

Der frontale Kreuzbiss mit Zwangsführung - Effektivität der Behandlung mit herausnehmbaren Plattenapparaturen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Heidi Klewitz
aus Erfurt

Gießen (2013)

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Gießen
Direktorin: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachter: Prof. Dr. Sabine Ruf

Gutachter: PD Dr. Dr. Heidrun Schaaf

Tag der Disputation: 19.08.2013

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Der frontale Kreuzbiss mit Zwangsführung	4
1.2	Therapie des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung	6
1.3	Prognoseparameter.....	8
2	Ziel	10
2.1	Hauptzielparameter	10
2.2	Nebenzielparameter	10
3	Material	11
3.1	Patientengut	11
4	Methoden	13
4.1	Erläuterung der Zielparameter.....	13
4.2	Auswertung der Situationsmodelle	13
4.3	Auswertung der Karteikartendokumentation	15
4.3.1	Anzahl der Behandlungstermine und Terminabsagen	16
4.3.2	Kooperation.....	16
4.4	Auswertung der Fernröntgenseitenbilder	17
4.5	Erfassung der Daten und statistische Methoden.....	20
5	Ergebnisse	22
5.1	Effektivität.....	22
5.2	Effizienz.....	23
5.2.1	Erfolgsgruppe.....	24
5.2.2	Misserfolgsgruppe.....	26

5.2.3	Gruppenvergleich.....	28
5.3	Veränderung der Nebenzielparameter.....	30
5.3.1	Sagittale und vertikale Frontzahnstufe	30
5.3.2	Auswertung der Dokumentationsunterlagen.....	42
5.3.3	Kooperation.....	44
5.3.4	Auswertung der Fernröntgenseitenbilder.....	49
5.3.5	Klinische Zusammenhänge	58
6	Diskussion	60
6.1	Patientengut.....	60
6.2	Methoden	61
6.3	Ergebnisse	63
6.3.1	Prävalenz.....	63
6.3.2	Effektivität	64
6.3.3	Effizienz	64
6.3.4	Prognostisch relevante Faktoren.....	67
7	Schlussfolgerungen	72
8	Zusammenfassung	73
9	Summary	75
10	Literaturverzeichnis	77
11	Anhang	84
12	Ehrenwörtliche Erklärung	85
13	Danksagung	86

1 Einleitung

In der Kieferorthopädie unterscheidet man Zahnstellungs- und Bissanomalien. Während es sich bei Zahnstellungsanomalien lediglich um die Fehlstellung einzelner Zähne handelt, ist für Bissanomalien kennzeichnend, dass die Lagebeziehung der gesamten Zahnreihe von Ober- und Unterkiefer zueinander verändert ist. Bissanomalien können sowohl auf eine Lageveränderung der zahntragenden/alveolären Bereiche der Kiefer als auch der gesamten Kieferbasen zurückzuführen sein. Jede erdenkliche Kombinationsform ist möglich (NGAN et al., 1997).

Der frontale Kreuzbiss ist eine Dysgnathie, die sowohl als Symptom einer Zahnstellungs- als auch einer Bissanomalie auftreten kann und durch eine Labialposition der unteren Frontzähne im Verhältnis zu den oberen Frontzähnen gekennzeichnet ist. Gemäß HOTZ (1980) können drei Formen des frontalen Kreuzbisses unterschieden werden: (1) der progene Zwangsbiss, (2) die Pseudoprogenie und (3) die echte Progenie.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich ausschließlich mit dem frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung. Im Gegensatz zum deutschsprachigen Raum wird in der englischsprachigen Literatur meist keine Abgrenzung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung von den anderen frontalen Kreuzbissformen vorgenommen. Nur gelegentlich wird der frontale Kreuzbiss mit Zwangsführung als „pseudo-class-III“ bezeichnet (NAKASIMA et al., 1986; RABIE und GU, 2000; GU et al., 2000; GIANCOTTI et al., 2003, BAIK et al., 2004), jedoch ist der Literatur für diesen Begriff keine eindeutige Definition zu entnehmen. Da sich aber aufgrund klinischer Erfahrungen sowohl die Morphologie, die Therapie, als auch die Prognose der drei Kreuzbissformen maßgeblich voneinander unterscheiden, wird in der Einleitung auf eine vergleichende Darstellung mit Studien der beiden anderen frontalen Kreuzbissformen bzw. nicht klar definierter Kreuzbissformen weitestgehend verzichtet, respektive im Text spezifisch darauf hingewiesen. Damit soll die theoretische und praktische Problematik rund um den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung deutlicher hervorgehoben werden.

1.1 Der frontale Kreuzbiss mit Zwangsführung

Unter einem frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung, der auch als progener Zwangsbiss bezeichnet wird, versteht man im deutschsprachigen Raum einen Kreuzbiss einzelner, mehrerer oder aller Frontzähne, bei dem es in der letzten Phase des Mundschlusses infolge dentaler Interferenzen zu einem Abgleiten des Unterkiefers nach anterior in die Kreuzbissstellung kommt (SCHOPF, 2008). In den meisten Fällen sind die Frontzähne zumindest Teil dieser dentalen Interferenzen und bedingen somit die Zwangsführung des Unterkiefers. SCHOPF (2008) gibt als mögliche Erkennungszeichen einer Zwangsführung Schliffacetten und/oder auch eine Lockerung der zwangsführenden Zähne an. Zweifelsfrei ist jede Art von Zwangsführung nur klinisch zu diagnostizieren.

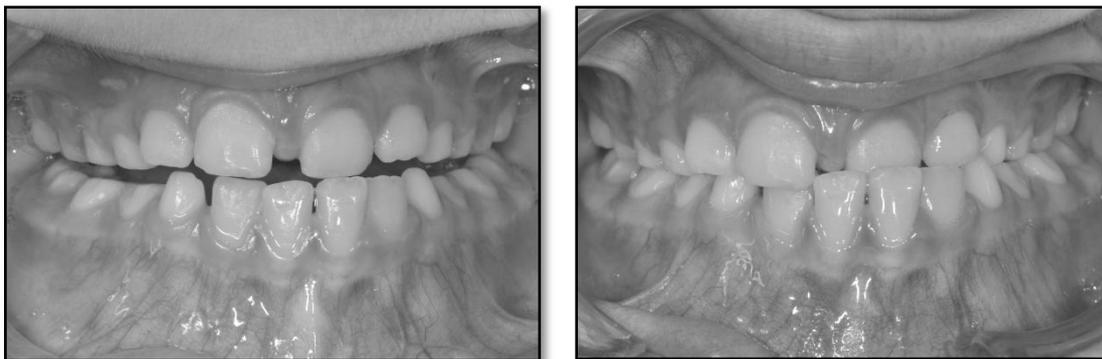


Abbildung 1.1 Aufnahme eines Patienten mit frontalem Kreuzbiss mit Zwangsführung: in Kopfbissstellung (links) und in zwangsführter Unterkieferposition (rechts)

Wie bereits oben erwähnt, kann der frontale Kreuzbiss im Allgemeinen als Symptom einer Zahnstellungs- als auch einer Bissanomalie auftreten. Ein dental bedingter frontaler Kreuzbiss kann durch eine abnorme Position und/oder eine abnorme Inklination der Ober- und/oder Unterkieferfrontzähne mit oder ohne relativen Platzmangel beim Durchbruch der Frontzähne zustande kommen (PROFFIT, 2007; MOYERS, 1973; HOTZ, 1980). Zusätzlich, oder auch als alleinige Ursache, kann ein frontaler Kreuzbiss aber auch skelettal bedingt sein. Einerseits kann die Ursache in einem übermäßigen Wachstum des Unterkiefers mit daraus resultierender übermäßiger Unterkieferlänge im Sinne einer Progenie liegen (PROFFIT, 2007; MOYERS, 1973). Andererseits kann der Oberkiefer aber auch ein Wachstumsdefizit im Sinne einer Opistognathie zeigen (BAIK et al., 2004; HOTZ und DIETRICH, 1969;

KLINK-HECKMANN, 1990). Diese dentalen und/oder skelettalen Abweichungen können infolge daraus resultierender dentaler Interferenzen einzelner, mehrerer oder aller Frontzähne eine Zwangsführung bedingen (PROFFIT, 2007; MOYERS, 1973; HOTZ, 1980).

Bekannt ist für den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung lediglich, dass er sowohl bei einer Neutralbisslage als auch bei einer Mesialbisslage vorkommen kann (SCHOPF, 2008; KLINK-HECKMANN, 1990). Somit ist prinzipiell klar, dass sowohl Zahnstellungs- als auch Bissanomalien ursächliche Faktoren darstellen können. Wie häufig diese beiden morphologischen Dysgnathieanteile beim frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung auftreten, und welchen Einfluss sie auf Therapie und Prognose haben, kann nicht beantwortet werden, da es bisher in der Literatur keine systematische Studie gibt, welche sich explizit mit der Morphologie des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung beschäftigt hat.

Angaben zur spezifischen Prävalenz des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung sind in der Literatur sehr selten vorzufinden. Allein RABIE und GU (1999) sprechen von einer Prävalenz zwischen 2-3% im asiatischen Raum. Betrachtet man sich die Häufigkeit des frontalen Kreuzbisses im Allgemeinen, so muss bedacht werden, dass vor allem frontalen Kreuzbissen infolge einer echten Progenie oder auch einer Opisthognathie skelettale, hereditäre Faktoren zugrundeliegen (LITTON et al., 1970; NAKASIMA et al., 1982; RABIE und GU, 2000), deren Häufigkeit starken ethnischen Schwankungen unterliegt. So ist beispielsweise die Prävalenz frontaler Kreuzbisse mit skelettaler Klasse III in asiatischen Ländern erheblich höher als in Europa. In Japan sind etwa 1/3 aller kieferorthopädischen Patienten davon betroffen (TAKADA et al., 1993). Aber auch innerhalb Europas gibt es Prävalenzunterschiede. Besonders bei Völkern mit teilweise mongolischer Abstammung (z.B. Türkei) ist eine höhere Prävalenz von bis zu 14,0% vorzufinden (KURT et al., 2010). Aus diesem Grund habe ich mich bei den nachfolgenden Literaturangaben ausschließlich auf Untersuchungen an einem im Deutschland lebenden Patientengut beschränkt. Dennoch sind migrationsbedingte Einflussfaktoren, die regional unterschiedliche Ausprägungen haben können, nicht vollständig auszuschließen.

Die Angaben zur Prävalenz des frontalen Kreuzbisses (im Allgemeinen) schwanken in Deutschland zwischen 1,3 und 7,3%. Am seltensten scheint er im Milchgebiss (1,3%)

vorzukommen (GRABOWSKI et al. 2007). Für die erste bzw. zweite Wechselgebissperiode (WGP) variieren die Angaben nur geringfügig zwischen 2,7% und 3,8% (TAUSCHE et al. 2004, GLASL et al. 2006, GRABOWSKI et al. 2007), lediglich SCHOPF (2003) berichtet mit 7,3% frontalen Kreuzbissen in der ersten WGP über eine deutlich abweichende Prävalenz. Wie hoch der Anteil der frontalen Kreuzbisse mit Zwangsführung an diesen Zahlen ist, ist unbekannt.

1.2 Therapie des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung

Primäres Ziel der Therapie eines frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung ist die Beseitigung der Zwangsführung. Dies geschieht, um den durch die Zwangsführung ausgelösten Wachstumsreiz auf die Kiefergelenke zu eliminieren. Zwar ist dieser Zusammenhang aufgrund der mangelnden Studien in der Literatur nicht zu belegen, die Assoziation liegt jedoch nahe. Zum einen ist die Entstehung sogenannter Pseudoprogenien aus frontalen Kreuzbissen mit Zwangsführung beschrieben (HOTZ, 1980). Bei Pseudoprogenien liegt die gleiche Frontzahninklination vor wie bei frontalen Kreuzbissen mit Zwangsführung (im Oberkiefer retrokliniert, im Unterkiefer prokliniert), jedoch fehlt die Zwangsführung. Dadurch unterscheiden sie sich klar von den „echten Progenien“, bei denen man aufgrund des primär, hereditär erhöhten Unterkieferwachstums als Anpassung an die Größendifferenz der Kieferbasen eine dentoalveoläre Adaptation im Sinne retroklinierter Unterkieferfrontzähne und normal inklinierter oder proklinierter Oberkieferfrontzähne findet. Laut HOTZ (1980) treten Pseudoprogenien ferner im Milchgebiss nicht auf, was zusätzlich für die sogenannte „artikuläre Fixierung“ der Zwangsführung spricht. Dass solch eine Adaptation des Kiefergelenkes prinzipiell möglich ist, ist aus der funktionskieferorthopädischen Behandlung bekannt (HANSEN, 1990; PAULSEN, 1997; NGAN et al., 1997). Hierbei werden schiefe Ebenen oder ventrale Einbisse verwendet, um den Unterkiefer in eine Vorschubposition zu führen, die in Abhängigkeit von der Apparatur nach einer gewissen Zeit unter anderem zur skelettalen Anpassungsreaktion des Unterkiefers im Sinne einer Wachstumsstimulation führt (ESENLIK, 2002; CALDWELL und COOK, 1999; KOCHHEL et al., 2012).

Bleibt beim frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung die artikuläre Fixierung aus, so ist eine erhöhte Belastung der Kiefergelenke aufgrund der Zwangsführung denkbar (ESENLIK et al., 2002, KURT et al., 2011). Auch hier fehlen weitere Belege aus der

Literatur, jedoch weiß man von seitlichen Kreuzbissen mit Zwangsführung, dass sie im Gegensatz zu seitlichen Kreuzbissen ohne Zwangsführung mit dem Auftreten von Kopfschmerzen, Kiefergelenk- und Kaumuskelschmerzen sowie Knackgeräuschen des Kiefergelenkes assoziiert sind (THILANDER und BJERKLIN, 2011).

Wenn Milchzähne die Zwangsführung bedingen, könnte es im Zuge der fortschreitenden Gebissentwicklung - und in diesem Fall speziell im Zuge der Exfoliation der zwangsführenden Milchzähne - theoretisch zu einer Spontankorrektur eines frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung kommen. Angaben zur Häufigkeit einer Spontankorrektur eines frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung sind aus der Literatur jedoch nicht bekannt. Die Spontankorrekturwahrscheinlichkeit ist jedoch als gering und wohl kaum höher als bei einem seitlichen Kreuzbiss mit Zwangsführung, bei dem eine Spontankorrekturrate von 0-9% angegeben wird (KENNEDY und OSEPCHOOK, 2005), einzustufen. Deshalb wird eine Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung von der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO, 2010) bereits ab dem Milchgebiss empfohlen.

In der Literatur werden zur Korrektur des frontalen Kreuzbisses (im Allgemeinen) verschiedenste sowohl intra- als auch extraorale abnehmbare und festsitzende Apparaturen (teilweise in Kombination) als Behandlungsgeräte diskutiert. Dazu gehören (1) das Beschleifen zwangsführender Milchzähne (SCHOPF 2008; KLINK-HECKMANN 1990), (2) Kopf-Kinn-Kappen (DAUSCH-NEUMANN 1977; KLINK-HECKMANN 1990), (3) herausnehmbare kieferorthopädische Apparaturen wie Oberkieferplatten, schiefe Ebenen, Aktivatoren, Bionator nach Balters oder Funktionsregler nach Fränkel (SCHOPF, 2008; OPITZ, 1954, FRÄNKEL, 1963; KLINK-HECKMANN, 1990; HOTZ, 1980; GIANCOTTI et al., 2003; NGAN et al., 1997), (4) Gesichtsmasken (TORTOP et al., 2007; YÜKSEL et al., 2001; MACDONALD et al., 1999; BACCETTI et al., 2000), (5) Multibracketapparaturen (RABIE und GU 1999; HÄGG et al., 2004) und (6) kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapien im Erwachsenenalter (JOHNSTON et al., 2006; CHEN et al., 2007). Gegebenenfalls kann die Behandlung mit der Extraktion von Milchzähnen oder bleibenden Zähnen kombiniert werden. Die Wahl des Therapeutikums hängt vor allem vom Ausmaß des Kreuzbisses, der Ursache (dental/skelettal) sowie der dentalen und skelettalen Reife ab (BJÖRK und HELM, 1967; BACCETTI et al., 1998; NGAN et al., 1997).

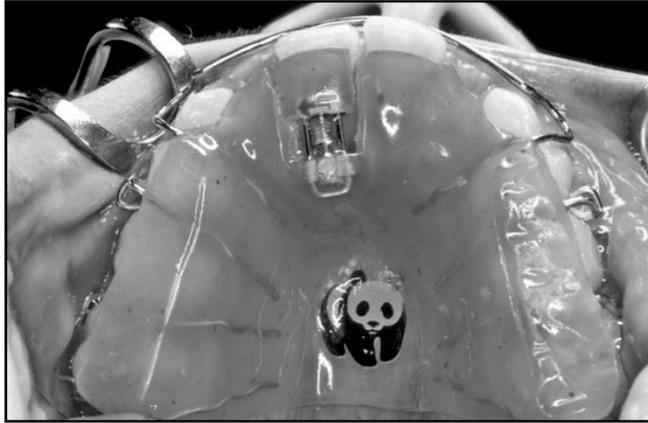


Abbildung 1.2 Intraorale Aufnahme einer herausnehmbaren Plattenapparatur im Oberkiefer mit einem Bewegungssegment mit Schraube zur Überstellung des Zahnes 11, der sich im frontalen Kreuzbiss befindet

Explizite Therapie bzw. Indikationsempfehlungen für den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung fehlen mit Ausnahme der Einschleifempfehlung zwangsführender Milchzähne (SCHOPF 2008; KLINK-HECKMANN 1990) und der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen (RABIE und GU, 1999; HÄGG et al., 2004) völlig.

Die Effektivität des Behandlungsverlaufs von kieferorthopädischen Maßnahmen bei frontalem Kreuzbiss wurde in vielen Studien (SAADIA und TORRES, 2000; KAJIYAMA et al., 2000; BACCETTI et al., 2001) untersucht. Eine aktuelle systematische Literaturübersicht von BORRIE und BEARN (2011) kommt hinsichtlich einer frühzeitigen Korrektur eines frontalen Kreuzbisses im Allgemeinen zu dem Schluss, dass es keine Evidenz bezüglich der effektivsten Therapie gibt, da bisher lediglich Studien von niedriger bis sehr niedriger Qualität publizierten wurden. Effektivitätsstudien, die sich explizit auf den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung beziehen, liegen in der Literatur nicht vor, weshalb keine Aussage zum effektivsten Therapeutikum möglich ist.

1.3 Prognoseparameter

Die Prognose von Dysgnathien, die mit einem frontalem Kreuzbiss einhergehen, wird allgemein als schwierig angesehen. In einem systematischen Vergleich aller Studien, die Aussagen über die Vorhersagbarkeit der Behandlung von Klasse-III-Patienten (also

Patienten, bei denen eine Mesialbisslage mit oder ohne Kreuzbiss vorliegt) machten, schlussfolgerten FUDALEJ et al. (2011), dass derzeit weder der Behandlungserfolg von kieferorthopädischen noch von kieferchirurgischen Maßnahmen adäquat voraus gesagt werden kann.

Für die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Therapie des frontalen Kreuzbisses im Allgemeinen werden vor allem gewisse morphologische Charakteristika der Mandibula sowie ihre sagittale und vertikale Lagbeziehung zur Schädelbasis als bedeutsam eingestuft (FRANCHI et al., 1997; GHIZ et al., 2005; TAHMINA et al., 2000), wengleich auch dentoalveoläre Faktoren beschrieben sind (TAHMINA et al., 2000; ZENTNER et al., 2001).

Zum frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung im Speziellen sind bis zum jetzigen Zeitpunkt noch keinerlei Prognoseparameter für einen Behandlungserfolg beschrieben worden.

Da es bisher auch keine systematischen Untersuchungen zur Anwendung von herausnehmbaren kieferorthopädischen Apparaturen zur Therapie des progenen Zwangsbisses gibt, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit diesem Thema.

2 Ziel

2.1 Hauptzielparameter

Hauptzielparameter war die Effektivität von herausnehmbaren Plattenapparaturen zur Therapie des progeneren Zwangsbisses.

2.2 Nebenzielparameter

Als wichtigster Nebenzielparameter wurde die Effizienz dieser Therapie betrachtet. Weiterhin wurden bestimmte morphologische Faktoren bzgl. ihrer prognostischen Relevanz in Bezug auf die Effektivität einer Plattenbehandlung untersucht.

3 Material

Es wurde ein Studienprotokoll erstellt und von der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen genehmigt (Nummer 39/11).

3.1 Patientengut

Überprüft wurden die Akten aller Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen, welche seit 1986 bis 2009 behandelt worden waren. Patienten mit einer negativen sagittalen Frontzahnstufe wurden herausgefiltert und diese weiterhin nach folgenden Einschlusskriterien selektiert:

- frontaler Kreuzbiss mit Zwangsführung (ein bis vier obere Frontzähne stehen in der habituellen Interkuspitationsposition dorsal zu ihren Antagonisten)
- erste oder zweite Wechselgebissperiode zu Behandlungsbeginn
- vollständige Dokumentationsunterlagen (Situationsmodelle vor und nach der Behandlung, Fernröntgenseitenbild vor der Behandlung, lückenlose Karteikartendokumentation des gesamten Untersuchungszeitraumes)
- erstmalige kieferorthopädische Behandlung
- Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur im Oberkiefer

Ausgeschlossen wurden Patienten, welche ein kraniofaziales Syndrom oder eine Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte aufwiesen.

Die initiale Untersuchung der Patientenunterlagen führte H.K. durch; danach erfolgte eine Kontrolle der potentiellen Studienpatienten bezüglich der Ein- und Ausschlusskriterien durch H.K. und N.B. gemeinsam. 65 Patienten konnten schließlich in die Studie eingeschlossen werden. 24 (36,9%) dieser Patienten waren weiblich und 41 (63,1%) männlich. Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns zwischen 4 und 14 Jahren.

Die Patienten wurden für durchschnittlich 17 Monate (Median 15 Monate) mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur behandelt. Die kürzeste Behandlungsdauer lag dabei bei 2 Monaten, die längste bei 71 Monaten. Während nach dieser Behandlungsphase bei 36 Patienten keine weitere Therapie erfolgte, wurde bei 29 Patienten eine weiterführende Behandlung mittels herausnehmbarer (4 Patienten) bzw. festsitzender Apparaturen (25 Patienten) unmittelbar an die Plattenbehandlung angeschlossen.

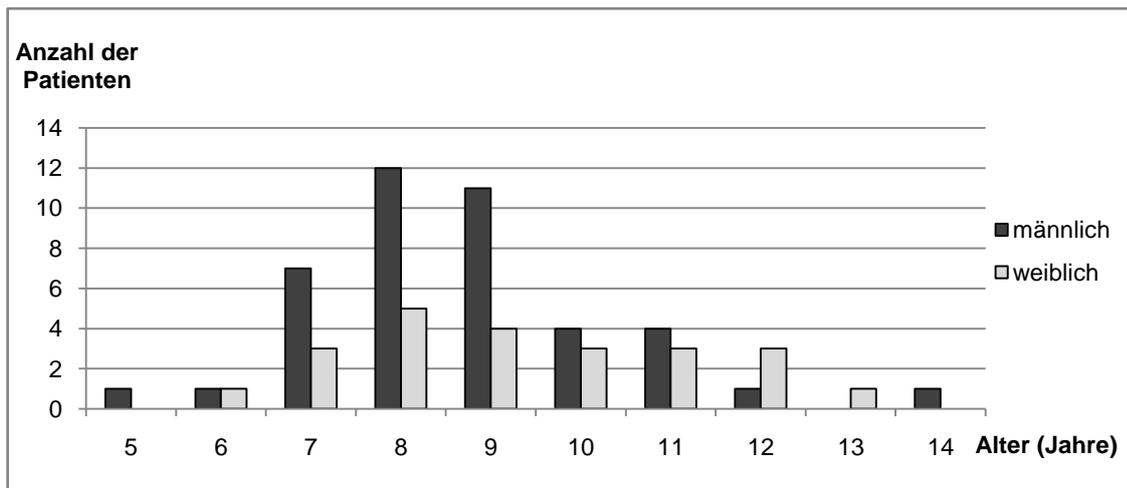


Abbildung 3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung der 65 eingeschlossenen Patienten mit progenem Zwangsbiss

4 Methoden

4.1 Erläuterung der Zielparameter

Für die Beurteilung des Hauptzielparameters Effektivität wurde das Bestehen einer positiven sagittalen und vertikalen Frontzahnstufe an allen Frontzähnen bis mindestens zum Zeitpunkt T_1 (Zeitpunkt, zu dem nach erfolgter Behandlung Dokumentationsunterlagen angefertigt wurden) als erfolgreiches Behandlungsergebnis definiert. Lag zum Zeitpunkt T_1 keine positive sagittale und vertikale Frontzahnstufe aller Frontzähne vor, wurde die Behandlung als Misserfolg gewertet.

Für die Beurteilung des Nebenzielparameters Effizienz wurden aus der Karteikartendokumentation der Behandlungszeitraum sowie die Anzahl der Behandlungstermine und Terminabsagen für die verschiedenen Beobachtungszeiträume (siehe 4.3.1) erhoben. Die Erhebung aller weiteren die Prognose bestimmenden Faktoren erfolgte anhand der Situationsmodelle (siehe 4.2), der Karteikartendokumentation (siehe 4.3.2) oder dem Fernröntgenseitenbild, welches zum Zeitpunkt T_0 erstellt wurde (siehe 4.4).

4.2 Auswertung der Situationsmodelle

Die Situationsmodelle der Zeitpunkte T_0 (Zeitpunkt, der Anfertigung von Dokumentationsunterlagen vor der aktiven Behandlung) und T_1 (Zeitpunkt, zu dem nach erfolgter Behandlung Dokumentationsunterlagen angefertigt wurden) wurden zunächst hinsichtlich der sagittalen und vertikalen Frontzahnstufe beurteilt. Dazu erfolgte eine Vermessung mittels Stechzirkel (Genauigkeit 0,5mm) an den dreidimensional gemäß ANGLE und DEWEY (1908) getrimmten Situationsmodellen, die mit der Rückseite stabil auf einer planen Oberfläche positioniert waren. Für die Ermittlung der sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) wurde der sagittale Abstand der labialen Schneidekante zur Labialfläche seines Antagonisten gemessen. Lag bei einem Patienten sowohl eine positive als auch eine negative sagittale Frontzahnstufe vor oder konnte eine Seitendiskrepanz von mehr als 2 mm festgestellt werden (z.B. Zahn 11 sagittale Frontzahnstufe = -2 mm und Zahn 21 sagittale Frontzahnstufe = +3 mm; siehe auch Abbildung 4.1), wurde dieser Messwert gesondert erhoben. Der niedrigere dieser beiden Werte wurde mit OJ_{\min} , der höhere mit OJ_{\max} bezeichnet. Dies war der

Fall, wenn ein, zwei oder drei Frontzähne im Kreuzbiss standen. Gleiches galt für die vertikale Frontzahnstufe (Overbite), die als Abstand zwischen den Schneidekanten der Frontzähne von Ober- und Unterkiefer gemessen wurde.



Abbildung 4.1 Zahn 11 im frontalen Kreuzbiss (negative sagittale Frontzahnstufe) und Zahn 21 mit positiver sagittaler Frontzahnstufe

Ferner erfolgte die Beurteilung von möglicherweise prognostisch relevanten Faktoren an den Situationsmodellen des Zeitpunktes T_0 :

1. Die **Anzahl der sich im Kreuzbiss befindlichen Frontzähne** (zwischen 1 und 4) wurde gezählt.
2. Das **Dentalstadium** (dentale Reife) wurde nach der Methode von BJÖRK et al. (1964) bestimmt. Dabei wurden unterschieden:
 - DS1: Frontzähne im Durchbruch
 - DS2: Durchbruch der Frontzähne abgeschlossen
 - DS3: Eckzähne und Prämolaren im Durchbruch
 - DS4: Durchbruch der Eckzähne und Prämolaren abgeschlossen

Es erfolgte eine Einteilung in die 1. und 2. Wechselgebissperiode (WGP):

- 1.WGP : DS1 und DS2
- 2.WGP : DS3 und DS4

3. Der **Bisstyp nach Pancherz** (RUF, 2006) ist eine erweiterte Einteilung der sagittalen Okklusion nach ANGLE (1899). Dabei wird die Rekonstruktion der sagittalen Okklusion nach Zahnwanderung im Seiten- und Frontzahnbereich beurteilt:

Für den Seitenzahnbereich gilt:

- Neutralbisslage → I
- Distalbisslage → II
- Mesialbisslage → III

Da der negative Overjet bei anteriorer Zwangsführung als Einschlusskriterium definiert war, konnten für die eingeschlossenen Patienten folgende Bisstypen ermittelt werden: I:4; II:4; III:4 (Frontzahnrelation 4 entsprach dabei dem negativen Overjet mit anteriorer Zwangsführung).

4.3 Auswertung der Karteikartendokumentation

Um neben der Aussage über den Behandlungserfolg/-misserfolg (Auswertung anhand der Situationsmodelle) auch eine Aussage über die Effizienz der Behandlung hinsichtlich der Behandlungsdauer treffen zu können, wurde der dokumentierte Behandlungsverlauf chronologisch ausgewertet. Die Datenerhebung fand zu folgenden Zeitpunkten statt:

- $T_{\text{Anfang}} = T_A$: Zeitpunkt, zu dem die Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur begonnen wurde
- $T_{\text{Überstellung}} = T_{\text{Ü}}$: Zeitpunkt, zu dem der frontale Kreuzbiss überstellt war
- $T_{\text{Ende}} = T_E$: Zeitpunkt, zu dem die Behandlung mit einer Plattenapparatur abgesetzt bzw. abgebrochen wurde

Nachdem in der Karteikartendokumentation der Zeitpunkt T_A ermittelt wurde, erfolgte die Terminierung des Zeitpunktes $T_{\text{Ü}}$ anhand von Karteikarteneinträgen wie „Kreuzbiss überstellt“ oder „jetzt nicht mehr schrauben“. Konnte keine eindeutige Formulierung

ermittelt werden, wurden intraorale Fotos der Patienten als zusätzliches Hilfsmittel zur Klärung hinzugezogen. Weiterhin wurde der Zeitpunkt T_E erfasst, der definitionsgemäß das Ende bzw. den Abbruch der Plattenbehandlung darstellte. Dieser konnte anhand von Karteikarteneinträgen wie ‚Abschluss der Kurzbehandlung‘, ‚jetzt anderes Behandlungsmittel‘ oder ‚Abbruch‘ erhoben werden.

Daraus ergaben sich folgende Zeiträume, deren Dauer zur Ermittlung der Effizienz erfasst wurden:

- $T_A-T_{\dot{U}}$: Behandlungszeitraum zwischen dem Beginn der Behandlung mit einer Plattenapparatur und der Überstellung des Kreuzbisses
- $T_{\dot{U}}-T_E$: Behandlungszeitraum zwischen der Überstellung des Kreuzbisses und dem Ende der Behandlung mit einer Plattenapparatur
- T_A-T_E : Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende der Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur

Der Zeitraum T_A-T_E wurde bewertet, wenn der Kreuzbiss nicht überstellt werden konnte und somit der Zeitpunkt $T_{\dot{U}}$ entfiel.

4.3.1 Anzahl der Behandlungstermine und Terminabsagen

Die Anzahl der Behandlungstermine und Terminabsagen wurde, neben den Zeiträumen in denen die Behandlung ablief, als weiteres Kriterium zur Beurteilung der Effizienz ermittelt. Dies erfolgte für beide Beobachtungszeiträume ($T_A-T_{\dot{U}}$ und $T_{\dot{U}}-T_E$). Konnte der Kreuzbiss zu keinem Zeitpunkt überstellt werden, entfiel wiederum der Zeitpunkt $T_{\dot{U}}$ und es wurde nur die Anzahl der Behandlungstermine und Terminabsagen im Zeitraum T_A-T_E bewertet.

4.3.2 Kooperation

Für alle Untersuchungszeiträume ($T_A-T_{\dot{U}}$, $T_{\dot{U}}-T_E$ bzw. T_A-T_E) wurde die Kooperation der Patienten beurteilt, welches anhand der Anzahl der Negativeinträge in der

Karteikartendokumentation erfolgte. Als Negativeinträge zählten z.B. ‚Apparatur schlecht getragen‘, ‚Apparatur verloren‘, ‚Apparatur defekt‘, ‚Mundhygiene schlecht‘, ‚Schraube zurück gedreht‘. Pro Behandlungstermin wurde jeder einzelne Negativeintrag erfasst und anschließend die Gesamtzahl der Negativeinträge aller Termine addiert. Gewertet wurden jedoch nur Negativeinträge, die als Verschulden des Patienten erkennbar waren. Um die Werte anschließend besser vergleichen zu können, wurde die Anzahl der Negativeinträge jeweils durch die entsprechende Anzahl der Behandlungsmonate dividiert.

4.4 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder

Die zum Zeitpunkt T_0 (Zeitpunkt, der Anfertigung von Dokumentationsunterlagen vor der aktiven Behandlung) erstellten Fernröntgenseitenbilder wurden ausgewertet, um herauszufinden ob bzw. welche skelettalen Faktoren eventuell die Prognose der Behandlung beeinflussten. Die Auswertung erfolgte, indem die Fernröntgenseitenbilder auf matter Acetatfolie über einem Lichtkasten in einem abgedunkelten Raum durchgezeichnet wurden. Das Messen der Winkel und Strecken erfolgte mit Hilfe eines Geodreiecks mit einer Millimeter- und Gradeinteilung (Genauigkeit von 0,5mm bzw. 0,5°), wobei der lineare Vergrößerungsfaktor (7%) in der Auswertung nicht berücksichtigt wurde. Röntgentechnisch bedingte Doppelkonturen wurden gemittelt. 64 der 65 Fernröntgenseitenbilder waren in Zwangsbissposition aufgenommen worden, während eines in nicht zwangsbissgeführter Position (Kopfbiss) angefertigt wurde.

Folgende Referenzpunkte wurden zur Auswertung eingezeichnet (Abbildung 4.2):

- S = Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica
- N = am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura nasofrontalis
- A = tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers
- B = tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Unterkiefers
- Gn = am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse
- Go' = Schnittpunkt der Tangente an den aufsteigenden Unterkieferast durch den Punkt Ar mit der Tangente an den horizontalen Unterkieferast durch den

Punkt Gn im Bereich des Kieferwinkels

- Ar = Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Collum mandibulae mit der Schädelbasis im Clivusbereich

Die Punkte wurden daraufhin zu folgenden Referenzlinien verbunden (Abbildung 4.2):

- NSL = Verbindungslinie der Punkte S und N
- NA = Verbindungslinie der Punkte N und A
- NB = Verbindungslinie der Punkte N und B
- ML = Verbindungslinie des Punktes Gn und des am weitesten kaudal gelegenen Punktes im Bereich des Angulus mandibulae
- OE = Verbindungslinie zwischen der distobukkalen Höckerspitze des ersten oberen Molaren und einem Punkt, der den Overbite halbiert
- ArGo' = Verbindungslinie zwischen Articulare und Gonion-Tangentenpunkt

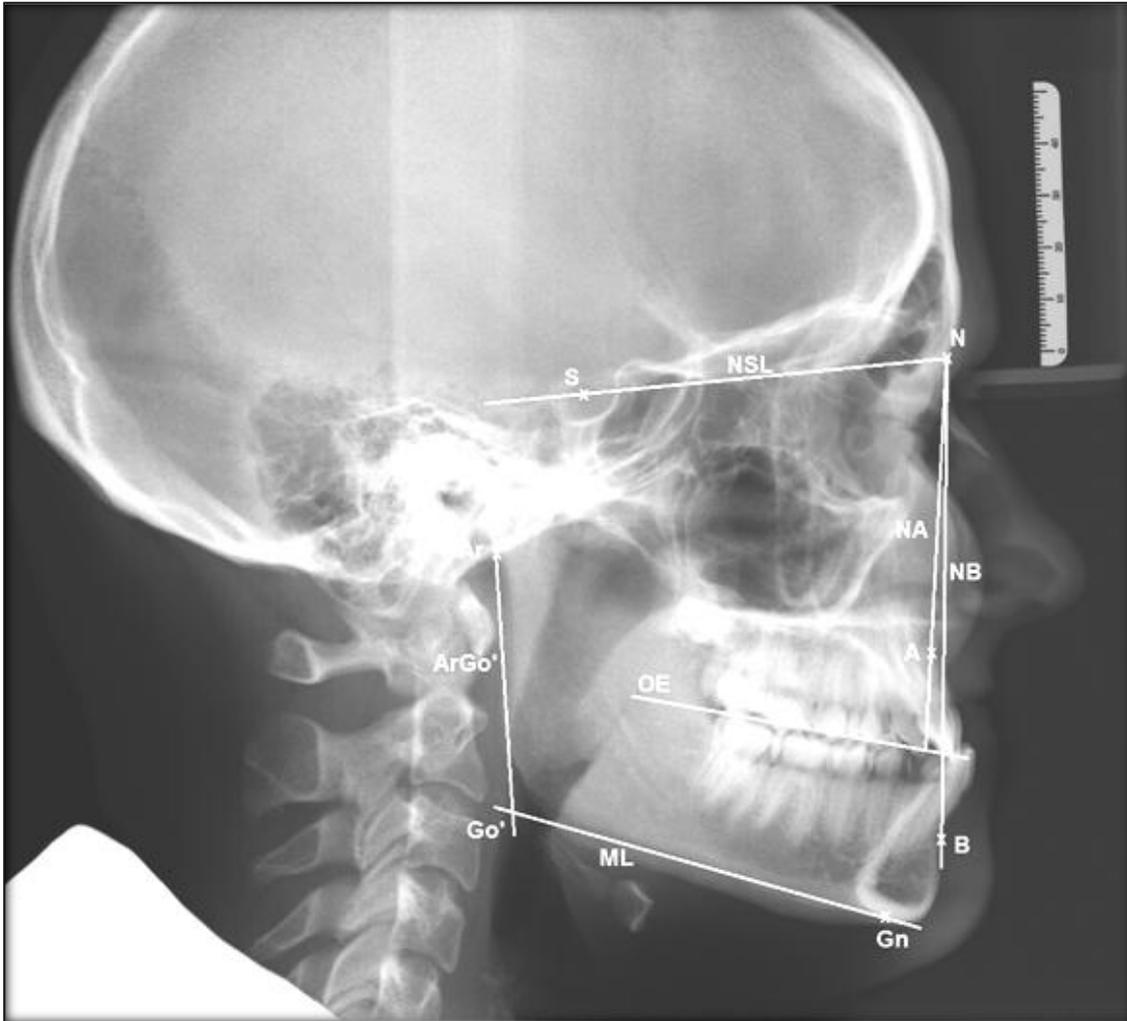


Abbildung 4.2 Fernröntgenseitenbild mit den Referenzpunkten S, N, A, B, Gn und Go' sowie den Referenzlinien NSL, NA, NB, ML, OE und ArGo'

Daraus wurden anschließend folgende Winkel und Strecken ermittelt:

- Winkel SNA = sagittale Lagebeziehung des Oberkiefers zur vorderen Schädelbasis
- Winkel SNB = sagittale Lagebeziehung des Unterkiefers zur vorderen Schädelbasis
- Winkel ANB = sagittale Lagebeziehung des Oberkiefers zum Unterkiefer
- Winkel ANB individualisiert = $- 35,16 + 0,4 \times (SNA) + 0,2 \times (ML/NSL)$ (PANAGIOTIDIS und WITT, 1977)
- Strecke Wits-appraisal = Abstand der rechtwinkligen Projektionen der Punkte A und B auf der Okklusionsebene

- Winkel ML/NSL = vertikale Lagebeziehung des Unterkiefers zur vorderen Schädelbasis

Weiterhin wurde der ANB-Winkel entsprechend der skelettalen Klassen eingeteilt und mit dem individualisierten ANB-Winkel verglichen.

4.5 Erfassung der Daten und statistische Methoden

Alle während der Studie gesammelten Daten wurden mit einem zeitlichen Abstand von mindestens 14 Tagen zweifach erhoben und auf einem für diese Studie erstellten Erfassungsbogen dokumentiert (siehe Anhang).

Mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes Microsoft Excel 2007 wurden für alle Daten der Mittelwert (MW), die Standardabweichung (SD), der Median (MED) sowie der Minimalwert (MIN) und der Maximalwert (MAX) ermittelt. Um die prognostisch relevanten Faktoren zu beurteilen, wurden darüber hinaus folgende Testverfahren angewendet, die mit Hilfe des Statistikprogramms SAS 9.2 berechnet wurden:

- Exakter Fisher-Test: Signifikanztest auf Unabhängigkeit der Variablen von kleinen Untersuchungsgruppen. Der Test wurde für die statistische Auswertung der folgenden Variablen verwendet: Zahl der Zähne im Kreuzbiss, Dentalstadium, Angle Klasse, Anzahl der Negativeinträge, Anzahl der Behandlungstermine und Anzahl der Terminabsagen.
- Wilcoxon-Mann-Whitney-Test: parameterfreier Test zur Untersuchung von unabhängigen Stichproben hinsichtlich einer gemeinsamen Population. Der Test wurde für die statistische Auswertung der folgenden Variablen verwendet: Winkel und Strecken des Fernröntgenseitenbildes.
- Logistische Regression: Regression zur Modellierung der Verteilung diskreter abhängiger Variablen. Overjet, Overbite, Anzahl der Zähne im Kreuzbiss und Bistyp wurden auf Abhängigkeit untersucht.

Da bis zum jetzigen Zeitpunkt zur Therapie des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mit herausnehmbaren Plattenapparaturen noch keine Studien

veröffentlicht wurden, handelt es sich um eine explorative Studie. Die statistischen Werte wurden dabei wie folgt bewertet:

- $p < 0,05$: bestehender Zusammenhang
- $p < 0,2$: Tendenz zu einem Zusammenhang

Die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Gießen.

5 Ergebnisse

In der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen wurden seit 1986 bis 2009 von 6194 Patienten Dokumentationsunterlagen zur Behandlungsplanung erstellt. 482 dieser Patienten wiesen zum Zeitpunkt der Aufnahmeuntersuchung eine negative sagittale Frontzahnstufe auf, die bei 175 Patienten zwangsgeführt war. Von diesen 175 Patienten mit frontalem Kreuzbiss mit Zwangsführung erfüllten 65 Patienten die Einschlusskriterien und dienten als Patientengut für die vorliegende Studie. Für den frontalen Kreuzbiss im Allgemeinen konnte somit für ein kieferorthopädisches Patientengut eine Prävalenz von 7,8% und für den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung eine Prävalenz von 2,8% ermittelt werden.

5.1 Effektivität

Ein erfolgreiches Behandlungsergebnis (positiver Overjet und Overbite zum Zeitpunkt T_1) konnte bei 48 der 65 Patienten (73,8%) ermittelt werden. Ein Misserfolg wurde bei 17 der 65 Patienten (26,2%) festgestellt (Abbildung 5.1).

Bei 6 der Misserfolgspatienten (9,3%) war der Kreuzbiss im Behandlungsverlauf temporär überstellt worden, bei den restlichen 11 Patienten (16,9%) traf dies zu keinem Zeitpunkt zu.

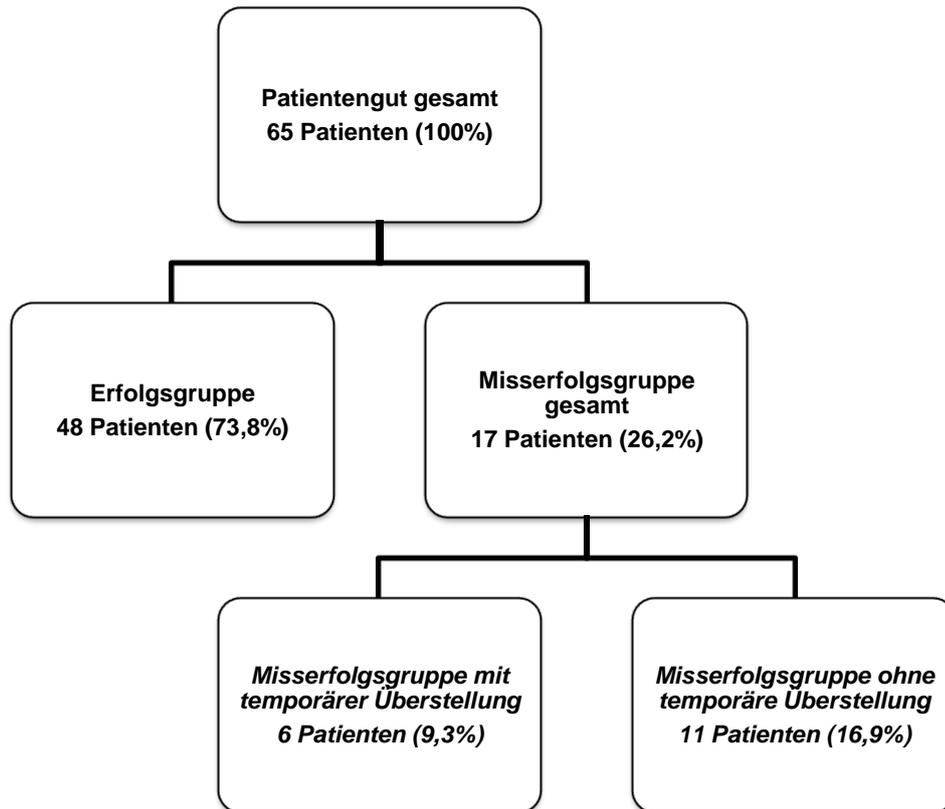


Abbildung 5.1 Verteilung des gesamten Patientengutes auf Erfolgsgruppe, Misserfolgsgruppe gesamt, Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses und Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung des Kreuzbisses

5.2 Effizienz

Das gesamte Patientengut wurde für durchschnittlich $17,2 \pm 12,6$ Monate mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur behandelt. Insgesamt kam es während der gesamten Behandlung (Zeitraum T_A-T_E) zu durchschnittlich $9,4 \pm 6,4$ Behandlungsterminen und $1,5 \pm 2,6$ Terminabsagen (Tabelle 5.1).

	MW	SD	MED	MIN	MAX
Behandlungsdauer in Monaten	17,2	12,6	14,9	1,9	71,5
Anzahl Behandlungstermine	9,4	6,4	9,0	1,0	34,0
Anzahl Terminabsagen	1,5	2,6	1,0	0,0	10,0

Tabelle 5.1 Darstellung der Behandlungsdauer, der Behandlungstermine und der Terminabsagen des gesamten Patientengutes für die gesamte Behandlungsdauer (T_A-T_E) jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

5.2.1 Erfolgsgruppe

In der Erfolgsgruppe ($n=48$) wurden die Patienten im Durchschnitt für $15,8 \pm 9,6$ Monate mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur behandelt. Es erfolgten durchschnittlich $9,0 \pm 5,2$ Behandlungstermine. $1,2 \pm 1,5$ Termine wurden abgesagt (Tabelle 5.2).

Die Behandlungsdauer bis zur Überstellung des Kreuzbisses (Zeitraum $T_A-T_{\ddot{U}}$) betrug durchschnittlich $4,0 \pm 4,1$ Monate. Während dieses Zeitraumes kam es zu durchschnittlich $2,9 \pm 2,5$ Behandlungsterminen und $0,3 \pm 0,6$ Terminabsagen (Tabelle 5.2).

Nach der Überstellung des Kreuzbisses betrug die Behandlungsdauer während der das Behandlungsgerät noch getragen wurde (Zeitraum $T_{\ddot{U}}-T_E$) weitere $11,8 \pm 8,6$ Monate. Innerhalb dieses Zeitraumes kam es zu durchschnittlich $6,1 \pm 4,4$ Behandlungsterminen und $0,9 \pm 1,2$ Terminabsagen (Tabelle 5.2).

	$T_A - T_E$					$T_A - T_{\bar{U}}$					$T_{\bar{U}} - T_E$				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
Behandlungsdauer in Monaten	15,8	9,6	14,4	1,9	42,5	4,0	4,1	2,8	0,9	20,6	11,8	8,6	10,6	1,0	40,5
Anzahl der Behandlungstermine	9,0	5,2	8,5	1,0	19,0	2,9	2,5	2,0	1,0	11,0	6,1	4,4	5,0	1,0	15,0
Anzahl der Terminabsagen	1,2	1,5	0,5	0,0	5,0	0,3	0,6	0,0	0,0	2,0	0,9	1,2	0,0	0,0	4,0

Tabelle 5.2 Darstellung der Behandlungsdauer, der Behandlungstermine und der Terminabsagen der Erfolgsgruppe für die einzelnen Beobachtungszeiträume ($T_A - T_E$, $T_A - T_{\bar{U}}$ und $T_{\bar{U}} - T_E$) jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

5.2.2 Misserfolgsgruppe

Für alle Misserfolgspatienten zusammengefasst ($n=17$) betrug die durchschnittliche Behandlungsdauer $21,1 \pm 18,6$ Monate. Während dieses Zeitraumes kam es zu $9,9 \pm 9,2$ Behandlungsterminen und $2,5 \pm 3,3$ Terminabsagen (Tabelle 5.3).

	MW	SD	MED	MIN	MAX
Behandlungsdauer in Monaten	21,1	18,6	15,7	5,0	71,5
Anzahl Behandlungstermine	9,9	9,2	6,0	2,0	34,0
Anzahl Terminabsagen	2,5	3,3	1,0	0,0	10,0

Tabelle 5.3 Darstellung der Behandlungsdauer, der Behandlungstermine und der Terminabsagen der Misserfolgsgruppe für die gesamte Behandlungsdauer (T_A-T_E) jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

Betrachtet man innerhalb der Misserfolgsgruppe die Patienten, bei denen der Kreuzbiss laut der Karteikartendokumentation temporär überstellt worden war ($n=6$), erfolgte die Überstellung (Zeitraum $T_A-T_{\bar{U}}$) nach durchschnittlich $4,9 \pm 2,7$ Monaten. Während dieses Zeitraumes kam es zu durchschnittlich $3,3 \pm 1,4$ Behandlungsterminen und $0,5 \pm 0,8$ Terminabsagen (Tabelle 5.4).

Nach der Kreuzbissüberstellung (Zeitraum $T_{\bar{U}}-T_E$) dauerte die Behandlung $28,7 \pm 28,6$ Monate mit einer durchschnittlichen Terminanzahl von $12,7 \pm 13,9$ und $3,2 \pm 3,8$ Terminabsagen (Tabelle 5.4).

	$T_A-T_{\bar{U}}$					$T_{\bar{U}}-T_E$				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
BD in Mo	4,9	2,7	4,1	2,0	9,2	28,7	28,6	13,3	3,3	69,5
BT	3,3	1,4	3,0	2,0	5,0	12,7	13,9	5,0	1,0	31,0
TA	0,5	0,8	0,0	0,0	2,0	3,2	3,7	1,0	0,0	8,0

Tabelle 5.4 Darstellung der Behandlungsdauer in Monaten (BD in Mo), der Behandlungstermine (BT) und der Terminabsagen (TA) der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung für die einzelnen Beobachtungszeiträume ($T_A-T_{\bar{U}}$ und $T_{\bar{U}}-T_E$) jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

In der Gruppe der Misserfolge, bei denen der Kreuzbiss zu keinem Zeitpunkt überstellt werden konnte ($n=11$), dauerte die Behandlung (Zeitraum T_A-T_E) durchschnittlich $14,5 \pm 7,2$ Monate. Es kam zu durchschnittlich $7,5 \pm 3,8$ Behandlungsterminen und $1,9 \pm 2,7$ Terminabsagen (Tabelle 5.5).

	MW	SD	MED	MIN	MAX
Behandlungsdauer in Monaten	14,5	7,2	14,0	5,0	28,2
Anzahl Behandlungstermine	7,5	3,8	6,0	3,0	14,0
Anzahl Terminabsagen	1,9	2,7	0,0	0,0	7,0

Tabelle 5.5 Darstellung der Behandlungsdauer, der Behandlungstermine und der Terminabsagen der Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung für die gesamte Behandlungsdauer (T_A-T_E) jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

5.2.3 Gruppenvergleich

5.2.3.1 Gesamter Behandlungszeitraum (T_A-T_E)

Im Gruppenvergleich wurde deutlich, dass die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung sowohl die längste Behandlungsdauer mit den meisten Behandlungsterminen, als auch die meisten Terminabsagen aufwies. Dies hatte wiederum zur Folge, dass für die Misserfolgsgruppe gesamt ebenfalls höhere Werte als für die Erfolgsgruppe ermittelt wurden. Die Tabelle 5.6 fasst diese Aspekte für die einzelnen Gruppen zusammen.

	Behandlungs- dauer (Mo)	Behandlungs- termine	Termin- absagen
Erfolgsgruppe	15,8	9,0	1,2
Misserfolgsgruppe gesamt	21,1	9,9	2,5
<i>Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung</i>	33,6	16,0	3,7
<i>Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung</i>	14,5	7,5	1,9

Tabelle 5.6 Verteilung der durchschnittlichen Behandlungsdauer in Monaten (Mo), der Behandlungstermine und der Terminabsagen für die Erfolgsgruppe, die Misserfolgsgruppe gesamt, die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung und die Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung für den gesamten Behandlungszeitraum (T_A-T_E)

5.2.3.2 Zeitraum, zwischen dem Beginn der Behandlung und der Überstellung des Kreuzbisses ($T_A-T_{\ddot{U}}$), sowie zwischen der Überstellung des Kreuzbisses und dem Absetzen einer Plattenapparatur ($T_{\ddot{U}}-T_E$)

Im Zeitraum bis zur Überstellung des Kreuzbisses konnten nur die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses verglichen werden, da die Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung keinen Zeitpunkt der Überstellung ($T_{\ddot{U}}$) aufwies. Die Behandlungsdauer war in diesem Zeitraum in der Erfolgsgruppe mit durchschnittlich 4,0 Monaten kürzer als in der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung (4,9 Monate). Es wurden in der Erfolgsgruppe durchschnittlich 0,4 Behandlungstermine ($p=0,018$) und 0,2 Terminabsagen ($p=0,270$) weniger ermittelt als in der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses.

Für die Dauer des Zeitraumes $T_{\ddot{U}}-T_E$ wurde ein relativ großer Unterschied zwischen der Erfolgsgruppe (11,8 Monate) und der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses (28,7 Monate) ermittelt. Während in der Erfolgsgruppe durchschnittlich 6,1 Behandlungstermine stattfanden, wurde für die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses mehr als die doppelte Anzahl an Behandlungsterminen (12,7) ermittelt ($p=0,080$). Die gleiche Tendenz wurde bei den Terminabsagen innerhalb der beiden Gruppen festgestellt - Erfolgsgruppe: 0,9 Terminabsagen; Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung des Kreuzbisses: 3,2 Terminabsagen ($p=0,011$).

5.3 Veränderung der Nebenzielparameter

5.3.1 Sagittale und vertikale Frontzahnstufe

Anhand der Situationsmodelle, die zu den Zeitpunkten T_0 und T_1 angefertigt wurden, konnte die sagittale und die vertikale Frontzahnstufe vor und nach der Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur erfasst werden. Diese Zeitpunkte wurden zusätzlich zu den Zeitpunkten T_A und T_E definiert, da nicht bei jedem Patienten direkt am Tag des Behandlungsbeginns bzw. am Tag des Absetzens einer Plattenapparatur ein Situationsmodell erstellt wurde und somit in diesen Fällen das zeitlich nächstgelegene Situationsmodell zur Datenerhebung Verwendung fand.

5.3.1.1 Overjet

Statistisch zeigte sich vor allem ein Zusammenhang zwischen dem Overjet vor Behandlungsbeginn (OJ_{max} T_0) und dem Behandlungserfolg. Je kleiner der Wert des Overjets vor Behandlungsbeginn gewesen war, d.h. je stärker der Kreuzbiss ausgeprägt war, desto geringer war die Chance, den Kreuzbiss im Behandlungsverlauf zu überstellen (OJ_{min} $p=0,166$; OJ_{max} $p=0,040$).

Für das gesamte Patientengut konnte zum Zeitpunkt T_0 ein durchschnittlicher minimaler Overjet (OJ_{min}) von $-2,0 \pm 0,7$ mm und ein maximaler Overjet (OJ_{max}) von $0,6 \pm 2,5$ mm erfasst werden. Zum Zeitpunkt T_1 wurde ein durchschnittlicher OJ_{min} von $3,0 \pm 1,2$ mm und ein OJ_{max} von $3,0 \pm 0,6$ mm ermittelt (Tabelle 5.7).

	T₀					T₁				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
OJ_{min} (mm)	-2,0	0,7	-2,0	-5,0	-0,5	3,0	1,2	3,0	-3,0	6,0
OJ_{max} (mm)	0,6	2,5	1,5	-3,0	6,0	3,0	0,6	3,0	-3,0	6,0

Tabelle 5.7 Darstellung von minimalem (OJ_{min}) und maximalem (OJ_{max}) Overjet des gesamten Patientengutes zu den Zeitpunkten T₀ und T₁ jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

In der Erfolgsgruppe wurde zum Zeitpunkt T₀ ein durchschnittlicher OJ_{min} von $-1,9 \pm 0,7$ mm aller im Kreuzbiss stehenden Zähne gemessen. Für die nicht im Kreuzbiss stehenden Zähne wurde ein OJ_{max} von $1,7 \pm 2,3$ mm ermittelt. Zum Zeitpunkt T₁ lagen in der Erfolgsgruppe sowohl der OJ_{min} als auch der OJ_{max} definitionsgemäß im positiven Bereich bei $2,8 \pm 1,0$ mm (Tabelle 5.8).

	T₀					T₁				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
OJ_{min} (mm)	-1,9	0,7	-2,0	-5,0	-0,5	2,8	1,0	3,0	0,5	6,0
OJ_{max} (mm)	1,7	2,3	2,0	-3,0	6,0	2,8	1,0	3,0	0,5	6,0

Tabelle 5.8 Darstellung von minimalem (OJ_{min}) und maximalem (OJ_{max}) Overjet der Erfolgsgruppe zu den Zeitpunkten T₀ und T₁ jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX).

Für die Misserfolgsgruppe gesamt wurde zum Zeitpunkt T₀ ein minimaler Overjet (OJ_{min}) von $-2,2 \pm 0,6$ mm und ein OJ_{max} $-0,8 \pm 2,6$ mm gemessen. Dies bedeutete, dass zum Zeitpunkt T₀ durchschnittlich die Mehrzahl der Frontzähne im frontalen Kreuzbiss standen. Der OJ_{min} lag zum Zeitpunkt T₁ definitionsgemäß im negativen

Bereich bei $-1,4 \pm 1,0$ mm, während der maximale Overjet (OJ_{max}) einen Wert von $0,7 \pm 2,3$ mm erreichte (Tabelle 5.9).

	T_0					T_1				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
OJ_{min} (mm)	-2,2	0,6	-2,0	-3,0	-1,5	-1,4	1,0	-2,0	-3,0	0,0
OJ_{max} (mm)	-0,8	2,6	-2,0	-3,0	4,0	0,7	2,3	1,5	-3,0	3,5

Tabelle 5.9 Darstellung von minimalem (OJ_{min}) und maximalem (OJ_{max}) Overjet der Misserfolgsgruppe gesamt zu den Zeitpunkten T_0 und T_1 jeweils mit Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Median (MED), Minimalwert (MIN) und Maximalwert (MAX)

In der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung wurden für den Zeitpunkt T_0 ein OJ_{min} aller im Kreuzbiss stehenden Zähne von $-2,2 \pm 0,5$ mm und ein OJ_{max} von $-0,7 \pm 2,7$ mm gemessen, der sich also durchschnittlich ebenfalls im negativen Bereich befand. Ähnliche Werte wurden zu diesem Zeitpunkt auch in der Misserfolgsgruppe ohne temporärer Überstellung erfasst (OJ_{min} von $-2,2 \pm 0,6$ mm; OJ_{max} von $-0,7 \pm 2,6$ mm).

Im Vergleich des OJ_{min} zum Zeitpunkt T_0 innerhalb der Gruppen konnten nur Unterschiede im Zehntel-Millimeterbereich festgestellt werden, die für die klinische Behandlung keinerlei Relevanz bedeuteten. Beim OJ_{max} zum Zeitpunkt T_0 waren jedoch deutlich relevante Gruppenunterschiede feststellbar. Während in der Erfolgsgruppe ein OJ_{max} von 1,8 mm ermittelt wurde, betrug der Wert in der Misserfolgsgruppe gesamt -0,8 mm und lag somit im negativen Bereich (Abbildung 5.2 und 5.3).

	$OJ_{\min} T_0$ in mm	$OJ_{\max} T_0$ in mm	$OJ_{\min} T_1$ in mm	$OJ_{\max} T_1$ in mm
Erfolgsgruppe	-1,9	1,1	2,8	2,8
Misserfolgsgruppe gesamt	-2,2	-0,7	-1,4	0,7
Misserfolgsgruppe mtÜ	-2,2	-0,7		
Misserfolgsgruppe otÜ	-2,2	-0,7		

Tabelle 5.10 Minimalwert (min) und Maximalwert (max) der sagittalen (OJ) Frontzahnstufe (in mm) zu den Zeitpunkten T_0 und T_1 von Erfolgsgruppe, Misserfolgsgruppe gesamt, Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung (mtÜ) und Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung (otÜ).

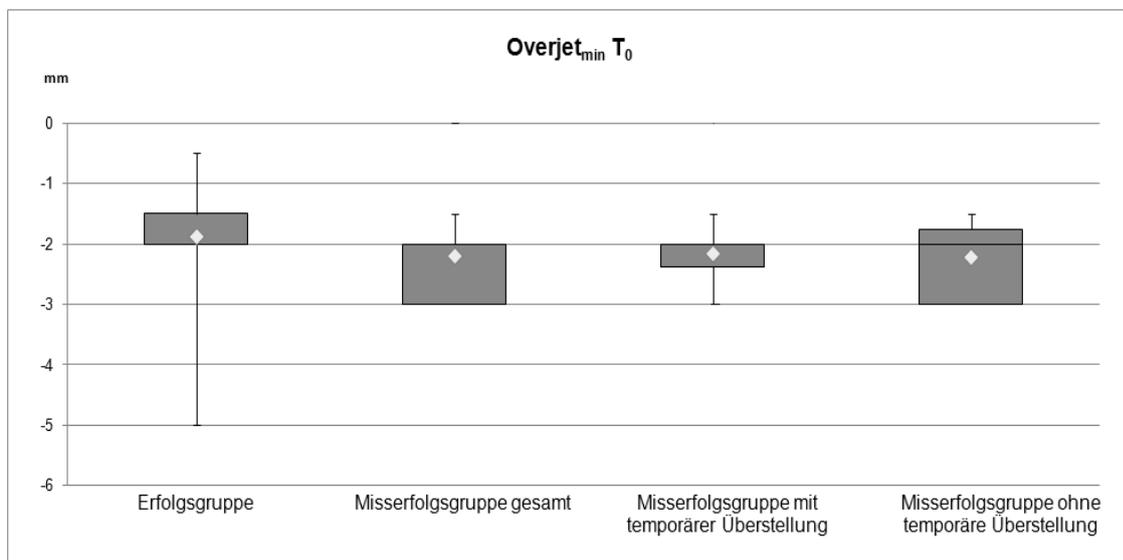


Abbildung 5.2 Box Plot Diagramm des OJ_{\min} zu T_0 für die Erfolgsgruppe, die Misserfolgsgruppe gesamt, die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung und die Misserfolgsgruppe ohne temporärer Überstellung

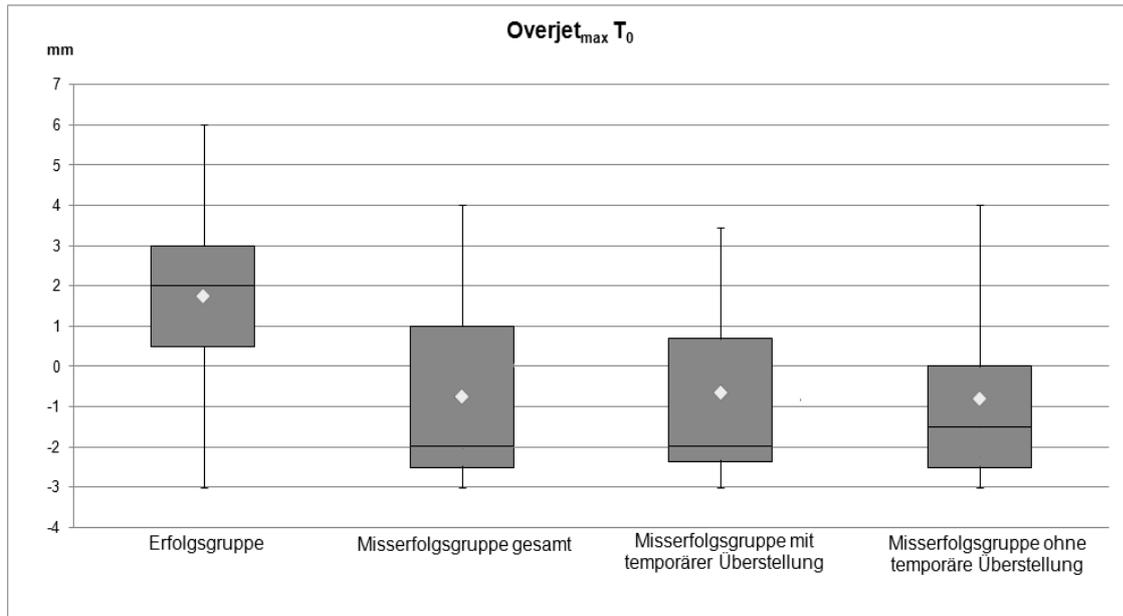


Abbildung 5.3 Box Plot Diagramm des OJ_{max} zu T_0 für die Erfolgsgruppe, die Misserfolgsgruppe gesamt, die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung und die Misserfolgsgruppe ohne temporärer Überstellung

5.3.1.2 Overbite

Es konnte eine Tendenz zu einem Zusammenhang zwischen dem Overbite vor Behandlungsbeginn (T_0) und dem Behandlungserfolg festgestellt werden. Je größer der Overbite zu Behandlungsbeginn gewesen war, desto größer war die Chance eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses ($OB_{\min} p=0,139$; $OB_{\max} p=0,256$).

Zum Zeitpunkt T_0 wurde für das gesamte Patientengut ein Overbite von $2,7 \pm 1,2$ mm erfasst. Zum Zeitpunkt T_1 betrug der Overbite $2,4 \pm 1,3$ mm.

Für die vertikale Frontzahnstufe wurde in der Erfolgsgruppe zum Zeitpunkt T_0 ein Wert von $2,8 \pm 1,4$ mm ermittelt. Zum Zeitpunkt T_1 verkleinerte sie sich geringfügig auf $2,5 \pm 1,2$ mm (Tabelle 5.11).

Zum Zeitpunkt T_0 wurde für die Misserfolgsgruppe gesamt ein Overbite von $2,2 \pm 1,4$ mm erfasst. Die Messung zum Zeitpunkt T_1 ergab einen Overbite von $2,1 \pm 1,4$ mm (Tabelle 5.11).

Auffällig niedrig war der Wert der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung. Zum Zeitpunkt T_0 betrug der Overbite $1,6 \pm 1,4$ mm, während in der Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung zu diesem Zeitpunkt ein Wert von $2,6 \pm 1,4$ mm erfasst wurde (Tabelle 5.11).

	OB T ₀ in mm					OB T ₁ in mm				
	MW	SD	MED	MIN	MAX	MW	SD	MED	MIN	MAX
Erfolgsgruppe	2,8	1,4	2,8	0,0	6,0	2,5	1,2	2,8	0,0	6,0
Misserfolgs- gruppe gesamt	2,2	1,4	2,0	0,0	4,0	2,1	1,4	2,5	0,0	4,5
Misserfolgs- gruppe mtÜ	1,6	1,4	1,5	0,0	4,0					
Misserfolgs- gruppe otÜ	2,6	1,4	3,0	0,0	4,0					

Tabelle 5.11 Vertikale (Overbite) Frontzahnstufe (in mm) zu den Zeitpunkten T₀ und T₁ von Erfolgsgruppe, Misserfolgsgruppe gesamt, Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung (mtÜ) und Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung (otÜ)

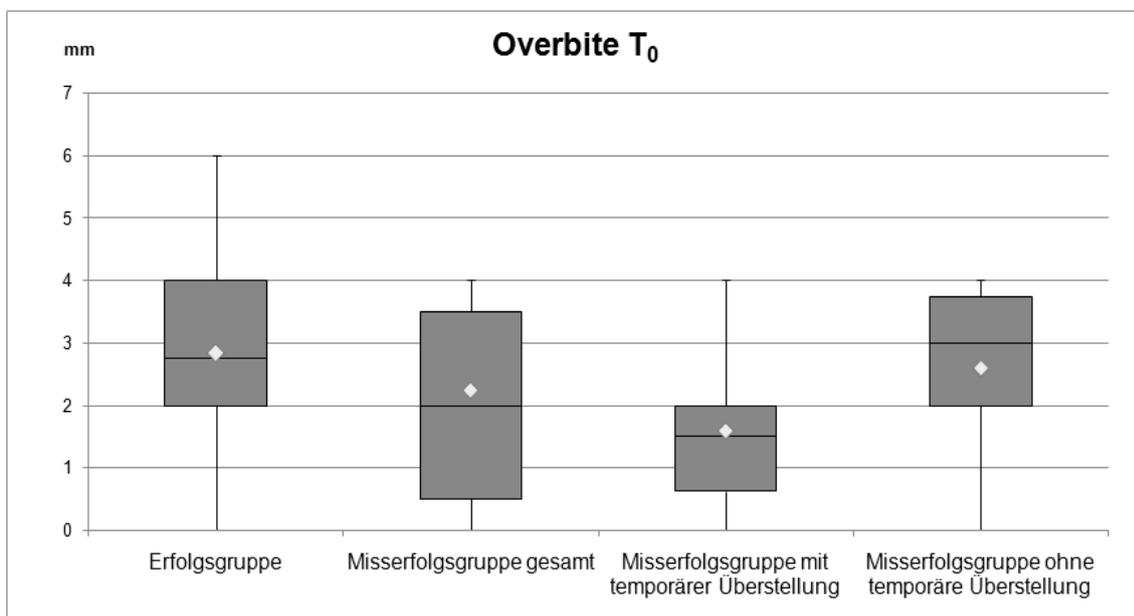


Abbildung 5.4 Box Plot Diagramm des Overbites zum Zeitpunkt T₀ für die Erfolgsgruppe, die Misserfolgsgruppe gesamt, die Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung und die Misserfolgsgruppe ohne temporäre Überstellung

5.3.1.3 Zahl der Zähne im Kreuzbiss

Im Gruppenvergleich konnte ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Zähne im Kreuzbiss und einem Behandlungserfolg festgestellt werden ($p=0,010$). Je weniger Zähne zu Behandlungsbeginn im frontalen Kreuzbiss gestanden hatten, desto größer war die Chance, einen Behandlungserfolg zu erzielen.

Entsprechend der Einschlusskriterien standen vor Behandlungsbeginn ein bis vier obere Frontzähne im Kreuzbiss zu ihren Antagonisten. Betrachtet man das gesamte Patientengut, so betraf dies bei 34 Patienten (52,3%) einen oberen Frontzahn, bei 19 Patienten (29,2%) zwei obere Frontzähne, bei 5 Patienten (7,7%) drei obere Frontzähne und bei 7 Patienten (10,8%) vier obere Frontzähne (Tabelle 5.12).

Anzahl der Zähne im Kreuzbiss	Anzahl der Patienten (n)	Verteilung (%)
1	34	52,3
2	19	29,2
3	5	7,7
4	7	10,8

Tabelle 5.12 Anzahl der Zähne im Kreuzbiss – Häufigkeit und Verteilung zum Zeitpunkt T_0 für das gesamte Patientengut

Von den 34 Patienten (52,3%), bei denen zu Behandlungsbeginn ein Zahn im Kreuzbiss gestanden hatte, schlossen 30 Patienten (88,2%) die Behandlung erfolgreich ab, bei den restlichen 4 Patienten (11,8%) stellte sich ein Misserfolg ein (Tabelle 5.13).

In der Gruppe der 19 Patienten (29,2%), bei denen zu Behandlungsbeginn zwei Zähne im frontalen Kreuzbiss gestanden hatten, konnten 13 Patienten (68,4%) die Behandlung erfolgreich beenden. Bei 6 Patienten (31,6%) wurde die Behandlung nicht erfolgreich abgeschlossen (Tabelle 5.13).

Von den 5 Patienten (7,7%), bei denen zu Behandlungsbeginn drei Frontzähne im Kreuzbiss gestanden hatten, wurde die Behandlung bei 3 Patienten (60,0%) als Erfolg gewertet (Tabelle 5.13).

Bei 7 Patienten (10,8%) standen zu Beginn der Behandlung alle vier Frontzähne im Kreuzbiss. Nur 2 dieser Patienten (28,6%) konnten erfolgreich therapiert werden. Bei den restlichen 5 Patienten (71,4%) endete die Behandlung als Misserfolg (Tabelle 5.13).

Zahl der Zähne im Kreuzbiss	1	2	3	4
Erfolgsgruppe				
Anzahl Patienten (n)	30	13	3	2
Verteilung (%)	(88,2%)	(68,4%)	(60,0%)	(28,6%)
Misserfolgsgruppe				
Anzahl Patienten (n)	4	6	2	5
Verteilung (%)	(11,8%)	(31,6%)	(40,0%)	(71,4%)

Tabelle 5.13 Anzahl der Zähne im Kreuzbiss (1, 2, 3 oder 4) vor Behandlungsbeginn und deren Verteilung (in %) auf die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.1.4 Dentalstadium

Wie in Tabelle 5.14 dargestellt, verteilte sich das gesamte Patientengut auf alle vier Dentalstadien. 30 Patienten (46,2%) befanden sich zu Behandlungsbeginn im Dentalstadium DS1, 14 Patienten (21,2%) im Dentalstadium DS2, 18 Patienten

(27,9%) im Dentalstadium DS3 und 3 Patienten (4,7%) im Dentalstadium DS4. Entsprechend fand bei 44 Patienten (67,4%) der Behandlungsbeginn während der ersten Wechselgebissperiode (DS1 und DS2) statt, bei den restlichen 21 Patienten (32,6%) wurde die Behandlung erst in der zweiten Wechselgebissperiode begonnen (DS3 und DS4) (Tabelle 5.14).

Dentalstadium/ Wechselgebissperiode	Anzahl der Patienten (n)	Verteilung (%)
DS1	30	46,2
DS2	14	21,2
= 1. WGP	= 44	= 67,4
DS3	18	27,9
DS4	3	4,7
= 2. WGP	= 21	= 32,6

Tabelle 5.14 Dentalstadium und Wechselgebissperiode (WGP) – Häufigkeit und Verteilung für das gesamte Patientengut zum Zeitpunkt T_0

Die Verteilung der Dentalstadien innerhalb der Patientengruppen sowie ihre Aufteilung in die erste und zweite Wechselgebissperiode werden in Tabelle 5.15 dargestellt.

Im Gruppenvergleich konnte ein Zusammenhang zwischen dem Dentalstadium bzw. der Wechselgebissperiode zu Behandlungsbeginn und dem erfolgreichen Behandlungsabschluss ermittelt werden ($p=0,012$). Je weiter der Zahnwechsel des Patienten fortgeschritten war, desto geringer wurde die Chance, dass die Behandlung als Erfolg endete.

Von den 30 Patienten (46,2%), die sich zu Behandlungsbeginn im Dentalstadium DS1 befunden hatten, wurden 25 Patienten (83,3%) erfolgreich behandelt. Nur bei 5 Patienten (16,7%) führte die Behandlung zu einem Misserfolg. Der Behandlungsbeginn erfolgte bei 14 Patienten (21,2%) im Dentalstadium DS2, von denen bei 12 Patienten (85,8%) ein erfolgreiches Behandlungsergebnis festgestellt werden konnte. Während also im Dentalstadium DS2 nur 2 Patienten (14,2%) als Misserfolg endeten, wurde im

Dentalstadium DS3 nur noch für 9 der 18 Patienten (50,0%) ein erfolgreicher Behandlungsabschluss ermittelt. Zwei der drei (66,7%) Patienten, die sich zu Behandlungsbeginn im Dentalstadium DS4 befunden hatten, konnten erfolgreich behandelt werden.

In Analogie wurde bei 37 der 44 Patienten (84,1%), die ihren Behandlungsbeginn in der ersten Wechselgebissperiode hatten, ein erfolgreiches Behandlungsergebnis ermittelt. Von den 21 Patienten (32,6%), die sich zu Behandlungsbeginn in der zweiten Wechselgebissperiode befanden, wiesen 11 Patienten (52,4%) ein erfolgreiches Behandlungsergebnis auf.

	DS1	DS2	= 1. WGP	DS3	DS4	= 2. WGP
Erfolgsgruppe						
Anzahl Patienten (n)	25	12	= 37	9	2	= 11
Verteilung (%)	(83,3%)	(85,8%)	(84,1%)	(50,0%)	(66,7%)	(52,4%)
Misserfolgsgruppe						
Anzahl Patienten (n)	5	2	= 7	9	1	= 10
Verteilung (%)	(16,7%)	(14,2%)	(15,9%)	(50,0%)	(33,3%)	(47,6%)

Tabelle 5.15 Übersicht über die Dentalstadien DS1, DS2, DS3, DS4 bzw. die 1. und 2. Wechselgebissperiode (WGP) und deren Verteilung auf die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.1.5 Bisstyp nach Pancherz

Das gesamte Patientengut verteilte sich vor Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T_0) folgendermaßen auf die einzelnen Subtypen:

- Bisstyp I:4 → 36 Patienten (55,4%)
- Bisstyp II:4 → 1 Patient (1,5%)
- Bisstyp III:4 → 28 Patienten (43,1%)

Im Gruppenvergleich konnte eine Tendenz zum Zusammenhang zwischen dem Bisstyp und dem erfolgreichen Behandlungsergebnis ermittelt werden. Lag zu Behandlungsbeginn ein Bisstyp I:4 vor, war die Chance auf einen Behandlungserfolg etwas größer als bei einem Bisstyp III:4 ($p=0,175$).

30 der 36 Patienten (83,3%), die zu Behandlungsbeginn einen Bisstyp I:4 aufwiesen, konnten erfolgreich behandelt werden. Ein Bisstyp II:4 lag bei lediglich einem Patienten vor, dessen Behandlungsergebnis als Erfolg eingestuft werden konnte. 17 der 28 Patienten (60,7%), bei denen zu Behandlungsbeginn ein Bisstyp III:4 vorlag, konnten erfolgreich behandelt werden. Die restlichen 11 Patienten (39,3%) wurden nicht erfolgreich behandelt.

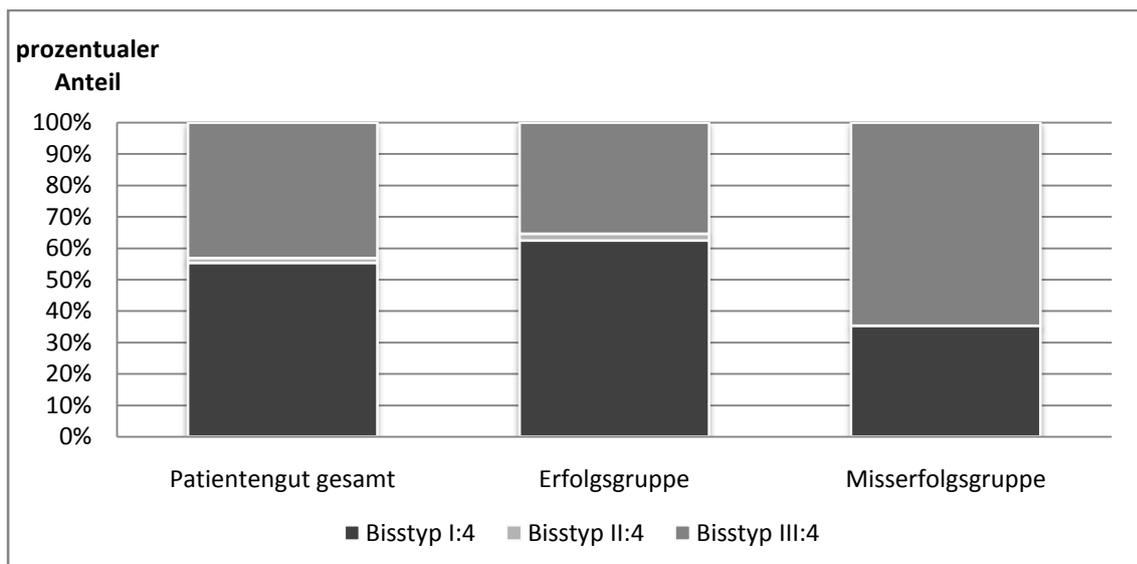


Abbildung 5.5 Verteilung der Bisstypen (I:4, II:4 und III:4) auf das Patientengut gesamt, die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.2 Auswertung der Dokumentationsunterlagen

5.3.2.1 Alter

Im Gruppenvergleich waren die Patienten der Erfolgsgruppe zu Behandlungsbeginn mit 8,8 Jahren durchschnittlich 0,7 Jahre jünger als die Patienten der Misserfolgsgruppe. Alle Messwerte werden in Tabelle 5.16 dargestellt.

Für das Alter zu Behandlungsbeginn konnte ein Gruppenunterschied im Bezug auf das Behandlungsergebnis festgestellt werden ($p=0,010$). Je jünger die Patienten zu Behandlungsbeginn waren, desto größer war die Chance, die Behandlung erfolgreich abzuschließen. Diese absoluten Unterschiede sind jedoch als so gering einzustufen, dass sie klinisch nicht ausreichen, eine Behandlungsentscheidung zu ermöglichen.

	MW	SD	MED	MIN	MAX
Patientengut gesamt	9,0	1,7	8,7	4,8	14,0
Erfolgsgruppe	8,8	1,6	8,6	4,8	14,0
Misserfolgsgruppe	9,5	1,8	9,2	6,9	12,7

Tabelle 5.16 Durchschnittsalter zu Behandlungsbeginn für das Patientengut gesamt, die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

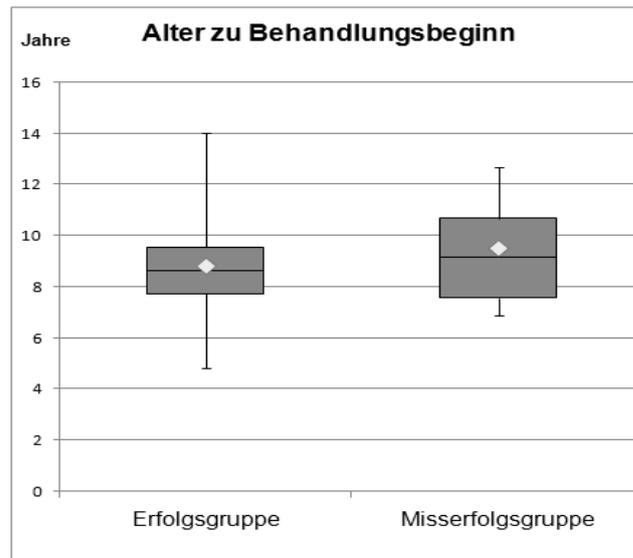


Abbildung 5.6 Box Plot Diagramm Alter für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.2.2 Geschlecht

Wie in Abbildung 5.7 dargestellt, verteilte sich das gesamte Patientengut auf 41 männliche (63,1%) und 24 weibliche (36,9%) Patienten. Es konnte kein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den Behandlungserfolg ermittelt werden ($p=0,522$).

73,2% ($n=30$) der männlichen Patienten konnten erfolgreich behandelt werden, während bei 26,8% ($n=11$) Patienten kein Erfolg erreicht werden konnte. Bei den weiblichen Patienten wurde für 75,0% ($n=18$) ein erfolgreicher Behandlungsabschluss ermittelt, die restlichen 25,0% ($n=6$) wurden nicht erfolgreich behandelt.

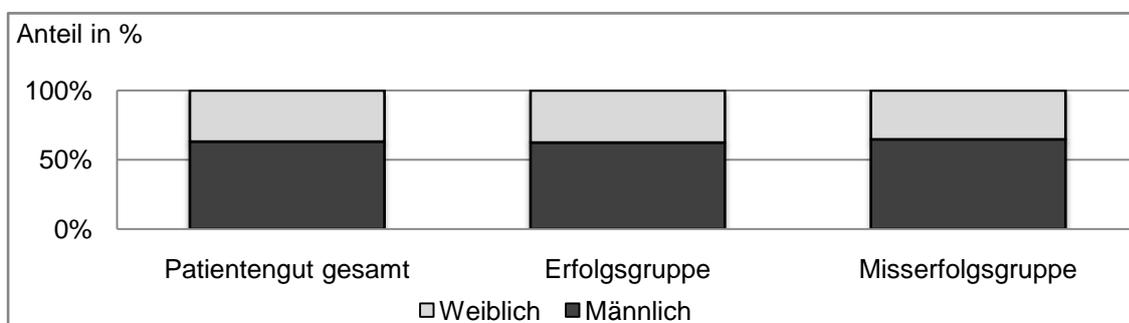


Abbildung 5.7 Aufteilung in männliche und weibliche Patienten für das Patientengut gesamt, die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.3 Kooperation

Im Folgenden wird die Anzahl der Negativeinträge sowie die Anzahl der Karteikarteneintragungen ‚schlecht getragen‘, ‚verloren‘, ‚defekt‘, ‚Mundhygiene schlecht‘ und ‚zurück geschraubt‘ innerhalb der Patientengruppen dargestellt. Die Darstellung erfolgt dabei für die einzelnen Zeiträume $T_A-T_{\dot{U}}$ und $T_{\dot{U}}-T_E$ bzw. T_A-T_E separat. Da die Zeiträume innerhalb der Patientengruppen unterschiedlich lang ausfielen, wird zum Vergleich aller Negativeinträge zusätzlich jeweils der Quotient aus der Summe der Negativeinträge und der Anzahl der Behandlungsmonate angegeben (z.B. Anzahl der Negativeinträge/Zeitraum T_A-T_E). Eine Zusammenfassung aller Werte der einzelnen Patientengruppen für den Gesamtzeitraum (T_A-T_E) wird in Tabelle 5.17 dargestellt.

5.3.3.1 Gesamte Behandlungsdauer (T_A-T_E)

Es konnte gezeigt werden, dass eine Tendenz zu einem Zusammenhang zwischen der Anzahl der Negativeinträge und den Behandlungsergebnis bestand. Je geringer die Gesamtanzahl der Negativeinträge während der Behandlung war, desto größer war die Chance, ein erfolgreiches Behandlungsergebnis zu erzielen ($p=0,107$).

Die durchschnittliche Anzahl an Negativeinträgen betrug 0,10 Negativeinträge/Monat bzw. 1,8 Einträge insgesamt für das gesamte Patientengut. Für die Erfolgsgruppe wurde eine durchschnittliche Anzahl von 1,5 Negativeinträgen pro Patient ermittelt, wodurch sich eine durchschnittliche Anzahl von 0,10 Negativeinträgen/Monat ergab. In der Misserfolgsgruppe wurde eine Anzahl von 2,7 Negativeinträgen pro Patient erfasst (0,13 Negativeinträge/Monat).

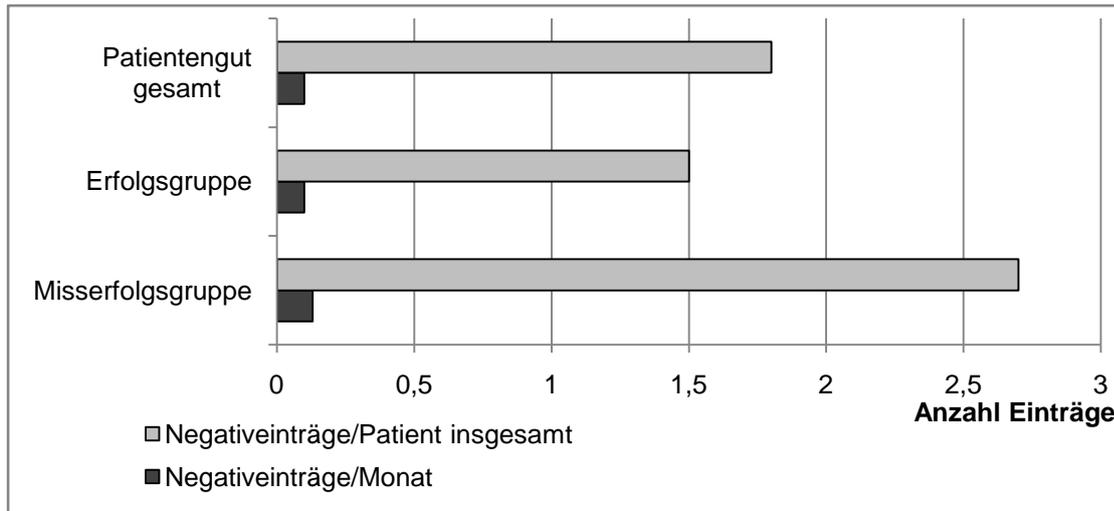


Abbildung 5.8 Anzahl der Negativeinträge/Monat und der Negativeinträge/Patient insgesamt vom gesamten Patientengut, der Erfolgsgruppe und der Misserfolgsgruppe

Für die Karteikarteneintragung ‚schlecht getragen‘ wurden im Zeitraum T_A - T_E für das Patientengut gesamt 0,7 Einträge pro Patient und für die Erfolgsgruppe 0,5 Einträge pro Patient ermittelt. In der Misserfolgsgruppe erfolgten 1,0 Einträge pro Patient. Die statistische Auswertung ergab eine Tendenz zu einem Zusammenhang zwischen der Karteikarteneintragung ‚schlecht getragen‘ und dem Behandlungsergebnis. Je häufiger diese Karteikarteneintragung erfolgte, desto geringer war die Chance eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses ($p=0,062$).

Die Karteikarteneintragung ‚verloren‘ wurde innerhalb des gesamten Patientengutes, in der Erfolgsgruppe und in der Misserfolgsgruppe durchschnittlich jeweils 0,1mal pro Patient erfasst. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Karteikarteneintragung ‚verloren‘ und dem Behandlungsergebnis ermittelt werden ($p=1,000$).

Für die Karteikarteneintragung ‚defekt‘ konnten sowohl im Patientengut gesamt als auch in der Erfolgsgruppe pro Patient eine Anzahl von 0,4 Einträgen gefunden werden. Dieser Wert lag mit 0,6 Einträgen pro Patient in der Misserfolgsgruppe geringfügig höher. Aus diesem Grund konnte eine Tendenz zu einem Zusammenhang zwischen der Karteikarteneintragung ‚defekt‘ und dem Behandlungsergebnis ermittelt werden ($p=0,078$).

Innerhalb des gesamten Patientengutes wurde die Karteikarteneintragung ‚Mundhygiene schlecht‘ durchschnittlich 0,5mal pro Patient ermittelt. In der Erfolgsgruppe konnten 0,4 Einträge pro Patient erfasst werden. Sehr viel höher war die Anzahl dieser Karteikarteneintragung in der Misserfolgsgruppe (0,8 Einträge). Für die Karteikarteneintragung ‚Mundhygiene schlecht‘ konnte somit ein Zusammenhang zum Behandlungsergebnis ermittelt werden. Je weniger die Karteikarteneintragung ‚Mundhygiene schlecht‘ vermerkt war, desto größer war die Chance eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses ($p=0,036$).

Im gesamten Patientengut und in der Erfolgsgruppe wurde die Karteikarteneintragung ‚zurück geschraubt‘ mit 0,1 Einträgen pro Patient insgesamt ermittelt. Dies war weniger als in der Misserfolgsgruppe (0,2 Einträge pro Patient). Somit konnte ein Zusammenhang zwischen der Karteikarteneintragung ‚zurück geschraubt‘ und dem Behandlungsergebnis erfasst werden. Je seltener diese Karteikarteneintragung aufgezeichnet wurde, desto größer war die Chance eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses ($p=0,034$).

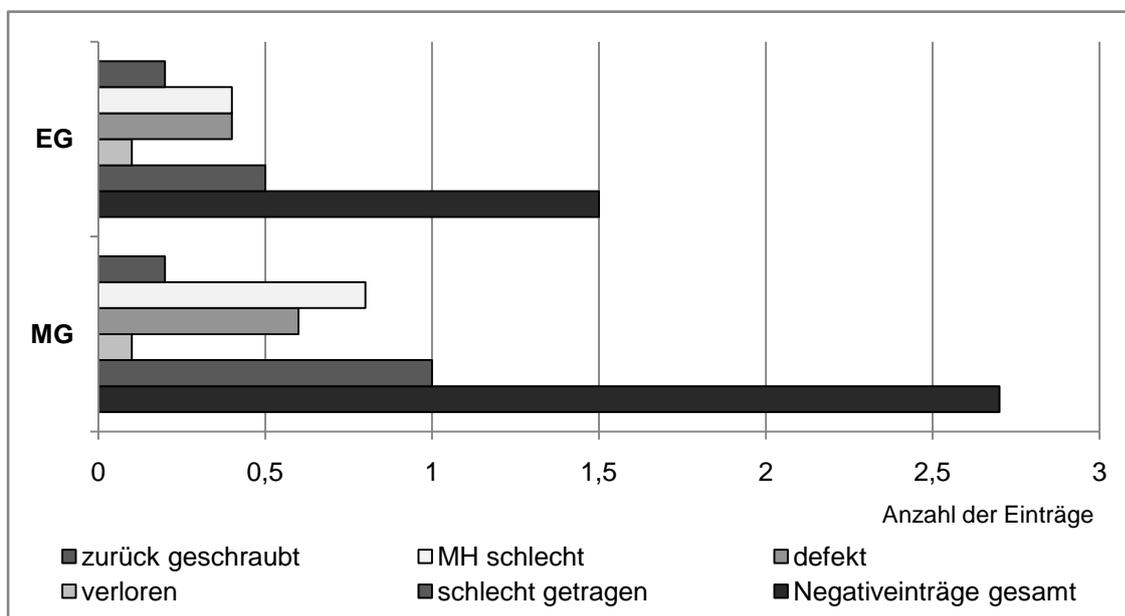


Abbildung 5.9 Aufteilung der Karteikarteneintragen ‚Negativeinträge gesamt‘, ‚schlecht getragen‘, ‚verloren‘, ‚defekt‘, ‚Mundhygiene schlecht‘ (MH schlecht) und ‚zurück geschraubt‘ für die Erfolgsgruppe (EG) und die Misserfolgsgruppe (MG)

	‚Negativ- einträge gesamt	‚schlecht getragen‘	‚verloren‘	‚defekt‘	‚Mundhygiene schlecht‘	‚zurück geschraubt‘
	n gesamt = n/Monat	n gesamt = n/Monat	n gesamt = n/Monat	n gesamt = n/Monat	n gesamt = n/Monat	n gesamt = n/Monat
Erfolgsgruppe	1,5 =0,1	0,5 =0,03	0,1 =0,01	0,4 =0,03	0,4 =0,03	0,1 =0,01
Misserfolgsgruppe	2,7 =0,13	1,0 =0,05	0,1 =0,01	0,6 =0,03	0,8 =0,04	0,2 =0,01

Tabelle 5.17 Verteilung der Kooperationsmerkmale ‚Negativeinträge gesamt‘, ‚schlecht getragen‘, ‚verloren‘, ‚defekt‘, ‚Mundhygiene schlecht‘ und ‚zurück geschraubt‘ auf die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe innerhalb des gesamten Behandlungszeitraums (T_A-T_E)

5.3.3.2 Zeitraum, zwischen dem Beginn der Behandlung und der Überstellung des Kreuzbisses ($T_A-T_{\ddot{U}}$), sowie zwischen der Überstellung des Kreuzbisses und dem Behandlungsende ($T_{\ddot{U}}-T_E$)

Im Zeitraum $T_A-T_{\ddot{U}}$ ergab sich für die Erfolgsgruppe eine Anzahl von 0,3 Negativeinträgen pro Patient. Für die Anzahl der Karteikarteneintragung ‚schlecht getragen‘ wurden in der Erfolgsgruppe durchschnittlich 0,1 Einträge pro Patient erfasst. Die Karteikarteneintragungen ‚verloren‘, ‚defekt‘ und ‚zurück geschraubt‘ wurden in diesem Zeitraum nicht erfasst, während für die Karteikarteneintragung ‚Mundhygiene schlecht‘ in der Erfolgsgruppe 0,1-mal pro Patient ermittelt wurde.

In der Erfolgsgruppe wurden im Zeitraum $T_{\ddot{U}}-T_E$ 1,3 Negativeinträge pro Patient erfasst. Die Karteikarteneintragung ‚schlecht getragen‘ wurde 0,4-mal, die Karteikarteneintragung ‚verloren‘ 0,1-mal pro Patient ermittelt. Deutlich höher war jedoch der Wert der Karteikarteneintragung ‚defekt‘ (0,6 Einträge pro Patient). Die Karteikarteneintragung ‚Mundhygiene schlecht‘ wurde im Zeitraum nach der Überstellung des Kreuzbisses in der Erfolgsgruppe 0,3-mal pro Patient erfasst, während es bei der Karteikarteneintragung ‚zurück geschraubt‘ 0,1 Einträge pro Patient waren.

Das Patientengut gesamt sowie die Misserfolgsgruppe konnten nicht in die Übersicht einbezogen werden, da kein Zeitpunkt $T_{\ddot{U}}$ existierte.

5.3.4 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder

In den folgenden Abschnitten werden die Daten aus der Analyse der vor Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T_0) angefertigten Fernröntgenseitenbilder dargestellt. Es handelt sich hierbei um den ANB-Winkel, den individualisierten ANB-Winkel, das Wits-appraisal und den Mandibularbasiswinkel (ML/NSL-Winkel). Eine gemeinsame Darstellung dieser Messwerte erfolgt in Tabelle 5.18.

	ANB-Winkel		Individualisierter ANB-Wert			Wits-appraisal		ML/NSL-Winkel	
	MW in Grad	SD	nKR n=	mKR n=	dKR n=	MW in Grad	SD	MW in Grad	SD
Erfolgsgruppe	1,7	1,90	16	32	0	-3,4	2,54	32,3	4,02
Misserfolgsgruppe	1,1	2,16	5	11	1	-3,8	2,11	30,5	7,13

Tabelle 5.18 Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) von ANB-Winkel, Wits-appraisal und ML/NSL-Winkel sowie neutraler (nKR), mesialer (mKR) und distaler (dKR) Kieferrelation des individualisierten ANB-Werts für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.4.1 ANB-Winkel

Das gesamte Patientengut wies vor Behandlungsbeginn (Zeitpunkt T_0) einen durchschnittlichen ANB-Winkel von $1,6 \pm 2,0^\circ$ auf.

Die Erfolgsgruppe zeigte einen durchschnittlichen ANB-Winkel von $1,7 \pm 1,9^\circ$, während für die Misserfolgsgruppe ein durchschnittlicher ANB-Winkel von $1,1 \pm 2,2^\circ$ ermittelt wurde.

Es bestand kein Zusammenhang zwischen dem ANB-Winkel zu Behandlungsbeginn und dem erfolgreichen Ausgang der Behandlung ($p=0,822$) (Tabelle 5.19, Abbildung 5.10).

	Mittelwert (in Grad)	Standard- abweichung	Median (in Grad)	Minimalwert (in Grad)	Maximalwert (in Grad)
Erfolgsgruppe	1,7	1,9	2,0	-2,3	6,0
Misserfolgsgruppe	1,1	2,2	1,5	-3,5	3,5

Tabelle 5.19 ANB-Winkel: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimalwert und Maximalwert für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

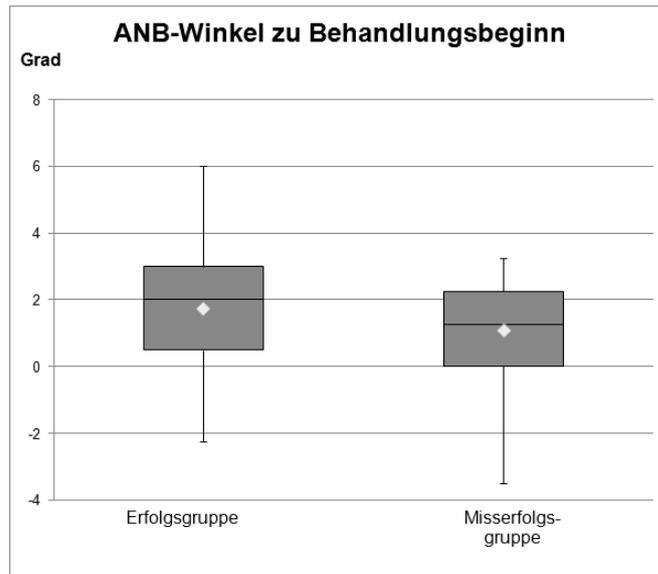


Abbildung 5.10 Box Plot Diagramm des ANB-Winkels für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.4.2 Individualisierter ANB-Wert

Der individualisierte ANB-Wert nach PANAGIOTIDIS und WITT (1977) stellt eine Methode zur Berechnung der sagittalen Kieferrelation eines Patienten anhand des SNA-Winkels und des ML/NSL-Winkels im Fernröntgenseitenbild dar. Ist der errechnete Wert um mehr als 1° kleiner als der gemessene ANB-Winkel, so kann man nach PANAGIOTIDIS und WITT auf eine distale sagittale Kieferrelation schließen. Eine mesiale sagittale Kieferrelation liegt dementsprechend bei einem um mehr als 1° vergrößerten Wert vor. Eine neutrale sagittale Kieferrelation liegt bei Abweichungen um weniger als $\pm 1^\circ$ vor.

Entsprechend der Definition nach PANAGIOTIDIS und WITT (1977) konnte die sagittale Kieferrelation innerhalb des gesamten Patientengutes folgendermaßen berechnet werden:

- Neutrale Kieferrelation → 21 Patienten (32,3%)
- Mesiale Kieferrelation → 43 Patienten (66,2%)
- Distale Kieferrelation → 1 Patient (1,5%)

Die Verteilung der jeweiligen sagittalen Kieferrelation auf die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe wird in Tabelle 5.20 dargestellt.

Bei 16 der 21 Patienten (76,2%), für die eine neutrale Kieferrelation ermittelt wurde, konnte ein erfolgreiches Behandlungsergebnis festgestellt werden. Die restlichen 5 Patienten (23,8%) wurden nicht erfolgreich behandelt (Misserfolgsgruppe).

32 der 43 Patienten (74,4%) bei denen zu Behandlungsbeginn eine mesiale Kieferrelation vorlag, wurden erfolgreich behandelt, bei den restlichen 11 Patienten (25,6%) konnte kein erfolgreiches Behandlungsergebnis ermittelt werden.

Der einzige Patient, der eine distale Kieferrelation aufwies, wurde nicht erfolgreich behandelt (100,0%).

	Neutrale Kieferrelation	Mesiale Kieferrelation	Distale Kieferrelation
Erfolgsgruppe	16 (76,2%)	32 (74,4%)	0 (0,0%)
Misserfolgsgruppe	5 (23,8%)	11 (25,6%)	1 (100,0%)

Tabelle 5.20 Sagittale Kieferrelation (neutral, mesial und distal) nach dem individualisierten ANB-Wert: Verteilung auf die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

Anhand Tabelle 5.20 wird deutlich, dass prozentual gesehen keine großen Gruppenunterschiede bestanden. Daher konnte nur eine Tendenz zu einem prognostischen Zusammenhang zwischen einem erfolgreichen Ausgang der Behandlung und dem individualisierten ANB-Wert vor Behandlungsbeginn ermittelt werden ($p=0,161$). Patienten mit einer neutralen Kieferrelation wurden geringfügig häufiger erfolgreich behandelt, als Patienten mit einer mesialen oder einer distalen Kieferrelation.

5.3.4.3 Vergleich von ANB-Winkel und individualisiertem ANB-Wert

Um die Werte des ANB-Winkels und des individualisierten ANB-Wertes besser vergleichen zu können, wurde der ANB-Winkel in skelettale Klassen eingeteilt. Alle Patienten, die einen ANB-Winkel kleiner 0° aufwiesen, wurden der skelettalen Klasse III zugeordnet. Diese wurde als ein Äquivalent zur mesialen Kieferrelation des individualisierten ANB-Wertes betrachtet. Hatte der Patient einen ANB-Winkel zwischen 0° und 5° , so erfolgte die Zuordnung zu einer skelettalen Klasse I und dem Äquivalent der neutralen Kieferrelation des individualisierten ANB-Wertes. Bei einem ANB-Winkel größer 5° erfolgte die Einordnung zu einer skelettalen Klasse II und dem Äquivalent distale Kieferrelation des individualisierten ANB-Wertes.

Die Verteilung des gesamten Patientenguts auf die skelettalen Klassen war folgende:

- Skelettale Klasse I → 52 Patienten (80,0%)
- Skelettale Klasse II → 1 Patient (1,5%)
- Skelettale Klasse III → 12 Patienten (18,5%)

Es wurde deutlich, dass bei der Einteilung in die skelettalen Klassen viel mehr Patienten zu Behandlungsbeginn eine skelettale Klasse I, also einen ANB-Winkel zwischen 0° und 5° , aufwiesen (80,0%), als eine neutrale Kieferrelation (32,3%) bei der Einteilung nach dem individualisierten ANB-Wert. Eine skelettale Klasse III, also einen negativen ANB-Winkel, wiesen 18,5% der Patienten auf, während hier die Zahl der Patienten mit mesialer Kieferrelation (66,2%) deutlich größer war. Eine skelettale Klasse II bzw. eine distale Kieferrelation wurde bei einem Patienten (1,5%) ermittelt. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der skelettalen Klasse und dem Behandlungsergebnis festgestellt werden ($p=0,506$).

5.3.4.4 Wits-appraisal

Der Mittelwert vor der Behandlung (Zeitpunkt T_0) für das Wits-appraisal betrug für das gesamte Patientengut $-3,5 \pm 2,4$ mm.

In der Erfolgsgruppe lag ein Mittelwert von $-3,4 \pm 2,5$ mm vor, während in der Misserfolgsgruppe mit $-3,8 \pm 2,1$ mm ein etwas niedrigerer Wert ermittelt wurde. Eine Übersicht ist in Tabelle 5.21 sowie Abbildung 5.11 zu finden. Es wird deutlich, dass die Werte des Wits-appraisal alle sehr nah beisammen lagen und aus klinischer Sicht keinen großen Unterschied darstellen. Daher konnte das Wits-appraisal nicht als prognostisch relevantes Kriterium für den erfolgreichen Ausgang der Behandlung ermittelt werden ($p=0,287$).

	Mittelwert (in Grad)	Standard- abweichung	Median (in Grad)	Minimalwert (in Grad)	Maximalwert (in Grad)
Erfolgsgruppe	-3,4	2,54	-3,5	-8,8	1,8
Misserfolgs- gruppe	-3,8	2,11	-4,3	-8,0	0,0

Tabelle 5.21 Wits-appraisal: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimalwert und Maximalwert für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

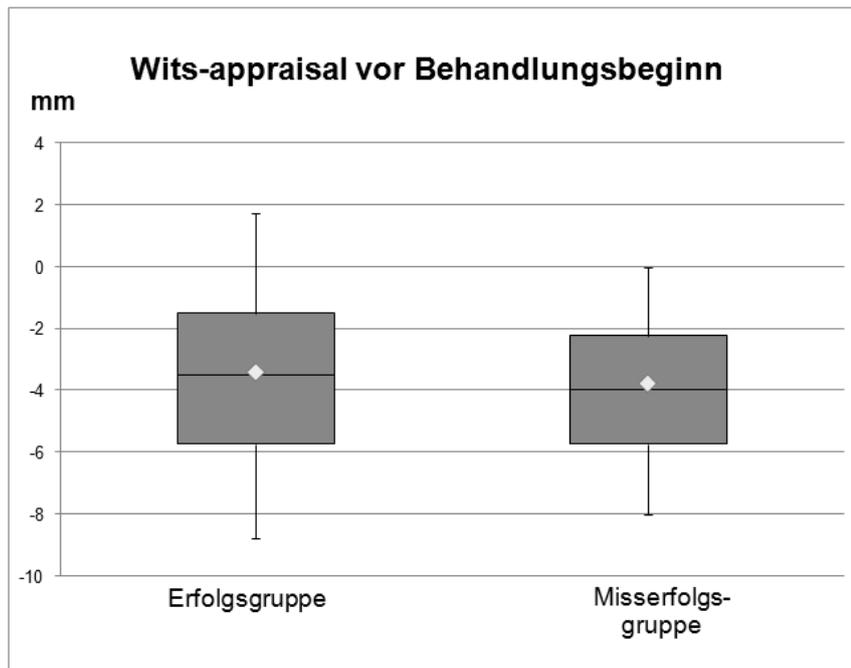


Abbildung 5.11 Box Plot Diagramm des Wits-appraisals für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.4.5 Mandibularbasiswinkel (ML/NSL-Winkel)

Im Durchschnitt betrug der Mandibularbasiswinkel (ML/NSL-Winkel) vor Behandlungsbeginn im gesamten Patientengut $31,8 \pm 5,0^\circ$.

In der Erfolgsgruppe lag der durchschnittliche ML/NSL-Winkel bei $32,3 \pm 4,0^\circ$, in der Misserfolgsgruppe bei $30,5 \pm 7,1^\circ$ und damit im Durchschnitt etwas niedriger als in der Erfolgsgruppe. Dargestellt sind diese Werte sowohl in Tabelle 5.22, als auch in Abbildung 5.12.

Obwohl sich statistisch ein Einfluss des ML/NSL-Winkels auf den Behandlungserfolg ausmachen ließ ($p=0,018$), liegen die Werte von Median und Mittelwert beider Gruppen im Normbereich, so dass die klinische Relevanz des Parameters im Bezug auf den Behandlungserfolg nicht gegeben ist.

	Mittelwert (in Grad)	Standard- abweichung	Median (in Grad)	Minimalwert (in Grad)	Maximalwert (in Grad)
Erfolgsgruppe	32,3	4,02	32,0	25,5	41,0
Misserfolgs- gruppe	30,5	7,13	29,0	21,5	51,5

Tabelle 5.22 ML/NSL-Winkel: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimalwert und Maximalwert für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

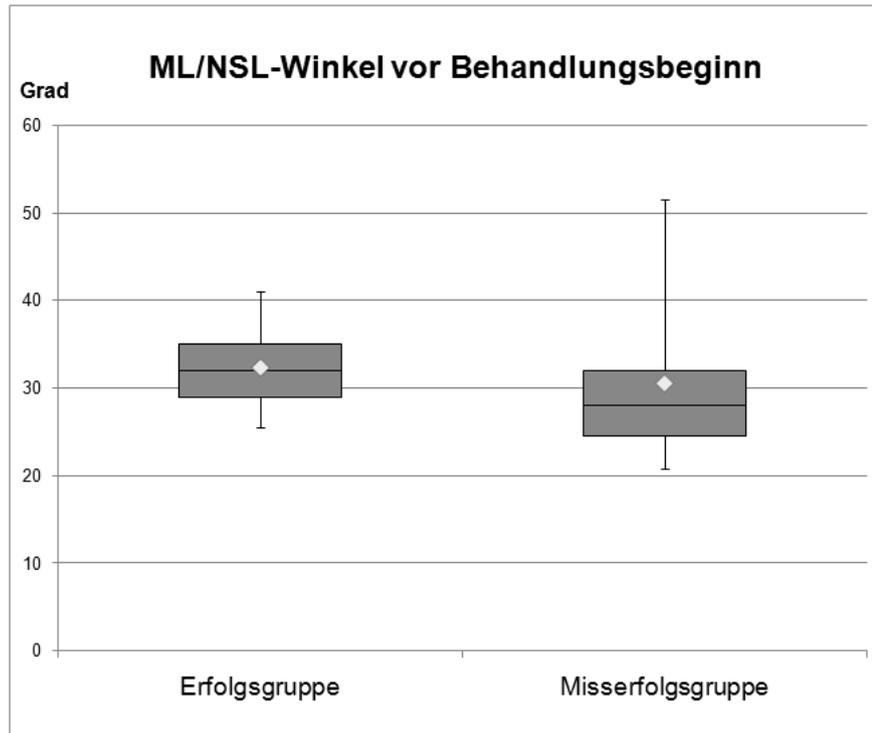


Abbildung 5.12 Box Plot Diagramm des ML/NSL-Winkels für die Erfolgsgruppe und die Misserfolgsgruppe

5.3.5 Klinische Zusammenhänge

Es bestanden nachfolgend genannte Zusammenhänge zwischen der Behandlungseffizienz und folgenden klinisch möglicherweise relevanten Untersuchungsvariablen:

- Anzahl der Zähne im Kreuzbiss ($p=0,010$)
Je weniger Frontzähne zu Behandlungsbeginn im Kreuzbiss standen, desto größer war die Chance auf einen erfolgreichen Behandlungsabschluss.
- Overjet zum Zeitpunkt T_0 (OJ_{\min} $p=0,166$; OJ_{\max} $p=0,040$)
Je negativer der Overjet der Zähne im Kreuzbiss vor Behandlungsbeginn war, desto unwahrscheinlicher wurde ein erfolgreicher Behandlungsabschluss. War der OJ_{\max} zu Behandlungsbeginn positiv, so wurde mit größerer Wahrscheinlichkeit ein erfolgreicher Behandlungsabschluss erreicht, als bei einem negativen OJ_{\max} .
- Dentalstadium/Wechselgebissperiode ($p=0,012$)
Je früher mit der Behandlung begonnen wurde, desto größer war die Chance, die Behandlung erfolgreich abzuschließen.
- Alter ($p=0,010$)
Je jünger der Patient zu Behandlungsbeginn gewesen ist, desto größer war seine Chance, die Behandlung erfolgreich abzuschließen.
- Bisstyp nach PANCHERZ ($p=0,175$)
Lag bei einem Patienten zu Behandlungsbeginn der Bisstyp I:4 vor, war die Chance einen erfolgreichen Behandlungsabschluss zu erzielen, größer als bei einem Bisstyp III:4.
- Anzahl der Negativeinträge insgesamt ($p=0,107$)
Bei einem nicht erfolgreichen Behandlungsabschluss wurden durchschnittlich mehr Negativeinträge ermittelt.

Da die oben genannten Variablen zwar alle aus statistischer Sicht einen geringen Zusammenhang zu dem Behandlungsergebnis hatten, jedoch aus klinischer Sicht eine solch große Anzahl an Faktoren wenig überschaubar war, wurde zusätzlich eine logistische Regression durchgeführt. Hierfür fand ein systematischer Vergleich zwischen den klinisch relevanten Variablen statt. Es wurde deutlich, dass folgende Variablen den größten Einfluss auf die Prognose des Behandlungsausgangs hatten:

- Anzahl der Zähne im Kreuzbiss ($p=0,047$)
- Bissstyp nach PANCHERZ ($p=0,088$)
- Kombination aus der Anzahl der Zähne im Kreuzbiss und dem Bissstyp nach PANCHERZ ($p=0,147$)

6 Diskussion

Die Hauptzielsetzung der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Effektivität und die Effizienz der Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur zu ermitteln. Andere Studien zur expliziten Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur liegen in der Literatur bis dato noch nicht vor.

6.1 Patientengut

Von den 6194 Patienten, die seit 1986 bis 2009 in der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen behandelt worden waren, wiesen 165 einen frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung auf. Von diesen 165 Patienten wurden wiederum nur diejenigen eingeschlossen, die als erstes oder einziges Behandlungsgerät eine herausnehmbare Plattenapparatur erhalten hatten und sich in der ersten oder zweiten Wechselgebissperiode befanden. Hierdurch konnte sichergestellt werden, dass bei allen Patienten vergleichbare Ausgangsvoraussetzungen gegeben waren und die gleiche, kooperationsabhängige Behandlungsmethode verwendet wurde. Zur Sicherstellung vergleichbarer Behandlungsbedingungen wurden außerdem Patienten mit einem kraniofazialen Syndrom oder einer Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte ausgeschlossen.

Das Patientengut setzte sich aus etwa 2/3 männlichen und 1/3 weiblichen Patienten zusammen und wies somit eine gewisse Inhomogenität auf. Dies betraf auch den Altersunterschied zu Behandlungsbeginn (4 Jahre bis 14 Jahre). Sowohl die erste (44 Patienten) als auch die zweite Wechselgebissperiode (21 Patienten) entsprechen jedoch dem Zeitraum, der für die kieferorthopädische Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur von Bedeutung ist. Auch in anderen Untersuchungen, in denen die Behandlung mit herausnehmbaren Behandlungsgeräten, wie dem Funktionsregler nach Fränkel betrachtet wurde (BAIK et al. 2004, GIANCOTTI, 2003, HIME und OWEN 1990, ÜLGEM und FIRATLI, 1994), erfolgte der Behandlungsbeginn in der ersten oder zweiten Wechselgebissperiode.

6.2 Methoden

Die Effektivität der Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur wurde anhand kieferorthopädischer Situationsmodelle ermittelt. Diese Methode wurde gewählt, um eine objektive Aussage über die Zahnstellung treffen zu können, die nicht durch behandlerabhängige Karteikarteneintragungen beeinflusst wurde. Da als Effektivität der Behandlung nur das Erreichen einer positiven sagittalen und vertikalen Frontzahnstufe definiert war, konnte anhand der Modelle eine sichere Aussage getroffen werden. Die Modellpaare waren in eindeutiger Lagebeziehung nach ANGLE und DEWEY (1908) getrimmt worden und konnten stabil auf einer planen Fläche aufgestellt werden. Da die Messungen zweifach und jeweils vom gleichen Untersucher (der Verfasserin) durchgeführt wurden, kann von einer einheitlichen Messmethodik und Messgenauigkeit ausgegangen werden (Beobachterreliabilitätskoeffizienten zwischen 0,73 und 0,94). Hinzu kommt, dass jeweils der Mittelwert beider Messungen für die Auswertung verwendet wurde. Auch andere Autoren (FERRO et al., 2003 und FRANCHI et al., 1997) wählten die Messung von sagittaler und vertikaler Frontzahnstufe als Methode zur Beurteilung des Behandlungserfolges.

Die Effizienz wurde anhand der ‚Anzahl der Termine‘ und der ‚Dauer der Behandlung‘ aus der Karteikartendokumentation ermittelt. Eine ähnliche Methode zur Ermittlung der Effizienz einer Aktivatorbehandlung verwendeten CASUTT et al. (2007). Da die Effizienz anhand von Karteikarteneintragungen beurteilt wurde, die von verschiedenen Behandlern vorgenommen worden waren, war keine einheitliche Wortwahl vorzufinden. Dies hatte vor allem Auswirkungen auf die Beurteilung des Zeitpunktes T_0 (Zeitpunkt, zu dem der Kreuzbiss überstellt war), der bei einem Teil der Patienten nur durch zusätzliche Betrachtung intraoraler Fotos sicher ermittelt werden konnte. Wie weiter oben bereits erwähnt, wurde die endgültige Überstellung des Kreuzbisses jedoch anhand der Situationsmodelle zweifelsfrei bestimmt. Weiterhin war das Ende der Plattenbehandlung (T_E) ein Zeitpunkt, der behandlerabhängig und patientenabhängig sehr unterschiedlich gewählt wurde (Behandlungsdauer zwischen 2 Monaten und 71 Monaten). Da jedoch die Situationsmodelle zum Zeitpunkt T_1 , also nach dem Zeitpunkt T_E angefertigt wurden, hatte der Zeitpunkt T_E keine Relevanz für die endgültige Beurteilung des Behandlungsergebnisses. Darüber hinaus wurde die Betreuung der Patienten durch die Abteilungsleitung bzw. Oberärzte überwacht,

weshalb generell von einer relativ einheitlichen Behandlungsweise auszugehen ist. FIRESTONE et al. (1999), die eine Langzeitstudie zu den Behandlungsunterschieden zwischen Studenten und Assistenzärzten durchführten, konnten keinen Unterschied im Behandlungserfolg der einzelnen Behandler feststellen.

Weiterhin wurden prognostisch relevante Faktoren untersucht. Anhand der Situationsmodelle wurde dabei die Anzahl der Zähne im Kreuzbiss, das Dentalstadium bzw. die Wechselgebissperiode, sowie der Bisstyp nach PANCHERZ (RUF, 2006) beurteilt. Aus den Karteikarteneintragungen wurden die Informationen zum Alter, Geschlecht und der Kooperation des Patienten, aus dem Fernröntgenseitenbild die sagittalen und vertikalen Messvariablen entnommen. Diese Kriterien wurden gewählt, da sie ohnehin Bestandteil der kieferorthopädischen Standarddiagnostik sind und somit praxisnah eine mögliche Prognose über die Erfolgsaussichten der Behandlung mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur eines Patienten ermöglichen.

Die Kooperation als weiterer Nebenzielparameter wurde aus den Aufzeichnungen der Karteikartendokumentation ermittelt. Da die Karteikarteneinträge, wie schon erwähnt, sehr behandlerabhängig sind, können Negativeinträge in den Dokumentationen bei manchen Patienten mehrfach, bei anderen seltener vermerkt worden sein. Neutrale Aussagen wie ‚defekt‘, ‚zurück geschraubt‘ und ‚verloren‘ stehen hier den eher behandlerabhängigen Eintragungen zur Mundhygiene gegenüber. GAWORA (2004), der ein kooperationsabhängiges Behandlungsgerät zur Klasse-II-Therapie untersuchte, beurteilte die Kooperation ebenfalls anhand von Karteikarteneinträgen zur Mundhygiene, Terminabsagen und der Kooperationseinträge zum Tragen der Behandlungsapparatur. Er stufte die Compliance anhand dieser Faktoren für jeden Patienten jeweils als ‚gut‘ oder ‚schlecht‘ ein. SLAKTER et al. (1980) stellten einen 12 Aspekte umfassenden Leitfaden auf, anhand dessen die Kooperation erfasst werden kann. Unter anderem nannte er dabei auch die Punkte, die in dieser Studie untersucht wurden, wie ‚schlecht getragen‘, ‚schlechte Mundhygiene‘ und ‚Terminabsagen‘. Darüber hinaus sind ihrer Meinung nach auch das ‚Interesse der Eltern‘ und das ‚allgemeine Interesse des Kindes an der Behandlung‘ von Bedeutung.

Das Durchzeichnen sowie Vermessen der Fernröntgenseitenbilder erfolgte unter standardisierten Lichtverhältnissen. Es wurden dabei ausschließlich konventionell angefertigte Röntgenbilder verwendet. Der ANB-Winkel, der individualisierte ANB-Wert

nach PANAGIOTIDIS und WITT (1977), das Wits-appraisal und der ML/NSL-Winkel wurden erhoben. Alle Messungen wurden vom gleichen Untersucher (der Verfasserin) zweifach in einem zeitlichen Abstand von zwei Wochen durchgeführt. Trotzdem muss bei der Bestimmung der kephalometrischen Referenzpunkte immer mit Ungenauigkeiten gerechnet werden (STAPF-FIEDLER, 1981). STABRUN und DANIELSEN (1982) beobachteten, dass verschiedene Untersucher jeweils unterschiedliche Meinungen über die exakte Bestimmung der kephalometrischen Referenzpunkte haben. Gerade bei der Lokalisation von Extrempunkten (z.B. A, B, N und Gn) auf einer anatomischen Struktur treten Schwierigkeiten auf (WEGENER, 2003). Noch größere Ungenauigkeiten treten jedoch bei der Bestimmung der Molarenpunkte auf, die zur Ermittlung der Okklusionsebene verwendet werden (WEGENER, 2003, STAPF-FIEDLER, 1981).

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Prävalenz

Die Prävalenz des frontalen Kreuzbisses im Allgemeinen und mit Zwangsführung lag für das Patientengut der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Gießen bei 7,8% bzw. 2,8%. Somit war die Prävalenz des frontalen Kreuzbisses im Allgemeinen höher als die Werte anderer deutscher Autoren (GRABOSWIKI et al., 2007; GLASL et al., 2006; SCHOPF, 2003; TAUSCHE et al., 2004), die bei Reihenuntersuchungen Werte zwischen 2,7% und 7,3% in der ersten und zweiten Wechselgebissperiode feststellten. Für den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung sind aus dem asiatischen Raum Prävalenzwerte zwischen 2% und 3% bekannt (RABIE und GU, 1999). Allerdings muss bei den Prävalenzwerten der vorliegenden Studie im Vergleich zu denen anderer Autoren berücksichtigt werden, dass es sich um ein selektiviertes Patientengut mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf handelt, was die etwas höheren Werte erklärt.

6.3.2 Effektivität

Von den 65 eingeschlossenen Patienten konnte für 48 ein erfolgreicher Behandlungsabschluss festgestellt werden. Damit wurde bei der Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mit herausnehmbaren Plattenapparaturen eine Erfolgsrate von 73,8% erreicht. 26,2% der Behandlungen endeten als Misserfolg. Diese Gruppe der Misserfolgspatienten wurde zunächst weiter aufgespalten in eine Gruppe, bei der der frontale Kreuzbiss zu einem Zeitpunkt in der Behandlung überstellt worden war (35,3%) und eine Gruppe, bei der dies zu keinem Zeitpunkt der Fall war (64,7%). Der Vergleich mit anderen Studien kann auch an dieser Stelle mangels ähnlicher Veröffentlichungen schwer durchgeführt werden. RABIE und GU (1999) sowie HÄGG et al. (2004), die sich in retrospektiven Studien ebenfalls mit der Therapie des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung beschäftigten, konnten mit einer festsitzenden Apparatur eine Erfolgsrate von 100% erreichen, die auch 5 Jahre nach Therapieende noch bestand. Studien, die sich mit dem frontalen Kreuzbiss ohne explizite Berücksichtigung der Zwangsführung beschäftigten, erzielten Effektivitätsraten von 68,8% - 88,5% (GHIZ et al., 2005; GE et al., 2011; FERRO et al., 2003). Zur Behandlung wurden dabei teilweise herausnehmbare extraorale Behandlungsgeräte sowie festsitzende Apparaturen zur Überstellung des frontalen Kreuzbisses verwendet. Die Behandlungsdauer lag dabei zwischen 6 Monaten und 4 Jahren, wobei bei Letzterer die Weiterbehandlung eingeschlossen ist und damit ein Vergleich schwer möglich ist.

6.3.3 Effizienz

6.3.3.1 Behandlungsdauer

Die durchschnittliche Behandlungsdauer bis zum Absetzen der Apparatur (17,2 Monate) erscheint angemessen; vor allem vor dem Hintergrund, dass die gesetzlichen Krankenkassen für eine solche, meist als Frühbehandlung durchgeführte Therapie, eine Dauer von 6 Quartalen zugestehen. Allerdings ist der Wert im Vergleich zu der von RABIE und GU (1999) bzw. HÄGG et al. (2004) für die Behandlung mit einer festsitzenden Apparatur beschriebenen Dauer von 7 Monaten sehr viel höher. Selbst der in der vorliegenden Untersuchung für die Erfolgsgruppe ermittelte, um durchschnittlich 5,3 Monate kürzere, Wert liegt noch deutlich darüber. Somit scheint die

Therapie frontaler Kreuzbisse mit Zwangsführung unter Anwendung einer festsitzenden Apparatur deutlich effizienter zu sein. Vergleicht man jedoch ausschließlich die Daten für den Zeitraum bis zur unmittelbaren Überstellung des Kreuzbisses (Zeitraum T_A-T_X in der vorliegenden Untersuchung), so ist der von RABIE und GU (1999) ermittelte Wert lediglich 1,0 Monate kürzer als der der vorliegenden Untersuchung (4,0 Monate). Somit unterscheiden sich die Behandlungsstrategien vor allem in der Dauer der „retentiven Phase“, welche vor allem der Sicherung des Behandlungsergebnisses durch Stabilisierung der vertikalen Relation dient, was sich aktiv - mit einer festsitzenden Multibracket-Apparatur - effizienter gestaltet als mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur, bei der dies vor allem passiv durch Elongation bzw. Eruption der entsprechenden Zähne geschieht.

Da bisher nur wenige Studien zur Therapie des progeneren Zwangsbisses mit herausnehmbaren Behandlungsgeräten veröffentlicht wurden, sind Vergleiche bezüglich der Behandlungsdauer schwierig. Allein einzelne Fallberichte zum progeneren Zwangsbiss können verglichen werden. Die Behandlungsdauer dieser Fallberichte wurde wie auch in der vorliegenden Arbeit als die Zeit vom Beginn der Behandlung bis zum Absetzen des Behandlungsgerätes definiert. OPITZ (1954) behandelte den progeneren Zwangsbiss in den drei von ihm beschriebenen Patientenfällen ebenfalls mit einer Plattenapparatur (Behandlungsdauer zwischen 4 Wochen und 1½ Jahren), während ESENLIK et al. (2002) in ihren Untersuchungen zum einen einen Progenieaktivator (Behandlungsdauer zwischen 10 bis 15 Monaten) und zum anderen eine herausnehmbare schiefe Ebene (Behandlungsdauer 3 Monate) verwendeten.

6.3.3.2 Anzahl der Behandlungstermine

Als weiteres Effizienz Kriterium wurde die Anzahl der Behandlungstermine untersucht, die innerhalb des gesamten Patientengutes bei durchschnittlich 9,4 Behandlungsterminen lag. In der Erfolgsgruppe wurde bei Betrachtung des gesamten Behandlungszeitraumes (T_A-T_E) durchschnittlich ein Behandlungstermin weniger benötigt als in der Misserfolgsgruppe. Es ist dabei jedoch zu beachten, dass der Behandlungszeitraum in der Misserfolgsgruppe gesamt, als auch in den beiden Untergruppen, länger war, als in der Erfolgsgruppe und somit die größere Anzahl an Behandlungsterminen rechtfertigt. Weiterhin kann vermutet werden, dass der

Behandler die Therapie häufiger verlängert hat, um doch noch einen erfolgreichen Behandlungsabschluss zu erreichen.

Auch eine andere Autorengruppe hat die Anzahl der Behandlungstermine als Maß für die Effizienz herangezogen und dabei unterschiedliche Behandlungsgeräte verglichen. PETRÈN et al. (2011), die den seitlichen Kreuzbiss ohne explizite Berücksichtigung einer Zwangsführung untersuchten, fanden eine deutlich höhere Effizienz bei festsitzenden Behandlungsgeräten (Quadhelix) im Vergleich zu einer Oberkieferplatte, die sich nicht nur in der Anzahl der Termine (10,2 für die Quadhelix bzw. 17,1 für die Oberkieferdehnplatte), sondern auch in der wirtschaftlicheren Behandlung widerspiegelte (festsitzend = günstiger im Bezug auf Stuhlzeit).

6.3.3.3 Anzahl der Terminabsagen

Die Untersuchung der Terminabsagen ergab einen durchschnittlichen Wert von 1,5 Terminen/Patient innerhalb des gesamten Patientengutes. Der statistischen Auswertung ist dabei zu entnehmen, dass nicht im Zeitraum bis zur Überstellung des Kreuzbisses mit Zwangsführung ($T_A-T_{\dot{U}}$), sondern im Zeitraum nach der Überstellung des Kreuzbisses ($T_{\dot{U}}-T_E$) ein Unterschied zwischen den Patientengruppen bestand ($p=0,010$). Während in der Erfolgsgruppe in diesem Zeitraum ($T_{\dot{U}}-T_E$) durchschnittlich 0,9 Termine abgesagt wurden, waren es in der Gruppe der Misserfolge mit temporärer Überstellung 3,2 Terminabsagen. Dies könnte ein Hinweis für den Misserfolg trotz anfänglicher Überstellung des Kreuzbisses sein, da nach der Überstellung des Kreuzbisses durch die häufigen Terminabsagen eine seltenere kieferorthopädische Überwachung stattgefunden hat. Allerdings muss hierbei wiederum die längere Behandlungszeit der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung beachtet werden, die die Anzahl der Terminabsagen beider Gruppen wieder in Relation setzt. Jedoch nannten auch SLAKTER et al. (1980) und BECKWITH et al. (1999) die Anzahl der Terminabsagen als einen Faktor für den Behandlungsmisserfolg. Jeder verpasste Termin führte in den Untersuchungen von BECKWITH et al. (1999) zu einer Verlängerung der Behandlungsdauer um einen Monat; er untersuchte dabei allerdings Patienten mit festsitzenden Behandlungsapparaturen.

6.3.4 Prognostisch relevante Faktoren

6.3.4.1 Auswertung der Situationsmodelle

Die Situationsmodelle dienten zunächst der Vermessung von Overjet und Overbite. Je negativer dabei der Overjet zu Behandlungsbeginn war, desto schlechter erschienen die Aussichten auf eine erfolgreiche Behandlung (OJ_{\min} $p=0,166$; OJ_{\max} $p=0,040$). Dies lässt sich vermutlich mit der zu überwindenden Strecke begründen, die bei einem stark negativen Overjet länger ist. Die Behandlung dauert im Fall des stark negativen Overjets länger und der Patient muss länger eine gute Kooperation beim regelmäßigen Tragen einer herausnehmbaren Plattenapparatur zeigen, um einen erfolgreichen Behandlungsabschluss zu erzielen. Es wurde deutlich, dass der OJ_{\max} in der Misserfolgsgruppe durchschnittlich einen negativen Wert hatte.

Zu beobachten war in der Misserfolgsgruppe mit temporärer Überstellung weiterhin ein um durchschnittlich 1,2 mm kleinerer Overbite zum Zeitpunkt T_0 , verglichen mit der Erfolgsgruppe, welches ein Grund für das instabile Behandlungsergebnis sein könnte (OB_{\min} $p=0,139$; OB_{\max} $p=0,256$). FERRO et al. (2003) sehen einen kleinen Overbite als Vorhersagekriterium für einen Misserfolg bei der Behandlung des frontalen Kreuzbisses ohne Zwangsführung. Während BJÖRK (1953) und FLEMING (1961) beobachteten, dass der Overbite im Laufe des Lebens bei vielen Menschen kleiner wird, sprechen BISHARA und JAKOBSON (1998) von einer physiologischen Vergrößerung des Overbites, die bis zum fünfundzwanzigsten Lebensjahr schnell voran schreitet und danach stetig langsamer vonstatten geht. Im Falle der Kreuzbisspatienten würde sich eine Vergrößerung des Overbites nach der Überstellung des Kreuzbisses positiv auswirken, da durch die Stabilisierung der Frontzähne die Rezidivgefahr verringert wird.

Aus der logistischen Regression geht hervor, dass sowohl die Anzahl der Zähne, die zu Behandlungsbeginn im Kreuzbiss standen (T_0), als auch der Bisstyp und eine Kombination aus der Anzahl der Zähne im Kreuzbiss und dem Bisstyp den Behandlungserfolg beeinflussen ($p=0,010$ bzw. $p=0,175$). Bei der Erfolgsgruppe stand zu 88,2% nur ein Zahn im Kreuzbiss. Anders war dies in der Misserfolgsgruppe, bei der häufig 4 Zähne im Kreuzbiss standen (74,8%). Man könnte vermuten, dass es sich bei den Patienten, bei denen 4 Zähne im Kreuzbiss standen, um skelettale Dysgnathien handelt, die durch eine zusätzliche funktionelle (Zwangsbiss) Komponente verstärkt

werden, während bei nur einem Zahn im Kreuzbiss eine rein funktionelle oder dentale/funktionelle Dysgnathie vorlag. Im Allgemeinen sinkt die Behandelbarkeit von rein funktionellen über dentale zu skelettalen Dysgnathien (HOTZ, 1980; TAUSCHE et al., 2004; TAHMINA et al., 2000).

Ähnlich wie bei der Anzahl der Zähne im Kreuzbiss, könnte auch bei den Bisstypen ein Typ I:4 eher auf eine dentale und ein Bisstyp III:4 eher auf eine skelettale oder kombiniert dental/skelettale Dysgnathie hinweisen. Lag zu Behandlungsbeginn ein Bisstyp I:4 vor, so konnte die Behandlung bei 83,3% der Patienten erfolgreich abgeschlossen werden. Dieser Prozentsatz sank auf 60,7%, wenn zu Behandlungsbeginn ein Bisstyp III:4 festgestellt wurde.

Auch die dentale Reife hatte einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis ($p=0,012$). Befand sich der Patient zu Behandlungsbeginn im Dentalstadium DS1 oder DS2, also in der ersten Wechselgebissperiode, so konnte die Behandlung in mehr als 83,3% der Fälle erfolgreich beendet werden. Bei den Dentalstadien DS3 und DS4 (zweite Wechselgebissperiode) traf dies nur noch für 50,0% bis 66,7% der Fälle zu. Dies könnte mit der Theorie von HOTZ (1980) und SCHOPF (2008) zusammen hängen, welche davon ausgehen, dass sich eine unbehandelte Zwangsführung artikulär fixieren kann, und anschließend wesentlich schwieriger zu behandeln ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit der Behandlungsempfehlung der DGKFO (2010), die eine Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung in der ersten Wechselgebissperiode empfiehlt, um Wachstumsdefizite zu verhindern. Sowohl BACCETTI et al. (1998) und DA SILVA FILHO et al. (1998), als auch YÜKSEL et al. (2001), welche sich mit dem frontalen Kreuzbiss ohne Zwangsführung beschäftigten, empfehlen ebenfalls den Behandlungsbeginn in der ersten Wechselgebissperiode.

In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die relative Wachstumsgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Die Wachstumskurve nach TANNER et al (1966) zeigt, dass sich die jüngeren Patienten der vorliegenden Studie im Allgemeinen im Bereich der relativ langsamen Wachstumsgeschwindigkeit befanden. Älteren Patienten, die in der zweiten Wechselgebissperiode mit der Behandlung begonnen hatten, kann eine schnellere relative Wachstumsgeschwindigkeit zugeordnet werden. SCHOPF (1984) empfiehlt,

mit dem Einsatz von herausnehmbaren Behandlungsapparaturen vor dem Wachstumsmaximum zu beginnen.

6.3.4.2 Auswertung der Karteikartendokumentation

Innerhalb des gesamten Patientengutes lag das durchschnittliche Alter bei 9,0 Jahren. Verglichen mit der Erfolgsgruppe waren die Patienten der Misserfolgsgruppe zu Behandlungsbeginn um durchschnittlich 0,7 Jahre älter. Da es sich hier jedoch um kleine Altersunterschiede handelt, kann das Alter trotz statistischer Relevanz ($p=0,010$) unter klinischen Aspekten nur in geringem Maß als prognostisch relevantes Kriterium herangezogen werden. Man könnte vermuten, dass sich die jüngeren Patienten eher in der ersten Wechselgebissperiode befanden und damit eine größere Chance auf ein erfolgreiches Behandlungsergebnis hatten (s.o.), als die älteren Patienten, die sich in der zweiten Wechselgebissperiode befanden. Trotzdem muss beachtet werden, dass weniger das chronologische Alter für die Einleitung kieferorthopädischer Maßnahmen von Bedeutung ist, als viel mehr das dentale und skelettale Alter sowie Art und Ausmaß der Dysgnathie bzw. ihre Tendenz zur Verstärkung (SCHOPF, 2008). SCHOPF (2008) empfiehlt deshalb den frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt, ggf. bereits im Milchgebiss, zu behandeln.

Neben dem Alter wurde ebenfalls das Geschlecht auf Unterschiede innerhalb der Patientengruppen untersucht. 63,1% des Patientengutes war männlich und nur 36,9% weiblich gewesen. Es konnte in dieser Studie kein Unterschied zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht bezogen auf das erfolgreiche Behandlungsergebnis ermittelt werden ($p>0,2$). BECKWITH (1999) konnte auch bezogen auf die Behandlungsdauer zwischen den Geschlechtern keinen Unterschied erkennen. Dieses Ergebnis entspricht nicht der Meinung einer andere Autorengruppe (DELI et al., 2012), die beim weiblichen Geschlecht im Allgemeinen eine bessere Kooperation und somit bessere Behandlungsergebnisse erwarten.

Bezüglich der Kooperation der Patienten konnten aus den Karteikarteneinträgen Unterschiede zwischen den Patientengruppen ermittelt werden ($p=0,107$ bis $p=0,05$). Innerhalb des gesamten Behandlungszeitraums (T_A-T_E) wurden naturgemäß die Anzahl der Negativeinträge insgesamt in der Erfolgsgruppe seltener notiert als in der Misserfolgsgruppe. Es stellte sich heraus, dass besonders die

Karteikarteneintragen ‚schlecht getragen‘, ‚Mundhygiene schlecht‘ sowie ‚defekt‘ in der Misserfolgsgruppe durchschnittlich häufiger erfasst wurden, als in der Erfolgsgruppe. Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass die Kooperation – gemessen anhand der Anzahl der Negativeinträge – der erfolgreich behandelten Patienten besser war, als die der Patienten, deren Behandlungsergebnis als Misserfolg endete. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen von GAWORA (2004), der prognostisch relevante Faktoren des Behandlungserfolges eines funktionskieferorthopädischen Gerätes untersuchte und ebenfalls eine bessere Kooperation der erfolgreich behandelten Patienten feststellte.

6.3.4.3 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder

Untersucht wurden sowohl sagittale (ANB-Winkel, individualisierter ANB und Wits-appraisal) als auch ein vertikaler Messwert (ML/NSL-Winkel) aus dem Fernröntgenseitenbild, welches vor Behandlungsbeginn erstellt wurde (T_0). Dabei zeigte sich, dass die sagittalen Messwerte im Gruppenvergleich keine Relevanz hinsichtlich des Behandlungsergebnisses zu haben scheinen. Der ML/NSL-Winkel hatte hingegen aus statistischer Sicht einen geringen prognostischen Einfluss ($p=0,018$). Dieser muss aus klinischer Sicht jedoch relativiert werden, da sich sowohl der Mittelwert als auch der Median von Erfolgsgruppe und Misserfolgsgruppe durchschnittlich im Normbereich befanden. Allein einzelne Extremwerte der Misserfolgsgruppe, die zu den statistischen Unterschieden führten, konnten erfasst werden. Ein ML/NSL kleiner als 26° kann auf ein horizontales Wachstumsmuster des Unterkiefers hindeuten, während ein ML/NSL größer 38° Indiz für ein vertikales Wachstumsmuster ist (BJÖRK, 1969). Dies bedeutet im Falle des horizontalen Wachstumsmusters einen Zuwachs an Unterkieferlänge, der die Überstellung des Kreuzbisses erschwert, im Falle des vertikalen Wachstumsmuster die Tendenz zu einem kleinen Overbite, der die Gefahr des Rezidivs mit sich bringt.

Wie bereits erwähnt, können die prognostisch relevanten Faktoren aus den Messungen des Fernröntgenseitenbildes aus Mangel an anderen Studien nur mit Studien zum frontalen Kreuzbiss ohne Zwangsführung verglichen werden. Es wird jedoch deutlich, dass die Angaben in diesen Studien sehr uneinheitlich sind.

BACCETTI et al. (2004) deuteten neben anderen Faktoren auch den ML/NSL-Winkel als entscheidend. Patienten mit einem kleinen ML/NSL-Winkel haben ihrer Meinung nach bessere Chancen, die Behandlung erfolgreich abzuschließen. FERRO et al. (2003) erkannten, dass das Unterkieferwachstum eine entscheidende Rolle beim Erfolg der Behandlung von frontalen Kreuzbissen spielt. Auch andere Autoren nannten am häufigsten skelettale Charakteristika des Unterkiefers als beste Prognoseparameter (TAHMINA et al., 2000; ZENTNER et al., 2001; GHIZ et al., 2005; YOSHIDA et al., 2006). TAHMINA et al. (2000) untersuchten in einer longitudinalen retrospektiven Studie den frontalen Kreuzbiss mit Progenie des Unterkiefers. Zwei Patientengruppen wurden aufgeteilt in eine Gruppe mit stabiler Überstellung des Kreuzbisses und eine Gruppe mit Rezidiv. Die Patientengruppen wurden verglichen und als Prognoseparameter für einen Misserfolg ein großer Kieferwinkel und kleiner ML/NSL-Winkel, der zu einem horizontalen Wachstumsmuster des Unterkiefers führt, ermittelt. ZENTNER et al. (2001) und GHIZ et al. (2005) sehen auch den Kieferwinkel, die Längen des aufsteigenden Unterkieferastes und des Unterkieferkörpers als Prognoseparameter an. Die vertikalen Messwerte des Fernröntgenseitenbildes werden von YOSHIDA et al. (2006) ebenfalls als Einflusskriterium für den Erfolg anerkannt.

Die Ausführungen zur Untersuchung von kephalometrischen Prognoseparametern zur Behandlung des frontalen Kreuzbisses ohne Zwangsführung zeigen, dass andere Autoren die Abhängigkeit der Prognose von den skelettalen Gegebenheiten darstellen konnten. In der vorliegenden Arbeit konnte jedoch kein klinisch relevanter Zusammenhang zwischen dem Behandlungsergebnis und den horizontalen oder vertikalen Messwerten ermittelt werden.

7 Schlussfolgerungen

- 73,8% der Patienten mit frontalem Kreuzbiss mit Zwangsführung konnten mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur erfolgreich behandelt werden. Bei den restlichen 26,2% stellte sich kein erfolgreiches Behandlungsergebnis ein.
- Im Vergleich zwischen Erfolgsgruppe und Misserfolgsgruppe waren folgende Kriterien bei den erfolgreich behandelten Patienten häufiger vorzufinden: (1) ein oder zwei Zähne mit nur geringem negativem Overjet stehen im Kreuzbiss, (2) Behandlungsbeginn in der ersten Wechselgebissperiode (DS1 und DS2) und (3) Bisstyp I:4.
- Weiterhin spielten die möglichst geringe Anzahl an Terminabsagen und die Kooperation, die anhand von Negativeinträgen gemessen wurde, eine Rolle beim Erreichen eines erfolgreichen Behandlungsergebnisses.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, die Effektivität und die Effizienz der Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mit herausnehmbaren Plattenapparaturen zu beurteilen.

Es sollte weiterhin geklärt werden, ob Zusammenhänge bestehen zwischen dem Behandlungserfolg und prognostisch relevanten Faktoren. Hierzu sollten (1) die Anzahl der Zähne im Kreuzbiss, (2) das Dentalstadium/Wechselgebissperiode, (3) der Bisstyp, (4) Alter und Geschlecht sowie (5) die skelettofaziale Morphologie vor Behandlungsbeginn und die Entwicklung von (6) Overjet und Overbite sowie (7) die Kooperation im Behandlungsverlauf untersucht werden.

Das Patientengut umfasste 65 Patienten (41 männliche und 24 weibliche), die sich zu Behandlungsbeginn in der ersten oder zweiten Wechselgebissperiode befanden und ein Alter zwischen 4 und 12 Jahren aufwiesen. Alle Patienten hatten einen frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung, der mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur behandelt wurde. Die vollständigen Dokumentationsunterlagen mussten vorliegen. Ausgeschlossen waren Patienten mit einem kraniofazialen Syndrom oder einer Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte.

Die Auswertung kieferorthopädischer Situationsmodelle von vor und nach der Behandlung, der Karteikartendokumentation während der Behandlung und einem Fernröntgenseitenbild von vor der Behandlung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Von den 65 Patienten wurde für 48 (73,8%) ein erfolgreiches und 17 (26,2%) ein nicht erfolgreiches Behandlungsergebnis ermittelt.
- Der Behandlungszeitraum mit einer herausnehmbaren Plattenapparatur betrug in der Erfolgsgruppe durchschnittlich 5,3 Monate weniger als in der Misserfolgsgruppe.
- Je negativer der OJ_{\min} vor Behandlungsbeginn war, desto häufiger konnte die Behandlung nicht erfolgreich abgeschlossen werden ($p=0,166$). War der OJ_{\max} zu Behandlungsbeginn positiv, so wurde mit größerer Wahrscheinlichkeit ein

erfolgreicher Behandlungsabschluss erreicht, als bei einem negativen OJ_{\max} ($p=0,040$).

- Je weniger Zähne zu Behandlungsbeginn im frontalen Kreuzbiss standen, desto größer war die Erfolgchance ($p=0,010$).
- Eine Behandlung in der ersten Wechselgebissperiode (DS1 und DS2) führte eher zum Erfolg, als eine Behandlung in der zweiten Wechselgebissperiode (DS3 und DS4) ($p=0,012$).
- Patienten mit einem Bisstyp I:4 konnten in 83,3% der Fälle erfolgreich behandelt werden, während dies bei einem Bisstyp III:4 nur bei 60,7% der Patienten gelang ($p=0,175$).
- Jüngere Patienten konnten die Behandlung häufiger erfolgreich abschließen als ältere Patienten ($p=0,010$).
- Die Kooperation (Anzahl der Negativeinträge insgesamt) der Erfolgsgruppe war besser als die der Misserfolgsgruppe ($p=0,175$).
- Für alle weiteren Untersuchungsparameter wie z.B. das Geschlecht und die kephalometrischen Messwerte konnten keine prognostisch relevanten Gruppenunterschiede ermittelt werden.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass die Behandlung des frontalen Kreuzbisses mit Zwangsführung mittels herausnehmbarer Plattenapparatur für eine Patientengruppe, die vor Behandlungsbeginn anhand der oben genannten Kriterien ausgewählt wurde, durchaus erfolgsversprechend ist. Beste Erfolgchancen hat ein junger Patient in der ersten Wechselgebissperiode mit einem Bisstyp I:4, bei dem nur 1-2 Zähne im frontalen Kreuzbiss mit Zwangsführung stehen.

9 Summary

The present study aimed to evaluate the effectiveness and the efficiency of anterior forced bite treatment with removable acrylic plates.

Furthermore, it was to be tested whether a correlation between treatment success and prognostic relevant factors exists. Therefore, the following variables were examined: (1) number of teeth in crossbite, (2) dental maturity, (3) Angle classification, (4) age and gender, (5) skeletofacial morphology before treatment, and the development of (6) overjet and overbite as well as (7) the cooperation during treatment.

The sample consisted of 65 patients (41 male and 24 female) in the early or late mixed dentition, with an age between 4 and 12 years. All patients showed an anterior forced crossbite and were treated with a removable acrylic plate. Complete records were available. Patients with craniofacial syndromes or clefts were excluded.

The assessment of the dental casts from before and after treatment, the pre-treatment cephalograms, and the patients' treatment charts revealed the following results:

- A successful crossbite correction was achieved in 48 of the 65 cases (73.8%), while the result was considered as failure in the remaining 17 cases (26.2%).
- The treatment duration with a removable acrylic plate was on average 5.3 months shorter in the success group compared to the failure group.
- The more negative the OJ_{min} was before treatment, the more often treatment ended as failure ($p=0.166$). The chance for treatment success was higher in case of a positive OJ_{max} before treatment, than in case of a negative OJ_{max} ($p=0.040$).
- The smaller the number of teeth in anterior crossbite before treatment, the higher was the chance for treatment success ($p=0.010$).
- Treatment in the early mixed dentition (DS1 and DS2) resulted more often in a successful outcome than treatment in the late mixed dentition (DS3 and DS4) ($p=0.012$).

- While a treatment success was seen for 83.3% of the Angle Class I patients, this was only true for 60.7% of the Angle Class III patients ($p=0.175$).
- A successful treatment outcome was more often seen in younger than in older patients ($p=0.010$).
- The success group exhibited a better cooperation (total number of negative comments) than the failure group ($p=0.175$).
- For all remaining variables, e.g. gender and the cephalometric variables, no prognostic relevance was found.

In conclusion, anterior forced crossbite treatment with a removable acrylic plate is a promising option for patients selected according to the above criteria. The best chance for treatment success can be expected for a young Angle Class I patient, with only one or two teeth in anterior crossbite, who is treated during the early mixed dentition.

10 Literaturverzeichnis

1. ANGLE EH. Classification of malocclusions. *Dent Cosmos* 1899;41:248-264
2. BACCETTI T, FRANCHI L, MCNAMARA J. Cephalometric variables predicting the long-term success or failure of combined rapid maxillary expansion and facial mask therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;126:16-22
3. BACCETTI T, FRANCHI L, MCNAMARA J. Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:404-413
4. BACCETTI T, FRANCHI L, CAMERON C, MCNAMARA J. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2001;71:343-350
5. BACCETTI T, MCGILL J, FRANCHI L, MCNAMARA J, TOLLARO I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;113:333-343
6. BAIK H, JEE S, LEE K, LEE K, OH T. Treatment effects of Fränkel functional regulator III in children with Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;125:294-301
7. BECKWITH R, ACKERMAN Jr R, COBB C, TIRA D. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115:439-447
8. BISHARA S, JACOBSEN J. Changes in overbite and face height from 5 to 45 years of age in normal subjects. *Angle Orthod* 1998;68:209-216
9. BJÖRK A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969;55:585-599
10. BJÖRK A. Variability and age changes in overjet and overbite: Report from a follow-up study of individuals from 12 to 20 years of age. *Am J Orthod* 1953;39:779-801
11. BJÖRK A, HELM S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 1967;37:134-143
12. BJÖRK A, KREBS A, SOLOW. A method for epidemiological registration of malocclusion. *Acta Odontol Scand* 1964;22:27-41
13. BORRIE F, BEARN D. Early correction of anterior crossbite: a systematic review. *J Orthod* 2011;38:175-184

14. CALDWELL S, COOK P. Predicting the outcome of twin block functional appliance treatment: a prospective study. *Eur J Orthod* 1999;21:533-539
15. CASUTT C, PANCHERZ H, GAWORA M, RUF S. Success rate and efficiency of activator treatment. *Eur J Orthod* 2007;29:614-621
16. CHEN F, TERADA K, HUA Y, SAITO I. Effects of bimaxillary surgery and mandibular setback surgery on pharyngeal airway measurements in patients with Class III skeletal deformities. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131:372-377
17. DA SILVA FILHO O, MAGRO A, CAPELOZZA FILHO F. Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;113:196-203
18. DAUSCH-NEUMANN D. Ist die Kopf-Kinn-Kappe heute überholt? *Fortschr Kieferorthop* 1977;38:66-81
19. DELI R, MACRI L, RADICO P, PANTANALI F, GRIECO D, GUALANO M, LA TORRE G. Orthodontic treatment attitude versus orthodontic treatment need: differences by gender, age, socioeconomical status and geographical context. *Community Dent Oral Epidemiol* 2012;40:72-77
20. DGKFO. Optimaler Zeitpunkt für die Durchführung kieferorthopädischer Maßnahmen (unter besonderer Berücksichtigung der kieferorthopädischen Frühbehandlung). Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie, 2010
21. ESENLİK E, AKCAM M, NAIM J. Behandlung progener Zwangsbisse mittels Aktivator oder herausnehmbarer schiefer Ebene – vier Patientenberichte. *Kieferorthop* 2002;16:121-138
22. FERRO A, NUCCI L, FERRO F, GALLO C. Long-term stability of skeletal Class III patients treated with splints, Class III elastics, and chincup. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123:423-434
23. FIRESTONE A, HÄSLER R, INGERVALL B. Treatment results in dental school orthodontic patients 1983 and 1993. *Angle Orthod* 1999;69:19-26
24. FLEMING H. An investigation of the vertical overbite during the eruption of the permanent dentition. *Angle Orthod* 1961;31:53-62
25. FRANCHI L, BACCETTI T, TOLLARO I. Predictive variables for the outcome of early functional treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac*

- Orthop 1997;112:80-86
26. FRÄNKEL R. Funktionsregler und das Prinzip der Enthemmung. Fortschr Kieferorthop 1963;24:440-456
 27. FUDALEJ P, DRAGAN M, WEDRYCHOVSKA-SZULC B. Prediction of the outcome of orthodontic treatment of Class III malocclusions - a systematic review. Eur J Orthod 2011;33:190-197
 28. GAWORA M. Effizienz der Distalbissbehandlung (Angle Klasse II:1) mit Aktivator. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen 2004
 29. GE Y, LIU J, GUO X, HAN J. A follow-up study of early interceptive treatment of primary anterior crossbites. Eur J Orthod 2011;33:551-557
 30. GHIZ M, NGAN P, GUNEL E. Cephalometric variables to predict future success of early orthopedic Class III treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;127:301-306
 31. GIANCOTTI A, MASELLI A, MAMPIERI G, SPANO E. Pseudo-Class III malocclusion treatment with Balters' Bionator. J Orthod 2003;30:203-215
 32. GLASL B, LUDWIG B, SCHOPF P. Prävalenz und Entwicklung KIG-relevanter Befunde bei Grundschulern aus Frankfurt am Main. Fortschr Kieferorthop 2006;67:414-423
 33. GRABOWSKI R, STAHL F, GAEBEL M, KUNDT G. Zusammenhang von Okklusionsbefunden und orofazialen myofunktionellem Status im Milch- und frühen Wechselgebiss. Fortschr Kieferorthop 2007;68:26-37
 34. GU Y, RABIE A, HÄGG U. Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;117:691-699
 35. HÄGG U, TSE A, BENDEUS M, RABIE A. A follow-up study of early treatment of pseudo Class III malocclusion. Angle Orthod 2004;74:465-472
 36. HANSEN K, PANCHERZ H, PETERSSON A. Long-term effects of the Herbst appliance on the craniomandibular system with special reference to the TMJ. Eur J Orthop 1990;12:244-253
 37. HIME D, OWEN A. The stability of the arch-expansion effects of Fränkel appliance therapy. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;98:437-445
 38. HOTZ R, DIETRICH U. Die Morphologie der mandibulären Prognathie und der maxillären Retrognathie im Fern-Röntgenbild. Fortschr Kieferorthop

- 1969;30:497-504
39. HOTZ R. Orthodontie in der täglichen Praxis. Verlag Hans Huber, Bern 1980; pp 99,120,346,348
 40. JOHNSTON C, BURDEN D, KENNEDEY D, HARRADINE N, STEVENSON M. Class III surgical-orthodontic treatment: A cephalometric study. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;130:300-309
 41. KAJIYAMA K, MURAKAMI T, SUZUKI A. Evaluation of the modified maxillary protractor applied to Class III malocclusion with retruded maxilla in early mixed dentition. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;118:549-559
 42. KENNEDY D, OSEPCHOOK M. Unilateral posterior crossbite with mandibular shift: A Review. J Can Dent Assoc 2005;71:569-573
 43. KLINK-HECKMANN U, BREDY E. Kieferorthopädie. Thomas Müntzer GmbH, Bad Langensalza 1990;pp 160,161,163,169
 44. KOCHER J, MEYER-MARCOTTY P, WITT E, STELLZIG-EISENHAUER A. Die Effektivität des Bionators in der Klasse-II-Therapie. Fortschr Kieferorthop 2012;73:91-103
 45. KURT H, ALIOGLU C, KARAYAZGAN B, TUNCER N, KILICOGLU H. The effects of two methodes of Class III malocclusion treatment on temporomandibular disorders. Eur J Orthod 2011;33:636-641
 46. LITTON S, ACKERMANN L, ISAACSON R, SHAPIRO B. A genetic study of class III malocclusion. Am J Orthod 1970;58:565-577
 47. MACDONALD K, KAPUST A, TURLEY P. Cephalometric changes after the correction of Class III malocclusion with maxillary expansion/facemask therapy. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;116:13-24
 48. MOYERS R. Handbook of Orthodontics. Year book medical publishers, Chicago 1973;pp 318,564,574
 49. NAKASIMA A, ICHINOSE M, NAKATA S. Genetic and environmental factors in the development of so-called pseudo- and true mesiocclusions. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986;90:106-116
 50. NAKASIMA A, ICHINOSE M, NAKATA S, TAKAHAMA Y. Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusion. Am J Orthod 1982;82:150-156
 51. NGAN P, HAGG U, YIU C, WEI S. Treatment response and long-term

- dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. Sem in Orthod 1997;4:255-264
52. OPITZ K. Beitrag zur Behandlung des progeneren Zwangsbisses und der unechten Progenie mittels funktionell wirksamer Modifikationen der aktiven Plattenbehelfe. Fortsch Kieferorthop 1954;15:317-322
53. PANAGIOTIDIS G, WITT E. Der individualisierte ANB-Winkel. Fortschr Kieferorthop 1977;38:408-416
54. PAULSEN A. Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: A long-term radiographic study. Eur J Orthop 1997;19:657-668
55. PETRÉN S, BJERKLIN K, MARKÉ L, BONDEMARK L. Early correction of posterior crossbite-a cost-minimization analysis. Eur J Orthod 2011;March 29 Epub
56. PROFFIT RW, FIELDS HW. Contemporary orthodontics. Mosby, St Louis 2007;pp 131,158,221
57. RABIE A, GU Y. Management of pseudo Class III malocclusion in southern Chinese children. Brit Dent J 1999;186:183-187
58. RABIE A, GU Y. Diagnostic criteria for pseudo-class III malocclusion. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;117:1-9
59. RUF S. Kommentar zum Befundbericht und Behandlungsplan der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Skript, Justus-Liebig-Universität Gießen 2006; 13. Auflage
60. SAADIA M, TORRES E. Sagittal changes after maxillary protraction with expansion in Class III patients in the primary, mixed, and late mixed dentitions: A longitudinal retrospective study. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;117:669-680
61. SCHOPF P. Curriculum Kieferorthopädie. Quintessenz, Berlin 2008; pp 57,58,72,73,74,75,76,116,117,601,603
62. SCHOPF P. Die Bedeutung des skelettalen und dentalen Alters für die Auswahl des kieferorthopädischen Behandlungssystems. Fortschr Kieferorthop 1984;45:24-32
63. SCHOPF P. Indikation und Häufigkeit kieferorthopädischer Frühbehandlungs- bzw. interzeptiver Maßnahmen. Fortschr Kieferorthop 2003;64:186-200

64. SLAKTER M, ALBINO J, FOW R, LEWIS E. Reliability and stability of the orthodontic patient cooperation scale. *Am J Orthod* 1980;78:559-563
65. STABRUN A, DANIELSEN K. Precision in cephalometric landmark identification. *Eur J Orthod* 1982;4:185-196
66. STAPF-FIEDLER E. Ist die WITs-Beurteilung der sagittalen Kieferrelation nach A. Jacobson ein brauchbares diagnostisches Hilfsmittel?. *Fortschr Kieferorthop* 1981;42:64-70
67. TAHMINA K, TANAKA E, TANNE K. Craniofacial morphology in orthodontically treated patients of Class III malocclusion with stable and unstable treatment outcomes. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;117:681-690
68. TAKADA K, PETDACHAI S, SAKUDA M. Changes in dentofacial morphology in skeletal Class III children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudinal cephalometric appraisal. *Eur J Orthod* 1993;15:211-221
69. TANNER J, WHITEHOUSE R, TAKAISHI M. Standards from Birth to Maturity for Height, Weight, Height Velocity, and Weight Velocity: British Children 1965 Part II*. *Arch Dis Childh* 1966;41:613-635
70. TAUSCHE E, LUCK O, HARZER W. Prevalence of malocclusion in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *Eur J Orthod* 2004;26:237-244
71. THILANDER B, BJERKLIN K. Posterior crossbite and temporomandibular disorders (TMDs): need for orthodontic treatment? *Eur J Orthod* 2012; 34:667-673
72. TORTOP T, KEYKUBAT A, YÜKSEL S. Facemask therapy with and without expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132:467-474
73. ÜLGEN M, FIRATLI S. The effects of Fränkel's function regulator on the class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;105:561-567
74. WEGENER H. Vergleich der Reproduzierbarkeit kephalometrischer Referenzpunkte mit Dosisreduktion bei digitaler Lumineszenzradiographie und konventionell erstellten Röntgenbilder. Dissertation. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. 2003
75. YOSHIDA I, YAMAGUCHI N, MIZOGUCHI I. Prediction of post-treatment outcome after combined treatment with maxillary protraction and chincap appliances. *Eur J Orthod* 2006;28:89-96

76. YÜKSEL S, ÜCEM T, KEYKUBAT A. Early and late facemask therapy. Eur J Orthod 2001;23:559-568
77. ZENTNER A, DOLL G, PEYLO S. Morphological parameters as predictors of successful correction of class III malocclusion. Eur J Orthod 2001;23:383-392

11 Anhang

Modellmessungen:							
Name		Patientennummer		Alter zu Behandlungsbeginn		Geschlecht	
				J M		m w	
Overjet T0	Overjet T1	Overbite T0	Overbite T1	Zahl der Zähne im Kreuzbiss		Dentalstadium	Bisstyp
mm	mm	mm	mm	1	2	3	4
FRS-Messungen:							
Wits-appraisal	SNA	SNB	ANB	ML/NSL	Individualisierter ANB	FRS im Zwangsbiß?	
mm						Ja	Nein
Effizienz:							
		T _A :	T _Ü :	T _E :	T ₁ :		
Anzahl Termine zw. T _A und T _Ü	Behandlungsdauer von T _A bis T _Ü	Anzahl Absagen durch Pat. zw. T _A und T _Ü	Anzahl Termine zw. T _Ü und T _E	Behandlungsdauer von T _Ü bis T _E	Anzahl Absagen durch Pat. zw. T _Ü und T _E		
	Monate			Monate			
Kooperation:							
'Negativeinträge' insg.	Mundhygiene	Platte schlecht getragen	Platte zurück geschraubt	Platte defekt	Platte verloren		

Tabelle A-1 Erfassungsbogen für die Daten der Modellanalyse, des Fernröntgenseitenbildes und der Patientendokumentation aller in die Studie eingeschlossenen Patienten mit frontalem Kreuzbiss mit Zwangsführung

12 Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorliegende Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm bin ich einverstanden.“

Darmstadt, 04.09.2013

Ort, Datum

Unterschrift

13 Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. Ruf für die freundliche Überlassung des Themas bedanken.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich an meinen Betreuer, Herrn Dr. Bock, richten, der zu jedem Zeitpunkt während der Anfertigung der vorliegenden Arbeit mit sehr viel Engagement und unermüdlicher Unterstützung zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen hat.

Dem Institut für medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Gießen, insbesondere Herrn Hudel, danke ich für die statistische Betreuung.

Mein herzlichster Dank richtet sich auch an Marko und meine Eltern, die mich stets in jeder erdenklichen Weise unterstützt haben.