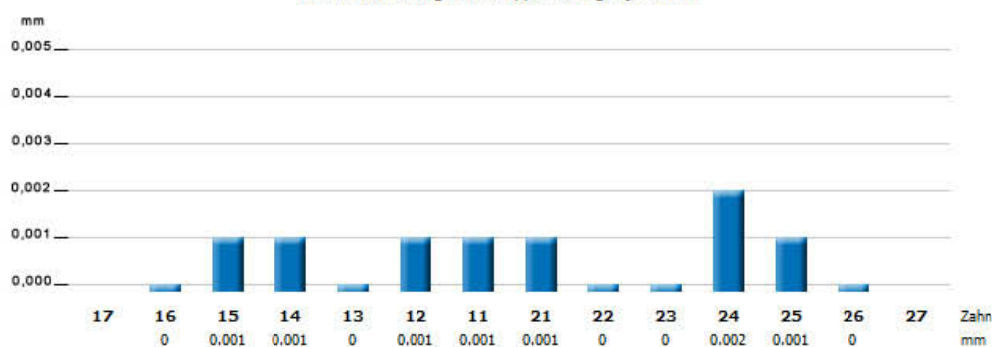
iANB Differenz:	-0,3
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	-2°
OK-Front-Stellung Diff.:	0,5mm
UK-Front Differenz:	2°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	1°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	8.46°	4.87°	7.64°	7.20°	4.85°	7.38°	5.70°
Torque:	8.60°	4.41°	2.37°	8.18°	6.72°	6.70°	0.91°
Rotation:	3.76°	2.17°	7.91°	6.50°	6.26°	3.52°	5.74°
In/Out:	0.32	0.30	0.32	-0.12	-0.43	-0.10	-0.19
Mesial/Distal:	1.73	1.46	2.21	1.93	1.04	1.00	0.12
Supra/Infra:	-1.33	-0.18	-0.12	-0.36	-0.28	-1.02	0.00

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	5.71°	11.06°	9.45°	1.86°	4.99°	4.36°	3.94°
Torque:	6.27°	4.84°	11.65°	6.73°	5.57°	2.59°	0.89°
Rotation:	4.20°	10.06°	13.27°	6.92°	4.44°	3.58°	3.92°
In/Out:	0.69	1.53	0.22	-0.60	-0.35	-0.09	-0.05
Mesial/Distal:	0.16	-0.96	-0.68	0.25	0.60	0.57	-0.03
Supra/Infra:	-1.20	-0.90	-0.57	-0.01	-0.23	-0.45	0.01

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 14

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	5.35° (±1.55)	In/Out:	0.11 mm (±0.26)
Torque:	2.77° (±2.74)	Mesial/Distal:	0.43 mm (±0.47)
Rotation:	4.19° (±1.05)	Supra/Infra:	0.37 mm (±0.98)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	6.25° (±2.43)	In/Out:	0.38 mm (±0.61)
Torque:	5.46° (±3.06)	Mesial/Distal:	0.91 mm (±0.98)
Rotation:	5.88° (±2.98)	Supra/Infra:	0.48 mm (±1.09)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS
Bogen 4:	18.2x18.2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.96
WITS:	5.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	96.5°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	8.5mm
Interinzisalwinkel:	125°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

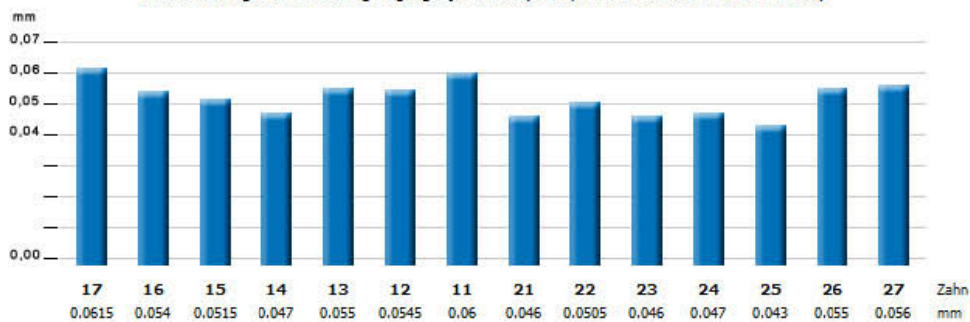
iANB-ANB:	-0.56
WITS:	2.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	9.5mm
Interinzisalwinkel:	110°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

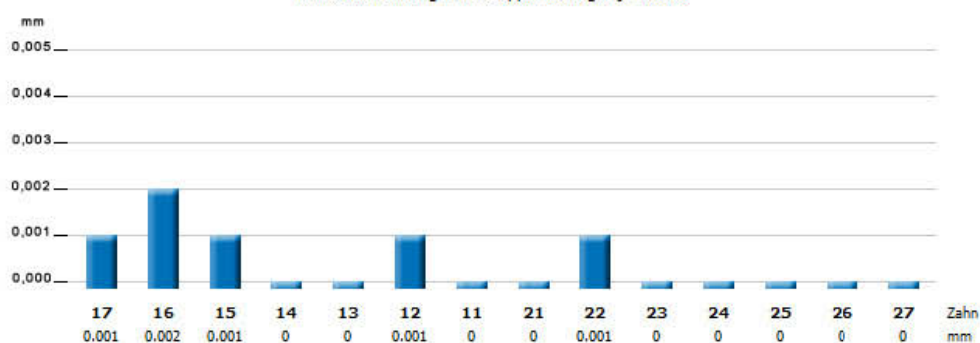
iANB Differenz:	1.6
WITS Differenz:	3mm
OK-Front Differenz:	9.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	15°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6.76° Torque: 10.15° Rotation: 9.41° In/Out: -0.23 Mesial/Distal: 1.16 Supra/Infra: 0.62	Tip: 2.63° Torque: 5.37° Rotation: 5.46° In/Out: 0.33 Mesial/Distal: 1.19 Supra/Infra: -0.07	Tip: 3.80° Torque: 4.78° Rotation: 3.20° In/Out: 0.33 Mesial/Distal: 0.64 Supra/Infra: -0.04	Tip: 4.31° Torque: 0.47° Rotation: 4.33° In/Out: -0.24 Mesial/Distal: 0.70 Supra/Infra: 0.25	Tip: 5.37° Torque: 2.83° Rotation: 4.82° In/Out: -0.31 Mesial/Distal: 0.31 Supra/Infra: 0.19	Tip: 2.33° Torque: 2.85° Rotation: 1.69° In/Out: -0.10 Mesial/Distal: 0.23 Supra/Infra: 0.11	Tip: 2.71° Torque: 1.23° Rotation: 2.80° In/Out: -0.14 Mesial/Distal: -0.03 Supra/Infra: -0.03
						
Tip: 5.50° Torque: 5.13° Rotation: 3.34° In/Out: -0.79 Mesial/Distal: -0.18 Supra/Infra: 1.31	Tip: 5.74° Torque: 5.56° Rotation: 1.71° In/Out: -0.64 Mesial/Distal: 0.42 Supra/Infra: 0.32	Tip: 7.52° Torque: 6.43° Rotation: 9.83° In/Out: -0.81 Mesial/Distal: 1.05 Supra/Infra: -0.36	Tip: 5.66° Torque: 3.99° Rotation: 4.73° In/Out: -0.29 Mesial/Distal: 0.29 Supra/Infra: 0.59	Tip: 5.55° Torque: 7.54° Rotation: 5.21° In/Out: -0.33 Mesial/Distal: -0.22 Supra/Infra: 0.17	Tip: 3.96° Torque: 5.64° Rotation: 4.09° In/Out: -0.40 Mesial/Distal: -0.11 Supra/Infra: -0.08	Tip: 1.54° Torque: 3.04° Rotation: 2.88° In/Out: -0.25 Mesial/Distal: -0.04 Supra/Infra: -0.25

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 14

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.64° (±1.01)	In/Out: 0.22 mm (±0.53)
Torque: 3.19° (±1.82)	Mesial/Distal: 0.10 mm (±0.18)
Rotation: 2.87° (±0.98)	Supra/Infra: 0.12 mm (±0.26)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.53° (±1.77)	In/Out: 0.37 mm (±0.75)
Torque: 4.64° (±2.53)	Mesial/Distal: 0.47 mm (±0.50)
Rotation: 4.54° (±2.46)	Supra/Infra: 0.31 mm (±0.44)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS
Bogen 4:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.96
WITS:	5.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	96.5°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	8.5mm
Interinzisalwinkel:	125°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

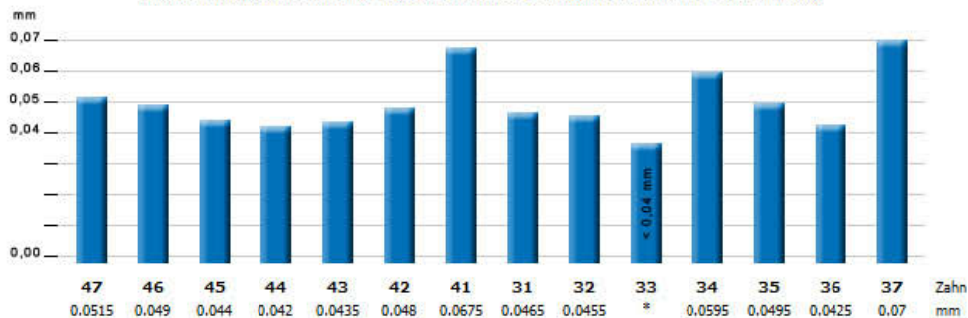
iANB-ANB:	-0.56
WITS:	2.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	9.5mm
Interinzisalwinkel:	110°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

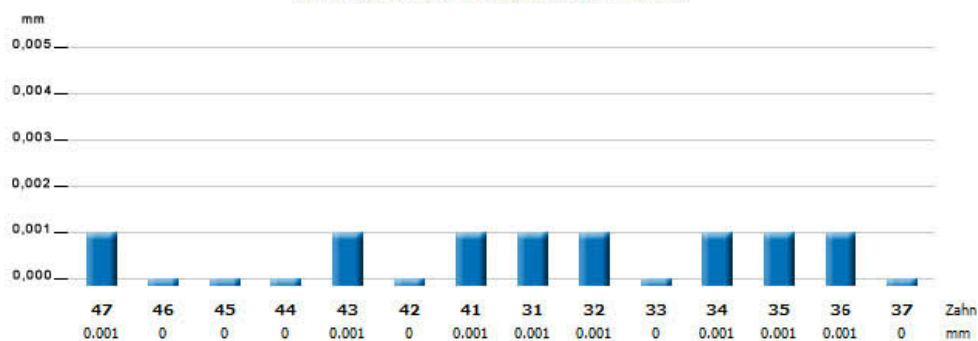
iANB Differenz:	1.6
WITS Differenz:	3mm
OK-Front Differenz:	9.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	15°

Tab. 5: FRS-Auswertung










Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 3.94° Torque: 2.06° Rotation: 4.05° In/Out: 1.26 Mesial/Distal: -0.19 Supra/Infra: 0.48	Tip: 1.11° Torque: 2.82° Rotation: 2.59° In/Out: -1.07 Mesial/Distal: 0.69 Supra/Infra: 0.46	Tip: 0.92° Torque: 5.30° Rotation: 5.28° In/Out: -1.66 Mesial/Distal: 0.91 Supra/Infra: 0.60	Tip: 3.81° Torque: 5.72° Rotation: 5.87° In/Out: -1.30 Mesial/Distal: -0.19 Supra/Infra: -0.66	Tip: 1.94° Torque: 5.07° Rotation: 4.87° In/Out: 1.09 Mesial/Distal: -0.12 Supra/Infra: -0.34	Tip: 4.62° Torque: 0.76° Rotation: 4.55° In/Out: 0.01 Mesial/Distal: 0.79 Supra/Infra: 0.02	Tip: 2.98° Torque: 2.01° Rotation: 3.14° In/Out: 0.46 Mesial/Distal: -0.24 Supra/Infra: 0.06
						
Tip: 4.36° Torque: 3.99° Rotation: 3.79° In/Out: -0.23 Mesial/Distal: 1.75 Supra/Infra: 1.55	Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 4.02° Torque: 3.30° Rotation: 3.29° In/Out: 0.28 Mesial/Distal: 1.75 Supra/Infra: 1.45	Tip: 11.07° Torque: 10.67° Rotation: 4.75° In/Out: 2.95 Mesial/Distal: -2.71 Supra/Infra: -2.83	Tip: 4.16° Torque: 3.03° Rotation: 4.08° In/Out: 0.41 Mesial/Distal: -0.28 Supra/Infra: -0.42	Tip: 2.34° Torque: 2.45° Rotation: 1.61° In/Out: 0.65 Mesial/Distal: 0.23 Supra/Infra: -0.34	Tip: 2.54° Torque: 2.90° Rotation: 1.71° In/Out: 0.33 Mesial/Distal: 0.03 Supra/Infra: -0.16

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 41

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.12° (±1.04)	In/Out: 0.36 mm (±0.27)
Torque: 2.03° (±0.92)	Mesial/Distal: 0.32 mm (±0.46)
Rotation: 2.75° (±1.39)	Supra/Infra: 0.14 mm (±0.34)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 3.68° (±2.54)	In/Out: 0.90 mm (±1.38)
Torque: 3.85° (±2.49)	Mesial/Distal: 0.76 mm (±1.27)
Rotation: 3.81° (±1.31)	Supra/Infra: 0.72 mm (±1.33)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	0.84
WITS:	3.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	110°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	2.5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	horizontal

Tab. 5.2: ZB-FRS

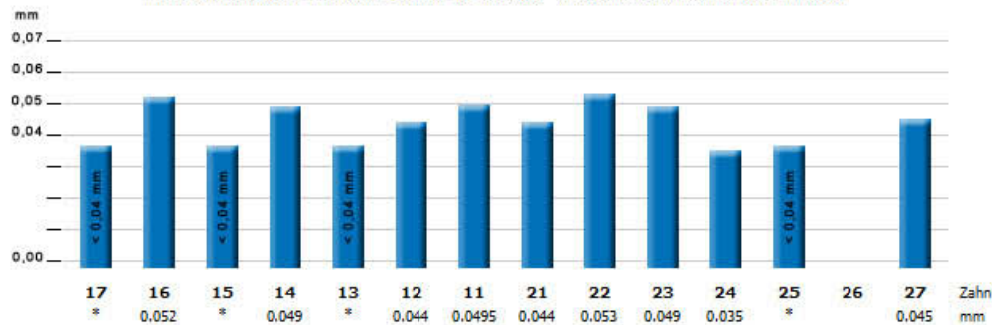
iANB-ANB:	1.04
WITS:	3.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	115°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	3.5mm
Interinzisalwinkel:	116°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

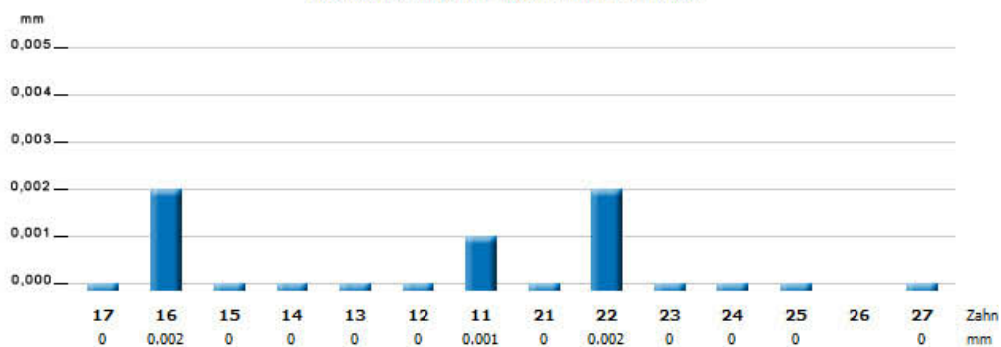
iANB Differenz:	0.3
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	5°
OK-Front-Stellung Diff.:	1mm
UK-Front Differenz:	6°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	11°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 3.97° Torque: 2.05° Rotation: 4.35° In/Out: 0.38 Mesial/Distal: 0.73 Supra/Infra: 1.19	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 4.05° Torque: 1.64° Rotation: 4.37° In/Out: 0.60 Mesial/Distal: 0.36 Supra/Infra: 0.92	Tip: 9.17° Torque: 5.79° Rotation: 7.22° In/Out: 1.94 Mesial/Distal: -0.98 Supra/Infra: -1.19	Tip: 7.78° Torque: 7.17° Rotation: 4.62° In/Out: 1.03 Mesial/Distal: -0.19 Supra/Infra: -1.67	Tip: 6.42° Torque: 1.92° Rotation: 6.37° In/Out: 0.31 Mesial/Distal: 0.98 Supra/Infra: 0.01	Tip: 5.69° Torque: 8.36° Rotation: 7.94° In/Out: -0.69 Mesial/Distal: 0.19 Supra/Infra: 0.37
						
Tip: 5.53° Torque: 2.18° Rotation: 5.69° In/Out: -1.17 Mesial/Distal: 0.26 Supra/Infra: 2.35	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 6.15° Torque: 2.59° Rotation: 5.94° In/Out: -1.91 Mesial/Distal: -0.62 Supra/Infra: 1.19	Tip: 0.81° Torque: 0.61° Rotation: 0.69° In/Out: -0.82 Mesial/Distal: -0.36 Supra/Infra: 1.68	Tip: 8.54° Torque: 10.18° Rotation: 5.52° In/Out: -1.28 Mesial/Distal: -2.06 Supra/Infra: -0.69	Tip: 1.11° Torque: 6.15° Rotation: 6.05° In/Out: -1.01 Mesial/Distal: -0.45 Supra/Infra: 1.17	Tip: 4.87° Torque: 10.89° Rotation: 10.05° In/Out: -1.16 Mesial/Distal: -0.56 Supra/Infra: 0.54

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 41

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.52° (±2.36)	In/Out: 0.79 mm (±1.78)
Torque: 6.83° (±3.80)	Mesial/Distal: 0.54 mm (±0.92)
Rotation: 7.60° (±1.83)	Supra/Infra: 0.52 mm (±0.48)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.34° (±2.61)	In/Out: 1.02 mm (±1.81)
Torque: 4.96° (±3.59)	Mesial/Distal: 0.64 mm (±1.22)
Rotation: 5.73° (±2.27)	Supra/Infra: 1.08 mm (±1.34)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,12NITI
Bogen 2:	0
Bogen 3:	016x022NITI

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	0.84
WITS:	3.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	110°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	2.5mm
Interinzisalwinkel:	127°
WTM:	horizontal

Tab. 5.2: ZB-FRS

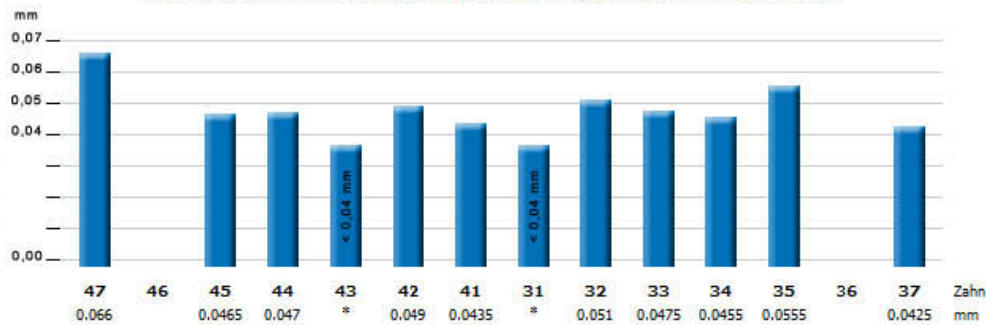
iANB-ANB:	1.04
WITS:	3.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	115°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	107°
UK-Front Stellung:	3.5mm
Interinzisalwinkel:	116°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

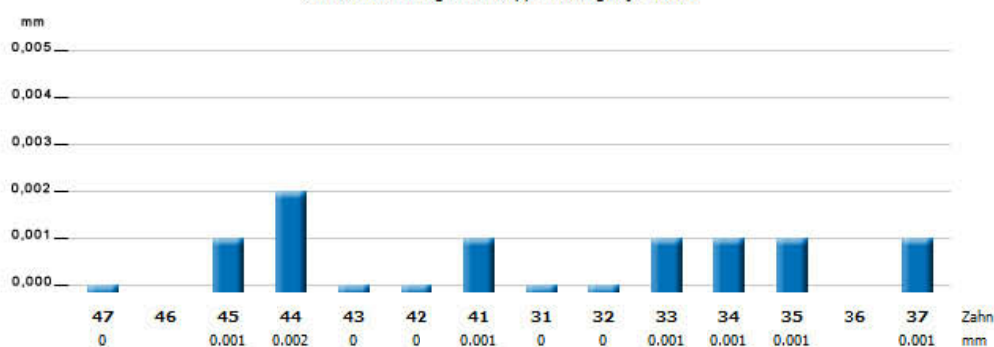
iANB Differenz:	0.3
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	5°
OK-Front-Stellung Diff.:	1mm
UK-Front Differenz:	6°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	11°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 19.71°	Tip: 9.23°	Tip: 8.89°	Tip: 8.31°	Tip: 4.81°	Tip: 5.07°	Tip: 4.65°
Torque: 16.08°	Torque: 6.06°	Torque: 7.11°	Torque: 8.65°	Torque: 6.91°	Torque: 7.69°	Torque: 5.31°
Rotation: 13.38°	Rotation: 7.42°	Rotation: 6.52°	Rotation: 7.35°	Rotation: 6.08°	Rotation: 7.32°	Rotation: 6.91°
In/Out: -4.05	In/Out: -0.56	In/Out: -0.46	In/Out: 0.38	In/Out: 0.37	In/Out: -0.52	In/Out: 0.14
Mesial/Distal: 8.23	Mesial/Distal: -2.45	Mesial/Distal: -2.53	Mesial/Distal: -1.97	Mesial/Distal: -0.44	Mesial/Distal: -0.38	Mesial/Distal: -0.25
Supra/Infra: 8.20	Supra/Infra: -1.39	Supra/Infra: -1.41	Supra/Infra: -1.85	Supra/Infra: -1.33	Supra/Infra: 0.42	Supra/Infra: -0.28
						
Tip: 22.63°	Tip: 6.82°	Tip: 13.50°	Tip: 9.75°	Tip: 3.93°	Tip: 4.41°	Tip: 0.13°
Torque: 13.17°	Torque: 5.96°	Torque: 6.78°	Torque: 9.63°	Torque: 7.37°	Torque: 9.35°	Torque: 6.71°
Rotation: 19.99°	Rotation: 6.27°	Rotation: 11.71°	Rotation: 3.19°	Rotation: 7.98°	Rotation: 10.08°	Rotation: 6.71°
In/Out: 7.32	In/Out: -0.60	In/Out: 3.16	In/Out: -0.24	In/Out: -0.19	In/Out: 0.08	In/Out: 0.03
Mesial/Distal: 5.86	Mesial/Distal: -1.63	Mesial/Distal: -3.52	Mesial/Distal: -0.57	Mesial/Distal: 0.01	Mesial/Distal: -0.12	Mesial/Distal: -0.27
Supra/Infra: 6.50	Supra/Infra: -1.42	Supra/Infra: -2.11	Supra/Infra: -0.39	Supra/Infra: -0.29	Supra/Infra: -0.24	Supra/Infra: -0.06

Behandlungsbeginn: 2003 - Alter des Patienten: 27

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.57° (±2.31)	In/Out: 0.19 mm (±0.43)
Torque: 7.27° (±1.70)	Mesial/Distal: 0.26 mm (±0.60)
Rotation: 7.76° (±1.57)	Supra/Infra: 0.25 mm (±0.47)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 8.70° (±6.22)	In/Out: 1.29 mm (±2.66)
Torque: 8.34° (±2.99)	Mesial/Distal: 2.02 mm (±3.84)
Rotation: 8.64° (±4.13)	Supra/Infra: 1.85 mm (±3.48)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022SS
Bogen 4:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	4,84
WITS:	-3mm
Skel. Klasse:	III
OK-Front:	116°
OK-Front Stellung:	3mm
UK-Front:	81°
UK-Front Stellung:	0mm
Interinzisalwinkel:	137°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.2: ZB-FRS

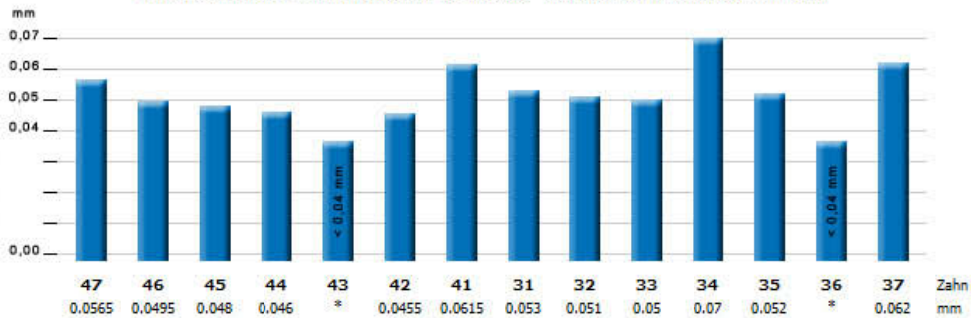
iANB-ANB:	5,24
WITS:	-3mm
Skel. Klasse:	III
OK-Front:	123°
OK-Front Stellung:	4,5mm
UK-Front:	89°
UK-Front Stellung:	2mm
Interinzisalwinkel:	120°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

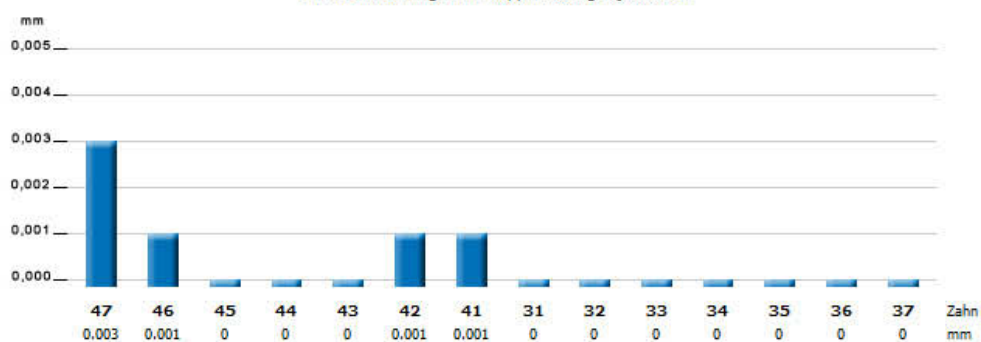
iANB Differenz:	0,6
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	7°
OK-Front-Stellung Diff.:	1,5mm
UK-Front Differenz:	8°
UK-Front-Stellung Diff.:	2mm
Interinzisalwinkel Diff.:	17°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 6.78° Torque: 8.15° Rotation: 9.66° In/Out: -1.52 Mesial/Distal: 1.36 Supra/Infra: 2.10	Tip: 3.49° Torque: 7.53° Rotation: 7.22° In/Out: -1.83 Mesial/Distal: -1.68 Supra/Infra: 0.09	Tip: 5.54° Torque: 6.05° Rotation: 2.48° In/Out: 1.13 Mesial/Distal: -0.11 Supra/Infra: -0.95	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 0.57° Torque: 1.98° Rotation: 1.93° In/Out: -0.08 Mesial/Distal: -0.09 Supra/Infra: 0.24
						
Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 3.34° Torque: 3.19° Rotation: 3.08° In/Out: 0.95 Mesial/Distal: 3.03 Supra/Infra: 1.72	Tip: 9.96° Torque: 12.48° Rotation: 9.04° In/Out: 3.46 Mesial/Distal: -4.07 Supra/Infra: -1.77	Tip: 1.74° Torque: 2.46° Rotation: 2.98° In/Out: 0.52 Mesial/Distal: 0.31 Supra/Infra: 0.65	Tip: 8.04° Torque: 7.75° Rotation: 2.31° In/Out: -0.57 Mesial/Distal: -1.08 Supra/Infra: -1.69	Tip: 2.60° Torque: 2.76° Rotation: 1.74° In/Out: 0.39 Mesial/Distal: 0.15 Supra/Infra: 0.29	Tip: 2.29° Torque: 1.64° Rotation: 2.52° In/Out: 0.17 Mesial/Distal: -0.12 Supra/Infra: -0.04

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 45

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 1.82° (±1.09)	In/Out: 0.22 mm (±0.25)
Torque: 2.13° (±0.57)	Mesial/Distal: 0.12 mm (±0.22)
Rotation: 2.06° (±0.41)	Supra/Infra: 0.19 mm (±0.18)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.44° (±3.03)	In/Out: 1.06 mm (±1.71)
Torque: 5.40° (±3.57)	Mesial/Distal: 1.20 mm (±2.39)
Rotation: 4.30° (±3.08)	Supra/Infra: 0.95 mm (±1.59)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0
Bogen 2:	0
Bogen 3:	0.16NITI

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel, Klasse:	-
OK-Front:	°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

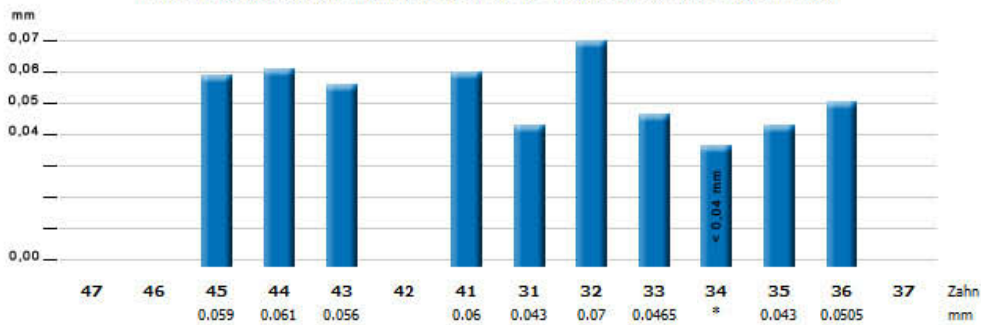
Tab. 5.2: ZB-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel, Klasse:	-
OK-Front:	°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

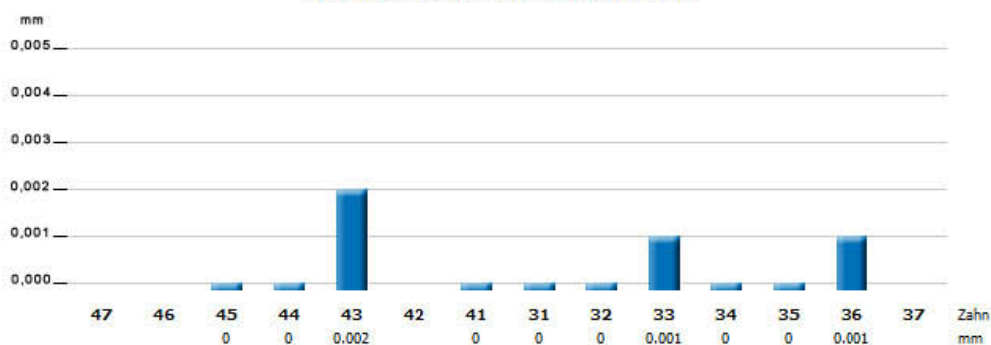
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 8.54° Torque: 8.47° Rotation: 1.50° In/Out: 1.42 Mesial/Distal: 4.80 Supra/Infra: 4.42	Tip: 1.00° Torque: 5.23° Rotation: 5.16° In/Out: 2.61 Mesial/Distal: -1.39 Supra/Infra: -0.35	Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 9.27° Torque: 9.57° Rotation: 6.82° In/Out: 1.96 Mesial/Distal: -1.92 Supra/Infra: -1.97	Tip: 5.26° Torque: 6.72° Rotation: 7.94° In/Out: -1.00 Mesial/Distal: 0.65 Supra/Infra: -0.75	Tip: 6.61° Torque: 5.26° Rotation: 9.07° In/Out: 1.03 Mesial/Distal: 0.23 Supra/Infra: 0.02	Tip: 2.93° Torque: 9.56° Rotation: 10.00° In/Out: 0.69 Mesial/Distal: 0.93 Supra/Infra: 0.00
						
Tip: ° Torque: ° Rotation: ° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 1.77° Torque: 5.19° Rotation: 5.35° In/Out: 1.66 Mesial/Distal: 2.57 Supra/Infra: -0.90	Tip: 5.08° Torque: 1.57° Rotation: 5.05° In/Out: -1.74 Mesial/Distal: 0.43 Supra/Infra: -1.63	Tip: 6.72° Torque: 6.33° Rotation: 2.28° In/Out: -0.36 Mesial/Distal: -1.72 Supra/Infra: -2.32	Tip: 3.48° Torque: 3.52° Rotation: 2.78° In/Out: -0.24 Mesial/Distal: -0.13 Supra/Infra: -2.11	Tip: 6.59° Torque: 1.64° Rotation: 6.62° In/Out: -1.16 Mesial/Distal: -0.82 Supra/Infra: -0.92	Tip: 5.47° Torque: 9.56° Rotation: 8.03° In/Out: -0.95 Mesial/Distal: 0.74 Supra/Infra: 0.32

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 45

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.40° (±1.73)	In/Out: 0.96 mm (±1.65)
Torque: 6.51° (±3.82)	Mesial/Distal: 0.68 mm (±0.91)
Rotation: 8.43° (±1.45)	Supra/Infra: 0.32 mm (±0.76)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.23° (±2.55)	In/Out: 1.24 mm (±1.71)
Torque: 6.05° (±2.88)	Mesial/Distal: 1.36 mm (±2.16)
Rotation: 5.88° (±2.71)	Supra/Infra: 1.31 mm (±2.61)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	016x022NITI
Bogen 2:	016x022SS
Bogen 3:	17,5x17,5TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.2: ZB-FRS

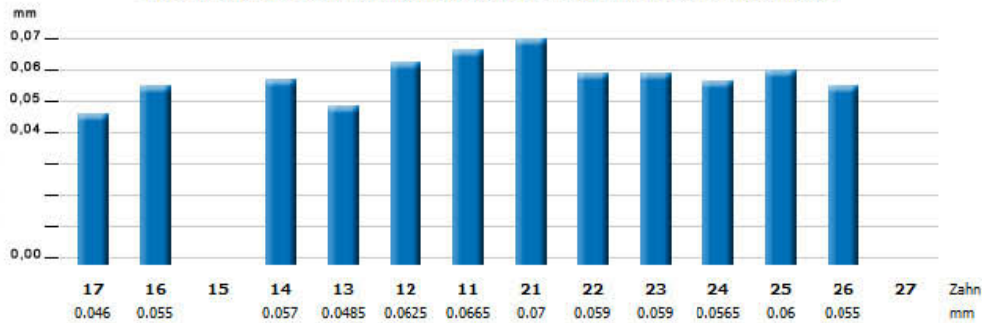
IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

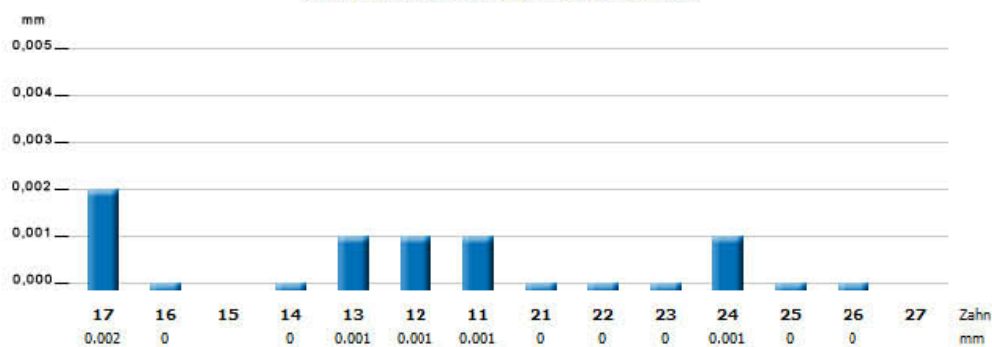
IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 5.80°	Tip: 11.15°	Tip: 3.87°	Tip: 6.90°	Tip: 8.00°	Tip: 3.50°	Tip: 1.04°
Torque: 2.69°	Torque: 6.70°	Torque: 5.03°	Torque: 4.76°	Torque: 9.11°	Torque: 4.90°	Torque: 5.08°
Rotation: 5.75°	Rotation: 9.40°	Rotation: 3.47°	Rotation: 7.47°	Rotation: 5.93°	Rotation: 5.40°	Rotation: 5.16°
In/Out: -2.20	In/Out: 4.91	In/Out: 0.13	In/Out: 1.32	In/Out: 0.81	In/Out: -0.11	In/Out: -0.19
Mesial/Distal: 2.93	Mesial/Distal: -0.49	Mesial/Distal: -0.26	Mesial/Distal: 0.38	Mesial/Distal: -0.23	Mesial/Distal: 0.58	Mesial/Distal: 0.30
Supra/Infra: 2.55	Supra/Infra: -0.62	Supra/Infra: 0.06	Supra/Infra: -0.02	Supra/Infra: -1.22	Supra/Infra: 0.59	Supra/Infra: 0.23
						
Tip: 11.21°	Tip: 3.30°	Tip: 7.16°	Tip: 3.92°	Tip: 14.27°	Tip: 5.74°	Tip: 6.53°
Torque: 2.65°	Torque: 5.96°	Torque: 4.68°	Torque: 7.16°	Torque: 8.26°	Torque: 8.89°	Torque: 4.81°
Rotation: 11.51°	Rotation: 6.34°	Rotation: 5.64°	Rotation: 7.32°	Rotation: 11.63°	Rotation: 7.50°	Rotation: 5.25°
In/Out: 2.33	In/Out: -3.52	In/Out: -1.92	In/Out: 0.13	In/Out: -0.18	In/Out: 0.09	In/Out: -0.20
Mesial/Distal: 0.87	Mesial/Distal: 2.75	Mesial/Distal: -0.64	Mesial/Distal: 1.18	Mesial/Distal: 0.20	Mesial/Distal: 0.41	Mesial/Distal: -0.05
Supra/Infra: 2.09	Supra/Infra: 2.93	Supra/Infra: 0.23	Supra/Infra: 0.99	Supra/Infra: 0.57	Supra/Infra: 0.49	Supra/Infra: 0.44

Behandlungsbeginn: 2004 - Alter des Patienten: 26

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.20° (±2.47)	In/Out: 0.15 mm (±0.31)
Torque: 5.92° (±1.98)	Mesial/Distal: 0.33 mm (±0.27)
Rotation: 5.83° (±1.12)	Supra/Infra: 0.44 mm (±0.15)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.60° (±3.62)	In/Out: 1.29 mm (±2.36)
Torque: 5.76° (±2.04)	Mesial/Distal: 0.80 mm (±1.12)
Rotation: 6.98° (±2.39)	Supra/Infra: 0.93 mm (±1.19)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022NITI
Bogen 4:	016x0225S

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-3.56
WITS:	11mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	85.5°
OK-Front Stellung:	2.5mm
UK-Front:	92°
UK-Front Stellung:	-3mm
Interinzisalwinkel:	146°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

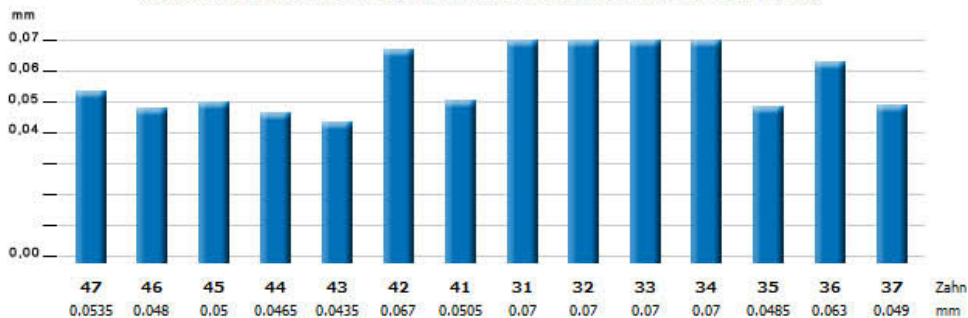
iANB-ANB:	-3.56
WITS:	6.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	94°
OK-Front Stellung:	4mm
UK-Front:	105°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	124.5°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

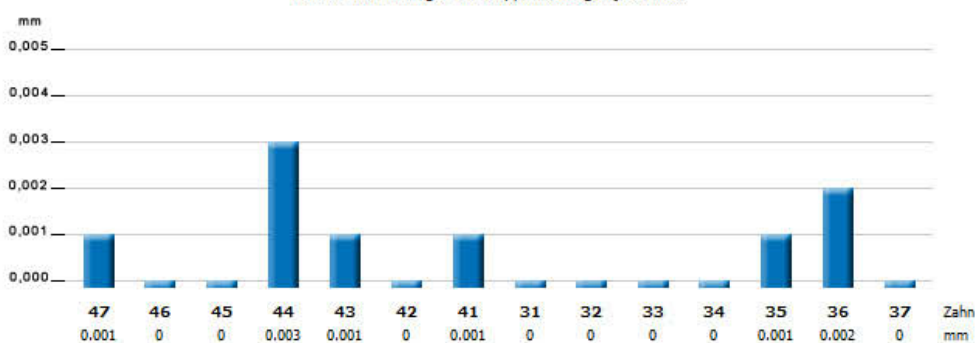
iANB Differenz:	0
WITS Differenz:	4.5mm
OK-Front Differenz:	8.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	1.5mm
UK-Front Differenz:	13°
UK-Front-Stellung Diff.:	4mm
Interinzisalwinkel Diff.:	21.5°

Tab. 5: FRS-Auswertung














Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6.04° Torque: 9.68° Rotation: 7.91° In/Out: -4.50 Mesial/Distal: -1.61 Supra/Infra: -1.24	Tip: 6.98° Torque: 5.57° Rotation: 8.45° In/Out: 0.11 Mesial/Distal: -0.61 Supra/Infra: -0.19	Tip: 8.72° Torque: 5.29° Rotation: 10.14° In/Out: 0.69 Mesial/Distal: -0.99 Supra/Infra: 0.03	Tip: 6.49° Torque: 7.43° Rotation: 9.85° In/Out: -0.69 Mesial/Distal: 0.01 Supra/Infra: 0.24	Tip: 2.04° Torque: 4.96° Rotation: 5.14° In/Out: -1.09 Mesial/Distal: -0.25 Supra/Infra: -0.20	Tip: 1.92° Torque: 2.32° Rotation: 1.32° In/Out: -0.37 Mesial/Distal: 0.29 Supra/Infra: 0.62	Tip: 5.04° Torque: 4.19° Rotation: 3.22° In/Out: -0.09 Mesial/Distal: -0.25 Supra/Infra: 0.64
						
Tip: 7.58° Torque: 7.26° Rotation: 10.04° In/Out: 1.10 Mesial/Distal: -0.46 Supra/Infra: -0.05	Tip: 7.58° Torque: 7.26° Rotation: 10.04° In/Out: 1.10 Mesial/Distal: -0.46 Supra/Infra: -0.05	Tip: 8.58° Torque: 8.30° Rotation: 10.92° In/Out: 1.38 Mesial/Distal: -0.97 Supra/Infra: -0.45	Tip: 1.81° Torque: 4.34° Rotation: 4.65° In/Out: 1.13 Mesial/Distal: 0.23 Supra/Infra: 0.28	Tip: 3.68° Torque: 4.23° Rotation: 2.20° In/Out: 0.71 Mesial/Distal: -0.50 Supra/Infra: -0.84	Tip: 4.70° Torque: 2.57° Rotation: 5.26° In/Out: -0.64 Mesial/Distal: -1.09 Supra/Infra: -0.22	Tip: 3.56° Torque: 3.48° Rotation: 1.86° In/Out: -0.35 Mesial/Distal: -0.36 Supra/Infra: 0.47

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.81° (±1.41)	In/Out: 0.36 mm (±0.87)
Torque: 3.14° (±0.86)	Mesial/Distal: 0.50 mm (±1.13)
Rotation: 2.92° (±1.76)	Supra/Infra: 0.49 mm (±0.43)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.16° (±2.46)	In/Out: 0.99 mm (±1.96)
Torque: 5.36° (±2.23)	Mesial/Distal: 0.59 mm (±1.26)
Rotation: 6.23° (±3.49)	Supra/Infra: 0.42 mm (±0.75)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NiTi
Bogen 2:	0.16x0.22NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	0.14
WITS:	5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	10mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	7.5mm
Interinzisalwinkel:	124°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

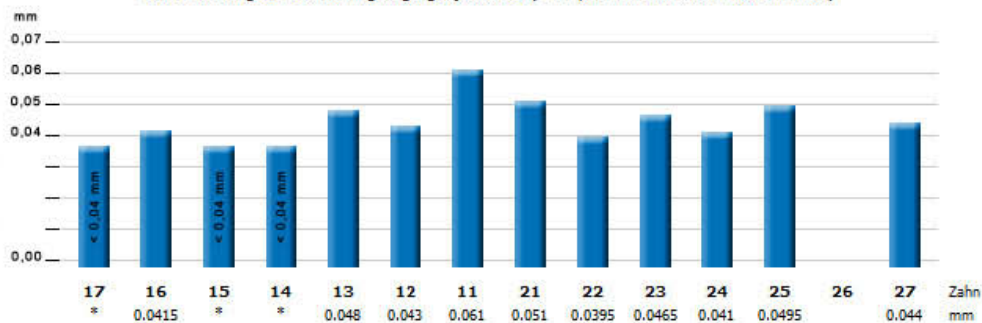
iANB-ANB:	-0.86
WITS:	6mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106.5°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	102.5°
UK-Front Stellung:	8.5mm
Interinzisalwinkel:	119°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

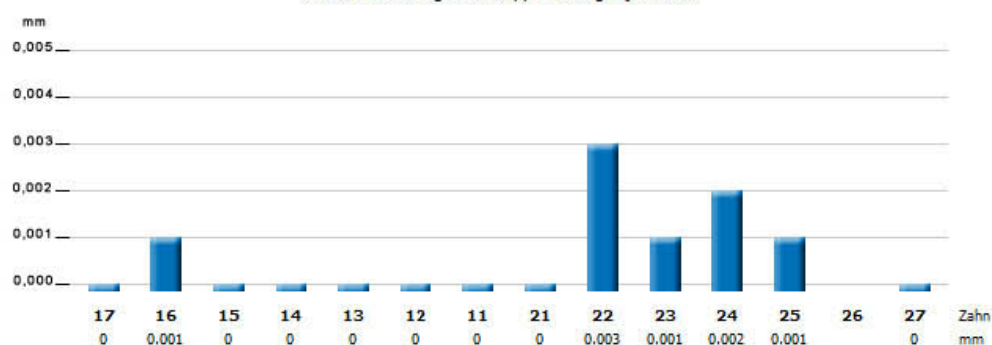
iANB Differenz:	-0.5
WITS Differenz:	-1mm
OK-Front Differenz:	3.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	2mm
UK-Front Differenz:	1.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interinzisalwinkel Diff.:	5°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6.08°	Tip: 12.84°	Tip: 13.44°	Tip: 8.03°	Tip: 8.59°	Tip: 4.91°	Tip: 2.95°
Torque: 7.81°	Torque: 5.76°	Torque: 4.61°	Torque: 7.77°	Torque: 6.73°	Torque: 7.81°	Torque: 8.51°
Rotation: 9.00°	Rotation: 11.54°	Rotation: 13.39°	Rotation: 11.12°	Rotation: 10.90°	Rotation: 8.59°	Rotation: 8.53°
In/Out: -2.19	In/Out: 4.16	In/Out: 3.35	In/Out: 0.95	In/Out: 0.79	In/Out: -0.07	In/Out: -0.12
Mesial/Distal: -0.66	Mesial/Distal: -0.25	Mesial/Distal: 0.80	Mesial/Distal: 0.27	Mesial/Distal: 1.17	Mesial/Distal: 0.21	Mesial/Distal: 0.11
Supra/Infra: -0.50	Supra/Infra: -1.84	Supra/Infra: -1.11	Supra/Infra: -0.52	Supra/Infra: -0.06	Supra/Infra: 0.40	Supra/Infra: 0.22
						
Tip: 2.64°	Tip: 12.90°	Tip: 9.39°	Tip: 8.59°	Tip: 4.19°	Tip: 0.97°	Tip: 1.20°
Torque: 8.34°	Torque: 11.38°	Torque: 7.41°	Torque: 4.11°	Torque: 5.20°	Torque: 4.45°	Torque: 6.22°
Rotation: 8.21°	Rotation: 7.63°	Rotation: 11.53°	Rotation: 8.27°	Rotation: 6.14°	Rotation: 4.35°	Rotation: 6.13°
In/Out: 6.24	In/Out: -1.16	In/Out: -0.37	In/Out: -2.16	In/Out: -0.48	In/Out: -0.16	In/Out: -0.08
Mesial/Distal: -1.15	Mesial/Distal: -4.78	Mesial/Distal: -0.44	Mesial/Distal: -0.19	Mesial/Distal: 0.81	Mesial/Distal: 0.38	Mesial/Distal: 0.20
Supra/Infra: 0.22	Supra/Infra: -3.80	Supra/Infra: -0.88	Supra/Infra: -1.38	Supra/Infra: 0.28	Supra/Infra: -0.02	Supra/Infra: 0.14

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 2.51° (±1.83)	In/Out: 0.11 mm (±0.25)
Torque: 6.75° (±1.81)	Mesial/Distal: 0.22 mm (±0.11)
Rotation: 6.90° (±2.05)	Supra/Infra: 0.20 mm (±0.18)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.91° (±4.30)	In/Out: 1.59 mm (±2.60)
Torque: 6.87° (±1.98)	Mesial/Distal: 0.81 mm (±1.82)
Rotation: 8.95° (±2.51)	Supra/Infra: 0.81 mm (±1.89)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,14NiTi
Bogen 2: 0,16NiTi
Bogen 3: 016x022NiTi
Bogen 4: 18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	0,14
WITS:	5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	103°
OK-Front Stellung:	10mm
UK-Front:	101°
UK-Front Stellung:	7,5mm
Interziszalwinkel:	124°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

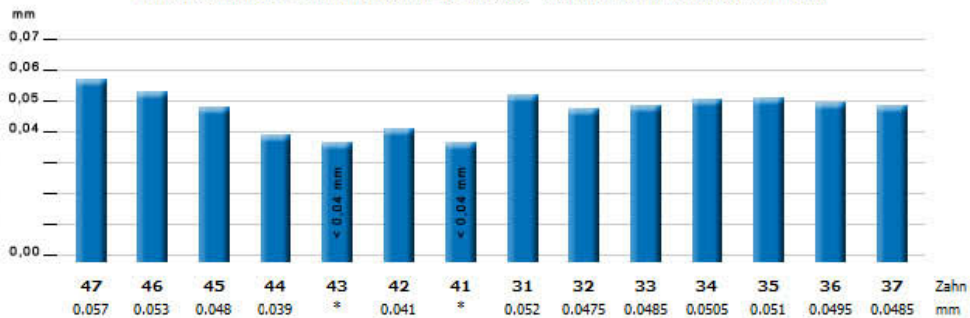
iANB-ANB:	-0,86
WITS:	6mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106,5°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	102,5°
UK-Front Stellung:	8,5mm
Interziszalwinkel:	119°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

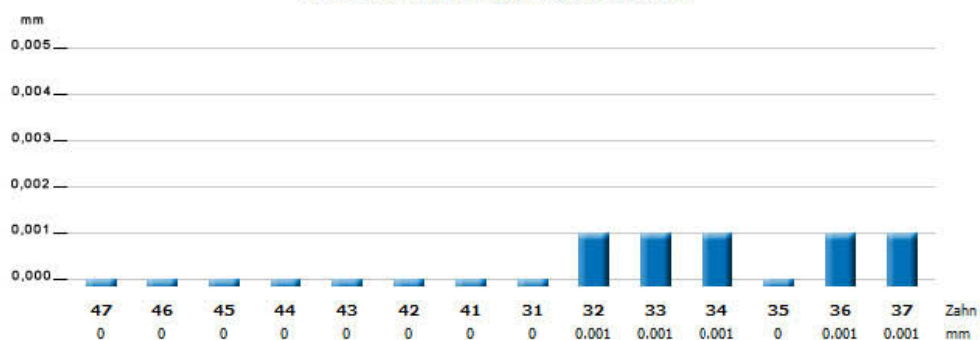
iANB Differenz:	-0,5
WITS Differenz:	-1mm
OK-Front Differenz:	3,5°
OK-Front-Stellung Diff.:	2mm
UK-Front Differenz:	1,5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1mm
Interziszalwinkel Diff.:	5°

Tab. 5: FRS-Auswertung















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 3.91°	Tip: 2.10°	Tip: 10.76°	Tip: 6.43°	Tip: 6.59°	Tip: 4.29°	Tip: 2.98°
Torque: 5.38°	Torque: 4.78°	Torque: 11.77°	Torque: 7.95°	Torque: 7.72°	Torque: 6.11°	Torque: 5.16°
Rotation: 5.26°	Rotation: 4.66°	Rotation: 8.74°	Rotation: 9.84°	Rotation: 4.02°	Rotation: 5.66°	Rotation: 5.84°
In/Out: 2.36	In/Out: -1.85	In/Out: -1.21	In/Out: -0.35	In/Out: -0.32	In/Out: -0.20	In/Out: 0.07
Mesial/Distal: 3.10	Mesial/Distal: 1.53	Mesial/Distal: 3.53	Mesial/Distal: 0.54	Mesial/Distal: 0.31	Mesial/Distal: 0.33	Mesial/Distal: 0.45
Supra/Infra: 1.76	Supra/Infra: 1.23	Supra/Infra: 4.07	Supra/Infra: 0.89	Supra/Infra: 1.31	Supra/Infra: 0.55	Supra/Infra: -0.21
						
Tip: 7.90°	Tip: 3.49°	Tip: 6.94°	Tip: 13.81°	Tip: 9.45°	Tip: 4.37°	Tip: 2.73°
Torque: 5.45°	Torque: 6.26°	Torque: 3.08°	Torque: 9.14°	Torque: 11.15°	Torque: 5.86°	Torque: 6.60°
Rotation: 6.85°	Rotation: 6.14°	Rotation: 6.99°	Rotation: 12.15°	Rotation: 7.79°	Rotation: 6.53°	Rotation: 6.49°
In/Out: 2.85	In/Out: 1.10	In/Out: -1.39	In/Out: -1.69	In/Out: -0.79	In/Out: -0.35	In/Out: -0.11
Mesial/Distal: -2.45	Mesial/Distal: -1.41	Mesial/Distal: 1.26	Mesial/Distal: 2.17	Mesial/Distal: -0.50	Mesial/Distal: 0.34	Mesial/Distal: 0.19
Supra/Infra: -0.73	Supra/Infra: -0.08	Supra/Infra: 1.71	Supra/Infra: 3.68	Supra/Infra: -1.01	Supra/Infra: 0.23	Supra/Infra: 0.07

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 18

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.59° (±0.86)	In/Out: 0.18 mm (±0.42)
Torque: 5.93° (±0.60)	Mesial/Distal: 0.33 mm (±0.11)
Rotation: 6.13° (±0.45)	Supra/Infra: 0.27 mm (±0.34)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.13° (±3.42)	In/Out: 1.04 mm (±1.86)
Torque: 6.89° (±2.44)	Mesial/Distal: 1.29 mm (±1.73)
Rotation: 6.93° (±2.15)	Supra/Infra: 1.25 mm (±1.53)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-3.26
WITS:	7.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	117.5°
OK-Front Stellung:	12.5mm
UK-Front:	115°
UK-Front Stellung:	7mm
Interinzisalwinkel:	107°
WTM:	horizontal

Tab. 5.2: ZB-FRS

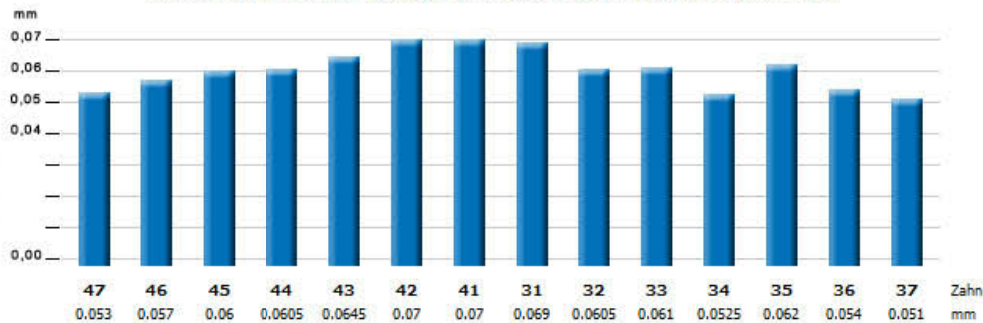
iANB-ANB:	-2.36
WITS:	6.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	115°
OK-Front Stellung:	10mm
UK-Front:	115.5°
UK-Front Stellung:	7mm
Interinzisalwinkel:	108.5°
WTM:	horizontal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

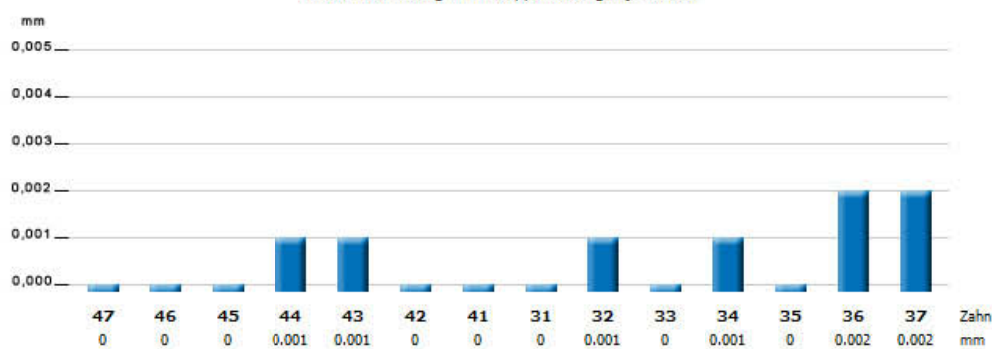
iANB Differenz:	0.6
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	-2.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	-2.5mm
UK-Front Differenz:	0.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	0mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-1.5°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

17	16	15	14	13	12	11
Tip: 8.15°	Tip: 4.04°	Tip: 9.80°	Tip: 10.66°	Tip: 4.36°	Tip: 9.60°	Tip: 4.55°
Torque: 11.78°	Torque: 4.09°	Torque: 4.86°	Torque: 4.57°	Torque: 12.30°	Torque: 5.60°	Torque: 5.58°
Rotation: 14.10°	Rotation: 5.66°	Rotation: 9.96°	Rotation: 11.55°	Rotation: 12.27°	Rotation: 10.49°	Rotation: 6.94°
In/Out: -9.40	In/Out: -3.15	In/Out: -1.29	In/Out: -2.28	In/Out: 1.53	In/Out: 0.06	In/Out: 0.85
Mesial/Distal: 4.97	Mesial/Distal: 3.00	Mesial/Distal: 1.52	Mesial/Distal: 1.32	Mesial/Distal: 0.35	Mesial/Distal: 1.30	Mesial/Distal: -0.15
Supra/Infra: 2.11	Supra/Infra: 0.46	Supra/Infra: -1.28	Supra/Infra: -0.44	Supra/Infra: 0.79	Supra/Infra: 0.53	Supra/Infra: 0.43

27	26	25	24	23	22	21
Tip: 9.99°	Tip: 7.95°	Tip: 4.28°	Tip: 7.11°	Tip: 7.82°	Tip: 7.40°	Tip: 3.18°
Torque: 7.69°	Torque: 2.42°	Torque: 1.90°	Torque: 2.64°	Torque: 6.48°	Torque: 7.28°	Torque: 5.42°
Rotation: 12.56°	Rotation: 7.58°	Rotation: 3.88°	Rotation: 6.61°	Rotation: 6.97°	Rotation: 3.31°	Rotation: 4.55°
In/Out: 9.14	In/Out: 2.61	In/Out: 1.28	In/Out: 2.48	In/Out: 1.47	In/Out: 1.06	In/Out: 0.50
Mesial/Distal: 2.79	Mesial/Distal: 2.32	Mesial/Distal: 1.83	Mesial/Distal: 0.40	Mesial/Distal: -0.53	Mesial/Distal: 0.13	Mesial/Distal: -0.33
Supra/Infra: 1.32	Supra/Infra: 1.19	Supra/Infra: 1.16	Supra/Infra: -0.16	Supra/Infra: -1.01	Supra/Infra: -0.81	Supra/Infra: -0.04

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 18

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 6.18° (±2.88)	In/Out: 0.62 mm (±0.44)
Torque: 5.97° (±0.88)	Mesial/Distal: 0.48 mm (±0.78)
Rotation: 6.32° (±3.16)	Supra/Infra: 0.45 mm (±0.79)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 7.06° (±2.54)	In/Out: 2.65 mm (±4.66)
Torque: 5.90° (±3.12)	Mesial/Distal: 1.50 mm (±1.55)
Rotation: 8.32° (±3.49)	Supra/Infra: 0.84 mm (±1.13)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-3.26
WITS:	7.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	117.5°
OK-Front Stellung:	12.5mm
UK-Front:	115°
UK-Front Stellung:	7mm
Interinzisalwinkel:	107°
WTM:	horizontal

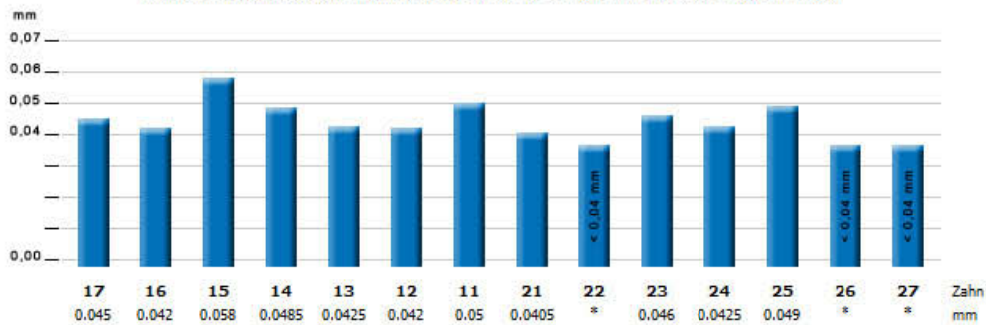
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-2.36
WITS:	6.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	115°
OK-Front Stellung:	10mm
UK-Front:	115.5°
UK-Front Stellung:	7mm
Interinzisalwinkel:	108.5°
WTM:	horizontal

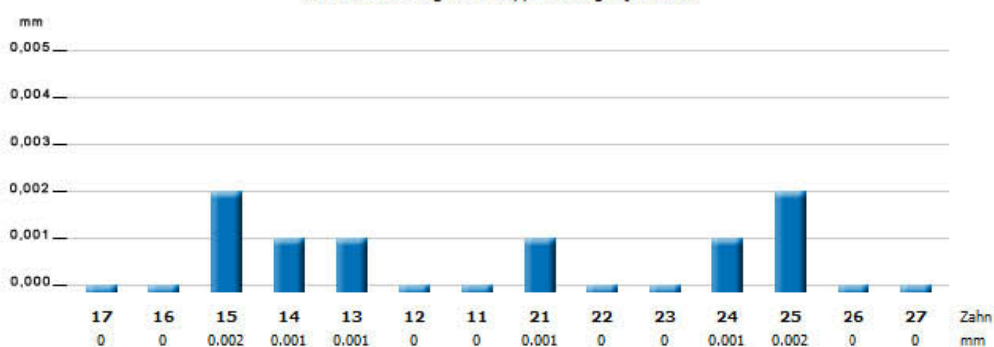
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	0.6
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	-2.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	-2.5mm
UK-Front Differenz:	0.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	0mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-1.5°


Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 2.47° Torque: 2.29° Rotation: 2.76° In/Out: 0.49 Mesial/Distal: -1.05 Supra/Infra: -0.16	Tip: 9.96° Torque: 8.84° Rotation: 4.62° In/Out: 0.05 Mesial/Distal: -3.22 Supra/Infra: -1.34	Tip: 4.18° Torque: 4.79° Rotation: 3.22° In/Out: -0.25 Mesial/Distal: -1.14 Supra/Infra: -0.01	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 5.89° Torque: 5.77° Rotation: 1.73° In/Out: 1.00 Mesial/Distal: -1.14 Supra/Infra: -0.58	Tip: 5.02° Torque: 4.70° Rotation: 2.17° In/Out: 0.38 Mesial/Distal: -0.01 Supra/Infra: 0.78	Tip: 6.51° Torque: 1.29° Rotation: 6.42° In/Out: 0.57 Mesial/Distal: 0.69 Supra/Infra: -0.02
						
Tip: 2.29° Torque: 3.47° Rotation: 3.08° In/Out: 0.56 Mesial/Distal: -0.49 Supra/Infra: 1.46	Tip: 4.94° Torque: 7.39° Rotation: 5.51° In/Out: 2.55 Mesial/Distal: 0.40 Supra/Infra: 1.72	Tip: 6.54° Torque: 7.33° Rotation: 3.31° In/Out: 1.67 Mesial/Distal: 0.87 Supra/Infra: 1.59	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 3.40° Torque: 4.04° Rotation: 4.24° In/Out: -0.50 Mesial/Distal: -0.27 Supra/Infra: 0.62	Tip: 5.82° Torque: 5.93° Rotation: 1.52° In/Out: -0.99 Mesial/Distal: -0.36 Supra/Infra: -0.40	Tip: 3.58° Torque: 2.73° Rotation: 4.29° In/Out: 0.09 Mesial/Distal: 0.79 Supra/Infra: 0.55

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 36

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.23° (±1.26)	In/Out: 0.51 mm (±0.90)
Torque: 3.66° (±1.06)	Mesial/Distal: 0.46 mm (±0.60)
Rotation: 3.60° (±2.22)	Supra/Infra: 0.44 mm (±0.59)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.05° (±2.13)	In/Out: 0.76 mm (±1.00)
Torque: 4.88° (±2.27)	Mesial/Distal: 0.87 mm (±1.77)
Rotation: 3.57° (±1.50)	Supra/Infra: 0.77 mm (±1.04)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.12NITI
Bogen 2:	0.16NITI
Bogen 3:	016x022NITI
Bogen 4:	17,5x17,5TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	3,24
WITS:	1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	113°
OK-Front Stellung:	3,5mm
UK-Front:	80°
UK-Front Stellung:	-1mm
Interinzisalwinkel:	136,5°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.2: ZB-FRS

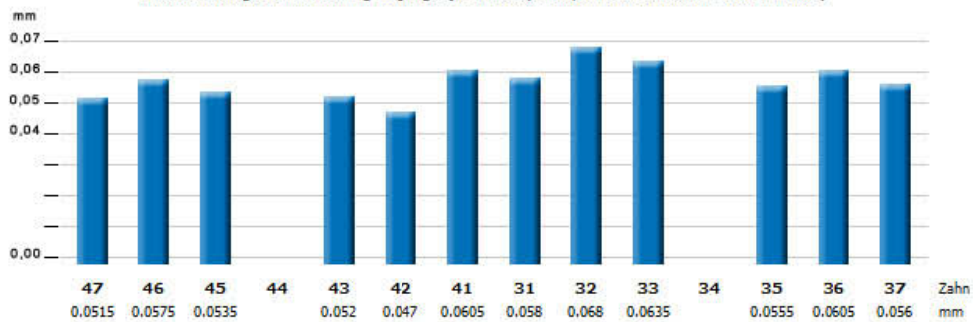
iANB-ANB:	3,24
WITS:	1,5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	109,5°
OK-Front Stellung:	3,5mm
UK-Front:	85°
UK-Front Stellung:	0,5mm
Interinzisalwinkel:	134°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

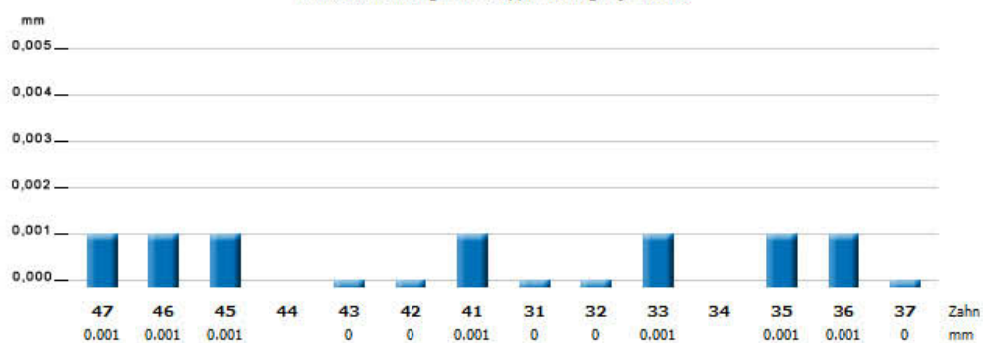
iANB Differenz:	0
WITS Differenz:	-0,5mm
OK-Front Differenz:	-3,5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	2,5°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

17	16	15	14	13	12	11
Tip: 1.55°	Tip: 2.73°	Tip: 11.14°	Tip: °	Tip: 6.18°	Tip: 4.35°	Tip: 2.27°
Torque: 3.05°	Torque: 2.23°	Torque: 5.78°	Torque: °	Torque: 2.53°	Torque: 3.46°	Torque: 4.43°
Rotation: 3.27°	Rotation: 2.82°	Rotation: 12.00°	Rotation: °	Rotation: 6.19°	Rotation: 5.52°	Rotation: 4.67°
In/Out: -2.50	In/Out: -0.14	In/Out: -1.28	In/Out: 0	In/Out: -1.39	In/Out: -0.51	In/Out: 0.11
Mesial/Distal: 1.01	Mesial/Distal: -0.15	Mesial/Distal: -0.42	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: -0.21	Mesial/Distal: 0.47	Mesial/Distal: -0.02
Supra/Infra: 1.81	Supra/Infra: 1.20	Supra/Infra: 0.60	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0.25	Supra/Infra: 0.35	Supra/Infra: 0.17

27	26	25	24	23	22	21
Tip: 7.34°	Tip: 6.94°	Tip: °	Tip: °	Tip: 4.68°	Tip: 5.04°	Tip: 2.28°
Torque: 3.18°	Torque: 2.90°	Torque: °	Torque: °	Torque: 4.39°	Torque: 7.24°	Torque: 4.63°
Rotation: 6.67°	Rotation: 7.41°	Rotation: °	Rotation: °	Rotation: 4.03°	Rotation: 6.29°	Rotation: 4.50°
In/Out: 2.77	In/Out: 1.01	In/Out: 0	In/Out: 0	In/Out: 2.36	In/Out: 0.78	In/Out: 0.43
Mesial/Distal: 2.50	Mesial/Distal: 0.86	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0	Mesial/Distal: 0.00	Mesial/Distal: -0.51	Mesial/Distal: -0.07
Supra/Infra: 2.94	Supra/Infra: 1.89	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0	Supra/Infra: 0.66	Supra/Infra: 0.08	Supra/Infra: 0.21

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 36

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.49° (±1.43)	In/Out: 0.46 mm (±0.63)
Torque: 4.94° (±1.62)	Mesial/Distal: 0.27 mm (±0.53)
Rotation: 5.25° (±0.83)	Supra/Infra: 0.20 mm (±0.11)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.95° (±2.84)	In/Out: 1.21 mm (±1.93)
Torque: 3.98° (±1.51)	Mesial/Distal: 0.57 mm (±0.91)
Rotation: 5.76° (±2.52)	Supra/Infra: 0.92 mm (±0.93)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	016x022S5
Bogen 4:	18,2x18,2TMA

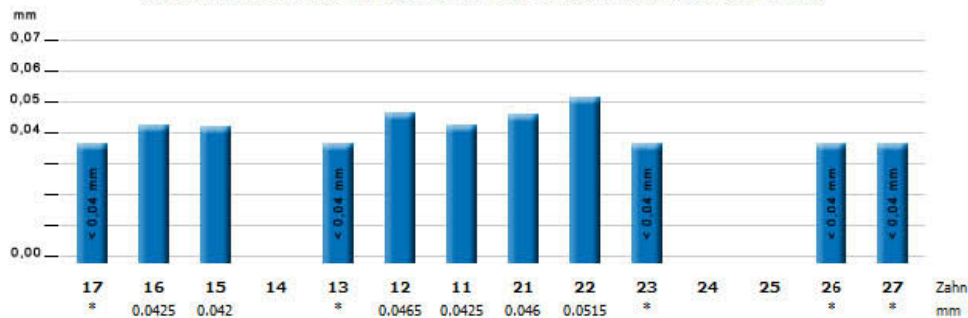
Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS	
iANB-ANB:	3,24
WITS:	1mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	113°
OK-Front Stellung:	3,5mm
UK-Front:	80°
UK-Front Stellung:	-1mm
Interinzisalwinkel:	136,5°
WTM:	ausgeglichen

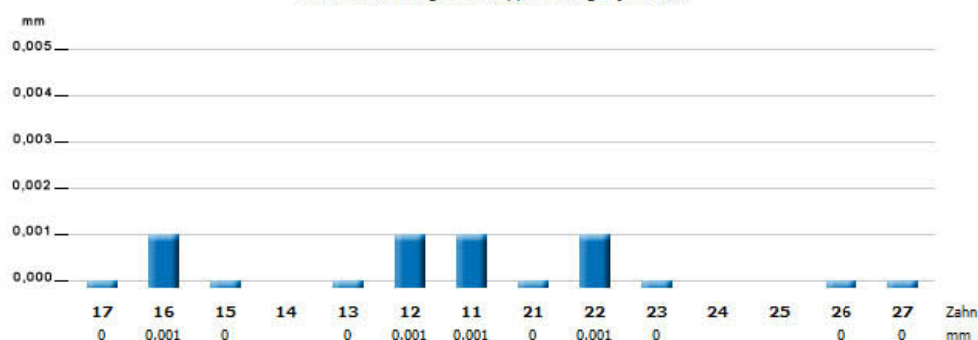
Tab. 5.2: ZB-FRS	
iANB-ANB:	3,24
WITS:	1,5mm
Skel. Klasse:	I
OK-Front:	109,5°
OK-Front Stellung:	3,5mm
UK-Front:	85°
UK-Front Stellung:	0,5mm
Interinzisalwinkel:	134°
WTM:	ausgeglichen

Tab. 5.3: FRS-Vergleich	
iANB Differenz:	0
WITS Differenz:	-0,5mm
OK-Front Differenz:	-3,5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0mm
UK-Front Differenz:	5°
UK-Front-Stellung Diff.:	1,5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	2,5°

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

17		16		15		14		13		12		11	
Tip:	4.04°	Tip:	6.09°	Tip:	5.77°	Tip:	10.11°	Tip:	7.25°	Tip:	1.22°	Tip:	4.78°
Torque:	14.74°	Torque:	6.24°	Torque:	4.26°	Torque:	4.86°	Torque:	5.18°	Torque:	6.16°	Torque:	5.78°
Rotation:	15.28°	Rotation:	1.39°	Rotation:	6.17°	Rotation:	10.23°	Rotation:	8.57°	Rotation:	6.07°	Rotation:	3.26°
In/Out:	-1.01	In/Out:	0.13	In/Out:	-0.93	In/Out:	-4.12	In/Out:	-1.23	In/Out:	0.46	In/Out:	-0.07
Mesial/Distal:	1.81	Mesial/Distal:	3.84	Mesial/Distal:	-0.38	Mesial/Distal:	2.89	Mesial/Distal:	0.39	Mesial/Distal:	-0.21	Mesial/Distal:	-0.18
Supra/Infra:	1.18	Supra/Infra:	1.91	Supra/Infra:	-0.18	Supra/Infra:	2.16	Supra/Infra:	-0.34	Supra/Infra:	0.45	Supra/Infra:	-0.47

27		26		25		24		23		22		21	
Tip:	10.93°	Tip:	5.13°	Tip:	7.40°	Tip:	8.23°	Tip:	11.10°	Tip:	6.61°	Tip:	2.96°
Torque:	4.65°	Torque:	3.11°	Torque:	3.85°	Torque:	2.25°	Torque:	3.10°	Torque:	4.18°	Torque:	4.71°
Rotation:	11.24°	Rotation:	5.99°	Rotation:	6.51°	Rotation:	7.94°	Rotation:	11.53°	Rotation:	6.34°	Rotation:	4.41°
In/Out:	7.20	In/Out:	3.92	In/Out:	2.62	In/Out:	2.72	In/Out:	3.40	In/Out:	0.58	In/Out:	0.15
Mesial/Distal:	-0.45	Mesial/Distal:	1.54	Mesial/Distal:	2.66	Mesial/Distal:	1.85	Mesial/Distal:	1.67	Mesial/Distal:	0.47	Mesial/Distal:	-0.28
Supra/Infra:	-0.04	Supra/Infra:	1.23	Supra/Infra:	2.42	Supra/Infra:	1.48	Supra/Infra:	0.98	Supra/Infra:	-0.37	Supra/Infra:	-0.27

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 40

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	3.89° (±2.32)	In/Out:	0.31 mm (±0.30)
Torque:	5.21° (±0.92)	Mesial/Distal:	0.29 mm (±0.52)
Rotation:	5.02° (±1.45)	Supra/Infra:	0.39 mm (±0.77)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	6.54° (±2.91)	In/Out:	2.04 mm (±2.99)
Torque:	5.22° (±2.98)	Mesial/Distal:	1.33 mm (±1.42)
Rotation:	7.50° (±3.65)	Supra/Infra:	0.96 mm (±1.05)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

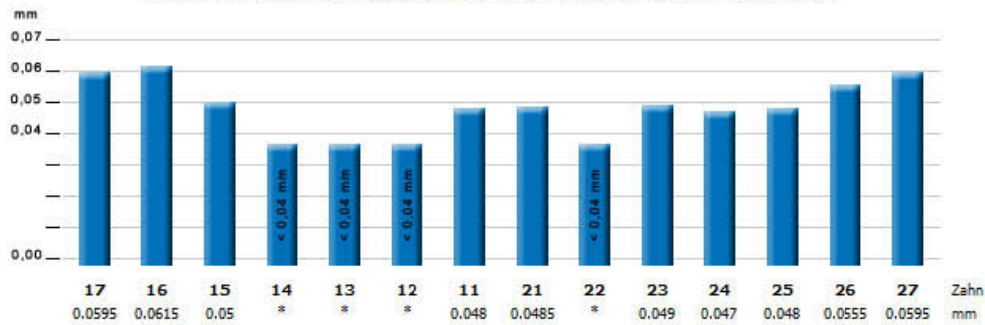
Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS	
iANB-ANB:	-0.96
WITS:	6mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	97.5°
OK-Front Stellung:	5.5mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	135°
WTM:	tend. vertikal

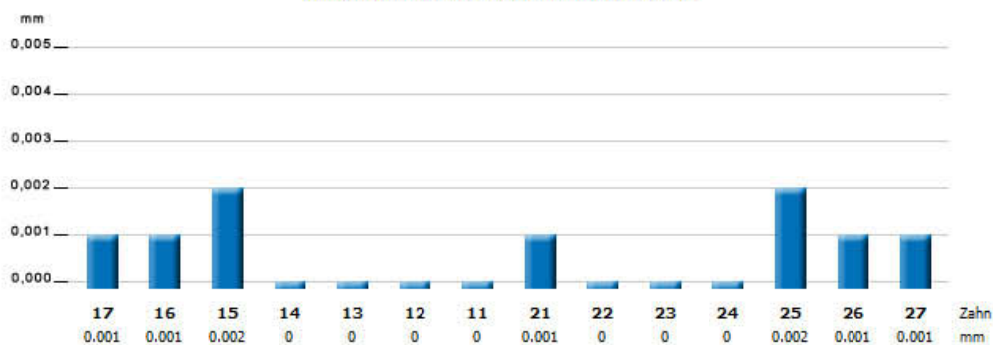
Tab. 5.2: ZB-FRS	
iANB-ANB:	-1.16
WITS:	6.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	98°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	102°
UK-Front Stellung:	4mm
Interinzisalwinkel:	126°
WTM:	tend. vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich	
iANB Differenz:	0.2
WITS Differenz:	-0.5mm
OK-Front Differenz:	0.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0.5mm
UK-Front Differenz:	6°
UK-Front-Stellung Diff.:	3mm
Interinzisalwinkel Diff.:	9°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 4.40°	Tip: 3.76°	Tip: 11.08°	Tip: 10.55°	Tip: 8.81°	Tip: 4.65°	Tip: 5.42°
Torque: 6.78°	Torque: 2.46°	Torque: 3.79°	Torque: 9.36°	Torque: 8.30°	Torque: 2.87°	Torque: 4.23°
Rotation: 5.53°	Rotation: 4.34°	Rotation: 10.62°	Rotation: 5.79°	Rotation: 4.72°	Rotation: 4.56°	Rotation: 3.61°
In/Out: -5.00	In/Out: -0.19	In/Out: 2.58	In/Out: 1.83	In/Out: 0.59	In/Out: 0.73	In/Out: 0.39
Mesial/Distal: 2.12	Mesial/Distal: 0.73	Mesial/Distal: 0.63	Mesial/Distal: -1.26	Mesial/Distal: -0.56	Mesial/Distal: 0.36	Mesial/Distal: 0.43
Supra/Infra: 4.58	Supra/Infra: 1.85	Supra/Infra: 0.79	Supra/Infra: -1.03	Supra/Infra: -0.89	Supra/Infra: 0.09	Supra/Infra: -0.35
						
Tip: 9.10°	Tip: 3.77°	Tip: 7.32°	Tip: 6.35°	Tip: 3.61°	Tip: 5.36°	Tip: 8.90°
Torque: 4.01°	Torque: 1.99°	Torque: 6.95°	Torque: 1.86°	Torque: 3.95°	Torque: 5.22°	Torque: 8.68°
Rotation: 9.56°	Rotation: 3.44°	Rotation: 2.75°	Rotation: 6.57°	Rotation: 1.61°	Rotation: 1.62°	Rotation: 2.46°
In/Out: 6.36	In/Out: 2.95	In/Out: 0.96	In/Out: -1.73	In/Out: -0.65	In/Out: -0.63	In/Out: -0.38
Mesial/Distal: -0.44	Mesial/Distal: 1.29	Mesial/Distal: 3.29	Mesial/Distal: 1.26	Mesial/Distal: 0.27	Mesial/Distal: 0.58	Mesial/Distal: 0.23
Supra/Infra: 3.55	Supra/Infra: 3.20	Supra/Infra: 4.69	Supra/Infra: 1.72	Supra/Infra: 0.29	Supra/Infra: -0.09	Supra/Infra: -0.38

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 40

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 6.08° (±1.91)	In/Out: 0.53 mm (±0.86)
Torque: 5.25° (±2.48)	Mesial/Distal: 0.40 mm (±0.15)
Rotation: 3.06° (±1.29)	Supra/Infra: 0.23 mm (±0.53)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.65° (±2.62)	In/Out: 1.78 mm (±2.87)
Torque: 5.03° (±2.55)	Mesial/Distal: 0.96 mm (±1.18)
Rotation: 4.80° (±2.70)	Supra/Infra: 1.68 mm (±2.04)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.96
WITS:	6mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	97.5°
OK-Front Stellung:	5.5mm
UK-Front:	96°
UK-Front Stellung:	1mm
Interinzisalwinkel:	135°
WTM:	tend. vertikal

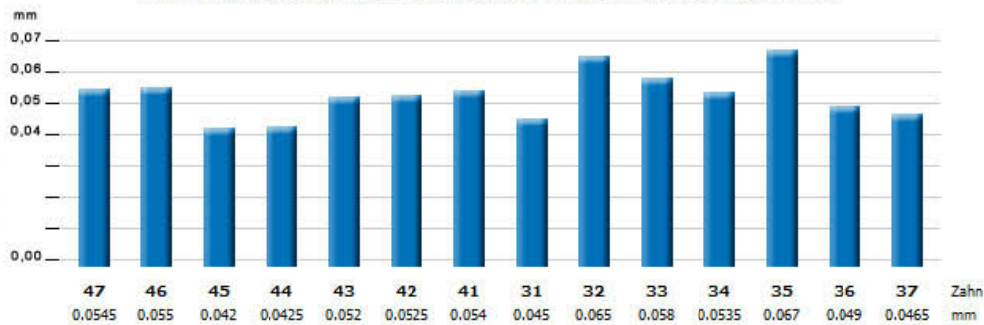
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-1.16
WITS:	6.5mm
Skel, Klasse:	II
OK-Front:	98°
OK-Front Stellung:	6mm
UK-Front:	102°
UK-Front Stellung:	4mm
Interinzisalwinkel:	126°
WTM:	tend. vertikal

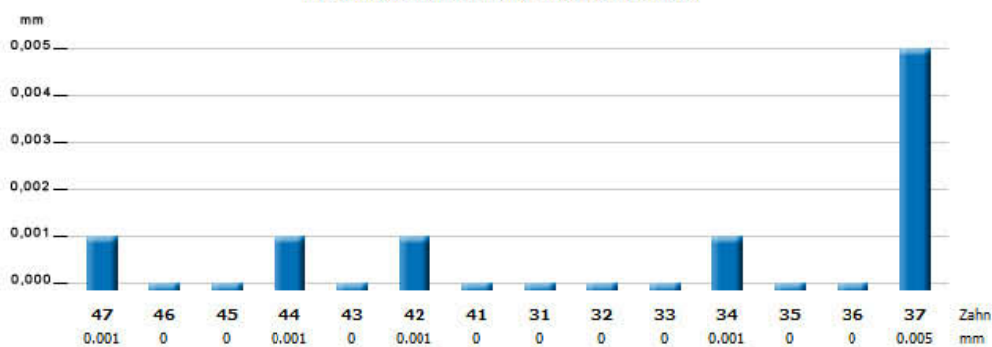
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	0.2
WITS Differenz:	-0.5mm
OK-Front Differenz:	0.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	0.5mm
UK-Front Differenz:	6°
UK-Front-Stellung Diff.:	3mm
Interinzisalwinkel Diff.:	9°

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

17	16	15	14	13	12	11
Tip: 17.89°	Tip: 3.63°	Tip: 9.14°	Tip: 6.13°	Tip: 2.91°	Tip: 1.47°	Tip: 1.94°
Torque: 14.46°	Torque: 3.65°	Torque: 9.30°	Torque: 3.81°	Torque: 3.88°	Torque: 1.34°	Torque: 1.42°
Rotation: 12.17°	Rotation: 1.93°	Rotation: 1.74°	Rotation: 5.75°	Rotation: 4.85°	Rotation: 1.31°	Rotation: 1.33°
In/Out: -7.12	In/Out: 0.53	In/Out: -0.29	In/Out: 0.62	In/Out: 1.87	In/Out: 0.55	In/Out: 0.21
Mesial/Distal: 9.31	Mesial/Distal: 2.08	Mesial/Distal: 4.47	Mesial/Distal: 1.43	Mesial/Distal: 0.16	Mesial/Distal: -0.07	Mesial/Distal: -0.22
Supra/Infra: 6.79	Supra/Infra: 2.70	Supra/Infra: 4.84	Supra/Infra: 1.89	Supra/Infra: 0.31	Supra/Infra: 0.03	Supra/Infra: -0.04

27	26	25	24	23	22	21
Tip: 7.82°	Tip: 2.04°	Tip: 3.28°	Tip: 4.20°	Tip: 1.97°	Tip: 8.85°	Tip: 3.09°
Torque: 14.24°	Torque: 2.04°	Torque: 3.25°	Torque: 3.52°	Torque: 0.87°	Torque: 8.94°	Torque: 3.99°
Rotation: 15.56°	Rotation: 0.16°	Rotation: 2.51°	Rotation: 3.17°	Rotation: 1.77°	Rotation: 2.88°	Rotation: 5.04°
In/Out: 2.54	In/Out: 0.58	In/Out: -0.07	In/Out: 1.29	In/Out: 0.63	In/Out: 0.72	In/Out: -0.14
Mesial/Distal: 3.89	Mesial/Distal: -1.66	Mesial/Distal: 1.20	Mesial/Distal: 1.73	Mesial/Distal: 0.77	Mesial/Distal: -0.39	Mesial/Distal: -0.29
Supra/Infra: 4.77	Supra/Infra: 0.09	Supra/Infra: 2.06	Supra/Infra: 1.84	Supra/Infra: 0.35	Supra/Infra: -1.72	Supra/Infra: -0.09

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 17

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.84° (±3.41)	In/Out: 0.41 mm (±0.39)
Torque: 3.92° (±3.56)	Mesial/Distal: 0.24 mm (±0.58)
Rotation: 2.64° (±1.76)	Supra/Infra: 0.47 mm (±1.36)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 5.31° (±4.47)	In/Out: 1.23 mm (±2.50)
Torque: 5.34° (±4.56)	Mesial/Distal: 1.98 mm (±2.81)
Rotation: 4.30° (±4.40)	Supra/Infra: 1.97 mm (±2.39)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1: 0,16NITI
Bogen 2: 016x022NITI
Bogen 3: 18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

IANB-ANB:	1.14
WITS:	6mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	0.5mm
Interinzisalwinkel:	124°
WTM:	tend. vertikal

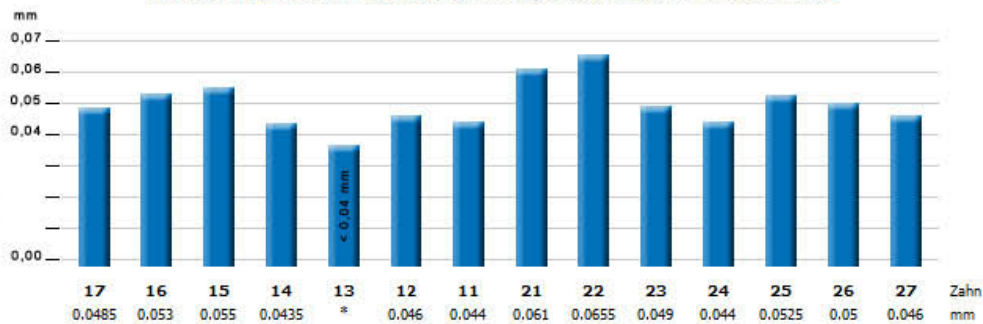
Tab. 5.2: ZB-FRS

IANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

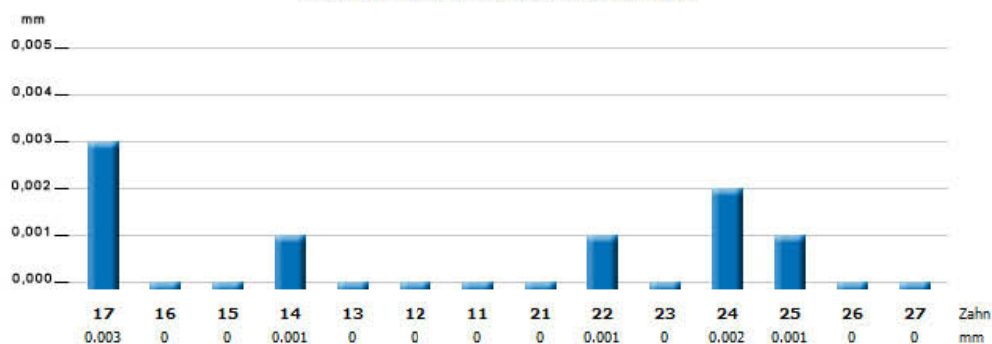
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

IANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°















Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 7.60° Torque: 8.17° Rotation: 10.76° In/Out: -2.17 Mesial/Distal: -1.63 Supra/Infra: 2.71	Tip: 5.62° Torque: 6.71° Rotation: 3.75° In/Out: -2.19 Mesial/Distal: 1.66 Supra/Infra: 3.40	Tip: 2.86° Torque: 2.47° Rotation: 1.47° In/Out: -0.63 Mesial/Distal: 0.16 Supra/Infra: 1.49	Tip: 4.39° Torque: 4.26° Rotation: 3.79° In/Out: -1.20 Mesial/Distal: -1.40 Supra/Infra: -0.97	Tip: 4.76° Torque: 3.04° Rotation: 3.77° In/Out: 0.58 Mesial/Distal: -0.05 Supra/Infra: -0.70	Tip: 2.02° Torque: 2.95° Rotation: 2.71° In/Out: 0.11 Mesial/Distal: 0.17 Supra/Infra: -0.21	Tip: 3.87° Torque: 1.18° Rotation: 3.93° In/Out: 0.02 Mesial/Distal: 0.45 Supra/Infra: 0.03
						
Tip: 1.55° Torque: 0.56° Rotation: 1.45° In/Out: -0.56 Mesial/Distal: 1.10 Supra/Infra: 2.61	Tip: 5.07° Torque: 6.90° Rotation: 5.05° In/Out: 3.31 Mesial/Distal: 1.81 Supra/Infra: 4.30	Tip: 4.28° Torque: 1.85° Rotation: 4.13° In/Out: 1.61 Mesial/Distal: 0.59 Supra/Infra: 2.26	Tip: 5.35° Torque: 4.75° Rotation: 3.41° In/Out: 1.84 Mesial/Distal: 0.55 Supra/Infra: 2.41	Tip: 5.02° Torque: 6.18° Rotation: 3.73° In/Out: 1.27 Mesial/Distal: -0.12 Supra/Infra: 1.06	Tip: 6.75° Torque: 5.62° Rotation: 3.76° In/Out: -0.02 Mesial/Distal: 0.62 Supra/Infra: 0.79	Tip: 8.14° Torque: 4.79° Rotation: 6.87° In/Out: -0.06 Mesial/Distal: -0.15 Supra/Infra: 0.24

Behandlungsbeginn: 2006 - Alter des Patienten: 17

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 5.20° (±2.76)	In/Out: 0.05 mm (±0.09)
Torque: 3.64° (±1.98)	Mesial/Distal: 0.35 mm (±0.35)
Rotation: 4.32° (±1.79)	Supra/Infra: 0.32 mm (±0.45)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.81° (±1.91)	In/Out: 1.11 mm (±1.83)
Torque: 4.25° (±2.32)	Mesial/Distal: 0.75 mm (±1.09)
Rotation: 4.18° (±2.32)	Supra/Infra: 1.66 mm (±1.63)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	1.14
WITS:	6mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	111°
OK-Front Stellung:	7mm
UK-Front:	95°
UK-Front Stellung:	0.5mm
Interinzisalwinkel:	124°
WTM:	tend. vertikal

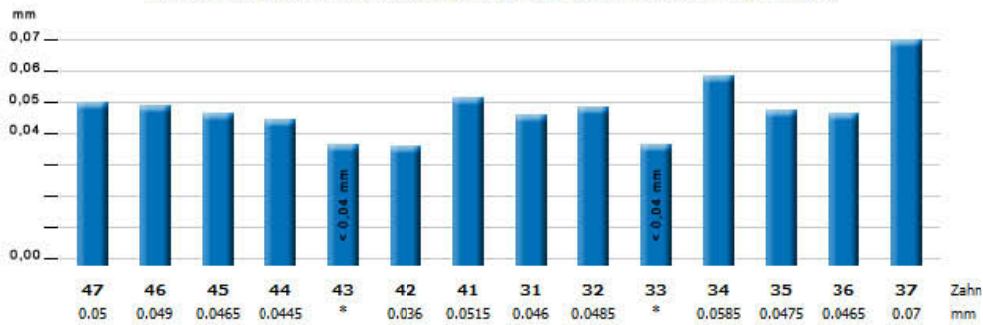
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-
WITS:	-mm
Skel. Klasse:	-
OK-Front:	-°
OK-Front Stellung:	mm
UK-Front:	-°
UK-Front Stellung:	mm
Interinzisalwinkel:	°
WTM:	-

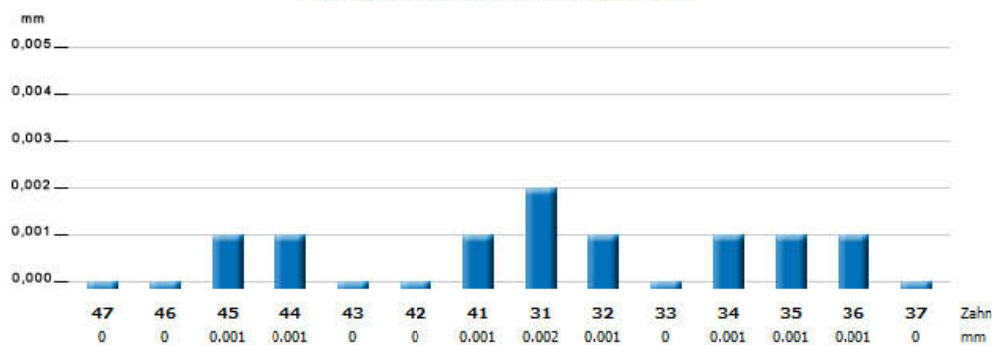
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-
WITS Differenz:	-mm
OK-Front Differenz:	-°
OK-Front-Stellung Diff.:	-mm
UK-Front Differenz:	-°
UK-Front-Stellung Diff.:	-mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-°

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	1.88°	1.83°	1.17°	6.46°	6.36°	7.68°	3.55°
Torque:	5.19°	1.09°	6.53°	8.49°	12.35°	5.75°	6.14°
Rotation:	5.28°	1.73°	6.63°	8.33°	11.26°	9.49°	5.48°
In/Out:	5.05	-0.53	2.72	0.71	0.62	-0.62	-0.07
Mesial/Distal:	0.11	1.96	0.52	1.96	-0.86	0.87	-0.14
Supra/Infra:	0.87	0.84	1.20	2.64	-0.76	0.32	-0.08

	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	6.29°	4.39°	3.76°	7.85°	13.03°	11.11°	6.49°
Torque:	4.62°	4.04°	1.98°	2.28°	8.97°	8.38°	5.73°
Rotation:	4.37°	2.17°	3.73°	7.71°	13.82°	10.59°	8.49°
In/Out:	1.57	0.61	0.80	1.22	1.55	0.84	-0.29
Mesial/Distal:	-2.46	3.59	1.11	2.82	0.81	0.62	0.19
Supra/Infra:	-2.29	1.29	-0.34	0.92	-0.34	-0.81	0.06

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 42

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	7.21° (±3.13)	In/Out:	0.45 mm (±0.84)
Torque:	6.50° (±1.27)	Mesial/Distal:	0.46 mm (±0.45)
Rotation:	8.51° (±2.20)	Supra/Infra:	0.32 mm (±0.71)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	5.85° (±3.44)	In/Out:	1.23 mm (±1.49)
Torque:	5.82° (±3.06)	Mesial/Distal:	1.29 mm (±1.60)
Rotation:	7.08° (±3.53)	Supra/Infra:	0.91 mm (±1.37)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0.16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-1.06
WITS:	7.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	108°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	99.5°
UK-Front Stellung:	7.5mm
Interinzisalwinkel:	113°
WTM:	vertikal

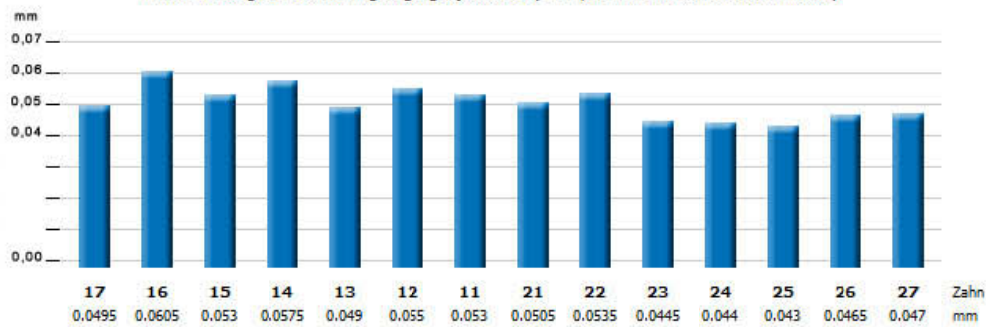
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-1.16
WITS:	7.5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106.5°
OK-Front Stellung:	11.5mm
UK-Front:	98.5°
UK-Front Stellung:	7.5mm
Interinzisalwinkel:	116°
WTM:	vertikal

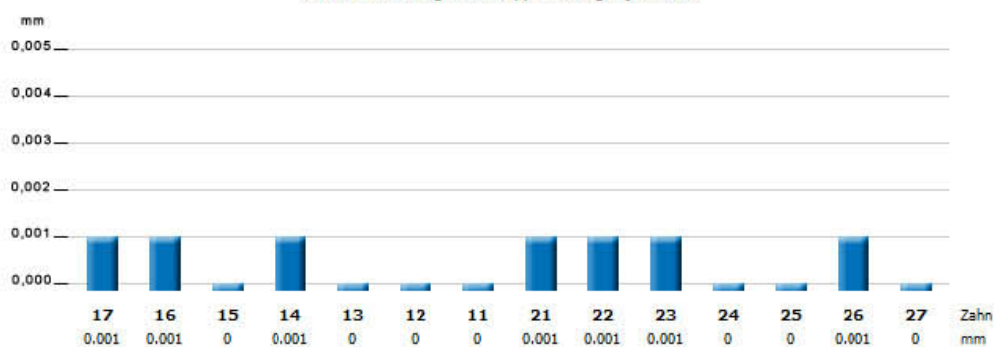
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-0.4
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	-1.5°
OK-Front-Stellung Diff.:	-0.5mm
UK-Front Differenz:	-1°
UK-Front-Stellung Diff.:	0mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-3°







Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 6.33° Torque: 6.61° Rotation: 8.91° In/Out: -5.99 Mesial/Distal: 0.50 Supra/Infra: 1.10	Tip: 2.97° Torque: 2.79° Rotation: 1.02° In/Out: 0.09 Mesial/Distal: 2.37 Supra/Infra: 1.38	Tip: 0.36° Torque: 3.69° Rotation: 3.68° In/Out: -1.41 Mesial/Distal: 0.55 Supra/Infra: 0.32	Tip: 5.07° Torque: 8.03° Rotation: 9.15° In/Out: -0.33 Mesial/Distal: -0.42 Supra/Infra: -0.13	Tip: 6.15° Torque: 8.67° Rotation: 6.87° In/Out: 0.04 Mesial/Distal: -0.78 Supra/Infra: -0.95	Tip: 7.69° Torque: 7.08° Rotation: 3.71° In/Out: -0.11 Mesial/Distal: 0.75 Supra/Infra: 0.93	Tip: 1.88° Torque: 1.31° Rotation: 2.29° In/Out: 0.23 Mesial/Distal: 0.53 Supra/Infra: -0.04
						
Tip: 6.81° Torque: 8.49° Rotation: 10.89° In/Out: 7.81 Mesial/Distal: -1.25 Supra/Infra: 1.70	Tip: 3.97° Torque: 1.41° Rotation: 4.13° In/Out: -0.40 Mesial/Distal: 1.13 Supra/Infra: 0.58	Tip: 3.23° Torque: 3.44° Rotation: 1.22° In/Out: 0.66 Mesial/Distal: -0.06 Supra/Infra: -0.50	Tip: 3.70° Torque: 5.34° Rotation: 6.34° In/Out: 1.97 Mesial/Distal: -0.33 Supra/Infra: 0.84	Tip: 2.04° Torque: 6.43° Rotation: 6.34° In/Out: 0.60 Mesial/Distal: -0.88 Supra/Infra: -0.25	Tip: 4.37° Torque: 3.91° Rotation: 5.44° In/Out: -0.12 Mesial/Distal: -0.08 Supra/Infra: 0.09	Tip: 3.86° Torque: 2.25° Rotation: 3.81° In/Out: -0.02 Mesial/Distal: 0.18 Supra/Infra: 0.04

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 42

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 4.45° (±2.41)	In/Out: 0.12 mm (±0.22)
Torque: 3.64° (±2.53)	Mesial/Distal: 0.39 mm (±0.37)
Rotation: 3.81° (±1.29)	Supra/Infra: 0.28 mm (±0.45)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 4.17° (±2.07)	In/Out: 1.41 mm (±3.08)
Torque: 4.96° (±2.60)	Mesial/Distal: 0.70 mm (±1.09)
Rotation: 5.27° (±2.99)	Supra/Infra: 0.63 mm (±0.80)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-1,06
WITS:	7,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	108°
OK-Front Stellung:	12mm
UK-Front:	99,5°
UK-Front Stellung:	7,5mm
Interinzisalwinkel:	113°
WTM:	vertikal

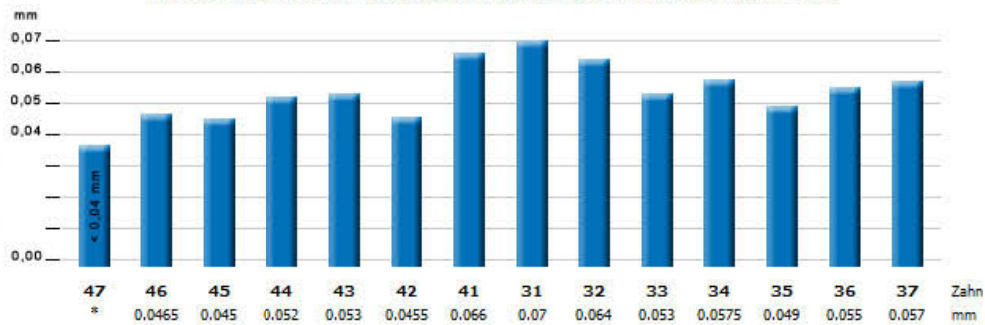
Tab. 5.2: ZB-FRS

iANB-ANB:	-1,16
WITS:	7,5mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	106,5°
OK-Front Stellung:	11,5mm
UK-Front:	98,5°
UK-Front Stellung:	7,5mm
Interinzisalwinkel:	116°
WTM:	vertikal

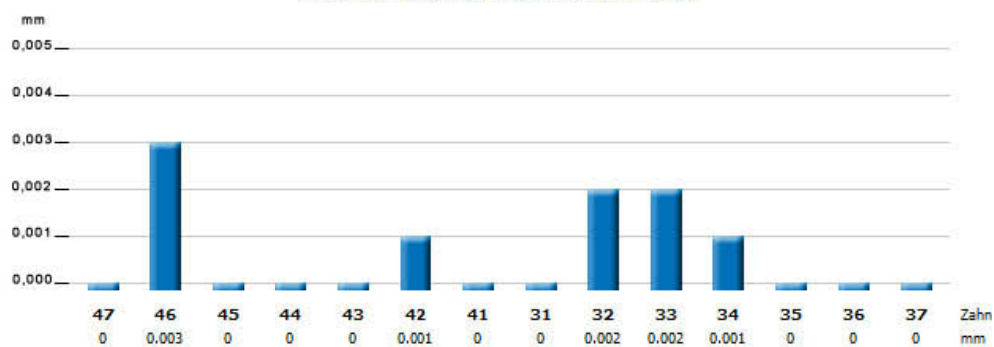
Tab. 5.3: FRS-Vergleich

iANB Differenz:	-0,4
WITS Differenz:	0mm
OK-Front Differenz:	-1,5°
OK-Front-Stellung Diff.:	-0,5mm
UK-Front Differenz:	-1°
UK-Front-Stellung Diff.:	0mm
Interinzisalwinkel Diff.:	-3°






Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

						
Tip: 4.41° Torque: 4.45° Rotation: 6.12° In/Out: -4.57 Mesial/Distal: 2.16 Supra/Infra: 3.15	Tip: 8.02° Torque: 7.92° Rotation: 1.66° In/Out: -0.38 Mesial/Distal: -1.18 Supra/Infra: -0.40	Tip: 9.15° Torque: 9.16° Rotation: 4.32° In/Out: -0.98 Mesial/Distal: -1.63 Supra/Infra: -0.53	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 9.19° Torque: 6.53° Rotation: 8.12° In/Out: -0.46 Mesial/Distal: -1.14 Supra/Infra: -0.76	Tip: 3.59° Torque: 1.54° Rotation: 3.88° In/Out: -0.02 Mesial/Distal: -1.03 Supra/Infra: 0.42	Tip: 3.01° Torque: 1.77° Rotation: 2.77° In/Out: 0.24 Mesial/Distal: -0.01 Supra/Infra: -0.11
						
Tip: 9.14° Torque: 2.02° Rotation: 9.12° In/Out: 5.43 Mesial/Distal: -0.11 Supra/Infra: 2.43	Tip: 6.72° Torque: 6.67° Rotation: 6.41° In/Out: -0.23 Mesial/Distal: -1.14 Supra/Infra: -0.09	Tip: 10.78° Torque: 5.50° Rotation: 9.36° In/Out: 1.75 Mesial/Distal: -2.24 Supra/Infra: -0.05	Tip: 0° Torque: 0° Rotation: 0° In/Out: 0 Mesial/Distal: 0 Supra/Infra: 0	Tip: 7.17° Torque: 4.12° Rotation: 6.27° In/Out: 0.57 Mesial/Distal: -1.08 Supra/Infra: -0.26	Tip: 4.42° Torque: 4.01° Rotation: 5.17° In/Out: -0.28 Mesial/Distal: -0.07 Supra/Infra: -0.13	Tip: 1.88° Torque: 1.84° Rotation: 2.44° In/Out: 0.01 Mesial/Distal: -0.24 Supra/Infra: -0.01

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip: 3.23° (±1.07)	In/Out: 0.14 mm (±0.27)
Torque: 2.29° (±1.15)	Mesial/Distal: 0.34 mm (±0.91)
Rotation: 3.57° (±1.23)	Supra/Infra: 0.17 mm (±0.29)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip: 6.46° (±2.91)	In/Out: 1.24 mm (±2.54)
Torque: 4.63° (±2.57)	Mesial/Distal: 1.00 mm (±2.05)
Rotation: 5.47° (±2.56)	Supra/Infra: 0.69 mm (±1.27)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NiTi
Bogen 2:	016x022NiTi
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.66
WITS:	4mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	94°
OK-Front Stellung:	11.5mm
UK-Front:	97°
UK-Front Stellung:	9mm
Interinzisalwinkel:	123.5°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

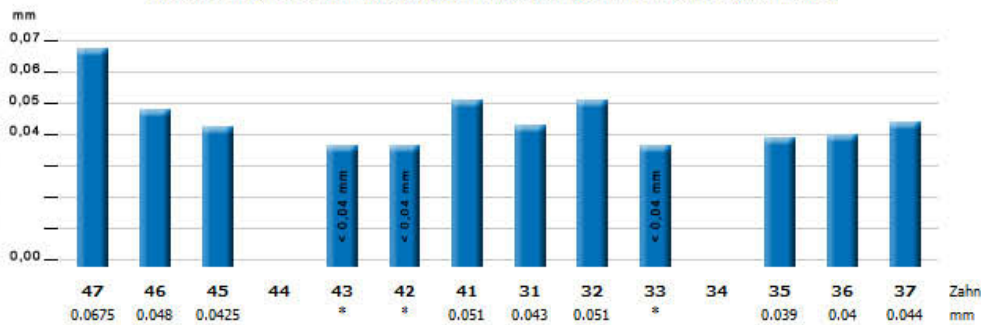
iANB-ANB:	1.24
WITS:	3mm
Skel. Klasse:	II
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	14mm
UK-Front:	92.5°
UK-Front Stellung:	11.5mm
Interinzisalwinkel:	122°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

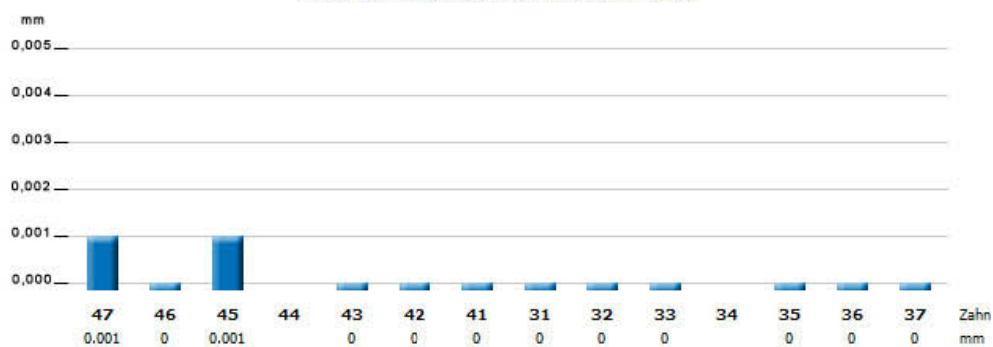
iANB Differenz:	-0.4
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	6°
OK-Front-Stellung Diff.:	2.5mm
UK-Front Differenz:	-4.5°
UK-Front-Stellung Diff.:	2.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	1.5°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand

Zahn	17	16	15	14	13	12	11
Tip:	9.61°	6.28°	11.88°	0°	6.17°	11.09°	2.13°
Torque:	5.91°	5.88°	7.79°	0°	6.65°	8.65°	7.02°
Rotation:	9.27°	4.89°	10.31°	0°	3.07°	7.93°	6.76°
In/Out:	-6.25	-0.86	-2.89	0	-0.47	-0.75	0.25
Mesial/Distal:	1.63	0.10	0.01	0	-0.55	0.60	0.47
Supra/Infra:	-0.77	-0.59	-1.19	0	-0.89	0.15	0.39

Zahn	27	26	25	24	23	22	21
Tip:	8.75°	5.83°	14.19°	0°	10.10°	2.66°	3.87°
Torque:	2.07°	5.72°	5.56°	0°	10.25°	4.02°	6.26°
Rotation:	8.55°	7.85°	14.49°	0°	2.50°	4.19°	4.93°
In/Out:	4.16	0.19	3.01	0	0.95	0.36	0.07
Mesial/Distal:	4.42	1.17	0.74	0	-1.28	0.05	-0.20
Supra/Infra:	2.45	1.03	0.28	0	-1.93	0.25	-0.11

Behandlungsbeginn: 2005 - Alter des Patienten: 38

Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2)

Tip:	4.94° (±4.17)	In/Out:	0.36 mm (±0.66)
Torque:	6.49° (±1.92)	Mesial/Distal:	0.33 mm (±0.39)
Rotation:	5.95° (±1.70)	Supra/Infra:	0.23 mm (±0.22)

Tab. 3: Durchschnittsabweichungen des gesamten Kiefers

Tip:	7.71° (±3.82)	In/Out:	1.68 mm (±3.28)
Torque:	6.32° (±2.10)	Mesial/Distal:	0.94 mm (±1.47)
Rotation:	7.06° (±3.42)	Supra/Infra:	0.84 mm (±1.49)

Tab. 4: Bogensequenz

Bogen 1:	0,16NITI
Bogen 2:	016x022NITI
Bogen 3:	18,2x18,2TMA

Tab. 5.1: NA-FRS

iANB-ANB:	-0.66
WITS:	4mm
Skal. Klasse:	II
OK-Front:	94°
OK-Front Stellung:	11.5mm
UK-Front:	97°
UK-Front Stellung:	9mm
Interinzisalwinkel:	123.5°
WTM:	vertikal

Tab. 5.2: ZB-FRS

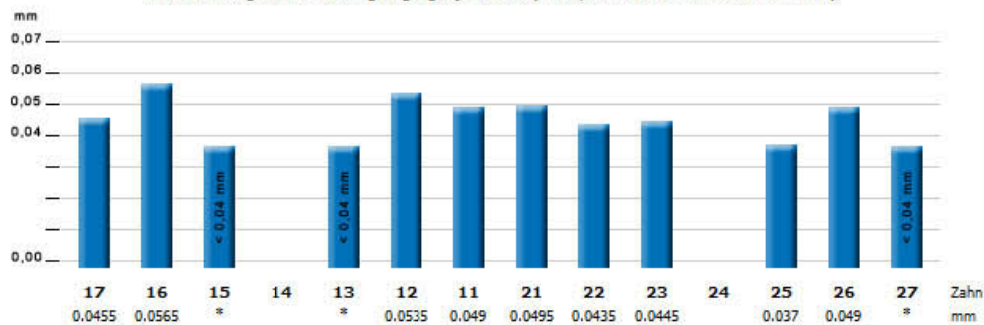
iANB-ANB:	1.24
WITS:	3mm
Skal. Klasse:	II
OK-Front:	100°
OK-Front Stellung:	14mm
UK-Front:	92.5°
UK-Front Stellung:	11.5mm
Interinzisalwinkel:	122°
WTM:	vertikal

Tab. 5.3: FRS-Vergleich

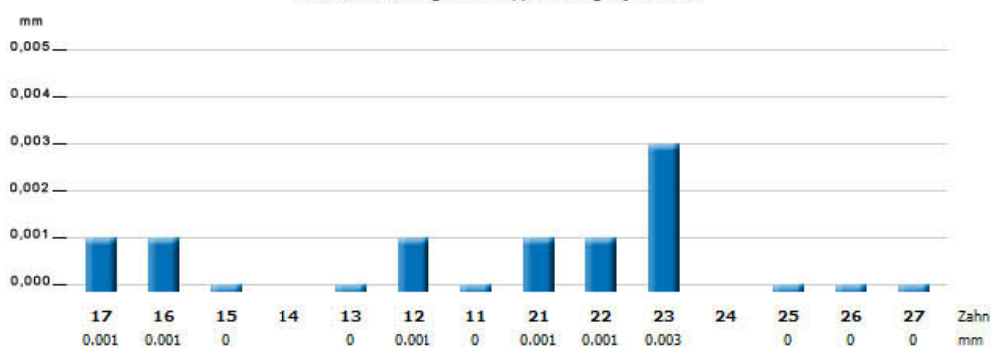
iANB Differenz:	-0.4
WITS Differenz:	1mm
OK-Front Differenz:	6°
OK-Front Stellung Diff.:	2.5mm
UK-Front Differenz:	-4.5°
UK-Front Stellung Diff.:	2.5mm
Interinzisalwinkel Diff.:	1.5°

Tab. 5: FRS-Auswertung

Tab. 6: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket (* entspricht Werten kleiner 0,04 Millimeter)



Tab. 7: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



Tab. 1: Abweichungen der Einzelzahnrotationen und -translationen zwischen Setup und Endzustand aller Kiefer

	r7 - 42	r6 - 46	r5 - 47	r4 - 46	r3 - 50	r2 - 49	r1 - 50
Tip:	7.82°	5.91°	6.62°	5.93°	5.78°	4.78°	3.32°
Torque:	6.58°	5.17°	5.87°	5.62°	6.08°	4.39°	4.13°
Rotation:	8.67°	4.95°	5.99°	5.76°	5.67°	5.08°	4.3°
In/Out:	-2.52	-0.24	-0.38	-0.29	0.19	0.2	0.15
Mesial/Distal:	1.4	-0.02	-0.04	0.15	-0.02	0.27	0.09
Supra/Infra:	1.42	0.01	0.02	0	-0.2	0.21	0.05

	l7 - 40	l6 - 45	l5 - 47	l4 - 45	l3 - 50	l2 - 50	l1 - 50
Tip:	7.81°	5.85°	6.36°	5.89°	6.07°	4.46°	3.29°
Torque:	5.65°	4.96°	5.17°	5.23°	5.57°	4.58°	4.2°
Rotation:	9.02°	5.48°	6.03°	5.41°	5.3°	4.64°	4.17°
In/Out:	3.42	0.5	0.62	0.42	0.24	-0.02	0.01
Mesial/Distal:	0.8	-0.13	-0.06	-0.06	-0.17	-0.03	-0.01
Supra/Infra:	1.14	0.13	0.1	0.09	-0.25	0.04	0.05

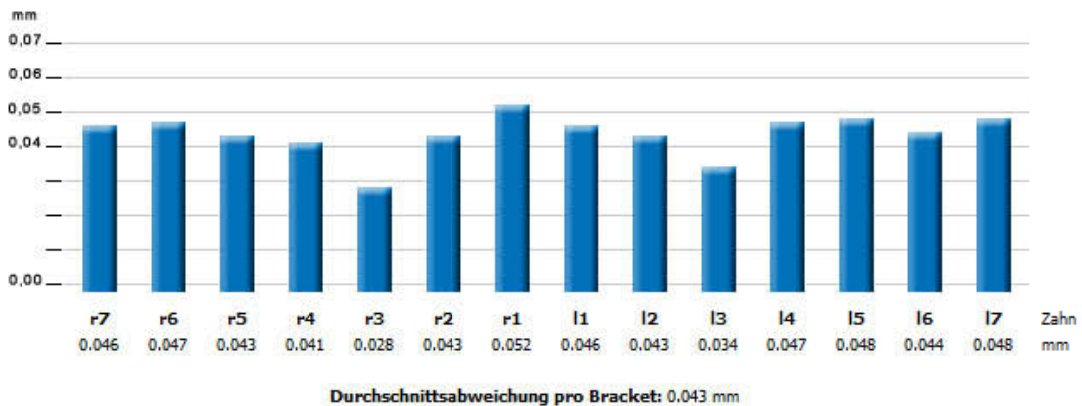
Tab. 2: Durchschnittsabweichungen der Frontzähne (2-2) aller Kiefer - 199 Zähne

Tip:	3.95° (±2.19)	In/Out:	0.36 mm (±0.56)
Torque:	4.31° (±2.31)	Mesial/Distal:	0.32 mm (±0.49)
Rotation:	4.53° (±2.38)	Supra/Infra:	0.30 mm (±0.47)

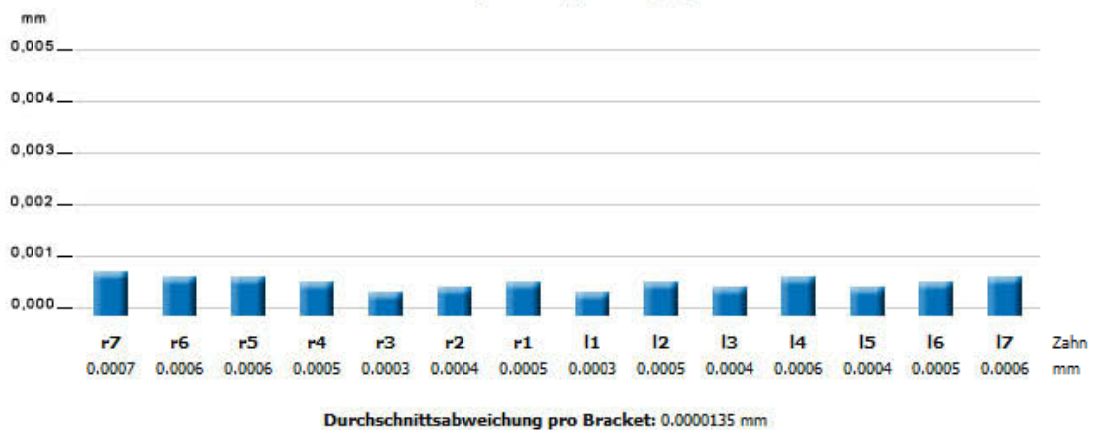
Tab. 3: Durchschnittsabweichungen der gesamten Kiefer - 657 Zähne

Tip:	5.62° (±4.28)	In/Out:	1.13 mm (±2.19)
Torque:	5.19° (±3.79)	Mesial/Distal:	1.02 mm (±1.88)
Rotation:	5.61° (±4.22)	Supra/Infra:	0.93 mm (±1.70)

Tab. 4: Genauigkeit des Matchingvorganges je Bracket



Tab. 5: Abweichungen der Doppelmessungen je Bracket



7. Literaturverzeichnis

1. Alexander CM, Alexander RG, Sinclair PM. Lingual orthodontics: a status report. Part 6. Patient and practice management. *J Clin Orthod* 1983;17:240-6.
2. Altounian G. La thérapeutique a attaches linguales: une autre approche de l'orthodontie. *Rev Orthop Dento Faciale* 1986;20:319-62.
3. Altounian G. Le targ. *L'information dentaire* 1985;67:2225-34.
4. Creekmore TD. Lingual orthodontics - ist renaissance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:120-37.
5. Creekmore TD. Precision placement of lingual and labial brackets. *J Am Ling Orthod Assoc* 1988;1:6-8.
6. Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. Interscience Publications New York 1940;25.
7. Diedrich P. Die linguale Bracketfixation - Problematik und erste klinische Erfahrungen. *J Orofac Orthop* 1984;45:65-76.
8. Fillion D. Improving patient comfort with lingual braces. *J Clin Orthod* 1997;31:689-94.
9. Fillion D. Orthodontie linguale: systèmes de positionnement des attaches au laboratoire. *Orthod Fr* 1980;60:695-704.
10. Fritz U, Diedrich P, Wiechmann D. Lingual technique - patients' characteristics, motivation and acceptance. Interpretation of a retrospective survey. *J Orofac Orthop* 2002;63:227-33.
11. Fuck LM, Wiechmann D, Drescher D. Comparison of the Initial Orthodontic Force Systems Produced by a New Lingual Bracket System and a Straight-Wire Appliance. *J Orofac Orthop* 2005;66(5):363-376.
12. Fujita, K. Multilingual Bracket and Mushroom Arch Wire Technique: A Clinical Report. *Am J Orthod* 1982;82:120-40.
13. Fujita, K. New Orthodontic Treatment with Lingual Bracket and Mushroom Arch Wire Appliance. *Am J Orthod* 1979;76:657-75.

14. Geron S, Romano R, Brosh T. Vertical forces in labial and lingual orthodontics applied on maxillary incisors - a theoretical approach. *Angle Orthod* 2004;74:195-201.
15. Hiro T, Takemoto K. Resin core indirect bonding system - improvement of lingual orthodontic treatment. *J Jpn Orthod Soc* 1998;57:83-91.
16. Hohoff A, Seifert E, Fillion D, Stamm T, Heinecken A, Ehmer U. Speech performance in lingual orthodontic patients measured by sonography and auditive analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:146-52.
17. Hohoff A, Stamm T, Ehmer U. Comparison of the effect on oral discomfort of two positioning techniques with lingual brackets. *Angle Orthod* 2003;73:25-32.
18. Hohoff A, Stamm T, Goder G, et al. Comparison of three bonded lingual appliances by auditive and subjective assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:737-45.
19. Hohoff A, Wiechmann D, Fillion D, et al. Evaluation of the parameters underlying the decision by adult patients to opt for lingual therapy: an international comparison. *J Orofac Orthop* 2003;64:135-44.
20. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 1983;83:382-90.
21. Huge SA. The customised lingual appliance set-up service (CLASS) system. In: Romano R. *Lingual Orthodontics*. Hamilton-London: Decker, 1998:163-73.
22. Jost-Brinkmann PG, Müller-Hartwich R. Die Lingualtechnik. *Zahnärztl Mitt* 2003;22:54-8.
23. Kelly, VM. JCO Interviews on Lingual Orthodontics. *J Clin Orthod* 1982;16:461-76.
24. Lehmann KM, Hellwig E. *Zahnärztliche Propädeutik*, 9. Auflage 2002. Urban & Fischer, München; Seite 8.
25. Miyawaki S, Yasuhara M, Koth Y. Discomfort caused by bonded lingual orthodontic appliances in adult patients as examined by retrospective questionnaire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:83-8.
26. Paige, SF. A Lingual Light-Wire Technique. *J Clin Orthod* 1982;16:534-44.

27. Panagiotidis G, Witt E. Der individualisierte ANB-Winkel. J Orofac Orthop 1977;38:408-16.
28. Pauls, HJ. Lingual Orthodontics with Orthognatic Surgery in a Severe Class II, Division 2 Case. J Orofac Orthop 2008;69:135-45.
29. Rummel V, Wiechmann D, Sachdeva R. Precision finishing in lingual orthodontics. J Clin Orthod 1999;23:101-13.
30. Segner, D. Persönliche Mitteilung.
31. Smith JR, et al. Keys to success in lingual therapy. Part 1. J Clin Orthod 1986;89:252-61.
32. Smith JR, Gorman JC, Kurz C, Dunn RM. Keys to success in lingual therapy Part 1. J Clin Orthod 1986;89:252-61.
33. Wiechmann D, Hoch L. Les finitions occlusales assistées par ordinateur. Orthod Fr 2003;74:15-28.
34. Wiechmann D, Rummel V, Thalheim A, Simon JS, Wiechmann L. Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(5):593-9.
35. Wiechmann D, Rummel V. Schiefes unsichtbar auf die Reihe gebracht. Zahnärztliche Mitteilungen 1999;5:44-49.
36. Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 1: Theoretical background and development. J Orofac Orthop 2002;63(3):234-45.
37. Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 2: First clinical experiences and further development. J Orofac Orthop. 2003;64(5):372-88.
38. Wiechmann D. Integration der Lingualtechnik in die tägliche Praxis. Inf Orthod Kieferorthop 1999;31:9-23.
39. Wiechmann D. La thérapeutique eco-linguale. Deuxième partie: Aspects cliniques. J de Edge 2001;43:9-37.
40. Wiechmann D. La thérapeutique eco-linguale. Première partie: Une théorie pour un concept moderne de traitement lingual. J de Edge 2000;42:53-69.

41. Wiechmann D. Lingual orthodontics. Part 1: Laboratory procedure. J Orofac Orthop 1999;60:371-9.
42. Wiechmann D. Lingual orthodontics. Part 2: Archwire fabrication. J Orofac Orthop 1999;60:416-26.
43. Wiechmann D. Lingual orthodontics. Part 3: Intraoral sandblasting and indirect bonding. J Orofac Orthop 2000;61:280-91.
44. Wiechmann D. Lingual orthodontics. Part 4: Economic lingual treatment (ECO-lingual therapy). J Orofac Orthop 2000;61:359-70.

8. **Abbildungsverzeichnis**

1. Screenshot ProLingual (Lingualcare, Dallas, TX, USA)
2. <http://www.gom.com> (GOM, Braunschweig, Deutschland)
3. Screenshot ATOS-Software (GOM, Braunschweig, Deutschland)
4. Screenshot ProLingual (Lingualcare, Dallas, TX, USA)

Danksagungen

Herzlichen Dank...

- meinen Eltern für die jederzeit tatkräftige Unterstützung, Hilfe und Beratung.
- Dr. Hans-Jürgen Pauls, meinem Vater, für seinen fachlichen Rat.
- Frau Professor Stellzig-Eisenhauer für die sehr gute Betreuung und die Idee zu dieser Dissertation.
- Dr. Dirk Wiechmann für die Fälle, seine Erfindung und die freundliche Kooperation.
- Herrn Schlimper von TOP-Service in Bad Essen für die außerordentlich kompetente und schnelle Hilfe.
- Herrn Mikut und Herrn Paehl von TOP-Service in Bad Essen für ihre freundliche Unterstützung.
- Herrn See für seine genialen Programmierkenntnisse und für die Beantwortung der Softwarefragen und deren Lösung.
- Frau Merz und dem Praxisteam der Praxis Dr. Wiechmann in Bad Essen für das Heraussuchen der Modelle und Röntgenbilder.
- Johannes Hain für die große Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.
- Frau Stuis-Pfeuffer für ihre Terminbemühungen.
- Frau Martin für die Unterstützung bei der Literaturrecherche.
- last but not least meiner Freundin und allen meinen Freunden.