

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Klinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie
(Direktor Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. habil. Robert Sader)

**4-JAHRES STABILITÄT VON RESORBIERBAREN
MINIPLATTENOSTEOSYNTHESEN IN DER
DYSGNATHIECHIRURGIE**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin des Fachbereiches
Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Vorgelegt von

Alexander Ballon
aus Offenbach

Frankfurt am Main, 2005

Dekan: Prof. Dr. med. J. Pfeilschifter
Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. R. Sader
Koreferent: Priv. Doz. Dr. med. dent. P. Ottl

Tag der mündlichen Prüfung: 31.01.06

INHALTSVERZEICHNIS

1. **EINLEITUNG**
2. **RESORBIERBARE MATERIALIEN**
 - 2.1. Allgemeines
 - 2.1.1. Poly-L-Lactid (PLLA)
 - 2.1.2. Poly-Glycol-Säure (PGA)
 - 2.1.3. Poly-L-/DL-Lactid (P(L/DL)LA)
 - 2.1.4. Poly-L-Lactid/Polyglycol-Säure (PLGA) Copolymer
 - 2.2. Untersuchungsziel
3. **PATIENTEN UND METHODE**
 - 3.1. Operationsmethodik
 - 3.2. Titanminiplattenosteosynthese
 - 3.3. Resorbierbare Osteosynthesen
 - 3.3.1. Das LactoSorb[®] System
 - 3.3.2. Das MacroSorb[®] System
 - 3.3.3. Das PolyMax[®] System
 - 3.4. Bohrung und Gewindeschnitt
 - 3.5. Klinisches Management und Vorgehensweise
 - 3.6. Kephalometrische Vermessung
 - 3.7. Nachsorgemodus
4. **ERGEBNISSE**
 - 4.1. Operative Prozeduren
 - 4.2. Radiologische Nachsorge
 - 4.3. Durchschnittliche Verlagerungen und Instabilitäten
 - 4.3.1. Oberkiefer
 - 4.3.2. Unterkiefer
 - 4.4. Messfehler
 - 4.5. Operative Nachsorge
 - 4.6. Entzündliche Schwellung und Granulombildung
 - 4.7. Instabilität
 - 4.8. T-Test
 - 4.8.1. Studien- und Kontrollkollektiv
 - 4.8.2. Vergleich der Instabilität von PLGA und P(L/DL)LA
 - 4.8.3. Zusätzliche postoperative Drift
 - 4.9. Zeitpunkt der Rezidive
5. **DISKUSSION**
 - 5.1. Materialeigenschaften
 - 5.2. In-vitro Studien
 - 5.3. In-vivo Studien
 - 5.4. Klinische Degradation
 - 5.5. Kieferorthopädische Nachbehandlung und FRS-Vermessung
 - 5.6. Größe der Bewegungen und Instabilität

- 5.7. Komplikationen
- 5.8. Bikortikale Verschraubung
- 5.9. Kosten
- 5.10. Vorteile von resorbierbaren Platten
- 5.11. Nachteile von resorbierbaren Platten
- 5.12. Schlussfolgerung
- 6. ZUSAMMENFASSUNG**
- 7. SUMMARY**
- 8. TABELLEN**
- 9. ABBILDUNGEN**
- 10. LITERATURVERZEICHNIS TEXT**
- 11. LITERATURVERZEICHNIS TABELLEN**
- 12. LEBENSLAUF**
- 13. DANKSAGUNG**
- 14. ERKLÄRUNG**

1. EINLEITUNG

Nachdem in den letzten 20 Jahren die osteosynthetische Stabilisierung mit Titanminiplatten den Standard in der Dysgnathiechirurgie darstellten, werden heute resorbierbare Osteosynthesysteme immer populärer. Die initiale Stabilität und das langsame Auflösen durch Degradation erlauben in der Idealvorstellung eine progressive funktionelle Knochenbelastung. Nachdem die Knochenheilung abgeschlossen ist, sollte der Abbauvorgang idealerweise vonstatten gehen, ohne eine lokale Gewebeirritation zu verursachen. Resorbierbare Plattensysteme wurden dabei ausgiebig durch in-vitro Studien auf ihre Stabilität sowie Stärke und Elastizität untersucht. Bei Titanminiplatten hingegen sind teils auch gravierende Probleme beschrieben wie Irritationen, Infektionen oder Wachstumsstörungen, die bei bis zu 12% der Patienten (Francel, 1992; Orringer, 1998; Chaushu, 1999) zu Plattenentfernung führen können. Knochenatrophien durch Minderbelastung des heilenden Knochens durch Lastaufnahme bzw. Lastübernahme durch die Miniplatte nach der Osteosynthese, wie sie in der Versorgung von Frakturen in der Unfallchirurgie bekannt sind, wurden hingegen in der orthognathen Chirurgie nicht beobachtet (Terjesen, 1986; Viljanen, 1995, 2001).

Es existieren zwar bereits erste vergleichende Studien, ein kritischer Punkt bei allen klinischen Studien, die über den Gebrauch von Biomaterialien berichten, sind aber die Nachuntersuchungszeiten. Zwar begleiten fast alle Studien die Patienten durch die frühe postoperative Phase, Langzeituntersuchungen gibt es hingegen wenig. Langzeitprognosen lassen sich jedoch nur aus klinischen Langzeitergebnissen ableiten. Zusätzlich fehlt eine klinische und radiologische Langzeitbeobachtung für Implantate, die unter Last stehen oder unter einer dünnen Weichgewebsdecke liegen. Ziel der vorgelegten Untersuchung war deshalb, im Rahmen einer prospektiven Untersuchung den klinischen Einsatz und den Outcome von resorbierbaren Plattensystemen versus Standard- Titanminiplatten in der Dysgnathiechirurgie im Rahmen einer Langzeitstudie zu evaluieren.



Abbildung 1: Präoperative Seitenansicht einer Patientin mit Angle Klasse II

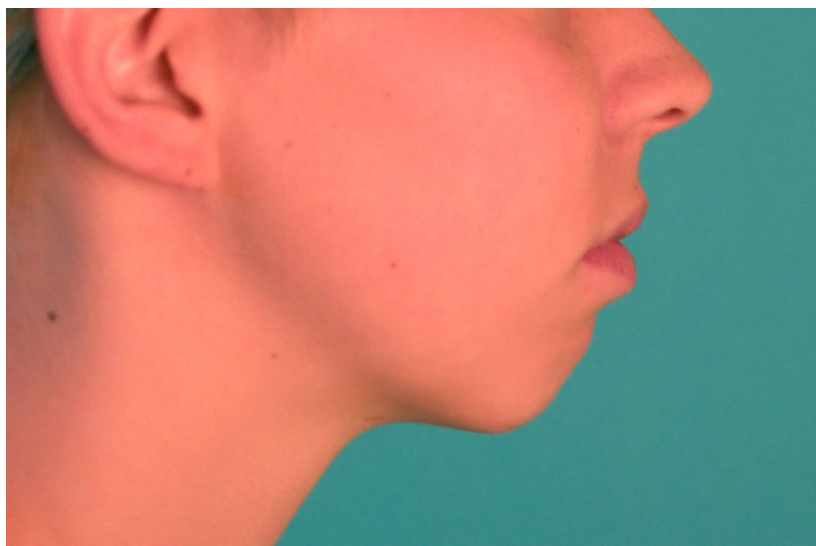


Abbildung 2: Postoperative Seitenansicht einer Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie

2. RESORBIERBARE MATERIALIEN

2.1. ALLGEMEINES:

Viele Befürchtungen bestehen trotz vieler Studien nach wie vor bezüglich Stabilität, Biokompatibilität und Langzeitnebenwirkungen von Osteosynthesystemen aus Poly-L-Lactid-Säure (PLLA) und/oder Poly-Glycol-Säure (PGA).

2.1.1. POLY-L-LACTID (PLLA):

Hochmolekulare Poly-L-Lactid-Säure (PLLA) wurde sowohl in in-vitro Studien als auch in in-vivo Studien bei Tieren als ausreichend stabil (Wittenberg, 1991) und biokompatibel (Leenslag, 1987; Bos, 1991) beschrieben. Bezüglich der unbedingten Biokompatibilität beim Menschen bestehen jedoch noch Zweifel (Kallela, 1999).

Am Menschen wurde PLLA-Platten und Schrauben für die interne Fixierung von Le-Fort I Osteotomien sowie bilateralen Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont eine adäquate Stabilität zugesprochen (Suuronen 1992, 1998; Rehm, 1994, 1997; Pietrzak, 1997; Kallela, 1999).

Die klinischen Ergebnisse an Tieren wurden zwar als unspektakulär beschrieben, jedoch waren bei Patienten lang anhaltende, radiologisch sichtbare Osteolysen im Knochen, und zwar am Ort der Insertion der Schrauben nachweisbar.

Nach 3 bis 5 Jahren entwickelten Patienten wiederholt umschriebene Schwellungen (Bos, 1991; Bergsma, 1993; Kallela, 1999; Böstman, 2000a, 2000b), die sich im histologischen Befund als Fremdkörpergranulome darstellten. Sie enthielten zusätzlich zum vorhandenen Granulationsgewebe Abbaumaterial von PLLA-Platten.

Lokale Fistelbildung, durch die steriles Plattenmaterial abgestoßen wurde, kam regelmäßig vor. Daraufhin wurden die Platten- und Schraubenreste entfernt und einige Autoren rieten, die Insertion von Poly-L-Lactid-Implantaten in der Subkutis zu unterlassen.

In einem großen Patientenkollektiv (Böstman, 2000b), in dem Patienten mit Polylactid-Marknägeln versorgt wurden, zeigten sich auch nach bis zu vier Jahren nach der Implantation noch Fremdkörperreaktionen.

Histopathologische Untersuchungen zeigten eine unspezifische Fremdkörperreaktion.

Als Risiken, die eine Fremdkörperreaktion begünstigen gelten gemeinhin: schlechte Vaskularisierung des umliegenden Gewebes durch Narbenbildung, große Implantatoberflächen (Oberfläche der Platten im Vergleich zu den Köpfen von bikortikalen Schrauben oder Marknägeln), sowie die Verwendung von Farbmarkern als radioopakes Additiv.

Die Fremdkörperreaktion wurde in drei Schweregrade unterteilt.

Als leichte Reaktionen wurden erythematöse, schmerzhafte Papeln gewertet, die über einen Zeitraum von mehreren Wochen persistierten und dann ohne Intervention von selbst verschwanden.

Als mittelschwere Reaktion wurden eine entzündliche Beteiligung der Kieferhöhlen oder eine Abstoßung von Implantatmaterial über Fisteln im Zeitraum von bis zu 6 Monaten bezeichnet.

Als schwere Komplikationen wurden ausgedehnte, lokale Osteolysezonen sowie Beeinträchtigungen des Allgemeinzustandes gewertet.

Plattenfrakturen wurden gesondert betrachtet.

2.1.2. POLY-GLYCOL-SÄURE (PGA):

Nachdem zu Beginn der Forschung an resorbierbaren Materialien eine Vielzahl von Extremitätenfrakturen (Böstman, 2000b) und Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont (Dumbach, 1984) mit Poly-Glycol-Säure (PGA) Marknägeln versorgt worden waren, konnte eine ausreichende Stabilität bestätigt werden. Es entstanden jedoch durchschnittlich im frühen Nachuntersuchungszeitraum von 12 Wochen wiederholt sterile Fremdkörpergranulome. Generell treten die Nebenwirkungen meist innerhalb der ersten drei Monate auf und verschwinden innerhalb der ersten 12 Monate wieder, Einzelfälle können jedoch foudroyant verlaufen.

Beide Probleme, die langsame Degradationen von PLLA-Platten in-vitro und in-vivo und die bei PGA-Platten postoperativ häufig auftretenden

Granulome sollten durch eine Kombination beider Werkstoffe in Form von Lactidplatten auf Copolymerbasis behoben werden.

2.1.3. POLY L-/DL-LACTID (P(L/DL)LA):

Resorbierbare Copolymer-(L-/DL)-Platten im Verhältnis 70:30 sind amorph. Eindringendes Wasser hydrolysiert lange Polymerketten in degradierbare, leichtmolekulare Einheiten. Im Gegensatz zu den makrokristallinen Strukturen der resorbierbaren Poly-L-Platten können amorphe, hydrolysierte Copolymere durch Phagozytose zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut werden (Wittenberg, 1991, Prevel, 1996; Pistner, 1996; Claes, 1996; Rehm, 1997; Bahr, 1999; Kallela, 1999; Pietrzak, 2000; Landes, 2003a und b).

Ein Grund für die lokalen Osteolysen könnten osmotisch aktive Polymerreste in Form von Oligomeren aus dem Produktionsprozess sein, die über der Absorptionskapazität des umliegenden Gewebes liegen und so die Aktivität von Interleukinen und Fibrozyten steigern (Dawes, 2003). Langzeitstudien am Tier wie auch am Menschen konnten nachweisen, dass es sich um eine entzündliche Fremdkörperreaktion handelte (Wittenberg, 1991; Pistner, 1996; Prevel, 1996).

In einer Studie, die pathologische Gewebsreaktionen nachuntersuchte, die bei der Versorgung von Malleolusfrakturen auftraten, die mit Poly-(L/DL)-Lactid Pins verschraubt worden waren, wurden in einem 5 bis 7 Jahre dauernden Nachuntersuchungszeitraum keine auffälligen Reaktionen gefunden (Claes 1996).

Unterkieferosteotomien an Schafen, die mit bikortikalen Poly-(L/DL)-Lactid Schrauben versorgt wurden, zeigten zwölf Wochen postoperativ eine Ossifizierung der Osteotomieflächen ohne Osteolyse, wobei die Osteotomielinien immer noch sichtbar waren. Es wurden jedoch keine Plattenabsonderungen oder Schwellungen mehr gefunden (Bahr, 1999).

In einer Studie von Dysgnathieoperationen im Unterkiefer wurden resorbierbare Poly-70L:30DL-Lactid Platten benutzt, die jedoch nur bei sehr geringen Bewegungen (2.8mm horizontal und 1.9mm vertikal), gemessen am B-Punkt, zum Einsatz kamen (Haers, 1998). Hier zeigten sich nur

geringfügige Instabilitäten, die vermutlich bei dieser Studie auf die geringen Verlagerungen zurückzuführen sind.

Araujo et al. (2001) bestätigten eine ausreichende in-vitro Stabilität für die Fixierung von Le-Fort I Osteotomien.

In einem früheren Bericht (Landes, 2003a) wurden Patienten untersucht, die kongenitale, craniofaziale Fehlbildungen hatten und bei denen eine kieferorthopädische Operation in Form einer Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont nötig war. Diese Patienten benötigen im Normalfall größere Umstellungen als ein vergleichbares gesundes Patientenkollektiv (Haers, 1998; Edwards, 2001).

Patienten, die unter systemischen Grunderkrankungen leiden, haben häufig eine reduzierte lokale Gewebetoleranz auf Lactidimplantate.

2.1.4. POLY-L-LACTID/POLYGLYCOL-SÄURE (PLGA)

COPOLYMER:

PLGA Copolymere zeichnen sich durch Wasseraufnahme in den Implantatkörper aus, welches die Polymerketten in kleine, niedrigmolekulare, leichte Ketten durch Hydrolyse degradiert. Im Gegensatz zum hochkristallinen PLLA, können diese Stereopolymere, abhängig vom Verhältnis der Komponenten vollständig durch Phagozytose zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut werden (Eppley, 1997; Enislidis, 1998, Imola, 2001; Edwards, 2001a, 2001b; Feretti, 2002).

In Tierversuchen (Göttinger Minischweine), in denen subperiostale Anwendung mit epi- und suprapariostaler Anwendung verglichen wurde, zeigte sich ein langsames Einwandern von Plattenpartikeln in den umgebenden Knochen und eine langsame Degradation über einen Zeitraum von bis zu 18 Monaten (Wiltfang, 2000). Doch waren auch hier lokale Komplikationen immer noch vorhanden.

Diese waren im Vergleich zu den vorher bei den Vorläuferplatten aus reinem PLLA oder PGA auftretenden Komplikationen jedoch leichter. Sie äußerten sich hauptsächlich in leichten lokalen Entzündungen sowie Infektionen von teilweise frei liegenden, sichtbaren Platten, und konnten ohne größeren Aufwand konservativ durch Kürettage behandelt werden (Eppley, 1997; Edwards, 2001).

PLGA-Osteosyntheseplatten wurden anfänglich im oberen Gesichtsdrittel für rekonstruktive Maßnahmen, craniofaziale Fehlbildungen sowie in der Unfallchirurgie mit Erfolg eingesetzt. Eine zweite Operation zur Plattenentfernung konnte vermieden werden, wozu Studien mit Nachuntersuchzeiten von bis zu vier Jahren vorliegen (Eppley 1997, 1999; Edwards, 1997, 2001; Enislidis, 1998, 2005; Imola, 2001).

Bei Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont mit kleineren Bewegungen der Fragmente, die bei an sonst gesunden Patienten durchgeführt worden waren, wurden zu Anfang bikortikale Schrauben verwandt (Edwards, 1997, 2001). Dies geschah, weil die Autoren einen direkten Kontakt der Osteotomieflächen bevorzugten, der keine Lücke zwischen den verschobenen Segmenten zuließ.

PLGA Platten wurden in einigen Studien mit geringen Segmentbewegungen im Oberkiefer gleichermaßen bei Vorverlagerungen von 4 bis 8mm und Rückverlagerungen von 2 bis 5mm verwandt (Edwards, 2001; Norholt 2004).

Auch waren die Nachuntersuchungen immer auf lediglich zwei Jahre beschränkt. Dieser kurze Nachuntersuchungszeitraum ist jedoch für Langzeitprognosen wenig aussagekräftig, da Studien aus der orthopädischen Chirurgie Granulombildung und Osteolysen zeigten, die sich in Zeiträumen von 4 bis 5 Jahren postoperativ entwickelten und für Instabilität verantwortlich waren.

Zusätzlich waren in den oben genannten Studien nur Patienten integriert, die nicht an systemischen Erkrankungen litten oder maxillofaziale Traumen erlitten hatten.



Abbildung 3: Präoperatives Fernröntgenbild der Patientin mit Angle Klasse II



Abbildung 4: Postoperatives Fernröntgenbild der Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie. Der postoperativ eingesetzte Splint zur Bisstabilisierung ist noch sichtbar

2.2. UNTERSUCHUNGSZIEL:

Diese Studie dokumentiert einen 4 Jahre dauernden Nachuntersuchungszeitraum eines größeren Patientenkollektivs in dem auch Patienten mit craniofazialen Fehlbildungen enthalten sind. Sie untersucht die postoperative Stabilität von resorbierbaren Osteosynthesystemen und deren Biokompatibilität.

Die vorliegende Studie hat einen prospektiven Studienansatz. Sie wurde nicht randomisiert durchgeführt, da über den Zeitraum der Nachuntersuchung regelmäßig neue, verbesserte Materialzusammensetzungen zur Verfügung standen. Diese wurden dann auch in diese Studie integriert.

Auf einen Vergleich von monomaxillären mit bimaxillären Umstellungsosteotomien wurde aufgrund der wenigen monomaxillären Eingriffe verzichtet.



Abbildung 5: Präoperative Verzahnung der Patientin mit Angle Klasse II

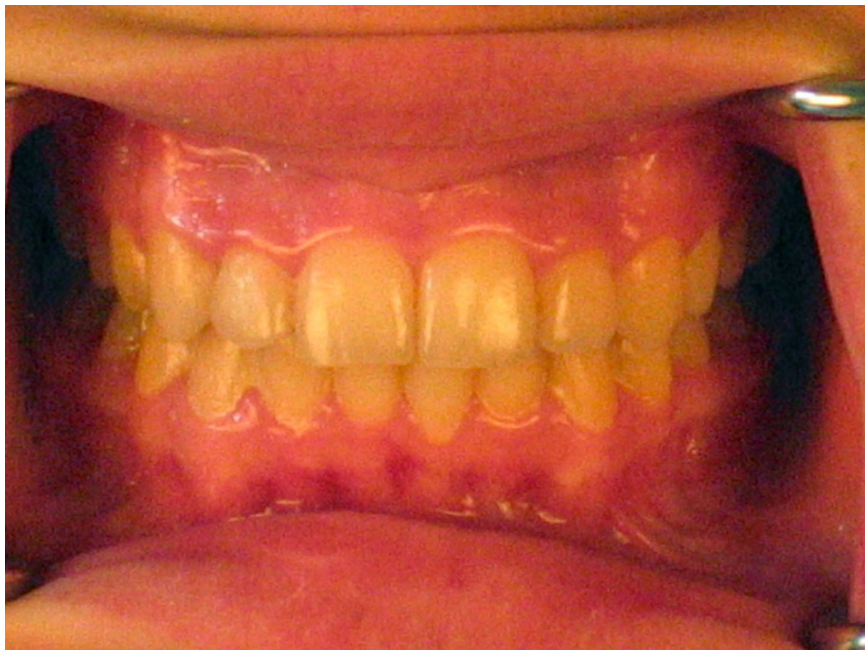


Abbildung 6: Postoperative Verzahnung der Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie

3. PATIENTEN UND METHODE

In dieser Studie wurden vier resorbierbare Plattensysteme und ein Titanmini Plattensystem miteinander verglichen. Die Gruppe der resorbierbaren Platten wurde abermals in zwei Gruppen unterteilt, anhand der Mengenanteile des Lactids in den verwendeten Systemen:

2mm 82:18 LactoSorb[®], (Lorenz Surgical, Jacksonville, FL) und 2mm 85:15 PolyMax rapid[®], (Synthes, Oberdorf, Schweiz) als Gruppe der PGA/PLLA-Platten; sowie 2.0mm MacroSorb[®] (Macropore, San Diego, CA) und 2.0mm PolyMax[®] (Synthes, Oberdorf, Schweiz) als Gruppe der 70:30 P(L/DL)LA-Platten.

Die Kontrollgruppe wurde mit dem 2.0mm Standard Würzburg Titanminiplatten System[®] (Stryker-Leibinger, Tuttlingen, Deutschland) versorgt.

Alle Patienten, die an dieser Studie teilnahmen, wurden zuvor eingehend informiert und unterzeichneten danach eine detaillierte Einverständniserklärung zum operativen Vorgang wie auch zu den verwendeten Materialien.

Die Probanden wurden darüber informiert, dass der Einsatz von resorbierbaren Platten und Schrauben im Rahmen einer klinischen Studie stattfand. Sie wurden darüber informiert, dass die aus diesen operativen Eingriffen gewonnenen Daten im Rahmen eines klinischen Versuchs weiter verwendet werden würden, ohne dabei jedoch die Datenschutzrichtlinien zu verletzen. Sie wurden außerdem über die Risiken bezüglich Instabilität und Fremdkörperreaktion aufgeklärt.

Nur Patienten, die diesen Risiken zustimmten, wurden mit resorbierbaren Platten versorgt. Die anderen wurden mit Titanminiplatten versorgt.

Das Patientenkollektiv umfasst 100 Patienten mit unterschiedlich stark ausgeprägten Dysgnathien, alle wurden nach derselben Methode im Zeitraum von Juni 1993 bis Mai 2004 operiert. ISO 9001:2000 sowie die Vereinbarung von Helsinki wurden strikt eingehalten.

Die Nachuntersuchung erstreckte sich von Juni 1993 bis November 2004.

Die Patienten waren im Alter von 16 bis 57 Jahren, im Durchschnitt 25 Jahre alt. Fünfzig Frauen und 50 Männer wurden behandelt. Von ihnen hatten 37 eine Angle-Klasse II, 63 Angle-Klasse III. Sechzehn Patienten hatten eine offenen Biss und 18 unilaterale oder bilaterale Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. Außerdem litten 12 Patienten unter systemischen Grunderkrankungen oder craniofazialen Fehlbildungen: Einer hatte Trigonocephalie, welche in früher Kindheit operiert worden war, zusätzlich eine schwere Gesichtsskoliose. An schwerer Gesichtsskoliose litten außerdem noch 4 weitere Patienten. Ein anderer Patient litt an einer nichtoperierten, neurologisch unauffälligen Scaphozephalie, ein dritter Patient wurde früher mit einer bilateralen Orbitalrotation nach Encephalozele und Telecantus versorgt. Ein weiterer litt an α -1-Antitrypsin Mangel und Amelogenesis Imperfecta, 4 Patienten litten unter Laterognathie, eine litt unter einer Ektodermalen Dysplasie und ein Patient unter Myodysthopia Cushman-Steinert. Zwei weitere Patienten hatten früher multiple Mittel- und Untergesichtsfrakturen erlitten, die zum Unfallzeitpunkt versorgt worden waren.

Vierundneunzig maxilläre und 71 mandibuläre Osteosynthesen wurden mit insgesamt 390 Platten im Oberkiefer (188 Titanminiplatten und 202 resorbierbare Platten) und 202 Platten im Unterkiefer (58 Titanminiplatten und 144 resorbierbare Platten) versorgt und untersucht.

Fünfundsechzig Patienten wurden bimaxillär umgestellt, 29 bekamen eine isolierte Le-Fort I Osteotomie, 6 Patienten erhielten eine isolierte Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont. In 29 Fällen, 22 davon bei resorbierbaren Osteosynthesen und 7 Titanminiplattenosteosynthesen, musste eine Knochenlücke von 5 bis 17mm überwunden werden, zurückzuführen auf Elongation oder den Verlust des kortikalen Randes. Diese Lücken wurden nicht mit Knocheninterponaten überbrückt und die Platten lagen an diesen Stellen hohl.

Im Vergleich der prä- und postoperativen lateralen Cephalogramme (FRS) hatten sieben Patienten Repositionen in der Größe von 8 bis 15mm, gemessen am A-Punkt, 29 Patienten hatten Bewegungen von 8 bis 28mm am B-Punkt. Alle anderen Patienten hatten Verlagerungen unterhalb dieser Größen (Tabelle 1 bis 4).

3.1. OPERATIONSMETHODIK:

Alle Patienten wurden nach Standardprotokoll versorgt.

Le-Fort I Verlagerungen, die in einem Stück durchgeführt wurden, wurden mit 4 L-förmigen Platten, 2 paranasal und 2 an der crista zygomaticoalveolaris, verschraubt. Bei Verlagerung des Oberkiefers in zwei Hälften (Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Transversale Dehnung) wurde bei den resorbierbaren Platten zusätzlich eine horizontale Platte infranasal positioniert und, wenn nötig, bei bestehender Knochenlücke im Alveolarfortsatz, ein tertiäres Knochentransplantat fixiert. Ein Beispiel zeigt Abbildung 7.

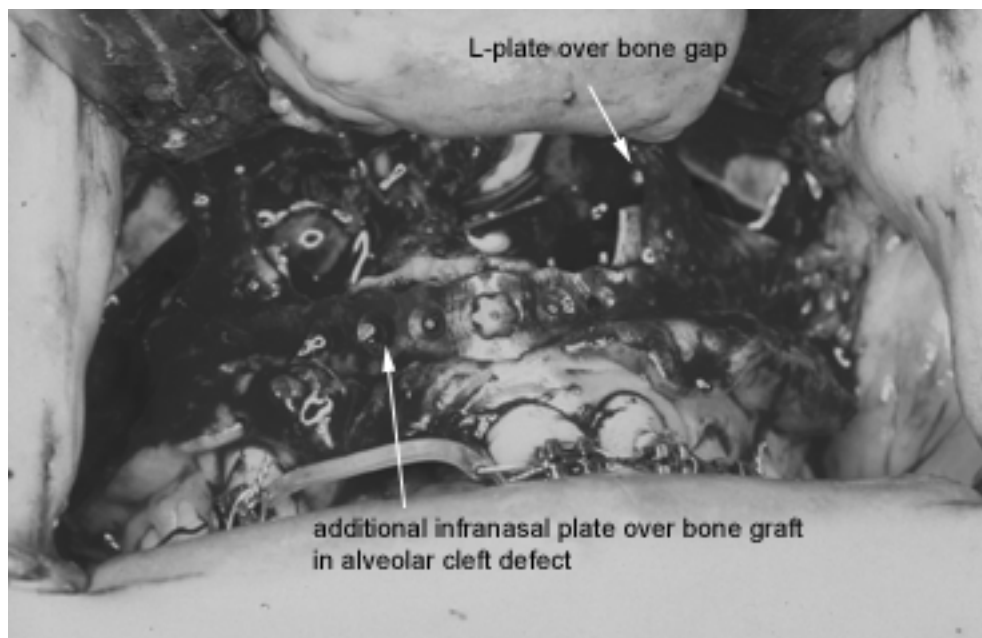


Abbildung 7: Le-Fort I Vorverlagerung in zwei Teilen, mit 4 L-förmigen Platten über der Osteotomielücke (oberer Pfeil)

Eine zusätzliche infranasale Platte überbrückt den Alveolarfortsatzdefekt der von einer congenitalen, bilateralen Lippen-Kiefer-Gaumenspalte stammt, die sich auf der rechten Seite größer darstellte. Auf der linken Seite war zuvor schon erfolgreich eine sekundäre Osteoplastik vorgenommen worden, bei der die Zahnücke geschlossen wurde.

In die Osteotomielücken am Sinus Maxillaris wurden generell keine Knocheninterponate eingebracht. Hier waren allein die Osteosyntheseplatten für die Kraftaufnahme verantwortlich.

Im Unterkiefer wurden die Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont durchgeführt mit hoher innerer Osteotomie und vestibulär mit tiefer Osteotomie ohne verlängerte buccale Lamelle. Sie wurden bilateral entweder mit einer Titanminiplatte oder mit zwei resorbierbaren Miniplatten verschraubt.

Alle Titanminiplatten sowie resorbierbaren Platten wurden mit monokortikalen Schrauben verschraubt.

In Oberkiefer und Unterkiefer wurden sowohl Vorverlagerungen als auch Rückverlagerungen durchgeführt. Wenn nötig wurde der Oberkiefer elongiert oder impaktiert, der Unterkiefer rotiert.

Es wurde sowohl monomaxillär verlagert wie auch bimaxillär.



Abbildung 8: Präoperative Seitenansicht eines Patienten mit Angle Klasse III



Abbildung 9: Präoperatives Fernröntgenbild des Patienten mit Angle Klasse III

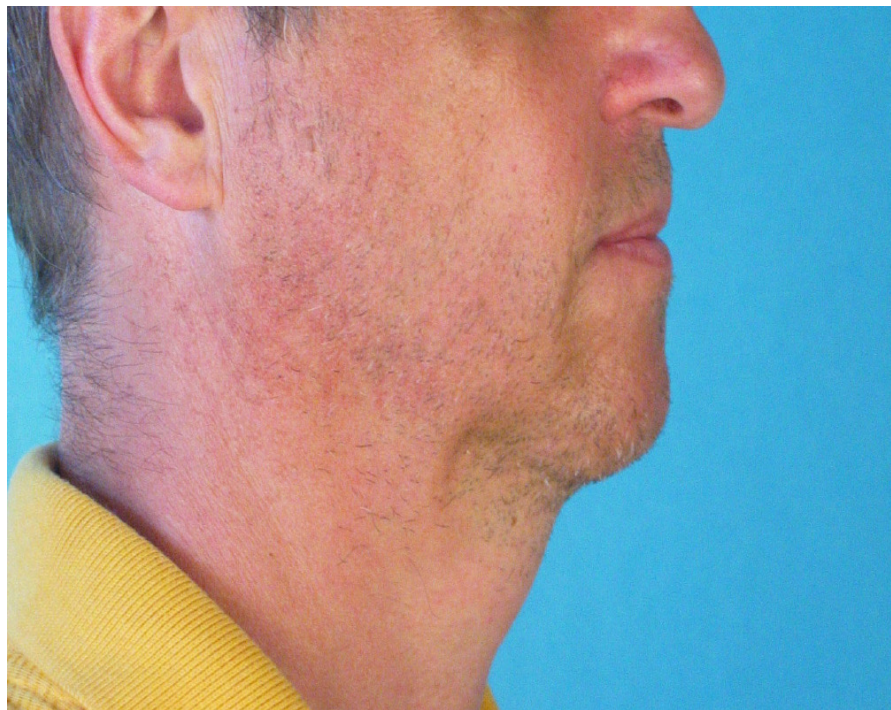


Abbildung 10: Postoperative Seitenansicht eines Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie



Abbildung 11: Postoperatives Fernröntgenbild des Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie

3.2. TITANMINIPLATTENOSTEOSYNTHESEN:

Die Titanminiplattenosteosynthesen wurden im Oberkiefer bilateral mit jeweils einer L-förmigen 4-Loch Miniplatte paranasal und einer an der crista zygomaticoalveolaris versorgt. Die Unterkieferosteosynthesen wurden auf jeder Seite entweder mit einer geraden 4 bis 6-Loch Miniplatte und 6 oder 8mm Schrauben versorgt oder alternativ mit X-förmigen Miniplatten und denselben Schrauben. Die Titanminiplatten wurden mit einer Drahtzange vorgebogen um dann passiv anzuliegen.

3.3. RESORBIERBARE OSTEOSYNTHESEN:

Die Patienten, die mit resorbierbaren Platten versorgt wurden, erhielten L-förmige 4 bis 6-Loch Miniplatten, jeweils bilateral, eine paranasal und eine an der crista zygomaticoalveolaris, fixiert jeweils kranial und kaudal mit zwei 6mm monokortikalen Schrauben. Die Unterkieferosteosynthesen wurden mit entweder einer 8-Loch Miniplatte pro Seite oder später mit zwei 4 bis 5-Loch Miniplatten pro Seite, sowie am distalen (anterioren) und am proximalen (posterioren) Fragment mit zwei bis drei 6mm monokortikalen Schrauben fixiert.

Das distale Fragment wurde mit 6mm Schrauben fixiert, um ein blockieren der Schrauben im inneren Osteotomiespalt zu verhindern.

Als zu Beginn der Studie nur eine Platte pro Seite zur Befestigung benutzt wurde, wurden 8-Loch Miniplatten verwendet, die anterior mit drei bis vier 6mm Schrauben und posterior mit vier 6mm Schrauben fixiert wurden. Dies war abhängig von der Größe der zu überbrückenden Lücke. Pro Seite wurden zwei 4-5-Loch Miniplatten mit jeweils zwei anterioren und zwei posterioren 6mm Schrauben verwendet.

3.3.1. DAS LACTOSORB[®] SYSTEM:

Das LactoSorb System bietet ein einmal verwendbares „Heat-Pack“, mit welchem die Platten erwärmt werden können, um dann in Glas-Übergangstemperatur adaptiert zu werden. Hiervon werden jeweils eins für den Oberkiefer und eins für den Unterkiefer benötigt, da das „Heat-Pack“ nur eine auf ca. 20 min. begrenzte Heizdauer hat und beide Osteotomien nicht in einem engen zeitlichen Rahmen vorgenommen werden können.

3.3.2. DAS MACROSORB[®] SYSTEM:

Ein 55°C (131°F) warmes, steriles Wasserbassin wird primär benutzt, um die gesamte Platte verformbar zu machen. Nach dem Entfernen aus dem Bassin bleibt die Platte noch für etwa 5 bis 7 Sekunden in Glasstemperatur (50° bis 70°C/125° bis 158°F) verformbar. Zusätzlich bietet MacroPore einen batteriebetriebenen, einmalverwendbaren, sterilen „Heating-pen“, mit dem man die Platten zusätzlich lokal in-situ anwärmen kann.

3.3.3. DAS POLYMAX[®] SYSTEM:

Die PolyMax-Platten werden ebenfalls für zehn bis zwanzig Sekunden in einem 70°C (158°F) warmen Wasserbad erwärmt. Nach dem Anbiegen eines Templates in situ kann die Platte dann im Bassin dem Template angepasst und anschließend inseriert werden.

Abbildung 12 zeigt hierfür ein exemplarisches Beispiel.

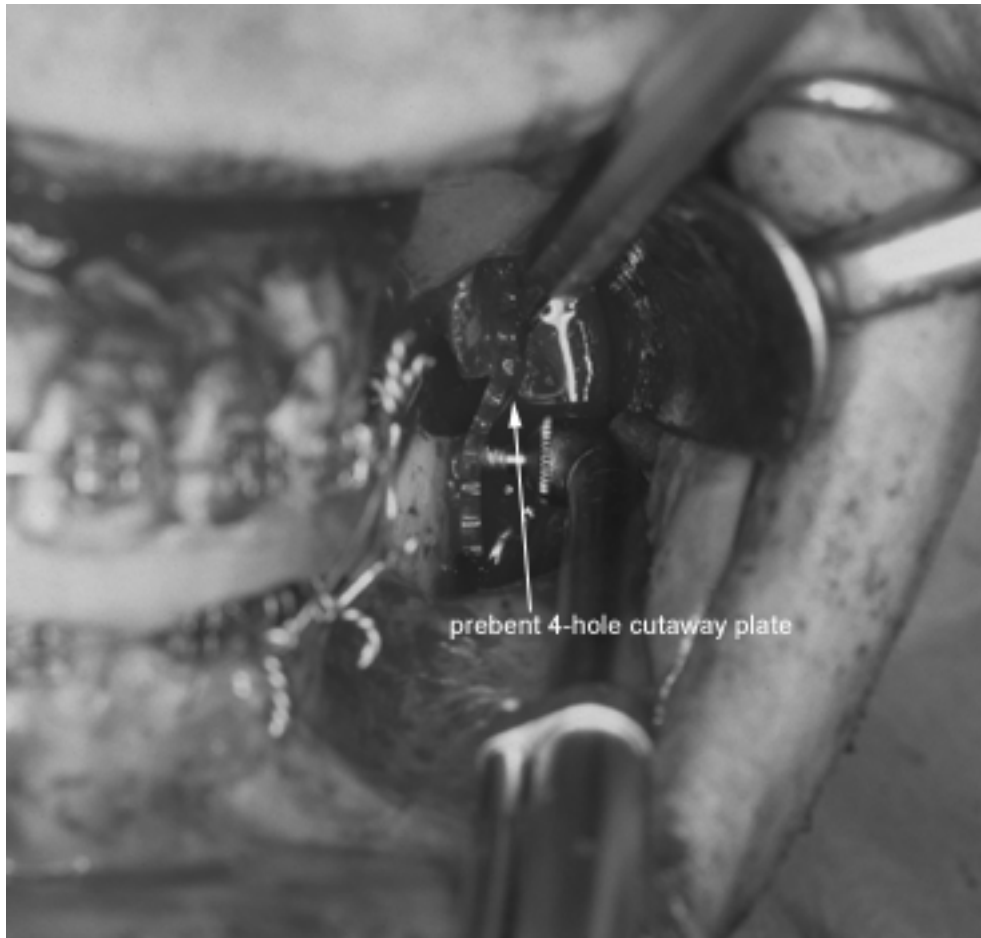


Abbildung 12: Klinisches Beispiel der intraoralen Plattenfixierung (90° gebogener Bohrer, Gewindeschneider und Schraubendreher nach Fritzemeyer) einer zuvor im geheizten Wasserbad erwärmten Platte am aufsteigenden Unterkieferast. Hier wird das distale Fragment mit zwei Schrauben unterhalb der Osteotomielinie befestigt, die kaudale Platte befestigt das proximale Segment ebenfalls mit zwei Schrauben

3.4. BOHRUNG UND GEWINDESCHNITT:

Die Löcher werden bei allen Systemen in konventioneller Weise mit einem 2mm durchmessenden Bohrer vorgebohrt. Das Gewinde wird anschließend mit einem Gewindeschneider vorgeschritten und die Schraube inseriert. Gewinde- und Schraubendurchmesser betragen jeweils 2mm, die Plattendicken 1.2mm bei einer Breite von 6mm. Der Gewindeschneider des PolyMax[®]-Systems ist selbstschneidend und kann so auch im Ober- und Untergesicht ohne Bohrer angewendet werden. Für die mandibuläre

Kortikalis ist er jedoch zu schwach, weshalb hier mit einem Bohrer vorgearbeitet werden sollte, um Schraubenfrakturen zu vermeiden.

3.5. KLINISCHES MANAGEMENT UND

VORGEHENSWEISE:

Alle mit resorbierbaren Platten versorgten Patienten wurden von einem Facharzt und zwei Assistenzärzten operiert. Mit genügend Erfahrung stellte sich der Umgang mit resorbierbaren Platten als ähnlich problemlos dar, wie mit Titanminiplatten. Auch wird bei ausreichender Operationsroutine nicht mehr Zeit benötigt, um die Platten anzubiegen, als bei den Titanminiplatten anfällt. Zusätzliches Werkzeug wird nur in geringem Umfang benötigt. Der Plattendurchmesser der resorbierbaren Platten ist zwar generell größer als bei den Titanminiplatten, es mußten jedoch keine Periostschlitzen vorgenommen werden.

In 5% der Fällen kam es zum Bruch von Schrauben. Dies geschah meistens dann, wenn das Gewinde nicht bis zum Ende geschnitten worden war oder die Schraube nicht vertikal zur Platte eingedreht werden konnte. Wenn ein Schraubenkopf während der Insertion durch Überdrehen brach, war es jedoch unproblematisch, in die schon teilweise eingedrehte Schraube ein neues, größeres Bohrloch zu bohren um anschließend eine Ersatzschraube einzudrehen. Alle drei Systeme bieten hierfür ein Set mit Notfallschrauben im Durchmesser 2.4mm an.

Der Einsatz von verschiedenen resorbierbaren Plattensystemen geschah aus rein wirtschaftlichen Gründen, Verfügbarkeit oder Distributionspolitik und ohne die sonstigen Rahmenbedingungen zu verändern.

3.6. KEPHALOMETRISCHE VERMESSUNG:

Die operative Positionierung der Kiefer wurde an präoperativen FRS-Aufnahmen geplant (Abbildung 13).

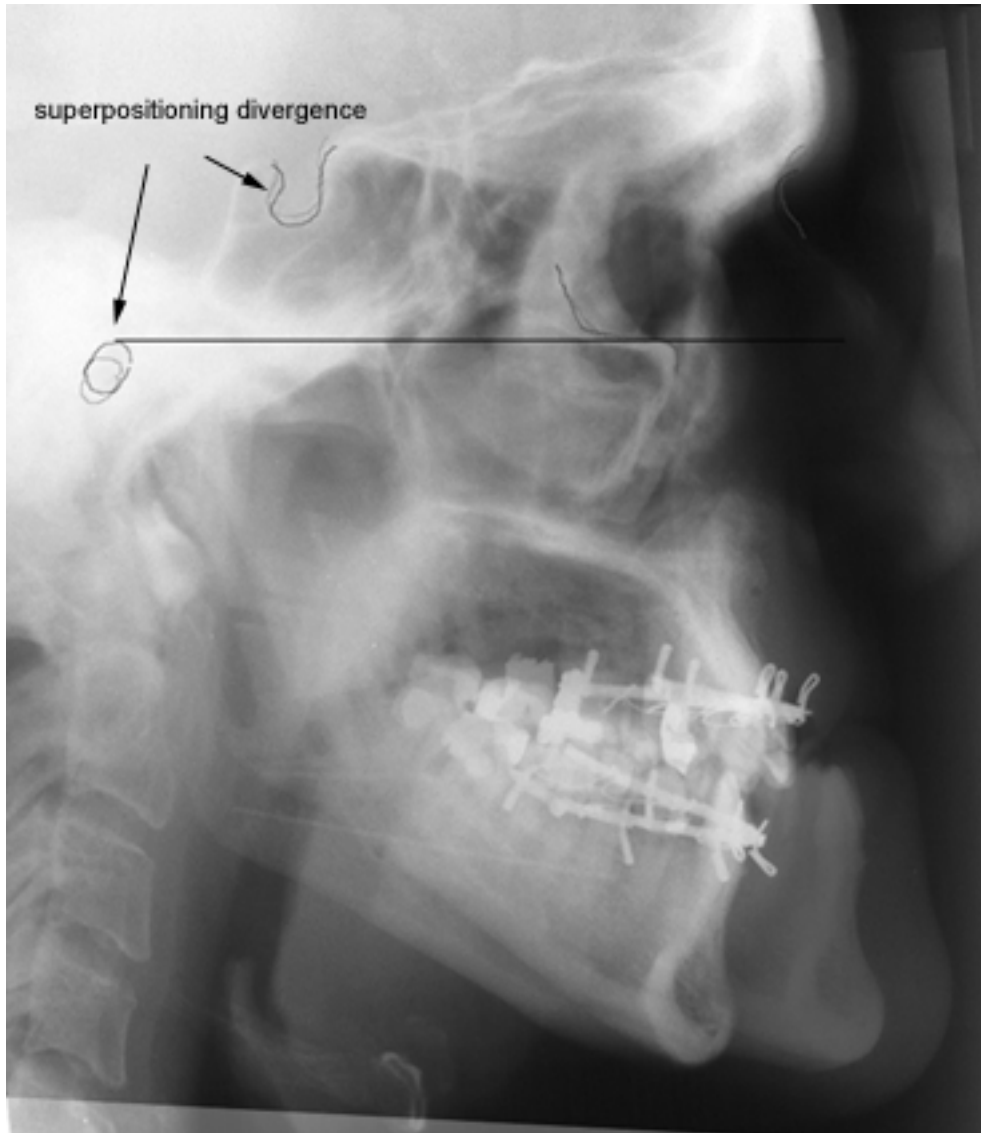


Abbildung 13: Handgezeichnete Konturen der anatomischen Vermessungspunkte auf zwei überlagerten Fernröntgenseitenbildern, im Vergleich zu Abb.14, den durchgezeichneten Strukturen. Einige Ungenauigkeiten werden ausgeglichen. Auch wenn beide Röntgenbilder mit demselben Apparat gemacht wurden, bleiben geringe Unterschiede in der Superprojektion (Pfeile). Diese kommen von verschiedenen Kopf-Hals-Wirbelsäulenneigungen durch die Restbeweglichkeit des Kopfes im Apparat, trotz der Glabellastütze und der Ohroliven

Die Planung wurde nach Vermessung mit Cephalometrics for Orthognatic Surgery (COGS), in der üblichen Weise (Burstone, 1994) an präoperativen, lateralen Cephalogrammen vorgenommen. Abbildung 14 zeigt analog zu Abbildung 13 diese Analyse.

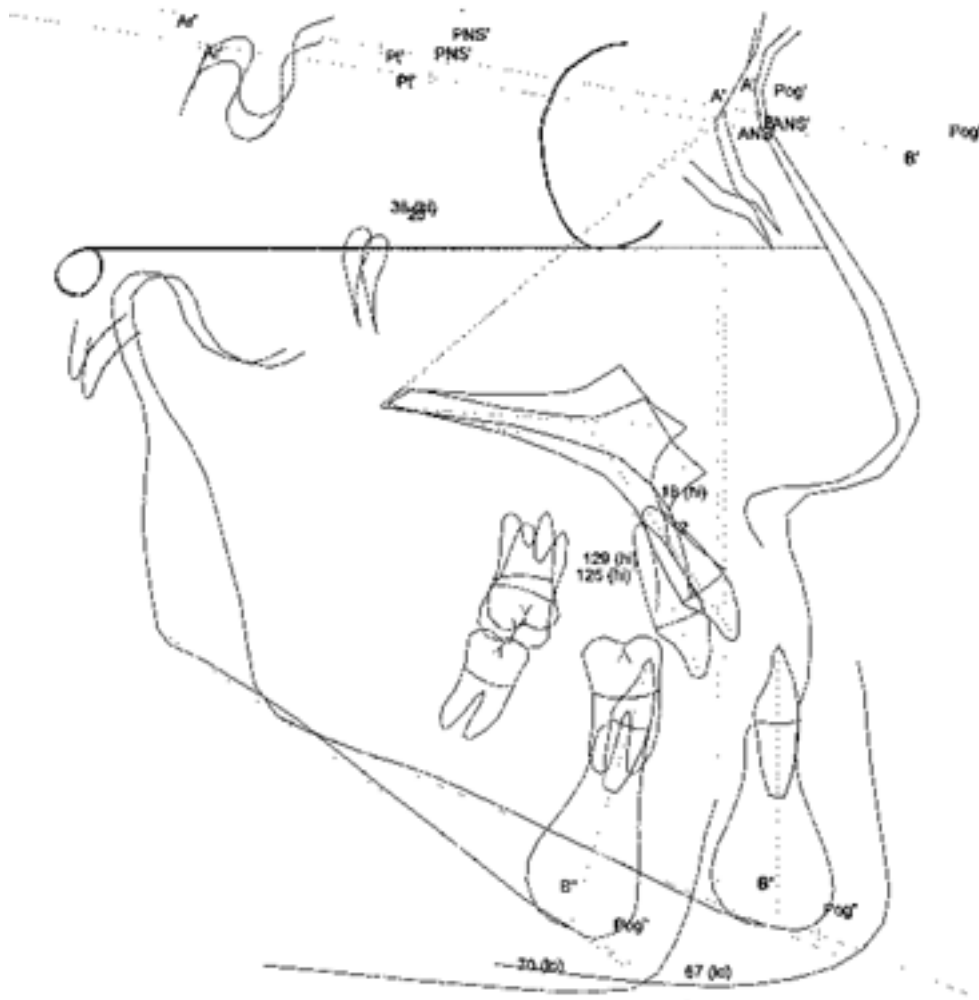


Abbildung 14: Überlagerung einer präoperativen und einer postoperativen FRS-Durchzeichnung, mit den in der COGS-Analyse (cephalometrics for orthognathic surgery) relevanten Bezugspunkten, Entfernungen (gestrichelte Linien) und der „Frankfurter Horizontalen“ (kräftig Markiert). Die Ausrichtung der Bilder fand anhand der "Frankfurter Horizontalen" statt. Die Vermessungspunkte werden senkrecht auf die Gesichtshorizontale (7° deg. kranial zur Sella - Nasion Linie) projiziert (Burstone, 1994)

Die Vermessung wurde auf dem postoperativen FRS wiederholt, sowie auf dem FRS, das im Rahmen der Nachsorge gemacht wurde. Dies geschah frühestens nach 12 Monaten.

Die COGS-Analyse wurde ausgewählt, da sie, im Gegensatz zu anderen Kephalometriemethoden wie der nach Mc Namara oder Ricketts, fast alle craniofazialen Strecken in Millimetern und nicht in Winkeln und somit in Grad berechnet.

Zwanzig Standardmesspunkte und 9 zusätzliche Meßpunkte für andere Vermessungsmethoden wurden auf dem zuvor gescannten Röntgenbild markiert (Sella, Nasion, Porion, Oorbitale, Basion, Fossa Pterygomaxillare, Spina Nasalis anterior, A-Punkt, Supradentale, Postdentale, Oberer Inzisivus inzisal, Oberer Inzisivus apex, Spina Nasalis posterior, Oberkiefermolar posterior, Oberkiefermolar Spitze, Oberkiefermolar apex, Unterkiefermolar posterior, Unterkiefermolar Spitze, Unterkiefermolar apex, unterer Inzisivus inzisal, unterer Inzisivus apex, unterer Inzisivus posterior, Infradentale, B-Point, Protuberancia Mentalis, Pogonion, Gnathion, Menton, Gonion, Articulare).

Die graphische Aufbereitung durch das Computerprogramm und die Analyse zeigt Abbildung 14.

Die Überlagerung wurde anhand der "Frankfurter Horizontalen" vorgenommen, um die Schwierigkeiten bei der Vermessung von zwei fast identischen Röntgenbildern zu verdeutlichen (Abb.13).

Die Bilder werden nach der Vermessung vom Programm anhand der „Frankfurter Horizontalen“ in der horizontalen Ebene ausgerichtet. Die Vermessungen der Strecken, die sich aus den zuvor gesetzten Punkten ergeben, werden rechtwinklig bezogen auf die Gesichtshorizontale (7° deg kranial zur Sella - Nasion Linie) kalkuliert (Burstone, 1994).

Die Berechnungen werden in der Horizontalen sowie der Vertikalen in Millimetern angegeben und lediglich der Unterkieferwinkel Artikulare-Gonion-Gnathion wird in Grad angegeben.

Für die Berechnung der Instabilität wurden im Oberkiefer die horizontalen Strecken „A zu Nasion“ und „PNS zu Nasion“ für Vor- und Rückverlagerung, sowie in der Vertikalen die Strecken „ANS zu Nasion“ und „PNS zu Nasion“ für Impaktion und Elongation herangezogen.

Im Unterkiefer wurden die Strecken „B zu Nasion“ und „Pg zu Nasion“ zur Berechnung der Bewegung in der Horizontalen herangezogen.

Der Winkel „Ar zu Go zu Gn“ wird dazu benutzt, um die Rotation des Unterkiefers im Unterkieferwinkel darzustellen und die Rotationsrichtung

festzustellen. Die zwei möglichen Richtungen sind im FRS die Aufrotation des Unterkiefers, auch Counter-Clockwise Rotation genannt und die Abwärtsrotation, auch als Clockwise Rotation bezeichnet.

Dieser Wert stellte sich aber im Verlauf der Studie aufgrund der häufig auftretenden röntgenologischen Überlagerung der Unterkieferränder auf den FRS-Aufnahmen als unsicher heraus. Er war durch die Überlagerungen schlecht zu vermessen und die Ergebnisse waren somit sehr ungenau und wenig aussagekräftig. Er wurde aber trotzdem mit in die Auswertung einbezogen, um das Bild der zweidimensionalen Problematik im Unterkiefer vollständig darzustellen, ist jedoch mit Zurückhaltung zu bewerten.

Die Berechnungsgenauigkeit wurde versucht zu erhöhen, indem alle Bilder zweimal vermessen und anschließend der Mittelwert berechnet wurde.

Außerdem wurden fünfzig FRS von zwei Betrachtern vermessen und ausgewertet, um die inter-individuelle Abweichung zu berechnen.

Alle Röntgenuntersuchungen wurden im selben Cephalostat (Phillips, Niederlande) der Universitätsklinik Frankfurt/Main geröntgt.

Die Software, die für die Vermessung benutzt wurde, war OrthoPlan[®] / Orthognathic Treatment Planner (Pacific Coast Software, Moreno Valley, CA).

Die Tabellenkalkulationen wurden mit Excel 2000[®] (Microsoft Corp., Mountain View, CA) durchgeführt.

3.7. NACHSORGEMODUS:

Jeder Patient wurde direkt postoperativ nachgeröntgt sowie mindestens ein weiteres Mal nach frühestens einem Jahr. Aus Strahlenschutzgründen wurde versucht, die postoperativen Röntgenbilder auf die notwendigen zwei Nachsorgebilder zu beschränken.

Die klinische Nachsorge wurde wenn möglich jährlich abgehalten und bei den meisten ließ sich dies auch über Jahre fortsetzen. Aus geografischen und zeitlichen Gründen ließen sich die röntgenologischen und klinischen Nachsorgen nicht immer in regulären Abständen durchführen.

4. ERGEBNISSE

4.1. OPERATIVE PROZEDUREN:

Insgesamt wurden 65 bimaxilläre Operationen, zusätzlich 29 isolierte Le-Fort I Osteotomien und 6 isolierte Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont nachuntersucht. Hiervon waren es 40 bimaxilläre Umstellungen, 8 isolierte Le-Fort I Osteotomien und 2 isolierte Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont, die mit resorbierbaren Platten versorgt wurden. Innerhalb dieser Gruppe wurden 16 Patienten mit PLGA, 34 mit P(L/DL)LA Platten versorgt. Dies macht innerhalb des Studienkollektivs der resorbierbaren Platten ein Verhältnis von 1:2.1 PLGA zu P(L/DL)LA aus.

Fünfundzwanzig bimaxilläre Osteotomien, 21 isolierte Le-Fort I Osteotomien und 4 isolierte Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont waren mit Titanminiplatten versorgt worden.

Die operativen Bewegungen zeigen Tabelle 1 bis 4.

In der Studiengruppe gab es im Oberkiefer 29 Vorverlagerungen, 19 Rückverlagerungen, 31 Elongationen und 17 Intrusionen.

Die Kontrollgruppe hatte 37 Vorverlagerungen, 9 Rückverlagerungen, 22 Elongationen und 24 Intrusionen.

Im Unterkiefer waren es in der Studiengruppe 19 Vorverlagerungen, 22 Rückverlagerungen, 24 Clockwise Rotationen und 18 Counter-Clockwise Rotationen.

In der Kontrollgruppe waren es 17 Vorverlagerungen, 11 Rückverlagerungen, 14 Clockwise Rotationen und 15 Counter-Clockwise Rotationen.

Die Operativen Bewegungen von Studien- und Kontrollgruppe im Oberkiefer waren vergleichbar ($p=0.3$), PLGA und P(L/DL)LA Bewegungen unterschieden sich nicht signifikant ($p=0.9$). Im Unterkiefer waren die Bewegungen der Plattensysteme vergleichbar ($p=0.7$), PLGA und P(L/DL)LA Bewegungen unterschieden sich nicht signifikant ($p=0.7$).

Beim Vergleich des Studienkollektivs mit der Kontrollgruppe zeigte sich, dass das Rezidiv bei Oberkieferbewegungen $>6\text{mm}$ nicht größer war, als bei

Bewegungen unter 6mm ist. Das Gleiche ließ sich bei den Unterkieferbewegungen über 8mm und unter 8mm beobachten.

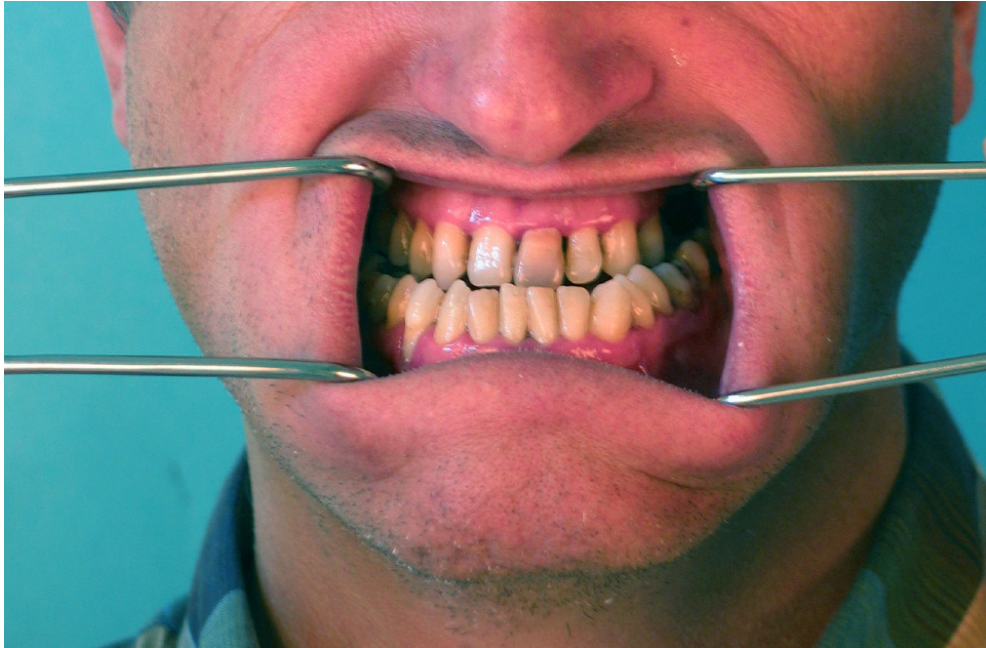


Abbildung 15: Präoperative Verzahnung des Patienten mit Angle Klasse III



Abbildung 16: Postoperative Verzahnung der Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie

4.2. RADIOLOGISCHE NACHSORGE:

In der Gruppe der mit resorbierbaren Platten versorgten Patienten war die Zeit der radiologischen Nachsorge im Durchschnitt 17 Monate lang (6 bis 60 Monate), die klinische Nachsorge war im Durchschnitt 27.8 Monate lang und reichte von 6 bis 63 Monaten.

In der mit Titanminiplatten versorgten Gruppe war die radiologische Nachsorge im Durchschnitt 35.2 Monate lang (6 bis 113 Monaten), die klinische Nachsorge war im Durchschnitt 75.8 Monate lang (6 bis 137 Monate).

100% der Patienten nahmen am 1-Jahres Recall teil, 70% am 2-Jahres Recall, 35% am 4-Jahres Recall.

Die Patienten wurden im Rahmen der Nachsorge zwei bis drei mal geröntgt, um die individuelle Strahlenbelastung möglichst gering zu halten.

100% der Patienten hatten ein prä- und postoperatives Röntgenbild, 45% (60% der Patienten mit resorbierbaren Platten, 30 % der Patienten mit Titanminiplatten) hatten ihr Nachsorge-FRS innerhalb des ersten Jahres postoperativ, 55% (40% bei den resorbierbaren Patienten und 70% bei den Patienten mit Titanminiplatten) in einem der darauffolgenden Jahre.

4.3. DURCHSCHNITTliche VERLAGERUNGEN UND INSTABILITÄTEN:

4.3.1. OBERKIEFER Tabelle 5 bis 8:

Die Tabellen zeigen die horizontalen und vertikale Werte der Verlagerungen und Instabilitäten des Oberkiefers von Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4 Jahres Nachsorgewerte und zusätzlich nach Osteosynthesematerial.

4.3.2. UNTERKIEFER Tabelle 9 bis 12:

Die Tabellen zeigen die horizontalen und vertikale Werte der Verlagerungen und Instabilitäten des Unterkiefers von Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4 Jahres Nachsorgewerte und zusätzlich nach Osteosynthesematerial.

4.4. MESSFEHLER:

Der intra-individuelle Standardfehler sowie der relative Fehler betragen 1.0mm, dies entspricht 3.1%; der inter-individuelle Fehler beträgt 1.2mm und somit 4.2%.

4.5. OPERATIVE NACHSORGE:

Die Patienten bekamen in den ersten 6 Wochen postoperativ weiche Kost, abhängig von Alter und Knochenstruktur wurde dies auf bis zu drei Monate ausgedehnt. Eine feste postoperative Schienung war nicht notwendig, es wurden aber Gummibänder der Größen 4 bis 5 zwischen den Eckzahnbrackets und mit eingelegtem okklusalem Splint für 2 bis 6 Wochen eingesetzt, um eine geführte Okklusion zu gewährleisten.

Die Dauer der geführten Okklusion richtete sich primär nach den von Angle definierten Dysgnathieklassen wurde jedoch bei den Patienten mit Plattenfrakturen verlängert.

Patienten mit Angle-Klasse II bekamen für vier Wochen Elastics, Patienten mit Angle-Klasse III für 2 Wochen. Patienten mit offenem Biss oder Lippen-Kiefer-Gaumenspalte bekamen für 6 Wochen Elastics.

Bei 5 Patienten der Gruppe mit resorbierbaren Platten zeigte sich auf den drei Tagen postoperativ gemachten FRS, das die Bohrlöcher nicht mehr in einer Linie lagen, was auf eine Plattenfraktur hindeutete. Bei einem Patienten kam es zu einem bilateralen Plattenbruch mit Fragmentdislokation, die ohne äußere Einwirkung zu stande kam. Es wurde hier von einer Materialüberlastung ausgegangen und Patienten zukünftig mit 2 bilateralen Osteosynthesen versorgt.

Bei einem anderen Patienten entstand ein starkes okklusales Rezidiv mit postoperativ offenem Biss, der eine Korrekturoperation erforderlich machte.

Klinische oder radiologische Anzeichen für Osteolyse, einen insuffizienten Kallus oder eine Pseudartrose konnten nur in einem Fall nachgewiesen werden. Drei Patienten mit einer lokalen Schwellung und Fisteln hatten eine Exzisionsbiopsie sechs Monate postoperativ, die mit einer lokalen Wundinspektion einher ging. Die Biopsie ergab ein unspezifisches Fremdkörpergranulom.

4.6. ENTZÜNDLICHE SCHWELLUNG UND GRANULOMBILDUNG:

Mittelschwere Fremdkörperreaktionen wurden in dieser Studie bei 4 Patienten von 50 beobachtet im Vergleich zu 2 von 30 bei Norholt et al. (2004) was in beiden Fällen 8% ausmacht.

Als leichte Reaktion wurden eine lokale Schwellung mit Rötung und Erwärmung über das natürliche postoperative Maß hinaus gewertet, die aber durch lokales Kühlen behandelt werden konnte.

Als mittelschwere Reaktion wurden Fisteln mit Sekretion von Plattenmaterial angesehen, die hauptsächlich im zweiten postoperativen Monat vorkamen.

Schwere Reaktionen in Form von allergischen Reaktionen oder anderen systemischen Manifestationen zeigten sich bei keinem der Patienten.

Vier Patienten hatte leichte entzündliche Fremdkörperreaktionen (n=4, 8%) mit bilateraler Schwellung und zusätzlich einer intraoralen Fistel, über die es zum Ausschwemmen von PLLA Material kam. Die Fistel war in allen Fällen unilateral und hatte keinen Abszesscharakter.

Die Schwellung zeigte auf der kontralateralen Seite keine lokale Infektion.

Eine Excisionsbiopsie mit anschließender Kürettage führte zu Symptombefreiheit.

Bei den Patienten die mit PLGA-Platten (n=1) versorgt wurden, entstand ein Fremdkörpergranulom im Durchschnitt früher, nämlich nach etwa 2 Monaten, wohingegen es bei den mit P(L/DL)LA-Platten versorgten Patienten (n=5) etwa 4 Monate dauerte.

Bei einem PLGA-Patienten konnte radiologisch eine peri-implantäre Osteolyse nachgewiesen werden. Bei der folgenden Revision mit lokaler

Kürettage wurde das vorhandene Granulationsgewebe entfernt. Die Osteolyse sistierte 6 Monate nach der Revision.

Bei schlanken Patienten waren nach 2 Jahren Nachsorge etwa noch 30% der Platten tastbar, jedoch empfand dies keiner der Patienten als störend.

Tastbarkeit allein führte bei den resorbierbaren Platten jedoch nicht wie bei Titanminiplatten zur Entfernung, da sie durch Hydrolyse des Lactidmaterials mit der Zeit von selbst verschwinden.

Bei den mit Titanminiplatten versorgten Patienten mussten trotzdem 8% der Platten auf Grund von Temperatursensibilität, chronischer Infektion oder Irritation entfernt werden.

Zusätzlich sind bei schlanken Patienten die Osteosyntheseplatten im Mittelgesicht generell leichter tastbar, als bei kräftigeren Patienten.

4.7. INSTABILITÄT:

Als Instabilität wurde in dieser Arbeit sowohl ein postoperatives Rezidiv bezeichnet, wie auch eine zusätzliche postoperative Drift. Als Rezidiv wurde eine Bewegung der verlagerten Segmente in Richtung der Ausgangssituation gewertet, als Drift eine Weiterbewegung der Segmente in Richtung der operativen Verlagerung. Beide Bewegungen wurden unter dem Begriff "Instabilität" zusammen gefaßt, da sich die Bewegungen so besser vergleichen ließen.

4.8. T-TEST:

4.8.1. STUDIEN- UND KONTROLLKOLLEKTIV:

Die operative metrische Verlagerung im bilateralen Fischer T-Test war vergleichbar (Maxilla $p=0.3$; Mandibula $p=0.7$).

Die absolute und relative Instabilität war zwischen Studien- und Kontrollgruppe (Maxilla $p=0.3-0.4$; Mandibula $p=0.1-0.8$) nicht signifikant

4.8.2. VERGLEICH DER INSTABILITÄT VON PLGA UND P(L/DL)LA (Tabelle 5, 7 und 9):

Die intraoperativen Bewegungen unterschieden sich nicht signifikant (Maxilla $p=0.9$; Mandibula $p=0.7$).

Die absolute und relative Instabilität war ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich (Maxilla $p=0.3-0.7$; Mandibula $p=0.2-0.8$).

P(L/DL)LA zeigte jedoch tendenziell eine geringere Stabilität bei Kompression als bei Distraction (d.h. bei mandibulärer Vorverlagerung und maxillärer Elongation) verglichen mit PLGA.

4.8.3. ZUSÄTZLICHE POSTOPERATIVE DRIFT (Tabelle 1 bis 4):

Sechszwanzig (52%) der PLLA-Patienten und 17 (34%) der Patienten mit Titanminiplatten zeigten in mindestens einem der verlagerten Fragmente zusätzliche eine postoperative Drift. Diese kommt vermutlich von der anschließenden kieferorthopädischen Nachbehandlung mit Elastics und/oder ist auf einen Weichgewebseinfluss zurückzuführen.

Norholt et al. (2004) und Haers et al. (1998) stellten in ihren Arbeiten ebenfalls eine Drift-Bewegung fest.

Die Gesamtzahl der Patienten mit Drift war bei P(L/DL)LA ($p<0.01$) größer. Die Okklusale Drift war im Vergleich nicht signifikant größer. Sowohl Rezidiv als auch Drift-Bewegung wurden in der vorliegenden Arbeit als Instabilität zusammengefaßt.

4.9. ZEITPUNKT DER REZIDIVE:

Bei der Kontrollgruppe mit Titanminiplatten kamen alle Rezidive im ersten postoperativen Jahr vor. Bei der Studiengruppe mit resorbierbaren Platten hingegen, zeigten sich die Rezidive auch noch in der Gruppe der Patienten mit den längeren Nachsorgezeiten.

Der Unterkiefer scheint hier im Vergleich zum Oberkiefer etwas rezidivfreudiger zu sein, im Oberkiefer ändern sich die Zahlen dagegen nur noch gering.

Es kamen in den darauf folgenden Jahren noch Rezidivzahlen größer Null vor und es kam somit auf den ersten Blick zu Rezidiven. Dadurch, daß aber fast alle Patienten nur einmal zur Nachsorge geröntgt wurden, muss davon ausgegangen werden, daß alle Patienten die zu diesem späten Zeitpunkt geröntgt wurden, und ein Rezidiv hatten, dies schon früher entwickelten.

Eine Kompressionskraft, die vermutlich vom Weichgewebe ausgeht, wirkte sich generell mehr auf eine maxilläre Elongation und eine Unterkiefervorverlagerung aus. Diese Verlagerungen erwiesen sich dann auch bei resorbierbaren Platten als weniger stabil, und sollte in zukünftigen Studien noch weiter untersucht werden.

Die postoperative 1-jahres Stabilität unterschied sich nicht signifikant von der 4-jahres Stabilität in Studien- und Kontrollgruppe (Maxilla $p=0.08-0.7$; Mandibula $p=0.09-0.2$).

5. DISKUSSION

Es gilt als allgemein erwiesen, dass eine Änderung der Oberkieferposition eine mitunter massive Änderung von Mastikation, Artikulation und Sprache mit sich bringt, da eben diese drei Elemente stark von den Hart- und Weichgewebsrelationen im Mittel- und Untergesicht abhängen.

5.1. MATERIALEIGENSCHAFTEN:

Resorbierbare Platten mit 2mm Durchmesser haben heute etwa die Stabilität einer vergleichbaren 1.3mm bis 1.5mm Titanminiplatte (Tonio, 1976; Buchholz, 1994; Gosain, 1998). Die tatsächliche Last, der die Platten in-situ ausgesetzt sind, ist jedoch immer noch nicht bekannt. Es kann deshalb sein, dass manche Titanminiplatten unnötig rigide sind (Pistner, 1996; Pietrzak, 1997; Böstman, 2000; Tams, 2001; Eppley, 2001).

Der Elastizitätsmodul der resorbierbaren 70L:30DL-Platten ist mit 6 GPa nahe dem von kortikalem Knochen (5-30GPa).

In einem Computermodell (Bos, 1991; Tams, 2001) konnten

Unterkieferwinkelfrakturen zuverlässig mit 2 PLLA-Platten der Dimension 2mm Dicke, 7mm Breite, 26mm Länge versorgt werden, die nur unwesentlich größer sind, als die in dieser Studie verwendeten. Eine Platte wurde dabei an der Linea obliqua angebracht, die andere in der Nähe des Unterkieferrandes. Diese Art der Versorgung war suffizient, auch wenn hier keine Lücke zwischen den Fragmenten bestand.

Die Autoren geben jedoch keine Auskunft über die Konstruktion und das Molekulargewicht der Platten.

Auch wenn Unterkieferfrakturen nicht mit einer Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont verglichen werden können, lassen die Erkenntnisse jedoch vermuten, dass auf jeder Seite zwei Platten bei bilateralen Unterkieferosteotomien verwendet werden sollten. Dies sollte speziell der Fall sein, wenn die Verlagerung der Segmente 8mm übersteigt.

Dies geschah zu Beginn dieser Studie nicht, und die Instabilität bei diesen Patienten bestätigt die Vermutung.

Die klinische Anwendung bleibt der ultimative Test für Stabilität und Festigkeit der resorbierbaren Platten (Claes, 1996).

5.2. IN-VITRO STUDIEN:

Oberkiefervorverlagerungen wurden in einer Studie von Araujo et al. (2001) an Köpfen aus Polyurethan simuliert. Zuvor adaptierte MacroSorb[®]-Platten wurden über einem Osteotomiespalt ohne Knocheninterponat in derselben Weise angebracht, wie in der vorliegenden Studie und mit einer Materialtestmaschine belastet. Die Belastung entsprach den Vektoren einer reziprok wirkenden Kraft wobei zusätzlich multidirektional in allen drei Ebenen des Raumes getestet wurde. Die selbe Versuchsanordnung wurde von Araujo et al. (2001) auch für Titanminiplatten genutzt.

Andere in-vitro Tests von resorbierbaren Plattensystemen bei bilateralen Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont waren nur unidirektional (Wittenberg, 1991; Shetty, 1997; Schmidt, 1998; Eppley, 1999; Maurer, 2001).

Alle getesteten Systeme zeigten eine Belastungskapazität über 285 N (64 lbs) sowie eine höhere elastische Resistenz in der inferior-superioren Richtung.

Da eine transversale Rotation im FRS jedoch schwierig auszuwerten ist und um die Daten in einem übersichtlichen Rahmen zu halten, wurden die Patienten in dieser Studie nur zweidimensional, d.h. in vier Bewegungsrichtungen vermessen.

In der vorliegenden Studie zeigten die resorbierbaren Systeme zwar generell weniger elastische Steifigkeit im Vergleich zu Titanmini Plattensystemen, aber es scheint, dass sie trotzdem eine ausreichende Steifigkeit für die Fixierung von Osteotomien haben um damit den Kaukräften widerstehen zu können. Titanminiplatten und Schrauben zeigten verglichen mit resorbierbaren Platten und Schrauben eine stabilere Fixierung gegen Zugkräfte.

In einer Studie von Claes et al. (1996) wurden Poly-L/DL-Lactid Pins versuchsweise in 37° warmer, steriler Salzlösung inkubiert und verloren über einen Zeitraum von 60 Wochen in-vitro die Hälfte ihrer Biegefestigkeit. Die komplette Biegefestigkeit war nach 18 Monaten verloren (Claes, 1996).

Die klinisch sichtbare Beweglichkeit der Segmente bis zu 6 Wochen postoperativ (42 Tage) fällt vermutlich in einen Zeitpunkt der Plattendegradation, an der die volle Stabilität der Platten nicht mehr vorhanden ist, der neugebildete Kallus zwischen den Segmenten jedoch noch nicht der vollen Belastung standhalten kann.

Gosain et al. (1998) untersuchten resorbierbare Plattensysteme aus PLGA Copolymeren (LactoSorb[®]) im Vergleich zu Titanminiplatten und Schrauben in ungeschwächten Knochensegmenten. Hier wurde die Kraft, die über einem zentralen Osteotomiespalt zum Plattenbruch führte, untersucht. Dies sollte einen nicht überbrückten Osteotomiespalt ohne eingelegtes Knocheninterponat simulieren. Auch in dieser Studie wurde der Osteotomiespalt nicht überbrückt.

Generell zeigen bei Gosain et al. (1998) die vorgebogenen Titanminiplatten eine höhere Elastizität in der anterior-posterioren Richtung. Auch sind sie bei vertikaler Kompression wesentlich stabiler als bei sagittaler Kompression. Es zeigt sich also eine höhere Festigkeit auf Distraction als auf Kompression, d.h. Vorverlagerungen und Elongationen zeigten sich weniger stabil als Intrusionen oder Rückverlagerungen.

5.3. IN-VIVO STUDIEN:

Copolymere PLGA Osteosynthesesysteme zeigten bei Le-Fort I Osteotomien (Edwards, 1997), bilateralen Osteotomien nach Obwegeser/Dal Pont im Unterkiefer (Edwards, 2001) und bimaxillären Prozeduren (Edwards, 2001) in der Dysgnathiechirurgie, bei einem Nachuntersuchungszeitraum von 1 bis 2 Jahren, daß immer dann keine Probleme in der direkten postoperativen Stabilität der Okklusion bestehen, wenn keine größeren Segmentbewegungen stattfanden. Diese klinischen Studien hatten jedoch alle nur eine 1 bis 2 jährige Nachsorge. Ein Langzeitrezidiv wurde nicht untersucht. Zusätzlich wurde lediglich unidirektional untersucht, die komplexe, multidirektionale Stabilität erfuhr keine weitere Betrachtung (Haers, 1998; Edwards, 2001).

P(L/DL)LA wurde schon in der Dysgnathiechirurgie mit geringen Bewegungen angewendet (Haers, 1998), genauso wie in Fällen mit großen Segmentbewegungen im Unterkiefer bei Patienten mit Syndromen und systemischen Grunderkrankungen (Landes, 2003b). Hier wurden Komplikationsraten von bis zu 27% beschrieben. Zu den Komplikationen gehörten Plattenfrakturen, Schwellungen sowie lokale Fisteln.

Die Plattenfrakturen erforderten jedoch keine Reoperation und konnten konservativ mit geführter Okklusion behandelt werden; die Fisteln verschwanden nach lokaler Kürettage (Laine, 1999).

Da resorbierbare Platten und Schrauben bei gleichem Ausmaß und Volumen weniger stabil sind als ihre Gegenstücke aus Titan, vermuteten Edwards et al. (2001), dass aufgrund der geringeren Materialflexibilität Segmentbewegungen nur in geringem Umfang möglich seien, ohne dass es zum Rezidiv kommt. Dies zeigte sich auch in der vorliegenden Studie im Oberkiefer und in geringerem Maß im Unterkiefer. Klinisch auffällig war dies in der 3. bis 4. postoperativen Woche.

Mit einer bikortikalen Schraubenfixierung sollte dies nach Edwards nicht für den Unterkiefer gelten (Edwards, 1996).

Die vorliegende Studie untersuchte keine bikortikalen Schrauben. Sie zeigt aber, dass auch bei bilateralen gedoppelten Platten mit monokortikalen Schrauben trotz klinisch guter Stabilität eine zeitlich begrenzte Mikrobewegung stattfindet.

5.4. KLINISCHE DEGRADATION:

Reines Poly-L-Lactid alleine degradiert sehr langsam und braucht über 5 Jahre um vollständig abgebaut zu werden (Suuronen, 1998).

Die Degradationsprodukte bestehen aus hochkristallinen, stabilen Partikeln. Lokale Osteolysen im Bereich der Kieferwinkel nach drei Jahren postoperativ wurden, abhängig von der Lokalisation, bei 5% bis 22% der Patienten beobachtet (Kallela, 1999).

Speziell bei Patienten, die eine Unterkieferverlagerung nach Obwegeser/Dal Pont hatten und bei denen die Schrauben bikortikal eingedreht worden waren, zeigten sich makrokristallin veränderte Poly-L-Lactid Schrauben mit

persistierender Osteolyse. Das umliegende Weichgewebe wies jedoch keine entzündliche Reaktion auf.

Werden niedermolekulare PLLA und PGA Partikel (2,000-6,000M_w, <30µm Durchmesser) in-vitro mit Makrophagen-Kulturen zusammengebracht, läßt sich eine dosisabhängige Steigerung von Entzündungsmediatoren feststellen (Dawes, 2003). Die künstliche Einstellung eines physiologischen PH-Wertes hatte keinen Effekt auf die Zellkulturen. Die LDH-Ausschüttung stieg mit der Menge an Glycolat-Monomer.

Eine Erhöhung der Lactat-Monomer Konzentration, iso-osmolarer NaCl oder Saccharose-Lösung machte keinen Unterschied.

Der Anstieg von LDH kann somit auf das Glycolat-Monomer zurückgeführt werden statt auf die Osmolarität, während Milchsäure und Glycolat-Monomer die Konzentration von PGE₂ oder IL-1α nicht erhöhten.

Die dosisabhängige Erhöhung der Faktoren unterstützt die Hypothese, das nicht das Restmonomer, sondern die PLLA und PGA Partikel die Entzündungsreaktion auslösen (Dawes, 2003).

Der erfolgreiche Einsatz von PLGA-Copolymerplatten und Schrauben wurde in der Dysgnathiechirurgie bei bimaxillären Eingriffen schon mehrfach gezeigt (Rehm, 1994; Haers, 1998; Eppley, 1999; Westermarck, 1999; Edwards, 2001).

Norholt et al. (2004) benutzten PLGA-Copolymere bei Le-Fort I Osteotomien und fanden bis zu 6 Monaten postoperativ Rötung und Schwellung, die als Entzündung ohne Infektion interpretiert wurden. Diese Studie kam zu dem Ergebnis, dass es nicht zu sterilen Entzündungen von freiliegenden Plattenteilen kommen kann, ohne das diese einen infektiösen Charakter haben. In den Fällen, bei denen diese Komplikation vorkamen, konnten diese sehr gut durch eine lokale Ausräumung der infizierten Region behandelt werden, was mit den Ergebnissen anderer Autoren korreliert (Eppley, 1997; Edwards, 2001) und für den infektiösen Charakter spricht.

In-vitro Hydrolysestudien von resorbierbaren Poly-L/DL-Platten zeigten, das eine vollständige Degradation ca. 2 bis 3 Jahre dauern kann. Dies deckt sich mit den hier vorliegenden klinischen Beobachtungen, das PLLA-Platten nach 2 Jahren nicht mehr tastbar, nach 3 Jahren nicht mehr röntgenologisch

sichtbar waren. PLGA-Platten waren nach einem Jahr nicht mehr tastbar, nach 2 Jahren nicht mehr sichtbar. Komplikationen im Sinn einer Kieferhöhlenmanifestation zeigten sich weder in dieser Studie noch in einer prospektiven Multicenterstudie von Claes et al. (1996) mit 70L:30DL-Lactid Copolymer Polypins® (Biovision/Ilmenau/Deutschland).

5.5. KIEFERORTHOPÄDISCHE NACHBEHANDLUNG UND FRS-VERMESSUNG:

Edwards et al. (2001) geben an, dass eine kurz nach der Operation beginnende kieferorthopädische Nachbehandlung bzw. Weiterbehandlung mit Adjustierung der Kiefer und okklusaler Feineinstellung die Größe der Rezidive verringern kann. Dies gelte speziell bei monokortikalen Plattenosteosynthesen (Landes, 2003a).

Es muss außerdem bei resorbierbaren Platten eine postoperative Eigenadaptation des Kiefergelenks vermutet werden. Durch die Flexibilität der resorbierbaren Platten scheint eine spätere Anpassung der Kiefer und des Kiefergelenks an die neu eingestellte Position in geringem Umfang möglich. Eine Versorgung mit Titanminiplatten schließt diese postoperative Adaption durch die weniger flexiblen Titanplatten aus. Dies sollte jedoch prospektiv anhand der neuen semi-rigiden Titanplatten neu untersucht werden.

In der vorliegenden Studie zeigt sich, dass es sogar zu einer Driftbewegung in die Richtung der Verlagerung der mobilisierten Segmente kommen kann. Diese Driftbewegung wird vermutlich durch die postoperativen orthodontischen Kräfte ausgelöst, die konstant auf den heilenden Kallus einwirken. Des Weiteren kommen Gummibänder zur postoperativen Okklusionsführung und Weichgewebseinflüsse in Frage.

Norholt et al. (2004) fanden außerdem heraus, dass während der Heilungsphase eine sichtbar erhöhte Mobilität des Oberkiefersegmentes etwa nach 3 Wochen auftritt, die jedoch nach etwa 6 Wochen wieder beendet ist. Danach war der Oberkiefer klinisch fest und bewegte sich nicht weiter. Dies konnte in dieser Studie bestätigt werden.

Es scheint, dass durch die Abnahme der Plattenstabilität durch fortwährende Degradation kombiniert mit einer kieferorthopädischen Behandlung, ein zeitlich begrenzter Bewegungsrahmen vorliegt, der in dieser Studie um die 6 postoperative Woche liegt. Dies deckt sich auch mit den Degradationszeiten der resorbierbaren Systeme (Landes, Ballon, Roth *in print*).

Die Standardabweichung und der interindividuelle Fehler betragen 1mm bzw. 1.2mm. Nach Meinung des Autors ist eine genaue Messung von geringeren Bewegungen auf einem FRS nicht realisierbar und somit nicht auswertbar.

Trotz der bekannten Ungenauigkeit der FRS-Aufnahmen, müssen sie jedoch nach wie vor als Standard in der Vermessung von Patienten angesehen werden (Moyers, 1979a und b; Landes et al. 2005). Frontale Cephalogramme im a/p-Strahlengang reagieren im Vergleich zu FRS-Aufnahmen noch sensibler auf eine Veränderung der Kopfposition und wurden deshalb nicht durchgeführt. Die Problematik der Veränderung der Kopfposition zeigt Abbildung 3.

Eine Implantation von röntgenopaken Markern, wie es Norholt et al. (2004) beschrieben, konnte aus ethischen Gründen in dieser Studie nicht vertreten werden. Auch ist eine Auswertung an Hand dieser implantierten Marker erst postoperativ möglich und kann sich nur auf das Rezidiv beziehen. Die präoperative Vermessung der verlagerten Strecken muss auch hier nach kephalometrischen Standard-Messpunkten erfolgen. Ein direkter Vergleich wie in der vorliegenden Studie ist dann nicht möglich, ebensowenig die Berechnung der relativen Instabilität.

5.6. GRÖÖE DER BEWEGUNGEN UND INSTABILITÄT:

Instabilität kann grundsätzlich in Kurzzeitrezidiv und Langzeitrezidiv unterteilt werden (VanSickels, 1996). Einen Vergleich anderer Studien mit der Vorliegenden anhand Größe der Bewegungen sowie den Instabilitäten der verschiedenen Fixierungssysteme zeigen die Tabellen 13-17 (Der Literaturnachweis für die Tabellen findet sich im Anschluß an den Literaturnachweis des Textes).

Kurzzeitrezidive wurden früher häufig bei Drahtfixierung beobachtet (VanSickels, 1986), verschwanden jedoch mit Einführung der bikortikalen Verschraubung und der Miniplattenosteosynthese und sollen deshalb hier nicht weiter diskutiert werden.

Im folgenden werden zwei Berichte von Hears (1998) und Norholt (2004) genauer betrachtet und diskutiert.

Die Segmentbewegung in einem voran gegangenen Bericht (Haers, 1998) in dem wie in dieser Studie resorbierbare Platten mit einer Zusammensetzung von 70L:30DL verwendet wurden, war sehr klein, im Durchschnitt nur 2.8mm horizontal und 1.9mm vertikal gemessen am B-Punkt. Die maximale Vorverlagerung lag bei 8mm. Dadurch waren die postoperativen Rückstellkräfte, die auf die Osteosynthesen wirkten nur gering. Zusätzlich waren die ausgewerteten Nachsorgezeiten sehr kurz (6 Wochen; Tab. 16). Norholt (2004) bestimmte in seiner Untersuchung die horizontale Instabilität ebenfalls nach 6 Wochen und diese betrug am A-Punkt bei PLGA Osteosynthesen 0.03mm (1%), die vertikale Instabilität betrug 0.58mm (28%). Die knöcherne Bewegung der Segmente war klein, im Durchschnitt 2.3mm horizontal und 2.1mm vertikal an A-Punkt. Es ist schwer vorstellbar, dass diese Zahlen der Instabilitäten exakt sind, da sie nach den Erfahrungen des Autors mit dieser Studie kaum messbar sind. Auch ein Standardfehler von 0.25mm bei der FRS-Vermessung scheint sehr klein (Haers, 1998; Norholt, 2004).

Interokklusale Splinte beeinflussen die postoperative Untersuchung zusätzlich. Bei Patienten mit Klasse II und Klasse III muss darüber hinaus an eine intraoperative Überkorrektur gedacht werden. Die maximale Vorverlagerung lag bei diesen Studien bei 8mm und es wurden zusätzlich Knocheninterponate aus lyophilisiertem Knochen eingesetzt (Haers, 1998) oder die Le-Fort I Osteotomielinien wurden unter Erhalt eines Knochenkontaktes durchgeführt. Auch handelte es sich nur um eine Kurzzeit-Nachuntersuchung (Norholt, 2004; Haers, 1998).

Es kam bei diesen Studien nicht zu Plattenfrakturen bei Platten mit der Form und dem Durchmesser der in der vorliegenden Studie verwendeten Platten

(Haers, 1998). Es wurden außerdem keine Patienten mit congenitalen Deformitäten, lokalen oder systemischen Erkrankungen oder einer traumatologischen Vorgeschichte einbezogen. Auch wurden keine Patienten mit Oligodontie, Amelogenesis Imperfecta, zahnlose Patienten oder Patienten mit einer reduzierten okklusalen Abstützung einbezogen. Diese Patienten benötigen erfahrungsgemäß immer größere Segmentbewegungen und haben eine schlechtere Heilungstendenz.

Sicherlich stellt die Distraktionsosteogenese bei jüngeren Patienten und Patienten mit schweren Dysgnathien eine Alternative dar.

In unserem Haus wurden alle Patienten dieser Studie die an einer Klasse III mit Mikrognathie oder Retrognathie litten, während des Wachstums mit einer Delairemaske (Delaire, 1971) behandelt. Sie mussten sich keiner weiteren chirurgischen Korrektur während der Wachstumsphase unterziehen, ausgenommen den Fällen, bei denen die Behandlung nach Delaire fehl schlug. Auch entscheiden sich viele Patienten heute gegen die langwierige Behandlung einer Distraction und für eine klassische Umstellungsosteotomie.

5.7. KOMPLIKATIONEN:

Mittelschwere Fremdkörperreaktionen wurden in dieser Studie bei 4 Patienten von 50 beobachtet im Vergleich zu 2 von 30 bei Norholt et al. (2004) was in beiden Fällen 8% ausmacht. Bei manchen Patienten zeigten sich leichte Entzündungszeichen auf beiden Osteotomieseiten, ein Nachweis für eine leichte lokale Infektion. Die Granulome und das begleitende leichte Weichgewebsinfiltrat wurden im 3 und 4 postoperativen Monat augenscheinlich und kamen nur bei den Osteosynthesen im Unterkiefer vor, nicht aber bei Osteosynthesen im Oberkiefer.

Einer der Fälle war mit PLGA (PolyMax Rapid[®]) versorgt worden. Die Fremdkörperreaktion zeichnete sich 1 Monat postoperativ ab, im Verlauf entwickelte sich zusätzlich eine Fistel.

Andere Patienten mit Fremdkörpergranulomen waren mit MacroSorb[®] sowie mit PolyMax[®] versorgt worden. Die entzündlichen Reaktionen entwickelten sich hier etwas später, nahmen aber denselben Verlauf. Die

Fremdkörpergranulome scheinen somit nicht allein vom Plattensystem oder der Zusammensetzung der Platten abzuhängen.

Nach einer Kürettage mit Exzisionsbiopsie verschwanden die Symptome vollständig. Eine Inspektion des darunter liegenden Knochens zeigte eine gute Knochenheilung ohne Anzeichen auf Osteolyse.

Die Implantatoberfläche der implantierten Platten ist zwar größer, als die von Pins und Marknägeln in der Extremitätenchirurgie, sie scheint aber keinen Einfluß auf eine Fremdkörperreaktion zu haben, da bei Angaben anderer Autoren (Claes, 1996) die selben Nebenwirkungen beobachtet wurden.

Größere Mengen Milchsäure bergen das Risiko eines aseptischen Seroms und können im Oberkiefer zu Kieferhöhleneinschmelzungen (Pistner, 1997; Kallela, 1999; Pietrzak, 2000) sowie Fistelbildungen führen. Hierzu kam es in der vorliegenden Studie nicht; die erhöhten Raten einer Fistelbildung des Unterkiefers können bis jetzt nicht eindeutig erklärt werden und sollten Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Bei Titanminiplattenosteosynthesen sind metallasoziierte, leichte entzündliche Reaktionen bekannt. Dazu kann noch eine ungünstige Heilungssituation kommen, hervorgerufen durch die schlechte zelluläre Aktivität in Narbengewebe, welches den Titanminiplatten aufliegt (Katou, 1996). Extrazelluläre, abgeriebene Titanminiplattenpartikel wurden während der Metallentfernung gefunden (Schliephake, 1993). Das ultrastrukturelle Auftreten dieser Partikel im Elektronenmikroskop lässt vermuten, das Partikel von der Oberfläche der Titanminiplatten und Schrauben abgerieben werden und einer zellulären Aufnahme und lysosomaler Degradation unterliegen. Die phagozytierten Titanpartikel bleiben dann am Platz liegen, nachdem die phagozytierenden Zellen durch kollagene Fasern isoliert wurden, abstarben und anschließend verschwanden.

Berücksichtigt man dies und denkt zusätzlich an die 12% der Patienten, die eine Temperatursensibilität oder Infektionen entwickeln, die eine Plattenentfernung erfordern, kann eine Fremdkörperreaktion bei resorbierbaren Plattensystemen in der Größenordnung von 8% wie hier angegeben als tolerabler Nebeneffekt gewertet werden.

Bei früheren Studien mit Nachsorgen von 7 Jahren und mehr zeigten sich bei den Plattensystemen keine größeren Komplikationen als bei Kirschnerdrähten (Pistner, 1997; Kallela, 1999).

In einer weiteren Studie (Landes, 2003a), die sich mit Plattenfrakturen beschäftigte, zeigt sich bei nachträglichen Plattenentfernungen, dass die resorbierbaren Platten schon soweit degradiert waren, dass nur noch Fragmente gefunden werden konnten. Teilweise steckten Schraubenteile noch im Knochen, teilweise lagen die Schraubenköpfe lose im Gewebe. Dies machte ein Ausdrehen der Schrauben unmöglich und es ließ sich deshalb nicht mehr feststellen, ob es zur Schrauben- oder zur Plattenfraktur gekommen war.

Es zeigen sich große Unterschiede bei den Komplikationen, die von verschiedenen Autoren bei Untersuchungen der selben Plattensystemen angegeben werden. Die Implantatbettpräparation, die Operationsvorbereitung, die Art der perioperativen Antibiose sowie das operative Vorgehen und die Methode der Implantatfixierung sind alles Variablen, die die Ergebnisse beeinflussen.

5.8. BIKORTIKALE VERSCHRAUBUNG:

P(L/DL)LA Schrauben für eine bikortikale Fixierung werden unter anderem von der Firma Bioscience[®] (Tampere, Finnland) angeboten. Sie haben einen Außendurchmesser von 2.5mm bis 3.5mm. Diese Schrauben zeigten eine gute Festigkeit in Tierversuchen (Wittenberg, 1991).

LactoSorb[®] bietet ein 2.0mm Mini Plattensystem mit 7mm Breite und 26mm Länge an, dazu Schrauben mit Längen von bis zu 17mm. Schrauben aus dem selben Material mit einem Durchmesser von 2.5mm wurden erfolgreich bei Längen von 13 bis 15mm und bikortikaler Anwendung inseriert (Rehm, 1994; Haers, 1998; Edwards, 2001).

Problematisch ist jedoch die rigide und unflexible Verschraubung der Fragmente, die der von Titanminiplatten entspricht. So birgt ein direkter fester Kontakt der Fragmente nach resorbierbarer bikortikaler Verschraubung, wie bei in-vitro Anwendungen gezeigt und später in klinischen Studien belegt wurde, das Risiko einer Kondylusdislokation. Dies

ist ein nicht zu unterschätzendes Problem speziell bei großen Umstellungen (Luhr, 1991). Beim direkten Verschrauben von divergierenden Fragmenten sollte zur Stabilisierung immer die Einlage eines Knocheninterponates in die Osteotomielücke erwogen werden. Dies jedoch setzt wiederum die Schrauben einer erhöhten Last aus, die zu Schraubenfrakturen führen kann. Dieses Problem hat bisher weder bei in-vitro noch bei in-vivo Studien Beachtung erfahren (Wittenberg, 1991).

5.9. KOSTEN:

Ein Grund, der der Anwendung von resorbierbaren Platten in größerem Rahmen im Weg steht, sind die Kosten. Bis jetzt liegen die Kosten von resorbierbaren Plattensysteme noch über denen von Titanminiplatten. Die Kosten für eine resorbierbare Plattenosteosynthese in der Dysgnathiechirurgie sind im Verhältnis zu anderen Anwendungsgebieten von resorbierbaren Platten verhältnismäßig hoch. Bei Umstellungsosteotomien werden wesentlich mehr Platten und Schrauben benötigen als beispielsweise bei einer Kieferwinkelfraktur.

Die Kosten könnten reduziert werden, indem nur zwei bis drei Schrauben pro Platte im Oberkiefer verwendet würden, wenn sich die Stabilität nicht signifikant ändert. Hierzu müßten noch weitere Studien vorgenommen werden.

Die L-förmigen Platten werden ab Fabrik mit einem langen 6-Loch Arm und einem kurzen 4-Loch Arm geliefert. Von dem 6-Loch Arm lässt sich eine gerade 4-Loch Miniplatte abtrennen. Abbildung 17 soll dies verdeutlichen. Die Abbildungen 19 und 20 zeigen klinische Einsatzmöglichkeiten.

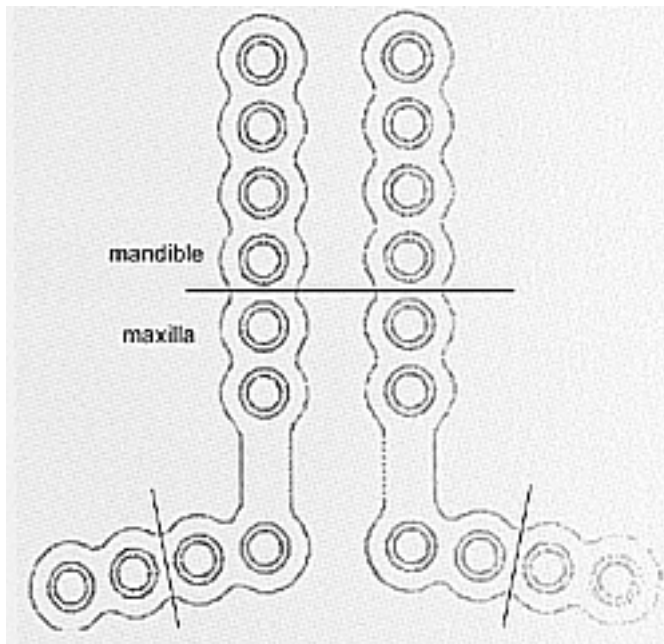


Abbildung 17: Präfabrizierte resorbierbare, L-förmige Miniplatte (PolyMax[®], Synthes, Oberdorf, Schweiz), die Schnittstellen sind Schwarz unterlegt. Das L wird für die Fixierung der Le-Fort I Osteotomie benutzt, die abgetrennte 4-Loch Miniplatte wird für den aufsteigenden Unterkieferast benutzt

So hat man zusätzlich bereits vier 4-Loch Miniplatten für die Unterkieferosteosynthese. Diese können mit vier Schrauben verschraubt werden, wenn eine Lücke bis 5mm zwischen den Fragmenten vorliegt. Dies wurde in der vorliegenden Studie gemacht und zeigte keine wesentlichen Nachteile gegenüber einer Verschraubung mit 6 oder mehr Schrauben. Bei Lücken über 5mm wurde nach der Technik die Abbildung 18 zeigt, vorgegangen.

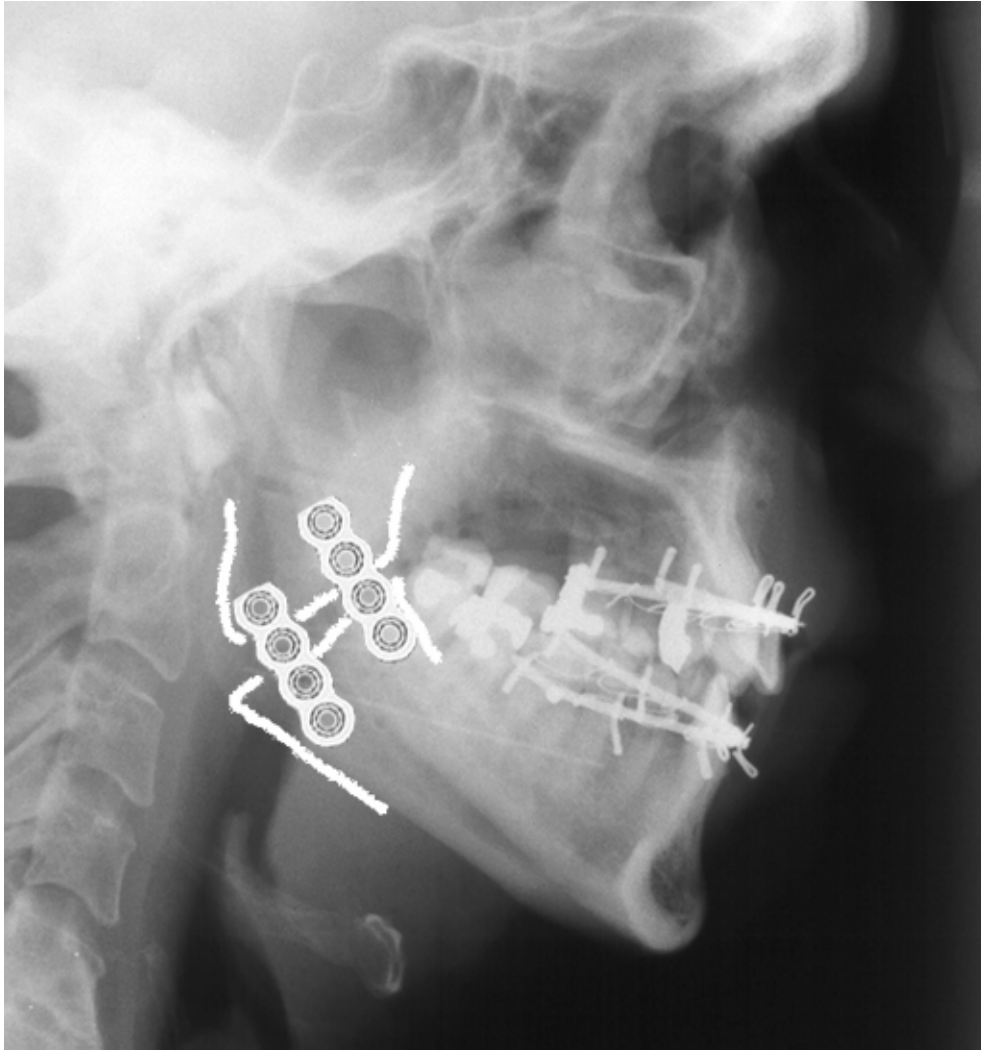


Abbildung 18: Die Kosteneffektive abgetrennte 4-Loch Miniplatte in einer exemplarischen Situation über einer Osteotomielücke von über 5mm. Drei 6mm Schrauben halten das proximale Fragment und das distale Fragment in 2-0-1 und 1-0-2 Verschraubung



Abbildung 19: Die aus der präfabrizierten L-Platte abgetrennten Fragmente können auch in einer Kombination von Le-Fort I Osteotomie und Genioplastik verwendet werden. Sie werden hier über der Knochenlücke der Kinnplastik angebracht

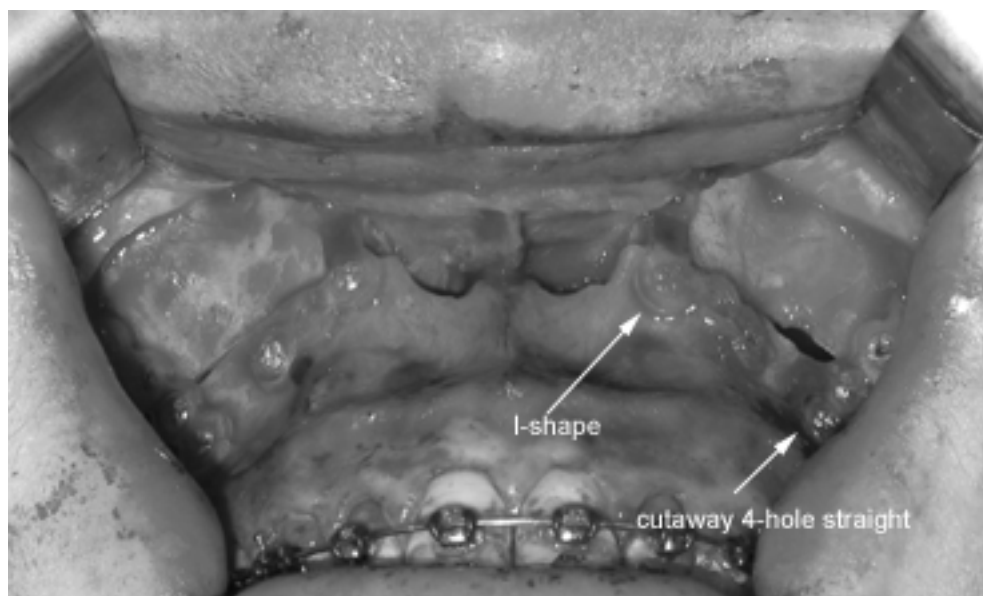


Abbildung 20: Isolierte Le-Fort I Osteotomien in dieser Studie wurden mit Standard 4-Loch Miniplatten paranasal versorgt. An der crista zygomaticoalveolaris wurden die zuvor beschriebenen abgetrennten geraden 4-Loch Miniplatten verwendet

Die Kosten für eine Unterkieferosteosynthese bei dysgnathiechirurgischen Eingriffen berechnen sich wie folgt:

Eine 4-Loch Titanminiplatte kostet €30 pro Platte sowie €35 pro Schraube, insgesamt also €390 für alle Schrauben.

Vergleicht man die Kosten mit einer resorbierbaren geraden 8-Loch Miniplatte die €75 kostet plus €250 pro Schraube, macht dies zusammen €1300.

Die Kosten für die Oberkieferosteosynthese sind entsprechend höher. Anhand der Zahl der Schrauben die für Gesichtsosteosynthesen benötigt werden, fällt in der vorliegenden Kalkulation der Kosten-Nutzen-Faktor klar zu Gunsten der Titanminiplatten aus.

Die Kosten könnten in Zukunft jedoch noch sinken, wenn die Produktion erhöht werden könnte. Auch Fixierungen mit Pins wie z.B. Copolymer Polypin[®] (Biovision, Ilmenau, Germany) wie sie in der Extremitätenchirurgie benutzt werden, könnten erwogen werden. Sie sind genauso zusammengesetzt aber wesentlich billiger. In der Kiefer- und Gesichtschirurgie könnten die Kosten so gesenkt werden, vorausgesetzt es zeigen sich dadurch keine Stabilitätseinbußen.

5.10. VORTEILE VON RESORBIERBAREN PLATTEN:

Vorteilhaft sind die gute Röntgenkompatibilität sowie das Entfallen der Plattenentfernung bei problemloser Heilung, außerdem das Ausbleiben von Hypersensibilitäten wie es bei Titanminiplatten häufig vorkommt (Rubin, 1997).

5.11. NACHTEILE VON RESORBIERBAREN PLATTEN:

Klare Nachteile sind die Kosten, die Frakturgefahr sowie Fremdkörperreaktionen, auch wenn keine Cancerogenität in der Literatur erwähnt wird (Rubin, 1997).

5.12. SCHLUSSFOLGERUNG:

Vergleicht man Titanminiplatten mit resorbierbare Platten die mit monokortikalen Schrauben fixiert wurden, lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Resorbierbare Unterkieferosteosynthesen mit nur einer 2.0mm starken Platte pro Seite sind nicht stabil genug, um eine Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont sicher zu fixieren. Die hohe Last, aufgebracht durch die Kaukraft, die als Biegebeanspruchung auf eine ungünstige Plattenposition speziell nach großen Verlagerungen trifft, lässt eine ausreichende Stabilität nicht zu.
2. Sowohl mit Titanminiplatten als auch mit resorbierbaren Platten und Schrauben erreicht man eine höhere Stabilität bei maxillärer Impaktion, mandibulärer Clockwise Rotation und bimaxillären horizontalen Rückverlagerungen.
3. P(L/DL)LA Platten sind generell weniger stabil als PLGA Platten, was sich in einer höheren Häufigkeit und einer größeren Dimension eines Rezidivs widerspiegelt. P(L/DL)LA Platten sind weniger stabil als PLGA bei kompressiven Rezidivkräften and haben eine höhere Wahrscheinlichkeit eines okklusalen Rezidivs. Daraus ergibt sich, das knöcherne Rezidive nicht allein von den Elastiks abgefangen werden können.
4. Resorbierbare Platten und Schrauben lassen vermutlich postoperativ eine leichtere okklusale Einstellung und eine leichtere Einstellung der Kiefergelenke in die Fossa Artikularis zu.
5. Im Oberkiefer traten die größten postoperativen Segmentbewegungen innerhalb des ersten postoperativen Jahres ein, die 4-jahres Ergebnisse waren stabil.

Vergleicht man resorbierbare Plattensysteme mit Standard Titanminiplatten und Schrauben, werden die folgenden klinischen Konsequenzen ersichtlich:

1. Wenn die Rezidivkräfte kompressiv wirken und die Knochensegmente mit direktem Kontakt verschraubt werden können, d.h. ohne zentrale Lücke, bieten die getesteten resorbierbaren Plattensysteme eine gleichgute Stabilität wie Titanminiplatten in der Fixierung beider Kiefer. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Rezidivkräfte von den Knochenfragmenten selber aufgenommen werden und nicht allein vom Osteosynthesystem getragen werden müssen.
2. Resorbierbare Platten und Schrauben können in der Dysgnathiechirurgie bei kleineren Bewegungen mit einer zentralen Lücke benutzt werden, ohne daß ein erhöhtes Rezidiv zu erwarten wäre.
3. Resorbierbare Platten und Schrauben können bei großen dysgnathiechirurgischen Segmentbewegungen im Oberkiefer zum Einsatz kommen. Der Unterkiefer sollte stets mit zwei Platten pro Seite verschraubt werden, damit eine sichere Stabilisierung besteht. Zusätzlich sollte ein längerer Zeitraum der geführten Okklusion eingeplant werden.
4. PLGA Platten zeigten eine höhere Stabilität und sollten deshalb im Unterkiefer bei großen Segmentbewegungen P(L/DL)LA-Platten vorgezogen werden.
P(L/DL)LA-Platten wiesen eine 13% Misserfolgsrate durch Plattenfrakturen bei großen Segmentbewegungen, systemischen Erkrankungen und Patienten mit syndromalen Erkrankungen auf. Diese konnten jedoch erfolgreich mit verlängerter postoperativ geführter Okklusion behandelt werden (Landes, 2003).

Auch wenn die Zahl der Patienten, die mit resorbierbaren Platten versorgt werden, ständig steigt und zusätzlich eine Langzeitbetrachtung dieser Patienten immer besser möglich wird, so ist es derzeit noch schwierig, die Komplikationsraten mit denen anderer Materialien zu vergleichen.

Klinische Versuche mit neuen Copolymerplatten laufen zur Zeit schon, doch waren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Arbeit noch keine Ergebnisse erschienen.

Patienten mit kongenitalen Deformitäten, lokalen oder systemischen Erkrankungen, posttraumatische Dysgnathien, Oligodontie, Amelogenesis Imperfecta, Zahnlose oder Patienten mit einer reduzierten okklusalen Abstützung waren in den wenigsten Studien eingeschlossen.

Generell müssen Studienergebnisse von Dysgnathieoperationen immer mit Vorsicht betrachtet werden, da nicht immer bekannt ist, wie dick der postoperativ eingesetzte, interokklusale Splint (durchschnittlich 1 bis 2mm dick) ist, oder ob intraoperativ eine stärkere Überkorrektur stattgefunden hat.

Anhand der Ergebnisse dieser Studie kann der prospektive Einsatz von resorbierbaren Copolymerplatten in der Dysgnathiechirurgie sowohl bei geringen als auch bei großen Umstellungen sowie bei Patienten mit congenitalen und craniofazialen Fehlbildungen, systemischen Erkrankungen oder traumatologischer Vorgeschichte generell befürwortet werden.

Resorbierbare Platten sind in der Anwendung bei schweren Dysgnathien sowie bei Knochenbewegungen über 8mm gut praktikabel, sollten aber in Zukunft noch weiter untersucht werden. Ein zuverlässiges System von PLGA und P(L/DL)LA zur noch zuverlässigeren Fixierung, aber bei geringerem Plattenvolumen, das zusätzlich komplett aus vollständig degradierbarem, amorphen Polylactid besteht, könnte bei resorbierbaren Miniplatten und Zugschrauben die Zukunft sein.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Osteosynthesematerialien aus resorbierbaren Materialien finden aufgrund ihrer zunehmenden biomechanischen Stabilität eine immer höhere Akzeptanz. Die vorgelegte Untersuchung vergleicht die knöchernen und okklusale Stabilität von solchen Osteosynthesystemen aus resorbierbaren Materialien im Vergleich mit konventionellen Titanminiplatten in der orthognathen Chirurgie. Untersucht wurden 100 Patienten in einem Nachsorgezeitraum von bis zu 4 Jahren. Die Beurteilung erfolgte klinisch und röntgenologisch anhand von Fernröntgen-Seiten-Aufnahmen.

In die Studie gingen ein fünfzig Patienten, die mit resorbierbaren Platten versorgt worden waren, 16 davon mit Polylactid-Polyglycolid Copolymer Platten und 34 Patienten mit 70:30 Poly-L/DL-Lactid Copolymer Platten; fünfzig weitere Patienten, versorgt mit einem Titanminiplattensystem wurden als Kontrollgruppe gewertet.

Zunächst konnte gezeigt werden, dass die Gruppen zueinander homogen waren, es unterschieden sich die effektiven intraoperativen Bewegungen von Studien und Kontrollgruppe statistisch nicht signifikant, gleiches galt im Vergleich der resorbierbaren Platten untereinander.

Bei der Datenauswertung konnte nachgewiesen werden, dass die absolute und relative Instabilität weder zwischen den Studiengruppen noch der Kontrollgruppe noch zwischen den resorbierbaren Plattensystemen untereinander signifikant unterschiedlich war. Die postoperative 1-Jahres Stabilität unterschied sich dabei ebenfalls nicht signifikant von der 4-Jahres Stabilität.

Alle untersuchten Osteosynthesysteme zeigten im Oberkiefer eine höhere Stabilität als im Unterkiefer und gleichzeitig eine größere Stabilität in der anterior-posterioren Richtung als in der inferior-superioren Richtung. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen der klinischen Stabilität von PLGA oder P(L/DL)LA-Miniplatten gefunden.

Allerdings konnte auch belegt werden, dass der Einsatz resorbierbarer Unterkieferosteosynthesen eine sehr gute Compliance des Patienten bezüglich geführter Okklusion und Nachsorge voraussetzte.

Als nachteilig bei den resorbierbaren Systemen konnte sowohl für den Oberkiefer als auch für den Unterkiefer eine leicht erhöhte Mobilität bis zu 6 Wochen nach der Operation festgestellt werden, die jedoch in keinem Fall das operative Ergebnis beeinflusste. Vielmehr ermöglichten resorbierbare Osteosynthesen eine bessere postoperative okklusale Einstellung.

Weiteren Nachteil der resorbierbaren Osteosynthesysteme bedeuten die hohen Kosten, die heute noch weit über denen von Titanminiplatten liegen.

Zukünftige Entwicklungen gehen dahin, das Plattendesign weiter zu optimieren, wie z.B. neuartige pinbasierte Fixationssysteme einzusetzen, wie sie in der Extremitätenchirurgie teils bereits benutzt werden.

Fernziel für die Zukunft ist die Entwicklung eines resorbierbaren Osteosynthesystems, das sich bei geringen Herstellungskosten und miniaturisiertem Plattendesign auch minimalinvasiv einbringen lässt.

7. SUMMARY

Resorbable materials for osteosynthesis gain more and more acceptance through their rising biomechanical stability. This clinical study compares the osseous and occlusal stability of resorbable osteosynthesis systems to titanium miniplates in orthognatic surgery. The study examines 100 patients in a 1 to 4 year clinical and radiological follow-up. The analysis was done on lateral cephalograms.

The study contains fifty patients treated with resorbable osteosynthesis, 16 of them with polylactide-polyglycolide copolymer plates and 34 patients with 70:30 poly-L/DL-lactide copolymer plates; 50 patients were treated with titanium miniplates, they were counted as the controlgroup.

It has been shown, that both study groups were homogenius, the effective intraoperative movement between study- and controlgroup was nonsignificantly different. The same result was shown between the resorbable plate systems.

The absolute and relative instability was nonsignificant weather between study and control group nor between the resorbable plating systems. The postoperative 1 year stability was nonsignificantly different from the 4 year stability in study- and controlgroup.

Both systems showed more stability in the maxilla and more in the anterior-posterior direction than in the superior-inferior direction.

Furthermore, there were no significant differences found in the clinical stability between PLGA and P(L/DL)LA miniplates.

In the mandible, the resorbable osteosynthesis systems request a high complience of the patients for guided occlusion and recall.

In the maxilla as well as the mandible, the resorbables plates show slight mobility postoperative for up to 6 weeks, which did not negatively influence the outcome of the study but yield faster occlusal and potencilly condylar settling in the mandible.

Another disadvantage of the resorbable systems are the costs, that are, at present, above the costs of titanium plates.

Further inventions will try to optimize the plate design, like new pinbased fixationsystems, that are already used in handsurgery.

The goal for the far future will be the invention of a resorbable osteosynthesis system, that, by low manufacturing costs and minimalized design, allows a minimalinvasive use.

8. TABELLEN

Tabelle 1: Oberkiefer: Studienkollektiv nach Osteosynthesematerial sortiert,
geordnet nach Operationsdatum.

patient number	operative procedure	polymer material	brand	horizontal A-point-Nasion	horizontal postop instability	absolute instability	relative instability [%]	horizontal PNS-Nasion	horizontal postop instability	absolute instability	relative instability [%]	vertical ANS-Nasion	vertical postop instability	absolute instability	relative instability [%]	vertical PNS-Nasion	vertical postop instability	absolute instability	relative instability [%]	follow-up
1	LFIO	BSSO	82:18 PLGA 2.0mm LactoSorb	4,7	0,9	0,9	19	2,9	1,1	1,1	38	8,1	0,1	0,1	1	-0,3	0,2	0,2	-74	63
2	LFIO	BSSO		3,4	1,7	1,7	50	0,3	-1,0	1,0	-333	2,0	1,8	1,8	87	-1,8	2,8	2,8	-156	63
3	LFIO	BSSO		-0,8	-2,8	2,8	361	-0,5	-1,3	1,3	287	5,7	1,2	1,2	20	-0,4	6,6	6,6	-1540	62
4	LFIO	BSSO		-4,4	-3,9	3,9	88	-4,0	0,2	0,2	-5	0,5	5,7	5,7	1035	-0,4	-3,2	3,2	900	13
5	LFIO	BSSO	85:15 PGLA 2.0mm PolyMax Rapid	0,8	-4,8	4,8	-608	6,3	-10,4	10,4	-165	9,3	-3,0	3,0	-32	4,7	-6,7	6,7	-143	11
6	LFIO	BSSO		2,2	-4,5	4,5	-201	0,4	-5,9	5,9	-1650	12,5	-0,8	0,8	-7	5,3	-3,7	3,7	-70	10
7	LFIO	BSSO		-7,4	0,0	0,0	1	0,3	1,4	1,4	458	-1,1	-0,1	0,1	12	-4,6	-0,6	0,6	12	11
8	LFIO	BSSO		-3,4	0,8	0,8	-24	4,3	-1,0	1,0	-24	-2,9	0,7	0,7	-25	-6,1	0,5	0,5	-9	11
9	LFIO	BSSO		0,1	0,1	0,1	122	3,0	-1,7	1,7	-55	-0,2	0,2	0,2	-95	-0,7	0,9	0,9	-127	11
10	LFIO	BSSO		2,2	3,8	3,8	176	3,0	2,7	2,7	91	1,3	0,8	0,8	61	-2,3	0,1	0,1	-5	8
11	LFIO	BSSO		1,7	-0,2	0,2	-13	1,7	-1,0	1,0	-61	-0,5	-0,6	0,6	133	-1,8	-0,6	0,6	33	8
12	LFIO	BSSO		-4,2	-0,2	0,2	5	-5,6	1,7	1,7	-30	5,8	-0,6	0,6	-11	4,5	0,1	0,1	2	7
13	LFIO	BSSO		-4,4	-5,0	5,0	112	-3,1	0,4	0,4	-13	5,0	-3,3	3,3	-67	-0,4	0,3	0,3	-79	7
14	LFIO	BSSO		1,6	1,2	1,2	73	-4,3	0,5	0,5	-11	1,1	-1,9	1,9	-177	6,2	-2,1	2,1	-33	7
15	LFIO	BSSO	3,6	1,0	1,0	29	5,1	-0,3	0,3	-6	-1,8	1,8	1,8	-102	-4,4	-1,1	1,1	24	14	
16	LFIO	BSSO	4,0	0,8	0,8	19	2,3	-1,4	1,4	-62	5,3	0,5	0,5	10	-0,8	1,3	1,3	-172	6	
17	LFIO	BSSO	3,5	-0,5	0,5	-14	4,0	-0,9	0,9	-23	3,2	-0,2	0,2	-6	2,2	-1,2	1,2	-55	6	
18	LFIO	BSSO	0,5	-1,2	1,2	-242	1,8	-4,7	4,7	-255	-1,0	-3,8	3,8	362	-1,0	-2,5	2,5	263	56	
19	LFIO	BSSO	70:30 P(L/DL)LA 2.0mm MacroSorb	8,7	-6,2	6,2	-71	17,4	-8,3	8,3	-48	-6,9	6,5	6,5	-94	-14,9	4,0	4,0	-27	56
20	LFIO	BSSO		-2,0	-3,4	3,4	165	5,9	-1,8	1,8	-30	-2,0	0,3	0,3	-16	-8,1	0,0	0,0	1	52
21	LFIO	BSSO		-7,1	1,3	1,3	-18	3,0	0,3	0,3	8	-0,8	1,6	1,6	-194	-4,3	1,3	1,3	-31	50
22	LFIO	BSSO		-0,3	-0,8	0,8	263	-1,2	5,1	5,1	-425	13,2	-12,4	12,4	-94	8,8	-8,8	8,8	-100	46
23	LFIO	BSSO		-2,9	1,0	1,0	-33	-2,5	2,4	2,4	-97	4,8	-1,0	1,0	-22	2,2	-2,3	2,3	-104	44
24	LFIO	BSSO		-0,4	-5,7	5,7	1350	-2,4	-1,9	1,9	79	-1,5	2,7	2,7	-183	0,3	1,0	1,0	337	42
25	LFIO	BSSO		3,7	-2,8	2,8	-77	3,3	1,3	1,3	37	8,1	-0,6	0,6	-8	5,0	-1,5	1,5	-31	42
26	LFIO	BSSO		-1,5	0,6	0,6	-43	-5,0	-1,3	1,3	27	11,8	-6,0	6,0	-51	8,4	-0,7	0,7	-8	38
27	LFIO	BSSO		-4,3	1,5	1,5	-35	4,6	-5,6	5,6	-122	6,8	5,9	5,9	86	-5,2	9,4	9,4	-180	38
28	LFIO	BSSO		1,6	4,8	4,8	302	2,1	4,0	4,0	186	0,9	-5,5	5,5	-640	-5,2	-2,0	2,0	39	38
29	LFIO	BSSO	0,8	4,0	4,0	489	2,9	-0,6	0,6	-21	0,8	2,5	2,5	336	-1,8	5,4	5,4	-300	37	
30	LFIO	BSSO	5,6	-2,9	2,9	-51	-2,9	-0,2	0,2	7	1,7	-7,4	7,4	-435	4,2	-4,2	4,2	-100	36	
31	LFIO	BSSO	-0,1	-2,3	2,3	2100	1,5	4,3	4,3	287	2,9	-2,1	2,1	-74	-2,8	-3,7	3,7	132	36	
32	LFIO	BSSO	1,8	1,5	1,5	84	-0,2	1,7	1,7	-850	-0,9	-3,7	3,7	401	-2,3	-1,8	1,8	78	35	
33	LFIO	BSSO	4,6	1,2	1,2	26	5,0	0,5	0,5	10	3,8	-0,2	0,2	-5	2,7	0,1	0,1	4	35	
34	LFIO	BSSO	1,5	-1,1	1,1	-73	0,4	-0,7	0,7	-175	-2,4	3,0	3,0	-124	-3,2	6,1	6,1	-192	34	
35	LFIO	BSSO	5,0	-4,0	4,0	-81	0,5	1,3	1,3	274	-0,8	0,5	0,5	-64	7,9	-6,8	6,8	-86	26	
36	LFIO	BSSO	-1,6	0,7	0,7	-46	17,6	-2,6	2,6	-15	0,5	-4,7	4,7	-869	-6,6	2,9	2,9	-44	25	
37	LFIO	BSSO	-2,1	1,2	1,2	-56	-0,2	-0,1	0,1	56	5,0	-0,8	0,8	-16	-1,4	-1,1	1,1	78	25	
38	LFIO	BSSO	5,8	-1,6	1,6	-28	-1,7	6,3	6,3	-371	2,2	-6,1	6,1	-281	3,5	-6,6	6,6	-189	24	
39	LFIO	BSSO	0,9	1,1	1,1	119	-6,1	-1,4	1,4	24	-2,1	0,1	0,1	-4	0,0	0,1	0,1	325	23	
40	LFIO	BSSO	1,7	-3,6	3,6	-209	1,6	2,5	2,5	160	-1,5	0,4	0,4	-24	-4,7	0,3	0,3	-7	22	
41	LFIO	BSSO	-12,2	5,7	5,7	-46	-0,1	1,8	1,8	-1800	-2,4	-2,4	2,4	99	-13,0	3,8	3,8	-29	22	
42	LFIO	BSSO	6,0	-0,6	0,6	-10	5,5	-1,2	1,2	-22	4,1	-0,3	0,3	-7	2,3	-0,9	0,9	-39	19	
43	LFIO	BSSO	2,0	-0,8	0,8	-39	2,4	-1,5	1,5	-62	-1,0	0,2	0,2	-19	0,6	-1,3	1,3	-211	19	
44	LFIO	BSSO	1,2	0,4	0,4	30	-2,6	-0,5	0,5	20	8,1	-2,6	2,6	-33	4,8	-0,2	0,2	-5	18	
45	LFIO	BSSO	2,6	2,3	2,3	90	4,4	-1,4	1,4	-32	-1,1	-0,8	0,8	72	-5,7	4,0	4,0	-70	17	
46	LFIO	BSSO	-0,8	-4,4	4,4	569	4,5	-4,2	4,2	-94	-1,2	1,4	1,4	-118	-7,0	-1,1	1,1	15	16	
47	LFIO	BSSO	-1,4	0,1	0,1	-10	1,7	2,2	2,2	127	2,6	0,7	0,7	28	5,9	-1,8	1,8	-30	13	
48	LFIO	BSSO	0,4	0,9	0,9	228	-1,6	1,1	1,1	-65	7,8	-5,0	5,0	-63	2,9	-2,3	2,3	-78	6	

Tabelle 2: Oberkiefer: Kontrollkollektiv geordnet nach Operationsdatum

patient number	operative procedures	plate system	brand	horizontal A-point-Nasion				horizontal PNS-Nasion				vertical ANS-Nasion				follow-up				
				horizontal postop instability	absolute instability	relative instability [%]	horizontal postop instability	absolute instability	relative instability [%]	vertical postop instability	absolute instability	relative instability [%]	vertical postop instability	absolute instability	relative instability [%]					
1	LFIO	BSSO		7,3	-4,7	4,7	-64	2,2	-1,4	1,4	-64	0,8	-0,5	0,5	-60	4,3	-3,4	3,4	-79	72
2	LFIO			3,4	1,8	1,8	52	-3,5	0,6	0,6	-17	-2,6	-0,4	0,4	14	3,2	-2,5	2,5	-79	61
3	LFIO	BSSO		-5,1	-4,2	4,2	82	-2,8	0,1	0,1	-3	-8,5	1,3	1,3	-15	-3,9	0,3	0,3	-6	113
4	LFIO	BSSO		5,7	0,9	0,9	16	-1,4	1,8	1,8	-131	4,5	2,6	2,6	58	-1,4	1,8	1,8	-131	78
5	LFIO			6,0	-1,3	1,3	-22	6,4	3,4	3,4	53	4,0	0,1	0,1	2	-1,5	1,8	1,8	-120	24
6	LFIO			7,9	-0,5	0,5	-7	13,6	-1,8	1,8	-13	-6,4	0,1	0,1	-1	-8,3	1,1	1,1	-13	102
7	LFIO	BSSO		3,9	0,9	0,9	22	0,0	0,0	0,0	300	-1,5	-0,7	0,7	46	0,0	0,3	0,3	900	40
8	LFIO	BSSO		0,4	2,6	2,6	754	-0,6	3,8	3,8	-633	0,7	-4,9	4,9	-728	0,2	-6,8	6,8	-3400	12
9	LFIO			2,8	-2,1	2,1	-74	11,3	-9,9	9,9	-88	-1,0	-5,1	5,1	525	-4,0	0,5	0,5	-13	9
10	LFIO	BSSO		-0,3	2,6	2,6	-988	-0,8	1,4	1,4	-164	-3,1	0,9	0,9	-28	-3,4	0,4	0,4	-13	17
11	LFIO			4,5	0,7	0,7	15	2,2	-0,5	0,5	-24	-4,0	-0,8	0,8	20	1,2	0,2	0,2	14	63
12	LFIO	BSSO		6,4	-3,4	3,4	-52	-1,2	1,2	1,2	-101	1,5	-0,9	0,9	-57	1,4	-0,7	0,7	-51	39
13	LFIO	BSSO		4,3	-2,6	2,6	-60	7,2	-2,3	2,3	-32	2,2	3,4	3,4	157	-0,2	0,2	0,2	86	48
14	LFIO	BSSO		-1,4	-1,0	1,0	75	-4,4	-1,9	1,9	43	-0,3	0,6	0,6	-207	-8,0	0,5	0,5	-6	22
15	LFIO	BSSO		4,5	0,6	0,6	13	3,9	3,1	3,1	79	0,7	-3,8	3,8	-570	2,4	-4,4	4,4	-183	34
16	LFIO			5,1	-2,3	2,3	-44	-0,2	-2,3	2,3	967	2,2	0,6	0,6	27	4,5	-3,7	3,7	-84	88
17	LFIO	BSSO		3,7	0,9	0,9	24	2,6	0,5	0,5	20	-8,3	4,5	4,5	-55	-2,8	-0,3	0,3	9	62
18	LFIO			-1,4	-0,3	0,3	23	3,5	6,4	6,4	183	-2,3	0,5	0,5	-20	0,8	0,3	0,3	37	17
19	LFIO	BSSO		-0,7	-2,4	2,4	354	7,2	-8,4	8,4	-117	-4,6	3,8	3,8	-83	-5,4	6,8	6,8	-126	9
20	LFIO			5,1	-0,3	0,3	-6	4,5	-0,4	0,4	-9	5,1	-1,2	1,2	-24	4,5	-0,9	0,9	-20	26
21	LFIO	BSSO		9,1	0,7	0,7	8	5,4	0,1	0,1	2	-1,4	2,1	2,1	-151	2,0	0,9	0,9	45	9
22	LFIO			4,3	-1,5	1,5	-35	-3,9	0,8	0,8	-21	0,7	0,1	0,1	15	0,9	0,1	0,1	9	18
23	LFIO	BSSO		6,4	-5,2	5,2	-82	-2,2	3,2	3,2	-151	-1,1	0,7	0,7	-62	-1,5	1,3	1,3	-82	16
24	LFIO	BSSO		3,9	-5,4	5,4	-137	-3,7	1,6	1,6	-43	-6,0	-3,3	3,3	55	-5,8	-2,2	2,2	38	13
25	LFIO			7,1	-0,2	0,2	-3	0,8	-3,0	3,0	-385	1,6	1,8	1,8	115	7,2	2,2	2,2	30	80
26	LFIO	BSSO		0,7	3,7	3,7	527	2,2	-1,5	1,5	-68	1,4	-1,4	1,4	-102	0,1	0,8	0,8	800	18
27	LFIO			2,3	-0,3	0,3	-13	-1,7	-1,3	1,3	79	2,1	-1,5	1,5	-69	1,6	-1,5	1,5	-91	73
28	LFIO	BSSO		11,6	3,8	3,8	32	3,2	-4,1	4,1	-126	-4,9	4,0	4,0	-83	2,3	8,4	8,4	374	8
29	LFIO			12,8	-3,9	3,9	-30	-4,8	2,2	2,2	-46	-0,3	0,3	0,3	-100	-0,5	3,7	3,7	-702	11
30	LFIO	BSSO		2,6	-1,0	1,0	-39	2,6	-0,8	0,8	-32	3,0	0,8	0,8	26	-1,6	0,1	0,1	-9	57
31	LFIO	BSSO		11,2	-2,5	2,5	-22	7,1	-1,8	1,8	-25	0,4	5,5	5,5	1455	3,1	-8,3	8,3	-269	27
32	LFIO			-4,2	3,1	3,1	-74	-3,0	-4,3	4,3	143	-3,4	4,9	4,9	-141	-6,0	6,3	6,3	-105	11
33	LFIO	BSSO		5,5	1,1	1,1	20	-0,8	0,9	0,9	-110	0,9	0,4	0,4	43	2,2	0,5	0,5	23	61
34	LFIO	BSSO		3,5	0,2	0,2	5	7,2	-4,7	4,7	-66	-2,2	1,3	1,3	-60	-2,1	3,6	3,6	-174	63
35	LFIO	BSSO		1,1	-5,7	5,7	-515	10,9	-15,3	15,3	-140	20,8	-14,6	14,6	-70	0,5	-2,7	2,7	-540	6
36	LFIO	BSSO		-1,3	1,4	1,4	-109	-6,8	0,9	0,9	-13	-1,4	-0,8	0,8	58	4,0	-1,8	1,8	-44	59
37	LFIO			7,9	-1,5	1,5	-19	7,9	-2,8	2,8	-36	1,6	-4,3	4,3	-266	-1,3	-1,8	1,8	137	54
38	LFIO	BSSO		4,4	-1,2	1,2	-27	4,8	-0,9	0,9	-19	5,0	0,5	0,5	10	4,5	0,9	0,9	20	48
39	LFIO	BSSO		1,1	-1,1	1,1	-95	-1,6	-1,6	1,6	99	-0,2	1,6	1,6	-771	0,9	0,0	0,0	1	57
40	LFIO	BSSO		8,0	-6,2	6,2	-78	-4,4	4,0	4,0	-91	-0,3	11,0	11,0	-3333	-4,4	-1,4	1,4	32	12
41	LFIO	BSSO		-2,5	5,3	5,3	-209	0,5	-2,3	2,3	-460	-2,2	2,3	2,3	-106	-3,6	7,7	7,7	-214	23
42	LFIO	BSSO		-0,1	0,2	0,2	-146	-0,7	-1,8	1,8	261	4,4	2,3	2,3	53	3,3	2,5	2,5	76	19
43	LFIO	BSSO		15,9	-3,9	3,9	-25	1,8	-3,1	3,1	-172	2,1	2,3	2,3	109	2,7	2,9	2,9	107	13
44	LFIO	BSSO		7,4	-6,6	6,6	-89	6,0	-3,5	3,5	-58	-3,0	-4,8	4,8	159	-2,8	-14,2	14,2	507	7
45	LFIO	BSSO		3,9	1,9	1,9	49	0,5	0,0	0,0	6	-1,5	-0,7	0,7	46	0,0	0,3	0,3	900	7
46	LFIO	BSSO		4,5	1,2	1,2	27	5,1	0,3	0,3	6	3,3	-0,2	0,2	-6	2,8	-0,5	0,5	-18	6

Tabelle 3: Unterkiefer: Studienkollektiv nach Osteosynthesematerial
sortiert, geordnet nach Operationsdatum

patient number	operative procedure	polymer material	brand	horizontal B-point-Nasion	horizontal postop instability	absolute stability	relative instability [%]	horizontal Pogonion-Nasion	horizontal postop instability	absolute stability	relative instability [%]	angular Articulare-Gonion-Gnathion	angular postop instability	absolute stability	relative instability [%]	follow-up
1	BSSO LFIO	82:18 PLGA	2.0mm Lactosorb	-1,9	0,5	0,5	-27	1,4	-0,7	0,7	-50	0,3	0,4	0,4	156	60
2	BSSO LFIO			-5,9	-12,9	12,9	218	-9,1	-19,0	19,0	210	2,6	9,0	9,0	354	10
3	BSSO LFIO			-25,2	-4,3	4,3	17	-30,4	-4,6	4,6	15	-3,6	12,1	12,1	-338	7
4	BSSO LFIO			-13,5	-7,5	7,5	56	-17,2	-9,8	9,8	57	9,7	-1,6	1,6	-17	10
5	BSSO LFIO			-3,2	-0,5	0,5	15	-6,5	-0,4	0,4	6	7,6	-2,2	2,2	-28	11
6	BSSO LFIO			-4,8	1,0	1,0	-21	-13,5	1,8	1,8	-13	3,3	-2,6	2,6	-78	10
7	BSSO LFIO	85:15 PGLA		-10,4	-0,3	0,3	3	-12,0	-1,2	1,2	10	0,7	1,5	1,5	225	9
8	BSSO LFIO			-14,7	4,7	4,7	-32	-18,7	5,9	5,9	-31	-4,0	4,4	4,4	-110	5
9	BSSO LFIO			-1,5	-1,2	1,2	84	-2,2	-2,5	2,5	114	11,0	-1,0	1,0	-9	8
10	BSSO LFIO			3,8	-2,2	2,2	-58	11,4	0,9	0,9	8	4,5	-0,2	0,2	-4	7
11	BSSO LFIO			-8,4	-0,2	0,2	2	-8,5	-2,5	2,5	30	14,5	14,7	14,7	101	6
12	BSSO LFIO			10,7	0,3	0,3	3	14,6	-1,3	1,3	-9	-7,4	1,3	1,3	-17	7
13	BSSO LFIO			-15,3	0,6	0,6	-4	-19,0	0,1	0,1	0	-7,1	2,9	2,9	-41	6
14	BSSO LFIO			-4,8	1,0	1,0	-21	-3,6	0,8	0,8	-22	8,0	4,0	4,0	50	6
15	BSSO LFIO			27,6	-26,8	26,8	-97	2,0	-6,1	6,1	-305	1,7	5,0	5,0	294	48
16	BSSO LFIO			-1,8	-3,2	3,2	178	-1,1	-5,3	5,3	501	4,4	-3,2	3,2	-72	51
17	BSSO LFIO			-23,4	2,8	2,8	-12	-32,0	5,2	5,2	-16	5,4	-0,9	0,9	-17	50
18	BSSO LFIO			-8,4	-0,2	0,2	2	-8,5	-2,5	2,5	30	14,5	14,7	14,7	101	38
19	BSSO			5,2	-1,2	1,2	-23	4,1	-1,3	1,3	-33	7,4	-3,1	3,1	-42	11
20	BSSO LFIO			-13,2	-2,1	2,1	16	-27,4	-2,3	2,3	9	21,2	-2,5	2,5	-12	39
21	BSSO			0,2	8,5	8,5	3674	-0,6	11,3	11,3	-1953	5,0	9,4	9,4	186	7
22	BSSO LFIO			-8,3	11,3	11,3	-135	6,7	-9,6	9,6	-143	-11,1	8,1	8,1	-73	36
23	BSSO LFIO			-11,9	5,0	5,0	-42	-15,8	5,5	5,5	-35	13,7	-7,0	7,0	-51	38
24	BSSO LFIO			-1,5	5,8	5,8	-400	-4,0	5,4	5,4	-135	8,4	8,6	8,6	102	30
25	BSSO LFIO			1,2	3,3	3,3	281	-1,3	4,4	4,4	-354	19,0	10,3	10,3	54	17
26	BSSO LFIO			-4,1	1,8	1,8	-42	-5,5	1,5	1,5	-28	-7,8	10,7	10,7	-138	15
27	BSSO LFIO			-0,6	-3,6	3,6	651	-2,0	-2,9	2,9	142	2,8	-6,8	6,8	-238	9
28	BSSO LFIO			-18,0	-2,0	2,0	11	-17,0	-1,0	1,0	6	10,0	5,0	5,0	50	6
29	BSSO LFIO			-7,8	-0,3	0,3	4	-10,5	-1,8	1,8	17	-0,2	-15,0	15,0	9993	7
30	BSSO LFIO			4,7	-7,0	7,0	-151	4,4	-9,6	9,6	-217	5,4	-0,2	0,2	-4	24
31	BSSO LFIO	70:30 P(L/DL)LA		-2,4	5,8	5,8	-244	-7,0	5,7	5,7	-81	16,9	2,2	2,2	13	8
32	BSSO LFIO			-14,4	-1,3	1,3	9	-16,4	-2,1	2,1	13	5,6	-2,0	2,0	-35	24
33	BSSO LFIO			3,5	-1,8	1,8	-52	2,2	-2,6	2,6	-120	10,0	10,5	10,5	104	12
34	BSSO LFIO			-3,7	0,8	0,8	-23	-6,3	1,9	1,9	-30	2,1	-0,5	0,5	-24	20
35	BSSO LFIO			2,2	-6,9	6,9	-312	0,8	4,6	4,6	578	23,8	5,2	5,2	22	12
36	BSSO LFIO			-12,5	6,2	6,2	-50	-14,4	8,5	8,5	-59	-0,8	2,9	2,9	-365	8
37	BSSO LFIO			-6,2	-1,0	1,0	16	-6,1	-0,5	0,5	8	5,0	2,3	2,3	46	18
38	BSSO LFIO			-10,5	4,9	4,9	-46	-10,6	4,9	4,9	-46	-0,9	5,5	5,5	-646	9
39	BSSO LFIO			-12,7	3,2	3,2	-25	-14,4	4,2	4,2	-29	-5,2	9,9	9,9	-189	11
40	BSSO LFIO			2,4	2,6	2,6	111	0,8	1,2	1,2	157	9,3	3,1	3,1	33	6
41	BSSO LFIO			8,7	-8,86	8,9	-102	7,28	-10,6	10,6	-145	39,6	7,35	7,3	19	9
42	BSSO LFIO			-9,2	-1,7	1,7	18	-10,3	-1,3	1,3	12	-7,3	-0,7	0,7	9	6

Tabelle 4: Unterkiefer: Kontrollkollektiv geordnet nach Operationsdatum

patient number	operative movements	plate system	brand	horizontal B-point-	horizontal postop	absolute stability	relative instability [%]	horizontal Pogonion-	horizontal postop	absolute stability	relative instability [%]	angular Articulare-	angular postop instability	absolute stability	relative instability [%]	follow-up
				Nasion	instability			Nasion	instability		Gonion-Gnathion					
1	BSSO/GP	LFIO		-2,1	1,8	1,8	-87	-6,5	3,1	3,1	-47	9,3	-0,9	0,9	-10	113
2	BSSO/GP	LFIO		7,1	-6,0	6,0	-84	0,5	-5,7	5,7	-1183	20,4	21,1	21,1	103	12
3	BSSO	LFIO		5,3	-0,3	0,3	-5	7,9	-1,2	1,2	-15	1,2	-3,4	3,4	-283	17
4	BSSO	LFIO		8,3	-3,3	3,3	-40	8,5	-1,0	1,0	-12	-1,2	2,6	2,6	-218	34
5	BSSO	LFIO		-9,7	0,4	0,4	-4	-11,4	0,2	0,2	-1	-2,4	-0,7	0,7	29	34
6	BSSO	LFIO		-4,2	-3,3	3,3	78	-5,0	-4,0	4,0	80	7,9	0,1	0,1	1	62
7	BSSO	LFIO		-9,9	0,0	0,0	0	-9,6	-0,6	0,6	7	3,2	17,8	17,8	550	9
8	BSSO	LFIO		7,0	-1,2	1,2	-17	-7,9	1,8	1,8	-22	1,0	12,6	12,6	1209	9
9	BSSO	LFIO		2,2	-6,4	6,4	-298	-1,7	8,1	8,1	-474	9,6	36,0	36,0	374	16
10	BSSO	LFIO		-4,3	-1,1	1,1	26	-5,2	-0,9	0,9	17	5,2	1,5	1,5	29	24
11	BSSO	LFIO		7,2	-2,1	2,1	-29	7,1	-1,2	1,2	-17	10,8	-21,7	21,7	-200	13
12	BSSO	LFIO		5,2	-5,1	5,1	-98	5,1	-5,9	5,9	-115	2,7	1,8	1,8	67	18
13	BSSO	LFIO		0,8	-0,5	0,5	-60	1,6	-3,5	3,5	-221	11,5	0,3	0,3	3	57
14	BSSO	LFIO		1,4	-5,0	5,0	-352	0,9	-2,5	2,5	-295	-23,0	-4,3	4,3	19	27
15	BSSO	LFIO		-3,7	0,3	0,3	-8	-8,3	0,2	0,2	-3	-4,9	1,0	1,0	-20	61
16	BSSO/GP	LFIO		-8,0	1,9	1,9	-24	-15,0	0,8	0,8	-5	11,2	-5,4	5,4	-48	63
17	BSSO/GP	LFIO		-11,8	-2,4	2,4	20	18,7	-0,9	0,9	-5	26,6	-7,95	7,9	-30	6
18	BSSO			-3,58	7,02	7,0	-196	-3,43	10,5	10,5	-305	-5,4	19,5	19,5	-361	8
19	BSSO	LFIO		0,2	1,2	1,2	530	4,0	0,3	0,3	6	-7,9	2,9	2,9	-36	59
20	BSSO/GP	LFIO		6,2	1,2	1,2	19	5,8	0,5	0,5	9	3,6	2,1	2,1	58	48
21	BSSO	LFIO		7,9	-0,7	0,7	-9	7,4	-2,2	2,2	-30	8,0	-1,1	1,1	-13	57
22	BSSO	LFIO		-2,7	-5,4	5,4	199	-3,0	-6,4	6,4	213	-13,4	-1,1	1,1	8	12
23	BSSO	LFIO		0,9	5,4	5,4	616	1,5	6,8	6,8	468	-4,3	3,0	3,0	-68	23
24	BSSO			1,5	-3,8	3,8	-255	1,9	-4,5	4,5	-239	3,1	-2,1	2,1	-68	19
25	BSSO/GP	LFIO		-7,0	0,9	0,9	-13	-8,8	0,7	0,7	-8	-1,9	0,6	0,6	-30	19
26	BSSO	LFIO		16,1	-3,0	3,0	-19	17,1	-2,2	2,2	-13	14,1	18,1	18,1	128	13
27	BSSO/GP	LFIO		2,2	-4,2	4,2	-192	1,9	4,1	4,1	213	6,4	-4,7	4,7	-73	7
28	BSSO			-9,1	0,3	0,3	-3	-9,5	-2,2	2,2	23	-5,6	3,1	3,1	-56	12
29	BSSO			0,4	1,4	1,4	321	-2,8	3,6	3,6	-128	9,3	-1,2	1,2	-13	10
30	BSSO	LFIO		2,8	-4,6	4,6	-165	5,6	-6,4	6,4	-113	5,4	9,3	9,3	171	7
31	BSSO	LFIO		-3,8	2,2	2,2	-58	-4,2	1,8	1,8	-43	3,9	1,2	1,2	31	6
32	BSSO	LFIO		-3,2	4,9	4,9	-155	-8,6	5,4	5,4	-62	1,7	5,3	5,3	307	22

Tabelle 5 und 6: Horizontale Werte von Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4 Jahres Nachsorgewerte und Osteosynthesematerial. Negative Instabilitäten zeigen ein Rezidiv, positive eine zusätzliche Drift.

	horizontal movement									
	A-point-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation	PNS-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation				
study group										
advancement 1 year follow-up	2,4	1,7	-0,3	1,7	2,3	3,1	1,8	-1,4	2,5	3,5
setback 1 year follow-up	-4,8	3,6	-0,9	2,5	3,5	-3,2	2,0	1,1	1,5	0,8
advancement 4 year follow-up	2,8	2,1	-0,3	2,1	2,7	3,9	4,0	-1,1	2,5	3,7
setback 4 year follow-up	-3,2	3,1	-0,8	2,2	2,8	-2,6	1,9	0,8	1,6	-1,7
advancement only PLGA	2,6	1,5	-0,2	1,8	2,7	2,8	1,9	-1,5	2,4	3,6
setback only PLGA	-4,1	2,1	-1,8	2,1	2,4	-3,5	1,9	0,3	0,8	1,1
advancement only P(L/DL)LA	3,0	2,4	-0,5	2,3	2,8	4,5	4,8	-0,9	2,6	3,8
setback only P(L/DL)LA	-2,8	3,4	-0,3	2,2	3,0	-2,2	1,8	1,1	2,0	1,6
control group										
advancement 1 year follow-up	6,1	4,3	-1,7	3,3	3,6	4,9	3,5	-2,9	4,5	5,7
setback 1 year follow-up	-1,5	1,4	1,1	2,1	2,7	-2,9	1,7	0,9	2,5	2,8
advancement 4 year follow-up	5,6	3,4	-1,1	2,3	2,7	4,8	3,5	-2,0	3,1	4,2
setback 4 year follow-up	-1,5	-1,5	1,1	2,0	1,1	-2,4	1,8	0,5	1,8	2,2

Tabelle 7 und 8: Vertikale Werte von Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4 Jahres Nachsorgewerte und zusätzlich nach Osteosynthesematerial. Negative Instabilitäten zeigen ein Rezidiv, positive eine zusätzliche Drift.

study group	vertical movement									
	ANS-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation	PNS-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation				
elongation 1 year follow-up	4,9	3,5	-1,2	2,3	2,9	3,6	2,0	-2,2	2,2	2,3
intrusion 1 year follow-up	-1,4	0,8	0,1	0,8	1,1	-4,0	3,6	0,4	1,4	1,9
elongation 4 year follow-up	5,0	3,7	-1,6	2,9	3,8	4,1	2,8	-2,5	2,6	2,8
intrusion 4 year follow-up	-1,7	1,4	0,4	1,6	2,3	-4,0	3,2	1,2	2,4	3,2
elongation only PLGA	5,0	3,6	0,0	1,7	2,4	4,6	2,6	-2,7	2,7	2,6
intrusion only PLGA	-1,3	1,1	0,4	0,7	0,9	-2,0	2,4	0,6	1,5	2,4
elongation only P(L/DL)LA	5,0	3,8	-2,7	3,8	4,3	4,0	2,9	-2,4	2,6	2,9
intrusion only P(L/DL)LA	-1,8	1,6	0,4	2,0	2,7	-5,5	3,7	1,6	3,1	3,7
control group										
elongation 1 year follow-up	4,7	6,7	-2,0	3,2	5,5	1,3	1,3	0,5	2,4	2,8
intrusion 1 year follow-up	-2,1	1,8	0,9	2,7	4,0	-3,9	2,2	0,9	3,9	4,2
elongation 4 year follow-up	3,1	4,2	-0,6	2,4	4,0	2,4	1,9	-0,3	2,1	2,2
intrusion 4 year follow-up	-2,8	2,5	0,9	2,3	3,3	-3,4	2,3	0,8	2,8	3,5

Tabelle 9 und 10: Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4 Jahres
Nachsorgewerte und zusätzlich nach Osteosynthesematerial

	horizontal movement									
	B-point-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation	Pogonion-Nasion standard deviation	mean instability	absolute instability standard deviation				
study group										
advancement 1 year follow-up	4,1	3,5	-1,3	4,6	5,7	5,0	5,1	-2,1	3,6	5,0
setback 1 year follow-up	-9,1	6,1	-0,3	2,9	4,2	-10,9	6,8	-0,4	3,7	7,7
advancement 4 year follow-up	6,5	8,1	-3,9	6,8	9,7	4,6	4,6	-2,9	4,0	5,7
setback 4 year follow-up	-9,0	6,3	0,4	3,1	4,5	-12,1	8,1	0,1	3,8	7,5
advancement only PLGA	7,3	4,9	-0,9	1,3	1,8	9,1	6,8	-0,4	1,1	5,6
setback only PLGA	-9,1	7,0	-1,6	2,9	4,6	-12,8	8,2	-2,9	4,1	4,8
advancement only P(L/DL)LA	6,2	8,4	-4,3	7,4	10,2	3,5	2,5	-4,3	5,7	6,0
setback only P(L/DL)LA	-5,5	8,7	0,0	3,9	5,1	-10,6	8,4	1,9	4,1	9,8
horizontal movement										
control group										
advancement 1 year follow-up	4,8	4,3	-2,5	3,6	3,4	6,7	6,4	-1,7	3,9	4,4
setback 1 year follow-up	-6,2	3,4	0,7	2,7	3,7	-5,9	3,0	2,0	3,8	4,8
advancement 4 year follow-up	4,8	4,1	-1,9	3,0	3,1	6,0	5,4	-1,6	3,0	3,5
setback 4 year follow-up	-5,9	3,2	0,5	2,3	3,1	-6,9	3,6	1,4	3,1	4,2

Tabelle 11 und 12: Studien- und Kontrollkollektiv unterteilt in 1 und 4
Jahres Nachsorgewerte und zusätzlich nach Osteosynthesematerial

	angular movement				
	Articulare-Gonion- Gnathion	standard deviation	mean instability	absolute instability	standard deviation
study group					
Gonial angle widening 1 year follow-up	10,0	8,7	2,5	4,3	5,3
Gonial angle narrowing 1 year follow-up	-4,4	3,0	3,4	6,5	7,7
Gonial angle widening 4 year follow-up	9,7	8,3	2,4	4,6	5,7
Gonial angle narrowing 4 year follow-up	-5,0	3,5	3,8	6,7	7,5
widening of the gonial angle only PLGA	6,2	4,7	2,2	0,7	5,6
narrowing of the Gonial angle only PLGA	-5,5	2,0	5,2	4,7	4,8
widening of the Gonial angle only P(L/DL)LA	11,0	9,1	2,7	6,0	6,0
narrowing of the Gonial angle only P(L/DL)LA	-5,4	4,3	3,1	7,2	9,8
angular movement					
control group					
Gonial angle widening 1 year follow-up	7,8	7,3	5,2	10,4	13,7
Gonial angle narrowing 1 year follow-up	-5,1	4,6	4,2	4,5	7,7
Gonial angle widening 4 year follow-up	8,0	6,3	3,6	8,0	11,9
Gonial angle narrowing 4 year follow-up	-6,3	6,3	3,8	4,9	7,6

Tabelle 13: Übersicht über Ergebnisse von Kurz- und Langzeitnachsorgen zur Stabilität von Oberkieferverlagerung, versorgt mit Drahtosteosynthese, Miniplatte mit monokortikalen Schrauben, bikortikalen Schrauben oder resorbierbaren Miniplatten.

		fixation	number of patients	bone graft	MMF (weeks)	maxillary horizontal advancement [mm]	6 weeks follow-up	6 months to 1 year follow-up	≥2<4 years follow-up	≥4 years follow-up
Carlotti and Schendel ⁴⁹	1987	wire osteofixation	22	yes	wire (7)		0.5mm/ 7%			
Hiranaka and Kelly ⁵⁰	1987	wire osteofixation	4	yes	wire (6)	3.3	0.3mm/ 9%			
Rondahl et al. ⁵¹	1988	wire osteofixation	10	yes	wire (5)	6		1mm/ 18%		
		wire and suspension	12	yes	wire (5)	6		0.6mm/ 10%		
Skoczylas et al. ⁵²	1988	wire osteofixation	15	no	wire (6)	1.5	0.15mm/ 10%			
		rigid fixation	15	no	no	4.1	0.2mm/ 5%			
Proffit et al. ⁵³	1991	wire osteofixation	21	yes	wire (6)	4.4	0.1mm/ 2%			
		wire osteofixation	16	yes	wire (6)	3.8	0.7mm/ 18%			
		rigid internal fixation	18	50% yes	no	5	n.s.			
Louis et al. ⁵⁴	1993	rigid internal fixation	20	no	no	9		0.9mm/ 10%		
Hoffman et al. ⁵⁵	1994	rigid internal fixation	15	no	elastics	6	0.03mm/0.5%	0.6mm/ 10%		
Egbert et al. ⁵⁶	1995	wire and suspension	12	yes	wire (4)	9		1.2mm/ 14%		
		rigid internal fixation	13	no	elastics (4)	9		0.4mm/ 6%		
Obwegeser ⁵⁷	1994	poly-dioxanon wires	15	no	no	3.9	0.2mm/5%			
Hoffmann and Moloney ⁵⁸	1996	rigid internal fixation	15	no	elastics (4)	9		0.6mm/ 7%		
Waite et al. ⁵⁹	1996	rigid internal fixation	22	no	no	10		1.8mm/ 18%		
Haers and Sailer ³⁸	1998	(P(L/DL)LA) plates and screws	10	yes	elastics	2.9	0.1mm/ 3%			
Kerawala et al. ⁶⁰	2001	rigid fixation	112	yes	n.s.	3.8		0.1mm/ 3%		
Arpornmaeklong et al. ⁶¹	2003	rigid internal fixation	29	no	elastics (4)	2.6			0.2mm/ 8%	
Hoffman and Brennan ⁴³	2004	rigid internal fixation	45	no	elastics (1)	7		0.7mm/ 10%		
		PLGA plates and screws	30	no	n.s.	2.3	0.03mm/ 1%			
Norholt et al. ³⁶	2004	rigid internal fixation	30	no	n.s.	2.4	0.24mm/ 10%			
		this study	2005	PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	2.4		0.3mm/ 12%
		PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	2.8				0.3mm/ 11%
	2005	PLGA only	17	no	elastics (4)	2.6		0.2mm/ 8%		
	2005	P(L/DL)LA only	31	no	elastics (4)	3		0.5mm/ 17%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	46	no	elastics (4)	6.1		1.7mm/ 28%		
		rigid internal fixation	46	no	elastics (4)	5.6				1.1mm/ 21%

Tabelle 14: Übersicht über Ergebnisse von Kurz- und Langzeitnachsorgen zur Stabilität von Oberkieferelongationen, versorgt mit Drahtosteosynthese, Miniplatte mit monokortikalen Schrauben, bikortikalen Schrauben oder resorbierbaren Miniplatten.

		fixation	number of patients	bone graft	MMF (weeks)	maxillary vertical elongation [mm]	6 weeks follow-up	6 months to 1 year follow-up	≥2<4 years follow-up	≥4 years follow-up
Proffit et al. ⁵³	1991	wire osteofixation	21	yes	wire (6)	2	1.3mm/ 65%			
		wire osteofixation	16	yes	wire (6)	2.9	2.1mm/ 72%			
Queiada et al. ⁶²	1987	wires, suspension	10	yes	wire (6)	8.9	1.1mm/ 12%			
Obwegeser ⁵⁷	1994	poly-dioxanon wires	15	no	elastics	1.2	0.6mm/ 50%			
offmann and Moloney ⁵⁸	1995	rigid internal fixation	15	no	no	1.3	0.3mm/ 23%			
Haers and Sailer ³⁸	1998	P(L/DL)LA plates and screws	10	yes	elastics	1.8	0.4mm/ 22%			
Kerawala et al. ⁶⁰	2001	rigid fixation	112	yes	n.s.	3.9		0.2mm/ 5%		
this study	2005	PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	4.9		1.2mm/ 23%		
		PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	5				1.6mm/ 31%
		PLGA only	17	no	elastics (4)	5		0mm/ 0%		
		P(L/DL)LA only	31	no	elastics (4)	5		2.7mm/ 53%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	46	no	elastics (4)	4.7		2mm/ 43%		
		rigid internal fixation	46	no	elastics (4)	3.1				0.6mm/ 18%

Tabelle 15: Übersicht über Ergebnisse von Kurz- und Langzeitnachsorgen zur Stabilität von Oberkieferimpaktionen, versorgt mit Drahtosteosynthese, Miniplatte mit monokortikalen Schrauben, bikortikalen Schrauben oder resorbierbaren Miniplatten.

		fixation	number of patients	bone graft	MMF (weeks)	maxillary vertical intrusion [mm]	6 weeks follow-up	6 months to 1 year follow-up	≥2<4 years follow-up	≥4 years follow-up
Hiranaka and Kelly ⁵⁰	1987	wire osteofixation	4		wire (6)	3.5	0.6m m/ 17%			
Skoczylas et al. ⁵²	1988	rigid internal fixation	15	no	no	2.9	0.6m m/ 21%			
		rigid internal fixation	15	no	no	2.3	0.1m m/ 4.3%			
Arpornmaeklong et al. ⁶¹	2003	rigid internal fixation	29	no	elastics (4)	4.3			0.9mm/ 21%	
Haers and Sailer ³⁸	1998	P(L/DL)LA plates and screws	10	yes	elastics	1.8	0.4m m/ 22%			
Kerawala et al. ⁶⁰	2001	rigid fixation	112	yes	n.s.	3		0mm/ 0%		
Norholt et al. ³⁶	2004	PLGA plates and screws	30	no	n.s.	2.1	0.58 mm/ 28%			
		rigid internal fixation	30	no	n.s.	2.2	0.56 mm/ 24%			
this study	2005	PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	1.4		0.1mm/ 6%		
		PLGA and P(L/DL)LA plates and screws	48	no	elastics (4)	1.7				0.4mm/ 26%
		PLGA only	17	no	elastics (4)	1.3		0.4mm/ 31%		

Tabelle 16 (Nächste Seite): Übersicht über Ergebnisse von Kurz- und Langzeitnachsorgen zur Stabilität von Unterkieferverlagerungen, versorgt mit Drahtosteosynthese, Miniplatte mit monokortikalen Schrauben, bikortikalen Schrauben oder resorbierbaren Miniplatten

		fixation	patient number	MMF	mandibular horizontal advancement [mm]	6 weeks follow-up instability	6 months to 1 year follow-up	>2<5 years follow-up	≥5 years follow-up
Van Sickels et al. ²¹	1986	rigid internal fixation	19	wire 6	5.5		0.4mm/ 7%		
Hiranaka and Kelly ²²	1987	wire osteofixation	4	wire 6	9.8	2.1mm/21%			
Skoczylas et al. ²³	1988	wire osteofixation	15	wire 6	5.05	0.9mm/18%			
	1988	rigid fixation	15	no	7.9	0.4mm/5%			
Gassmann et al. ²⁴	1990	rigid internal fixation	25	no	6.6		>1.7mm/ >25%		
Simmons et al. ⁷²	1992	rigid internal fixation	35	no	4.9				0.5mm/ 9.5%
Gomes et al. ²⁶	1993	wire osteofixation	45	wire	2.9		0.2mm/ 7.5%		
Knaup et al. ²⁷	1993	rigid internal fixation	41	no	8.4		0.1mm/ 2.6%		
		(3 to 4 bicortical fixation screws)							
Scheerlinck et al. ²⁸	1994	rigid internal fixation (monocortical miniplates)	103	no	5.9				0.5mm/ 8.9%
Hoffmann and Moloney ²⁹	1995	rigid internal fixation (monocortical miniplates)	15	no	12.7	0.2mm/ 2%			2mm/ 17%
Bouwman et al. ³⁰	1997	wire osteofixation (12) or rigid fixation (45)	57	yes 12/ 45 no	4.6				0.2mm/ 5.4%
Cutbirth et al. ³¹	1998	rigid internal fixation (bicortical fixation screws)	100	no	6.5				4.2mm/ 65%
		(P(L/DL)LA) plates and monocortical screws							
Haers and Sailer ⁴²	1998	(P(L/DL)LA) plates and monocortical screws	10	elastics	2.8	1.1mm/ 39%			
Rebellato et al. ³²	1999	rigid internal fixation (3 bicortical fixation screws)	29	no	6.2		1.3mm/ 22%		
Van Sickels et al. ³³	2000	wire ostosynthesis and rigid fixation	127	no	5.2				1.8mm/ 37%
Mobarak et al. ³⁴	2001	rigid internal fixation (3 bicortical fixation screws)	61	no	5.9				1.9mm/ 33%
Ferretti and Reyneke ³⁵	2002	PLGA bicortical screws	20	elastics 4	5.5	0.83mm/ 15%			
		bicortical fixation screws	20	elastics 4	4.7	0.25mm/ 5%			
Watzke and Heinrich ³⁶	2002	rigid internal fixation (monocortical miniplates)	42	no	4.4		n.s.		
Arpornmaeklong et al. ^{37,38}	2004	bicortical fixation screws	29	elastics 4	10.7				4mm/ 37%
Eggensperger et al. ³⁹	2004	rigid internal fixation	30	wire (1) and elastics	4.4				1.3mm/ 30%
this study PLGA and P(L/DL)LA	2005	PLGA and P(L/DL)LA	42	elastics 4	4.1		1.3mm/32%		
this study PLGA and P(L/DL)LA	2005	PLGA and P(L/DL)LA	42	elastics 4	6.5				3.9mm/ 60%
this study PLGA only	2005	PLGA only	14	elastics 4	7.3		0.9mm/13%		
this study P(L/DL)LA only	2005	P(L/DL)LA only	38	elastics 4	6.2		4.3mm/69%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	32	elastics 4	4.8		2.5mm/52%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	2	elastics 4	4.8				1.9mm/ 40%

Tabelle 17: Übersicht über Ergebnisse von Kurz- und Langzeitnachsorgen zur Stabilität von Unterkieferrückverlagerungen, versorgt mit Drahtosteosynthese, Miniplatte mit monokortikalen Schrauben, bikortikalen Schrauben oder resorbierbaren Miniplatten

		fixation	patient number	MMF	mandibular horizontal setback [mm]	6 weeks follow-up instability	6 months to 1 year follow-up	>2<5 years follow-up	≥5 years follow-up
Kobayashi et al. ⁷⁴	1986	wire osteofixation	44	wire	8.4		0.2mm/ 2.4%		
Komori et al. ⁷⁵	1987	wire osteofixation	17	wire	7.4	1.9mm/26%			
Franco et al. ⁶⁵	1989	rigid internal fixation	11	n.s.	4.9			2.2mm/ 44%	
Sorokolit and Nanda ⁶⁶	1990	rigid internal fixation	25	n.s.	5.1			0.5mm/ 10%	
Proffitt et al. ⁷⁶	1991	wire osteofixation	11	wire 6	4.6		4.2mm/ 91%		
		wire osteofixation	16	wire 6	9	2.3mm/26%			
Harada and Enomoto ⁷⁷	1997	PLLA bicortical screws	20	n.s.	n.s.		15%		
Haers and Sailer ⁴²	1998	(P(L/DL)LA) plates and monocortical screws	10	elastics	4	1.1mm/ 28%			
Mobarak et al. ⁷⁸	2000	rigid internal fixation (3 bicortical fixation screws)	80	n.s.	6.9		1.3mm/ 19%		
Eggensperger et al. ³⁹	2004	rigid internal fixation	30	wire (1) and elastics	6		0.7mm/ 6%		
Politi et al. ⁷³	2004	wire osteofixation	20	wire (6)	6			2.9mm/ 48%	
		rigid internal fixation (3 bicortical fixation screws)	17	wire (1)	3.6			2mm/ 56%	
this study PLGA and P(L/DL)LA	2005	PLGA and P(L/DL)LA	42	elastics 2	9.1		0.3mm/3%		
this study PLGA and P(L/DL)LA	2005	PLGA and P(L/DL)LA	42	elastics 2	9				0.4mm/ 5%
this study PLGA only	2005	PLGA only	14	elastics 2	9.1		1.6mm/ 17%		
this study P(L/DL)LA only	2005	P(L/DL)LA only	38	elastics 2	5.5		0mm/ 0%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	32	elastics 2	6.2		0.7mm/ 12%		
this study controls	2005	rigid internal fixation	2	elastics 2	5.9				0.5mm/ 9%

9. ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Präoperative Seitenansicht einer Patientin mit Angle Klasse II	6
Abbildung 2: Postoperative Seitenansicht einer Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie	6
Abbildung 3: Präoperatives Fernröntgenbild der Patientin mit Angle Klasse II ..	12
Abbildung 4: Postoperatives Fernröntgenbild der Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie.....	12
Abbildung 5: Präoperative Verzahnung der Patientin mit Angle Klasse II.....	14
Abbildung 6: Postoperative Verzahnung der Patientin mit Angle Klasse II nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie	14
Abbildung 7: Le-Fort I Vorverlagerung in zwei Teilen, mit 4 L-förmigen Platten über der Osteotomielücke	17
Abbildung 8: Präoperative Seitenansicht eines Patienten mit Angle Klasse III ..	19
Abbildung 9: Präoperatives Fernröntgenbild des Patienten mit Angle Klasse III	19
Abbildung 10: Postoperative Seitenansicht eines Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie.....	20
Abbildung 11: Postoperatives Fernröntgenbild des Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie.....	20
Abbildung 12: Klinisches Beispiel der intraoralen Plattenfixierung	23
Abbildung 13: Handgezeichnete Konturen der anatomischen Vermessungspunkte auf zwei überlagerten Fernröntgenseitenbildern.....	25
Abbildung 14: Überlagerung einer präoperativen und einer postoperativen FRS- Durchzeichnung	26
Abbildung 15: Präoperative Verzahnung des Patienten mit Angle Klasse III.....	30
Abbildung 16: Postoperative Verzahnung der Patienten mit Angle Klasse III nach bimaxillärer Umstellungsosteotomie	30
Abbildung 17: Präfabrizierte resorbierbare, L-förmige Miniplatte.....	49
Abbildung 18: Die Kosteneffektive abgetrennte 4-Loch Miniplatte in einer exemplarischen Situation	50
Abbildung 19: Die aus der präfabrizierten L-Platte abgetrennten Fragmente	51
Abbildung 20: Isolierte Le-Fort I Osteotomie	51

10. LITERATURVERZEICHNIS TEXT

1. Araujo, M. M., Waite, P. D., and Lemons, J. E. Strength analysis of Le Fort I osteotomy fixation : Titanium miniplates versus resorbable plates. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 59: 1034, 2001.
2. Bahr, W., Stricker, A., Gutwald, R., and Wellens, E. Biodegradable osteosynthesis material for stabilization of midface fractures: experimental investigation in sheep. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 27: 51, 1999.
3. Bergsma, E. J., Rozema, F. R., Bos, R. R., and Bruijn, W. C. Foreign body reactions to resorbable poly (L-lactide) bone plates and screws used for the fixation of unstable zygomatic fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 51: 666, 1993.
4. Bos, R. R., Rozema, F. R., Boering, G., et al. Degradation of and tissue reaction to biodegradable poly(L-lactide) for use as internal fixation of fractures: a study in rats. *Biomaterials* 12: 32, 1991.
5. Böstman, O., and Pihlajamaki, H. K. Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. *Clin. Orthop.* 371: 216, 2000.
6. Böstman, O., and Pihlajamaki, H. K. Clinical biocompatibility of biodegradable orthopedic implant internal fixation: a review. *Biomaterials* 21: 2615, 2000.
7. Buchholz, R. W., Henry, S., and Henly, M. B. Fixation with bioabsorbable screws for the treatment of fractures of the ankle. *J. Bone Joint Surg. Am.* 76: 319, 1994.
8. Burstone, C. J., James, R. B., Legan, H., Murphy, G. A., and Norton, L. A. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J. Oral Surg.* 36: 269, 1978.
9. Champy, M., Blez, P., and Kahn, J. L. Osteosynthesis using resorbable plates in maxillofacial surgery: hopes and disappointments. *Chirurgie* 118: 596, 1992.
10. Chaushu, G., Manor, Y., and Taicher, S. Risk factors contributing to symptomatic plate removal in orthognathic surgery patients. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 57: 679, 1999.

11. Claes, L., Ignatius, A., Rehm, K., and Scholz, C. New bioresorbable pin for the reduction of small bony fragments: Design, mechanical properties and in – vitro degradation. *Biomaterials* 17: 1621, 1996.
12. Dawes, E. N., Clarke, S. A., Lamanuzzi, N., et al. The response of macrophages to particles of resorbable polymers and their degradation products. *J. Mat. Sci. Mat. Med.* 14: 271, 2003.
13. Delaire, J. Manufacture of the "orthopedic mask". *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.* 72: 579, 1971.
14. Dumbach, J. Dynamic compression – screw fixation after ramus – osteotomy with resorbable PDS – polydioxanone screws – first results. *Dtsch. Z. Mund Kiefer Gesichtschirur.* 8: 145, 1984.
15. Edwards, T. J. C., and David, D. J. A comparative study of miniplates used in the treatment of mandibular fractures. *Plast. Reconstr. Surg.* 97: 1150, 1996.
16. Edwards, R. C., Kiely, K. D., and Eppley, B. L. Fixation of bimaxillary osteotomies with resorbable plates and screws: experience in 20 consecutive cases. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 59: 271, 2001.
17. Edwards, R. C., Kiely, K. D., and Eppley, B. L. The fate of resorbable poly –L– lactic / polyglycolic acid (Lactosorb) bone fixation devices in orthognathic surgery. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 59: 19, 2001.
18. Enislidis, G., Pichorner, S., Lambert, F., et al. Fixation of zygomatic fractures with a new biodegradable copolymer osteosynthesis system. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 27: 352, 1998.
19. Enislidis, G., Lagogiannis, G., Wittwer, G., et al. Fixation of zygomatic fractures with a biodegradable copolymer osteosynthesis system: short- and long-term results. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 34: 19, 2005.
20. Eppley, B. L., and Reilly, M. Degradation characteristics of PLLA/PGA bone fixation devices. *J. Craniofac. Surg.* 8: 116, 1997.
21. Eppley, B. L., Sadove, A. M., and Havlik, R. J. Resorbable plate fixation in pediatric craniofacial surgery. discussion 8. *Plast. Reconstr. Surg.* 100: 1, 1997.
22. Eppley, B. L., Sarver, D., and Pietrzak, B. Biomechanical testing of resorbable screws used for mandibular sagittal split osteotomies. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 57: 1431, 1999.

23. Eppley, B. L. discussion of: Tams, J., Van Loon, J. P., Otten, B., and Bos, R. R. A computer study of biodegradable plates for internal fixation of mandibular angle fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 59: 407, 2001.
24. Ferretti, C., and Reyneke, J. P. Mandibular, sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: a prospective, comparative study of postoperative stability. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 93: 534, 2002.
25. Francel, T. J., Birely, B. C., Ringelman, P. R., and Manson, P. N. The fate of plates and screws after facial fracture reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.* 90: 568, 1992.
26. Gosain, A. K., Song, L., Corrao, M. A., and Pintar, F. A. Biomechanical evaluation of titanium miniplates, biodegradable plate and screw, and cyanoacrylate glue fixation systems in craniofacial surgery. *Plast. Reconstr. Surg.* 101: 582, 1998.
27. Haers, P. E., and Sailer, H. F. Biodegradable self – reinforced poly – L / DL – lactide screws and plates in bimaxillary orthognathic surgery: short term skeletal stability and material – related failures. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 26: 363, 1998.
28. Imola, M. J., Hamlar, D. D., Shao, W., Chowdhury, K., and Tatum, S. Resorbable plate fixation in pediatric craniofacial surgery: long-term outcome. *Arch. Facial Plastic Surg.* 3: 79, 2001.
29. Kallela, I., Laine, P., and Suuronen, R. Osteotomy site healing following mandibular sagittal split osteotomy and rigid fixation with polylactide biodegradable screws. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 28: 166, 1999.
30. Katou, F., Andoh, N., Motegi, K., and Nagura, H. Immuno–inflammatory responses in the tissue adjacent to titanium miniplates used in the treatment of mandibular fractures. *J. Cranio Maxillofac. Surg.* 24: 155, 1996.
31. Laine, P., Kontio, R., Lindqist, C., and Suuronen, R. Are there any complications with bioabsorbable fixation devices? A 10 year review in orthognathic surgery. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 33: 240, 2004.
32. Landes, C. A., and Kriener, S. Resorbable plate osteosynthesis of sagittal split osteotomies with major bone movement. *Plast. Reconstr. Surg.* 111:1828, 2003a.

33. Landes, C. A., Kriener, S., Menzer, M., and Kovacs, A. F. Resorbable plate osteosynthesis of dislocated or pathological mandibular fractures: a prospective clinical trial of two amorphous L-/DL-lactide copolymer 2-mm miniplate systems. *Plast. Reconstr. Surg.* 111: 601, 2003b.
34. Landes, C. A., Ballon, A., and Roth., C. In-patient versus in-vitro P(L/DL)LA and PLLA-PGA degradation. *Biomed. Mat. Res.* in print.
35. Leenslag, J. W., Penningsl, A. J., Bos, R. R., Rozema, F. R., and Boering, G. Resorbable materials of poly L-lactide: VI Plates and screws for internal fracture fixation. *Biomaterials* 8: 70, 1987.
36. Luhr, H.G., Kubein-Meesenburg, D., and Schwestka-Polly, R. The importance and technic of temporomandibular joint positioning in the sagittal splitting of the mandible. *Fortschr. Kieferorthop.* 52: 66, 1991.
37. Maurer, P., Schubert, J., and Holweg, S. Finite element analysis of a tandem screw configuration in sagittal split osteotomy using biodegradable osteosynthesis screws. *In. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* 16: 300, 2001.
38. Moyers, R. E., and Bookstein, F. L. The inappropriateness of conventional cephalometrics. *Am. J. Orthod.* 75: 599, 1979a.
39. Moyers, R. E., Bookstein, F. L., and Guire, K. E. The concept of pattern in craniofacial growth. *Am. J. Orthod.* 76: 136, 1979b.
40. Norholt, S. E., Pedersen, T. K., and Jensen, J. Le-Fort I miniplate osteosynthesis: a randomized, prospective study comparing resorbable PLLA/PGA with Titanium miniplates. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 33 : 245, 2004.
41. Orringer, J. S., Barcelona, V., and Buchman, S. R. Reasons for removal of rigid internal fixation devices in craniofacial surgery. *J. Craniofac. Surg.* 9: 40, 1998.
42. Pietrzak, W. S., Sarver D. R., and Verstynen M. L. Bioabsorbable Implants, Strength through Design. In: Marchant RE. Ed. *Transactions of the 23rd annual meeting of the Society for Biomaterials.* New Orleans, LA, April 30-May 4, 1997. 281 Abstract
43. Pietrzak, W. S., and Eppley, B. L. Resorbable polymer fixation for craniomaxillofacial surgery: Development and engineering paradigms. *J. Craniofac. Surg.* 11: 575, 2000.

44. Pistner, H., Gutwald, R., Ordnung, R., Reuther, J., and Muhling, J. Poly (L – lactide): a long – term degradation study in vivo. I. biological results. *Biomaterials* 4: 127, 1996.
45. Pistner, H., Reuther, J. F., Ordnung, R., Bill, J., and Voges, I. Osteosynthesis after sagittal division of the mandible. Biomechanical stability of various methods in a pig mandibular model. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 1: 199, 1997.
46. Prevel, C. D., Eppley, B. L., Ge, J., et al. A comparative biomechanical analysis of resorbable rigid fixation versus Titanium miniplates rigid fixation of metacarpal fractures. *Ann. Plast. Surg.* 37: 377, 1996.
47. Rehm, K. E., Helling, H. J., and Claes, L. Bericht der Arbeitsgruppe Biodegradable Implants. *Aktuelle Traumatologie* 24: 70, 1994.
48. Rehm, K. E., Helling, H. J., and Gatzka, C. Neue Entwicklungen beim Einsatz resorbierbarer Implantate. *Orthopäde* 26: 489, 1997.
49. Rubin, J. P., and Yaremchuk, M. J. Complications and toxicities of implantable biomaterials used in facial reconstructive and aesthetic surgery: a comprehensive review of the literature. *Plast. Reconstr. Surg.* 100: 1336, 1997.
50. Schliephake, H., Lehmann, H., Kunz, U., and Schmelzeisen, R. Ultrastructural findings in soft-tissues adjacent to titanium miniplates plates used in jaw fracture treatment. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 22: 20, 1993.
51. Schmidt, B. L., Perrot, D. H. Mahan, D. et al. The removal of plates and screws after Le-Fort I osteotomy. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 56: 184, 1998.
52. Shetty, V., Caputo, A. A., and Kelso, I. Torsion axial force characteristics of SR-PLLA screws. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 25: 1, 1997.
53. Suuronen, R., Pohjonen, T., Vasenius, J., and Vainionpää, S. Comparison of absorbable self-reinforced multilayer poly-l-lactide and metallic plates for the fixation of mandibular body osteotomies: An experimental study in sheep. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 50: 255, 1992.
54. Suuronen, R., Pohjonen, T., Hietanen J., and Lindquist, C. A 5-year in vitro and in vivo study of the biodegradation of polylactide plates. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 56: 604, 1998.

55. Tams, J., Van Loon, J. P., Otten, B., and Bos, R. R. A computer study of biodegradable plates for internal fixation of mandibular angle fractures. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 59: 404, 2001.
56. Terjesen, T., Nordby, A., and Arnulf, V. The extent of stress-protection after plate osteosynthesis in the human tibia. *Clin. Orthop.* 207: 108, 1986.
57. Tonio, A. J., Davidson, C. L., Klopper, P. L., et al. Protection from stress in bone and it's effects. *J. Bone Joint Surg. Am.* 53B: 107, 1976.
58. Viljanen, J., Kinnunen, J., Bondestam, S., et al. Bone changes after experimental osteotomies fixed with absorbable self-reinforced poly-L-lactide screws or metallic screws studied by plain radiographs, quantitative computed tomography and magnetic resonance imaging. *Biomaterials* 16: 1353, 1995.
59. Viljanen, J., Pihlajamaki, H., Kinnunen, J., Bondestam, S., and Rokkanen, P. Comparison of absorbable poly-L-lactide and metallic intramedullary rods in the fixation of femoral shaft osteotomies: an experimental study in rabbits. *J. Orthop. Sci.* 6: 160, 2001.
60. VSickels, J. E., Larsen, A. J., and Thrash, W. J. Relapse after rigid fixation of mandibular advancement. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 44: 698, 1986.
61. VSickels, J. E., and Richardson, D. A. Stability of orthognatic surgery: a review of rigid fixation. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 34: 279, 1996.
62. Westermark, A. LactoSorb resorbable osteosynthesis after sagittal split osteotomy of the mandible: a 2 – year follow – up. *J. Craniofac. Surg.* 10: 519, 1999.
63. Wiltfang, J., Merten, H-A., Schulze–Mosgau, S., et al. Biodegradable miniplates (LactoSorb): Long term results in infant minipigs and clinical results. *J. Craniofac. Surg.* 11: 239, 2000.
64. Wittenberg, J. M., Wittenberg, R. H., and Hipp, J. A. Biomechanical properties of resorbable poly-L-lactide plates and screws: A comparison to traditional systems. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 49: 512, 1991.

11. LITERATURVERZEICHNIS TABELLEN

1. Arpornmaeklong, P., Shand, J. M., and Heggie, A. A. Stability of combined Le Fort I maxillary advancement and mandibular reduction. *Aust. Orthod. J.* 19: 57, 2003.
2. Arpornmaeklong, P., Shand, J. M., and Heggie, A. A. Skeletal stability following maxillary impaction and mandibular advancement. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 33: 656, 2004.
3. Bouwman, J. P. B., Tuinzing, D. B., and Kostense, P. J. The value of long term follow-up of mandibular advancement surgery in patients with a low to normal mandibular plane angle. *Mund Kiefer Gesichts Chir.* 1: 311, 1997.
4. Carlotti, A. E., and Schendel, S. A. An analysis of factors influencing stability of surgical advancement of the maxilla by the Le Fort 1 osteotomy. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 45: 924, 1987.
5. Cutbirth, M., vSickels, J. E., and Thrash, W. J. Condylar resorption after bicortical screw fixation of mandibular advancement. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 56: 178, 1998.
6. Egbert, M., Hepworth, B., Myall, R., et al. Stability of Le Fort I osteotomy with maxillary advancement: a comparison of combined wire fixation and rigid fixation. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 52: 243, 1995.
7. Ferretti, C., and Reyneke, J. P. Mandibular, sagittal split osteotomies fixed with biodegradable or titanium screws: A prospective, comparative study of postoperative stability. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 93: 534, 2002.
8. Franco, J. E., vSickels, J. E., and Thrash, W. J. Factors contributing to relapse in rigidly fixed mandibular setbacks. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 47: 451, 1989.
9. Gassmann, C. J., vSickels, J. E., and Thrash, W. J. Causes, location, and timing of relapse following rigid fixation after mandibular advancement. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 48: 450, 1990.
10. Gomes, M. A. W., Wisth, P. J., and Tornes, K. Skeletofacial changes by mandibular advancement using sagittal split osteotomies. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 8: 87, 1993.

11. Haers, P. E., and Sailer, H. F. Biodegradable self – reinforced poly – L / DL – lactide screws and plates in bimaxillary orthognathic surgery: short term skeletal stability and material – related failures. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 26: 363, 1998.
12. Harada, K., and Enomoto, S. Stability after surgical correction of mandibular prognathism using the sagittal split ramus osteotomy and fixation with poly-L-lactic acid (PLLA) screws. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 55: 464, 1997.
13. Hiranaka, D. K., and Kelly, J. P. Stability of simultaneous orthognathic surgery on the maxilla and mandible: a computer-assisted cephalometric study. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* 2: 193, 1987.
14. Hoffman, G. R., and Brennan, P. A. The skeletal stability of one-piece Le Fort 1 osteotomy to advance the maxilla; Part 1. Stability resulting from non-bone grafted rigid fixation. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 42: 221, 2004.
15. Hoffman, G. R., and Moloney, F. B. The stability of facial osteotomies. 4. Maxillary and mandibular (with or without chin) advancement with rigid internal fixation. *Aust. Dent. J.* 40: 365, 1995.
16. Hoffman, G. R., and Moloney, F. B. The stability of facial osteotomies. Part 5. Maxillary advancement with miniplate and screw fixation. *Aust. Dent. J.* 41: 21, 1996.
17. Hoffman, G. R., Moloney, F. B., and Effeney, D. J. The stability of facial advancement surgery in the management of combined mid and lower dento-facial deficiency. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 22: 86, 1994.
18. Kerawala, C. J., Strassen, L. F., and Shaw, I. A. Influence of routine bone grafting on the stability of the non-cleft Le Fort 1 osteotomy. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 39: 434, 2001.
19. Knaup, C. A., Wallen, T. R., and Bloomquist, D. S. Linear and rotational changes in large mandibular advancements using three or four fixation screws. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 8: 245, 1993.
20. Kobayashi, T., Watanabe, I., and Ueda, K. Stability of the mandible after sagittal ramus osteotomy for correction of prognathism. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 44: 693, 1986.

21. Komori, E., Aigase, K., and Sugisaki, M. Skeletal fixation versus skeletal relapse. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 9: 412, 1987.
22. Louis, P. J., Waite, P. D., and Austin, R. B. Long-term skeletal stability after rigid fixation of Le Fort 1 osteotomies with advancements. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 22: 82, 1993.
23. Mobarak, K. A., Espeland, L., and Krogstad, O. Mandibular advancement surgery in high-angle and low-angle class II patients: different long-term skeletal responses. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 119: 368, 2001.
24. Norholt, S. E., Pedersen, T. K., and Jensen, J. Le-Fort I miniplate osteosynthesis: a randomized, prospective study comparing resorbable PLLA/PGA with titanium. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 33: 245, 2004.
25. Obwegeser, J. A. Osteosynthesis using biodegradable Poly-p-dioxanon (PDS II) in Le Fort I-osteotomy without postoperative intermaxillary fixation. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 22: 129, 1994.
26. Proffit, W. R., Phillips, C., and Dann, C. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal class III malocclusion. I. Mandibular setback. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 6: 7, 1991.
27. Proffit, W. R., Phillips, C., Prewitt, J. W., et al. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal class III malocclusion II maxillary surgery. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 6: 71, 1991.
28. Quejada, J. G., Bell, W. H., Kawamura, H., et al. Skeletal stability after inferior maxillary repositioning. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.* 2: 67, 1987.
29. Rebellato, J., Lindauer, S. J., and Sheats, R. D. Condylar positional changes after mandibular advancement surgery with rigid internal fixation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 116: 93, 1999.
30. Rondahl, V. S., Bystedt, H., Engvist, B., et al. Changes after correction of maxillary retrusion by Le Fort I osteotomy. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 17: 165, 1988.
31. Scheerlinck, J. P., Stoelinga, P. J., and Blijdorp, P. A. Sagittal split advancement osteotomies stabilized with miniplates. A 2-5-year follow-up. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 23: 127, 1994.

32. Skoczylas, L. J., Ellis, E. 3rd., Fonesaca, R. J. et al. Stability of simultaneous maxillary intrusion and mandibular advancement: a comparison of rigid and nonrigid fixation techniques. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 46: 1056, 1988.
33. Sorokolit, C. A., and Nanda, R. S. Assessment of the stability of mandibular setback procedures with rigid fixation. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 48: 817, 1990.
34. Suuronen, R., Pohjonen, T., Vasenius, J., et al. Comparison of absorbable self-reinforced multilayer poly-l-lactide and metallic plates for the fixation of mandibular body osteotomies: An experimental study in sheep. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 50: 255, 1992.
35. vSickels, J. E., Larsen, A. J., and Thrash, W. J. Relapse after rigid fixation of mandibular advancement. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 44: 698, 1986.
36. vSickels, J. E., Dolce, C., and Keeling, S. Technical factors accounting for stability of a bilateral sagittal split osteotomy advancement: Wire osteosynthesis versus rigid fixation. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 89: 19, 2000.
37. Waite, P. D., Tejera, T. J., and Anucul, B. The stability of maxillary advancement using Le Fort I osteotomy with and without genial bone grafting. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 25: 264, 1996.
38. Watzke, I. M., and Heinrich, A. The impact of bilateral sagittal split osteotomy on mandibular width and morphology. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 60: 502, 2002.

12. LEBENSLAUF

11-01-1977 geboren in Offenbach/Main, Vater Dr. Ingo Ballon, Zahnarzt;

Mutter Anne-Dore Ballon, Arzthelferin; Bruder Andreas Ballon,

geboren 22-08-1978, Dipl. Ing. für Technische Physik

05-06-96 Abitur, Friedrich-Ebert-Gymnasium Mühlheim/Main

09-96 bis 06-03 Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-

Universität, Frankfurt/Main

09-03 bis 08-04 Assistenzzahnarzt in niedergelassener Gemeinschaftspraxis

Dr. Casson/W. Klee

09-04 bis 12-04 Assistenzzahnarzt in niedergelassener Zahnarztpraxis

Dr. Ballon

Seit 10-04 Studium der Humanmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-

Universität Frankfurt/Main

01-05 bis 08-05 Assistenzzahnarzt in niedergelassener Zahnarztpraxis ZA

Passat

Alexander Ballon

Frankfurt/Main, 08.08.2005

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand an der Poliklinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Frankfurt/Main (Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. habil. Robert Sader)

Mein Dank gilt Prof. em. Dr. med. Dr. med. dent. Klaus Bitter für die Überlassung des Themas und Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. habil. Robert Sader für die freundliche Betreuung und wertvolle Kritik

Hervorheben möchte ich Dr. med. Dr. med. dent. Constantin A. Landes für die hervorragende Betreuung, Motivation und jederzeit verfügbare Unterstützung

Ein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Poliklinik für Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Frankfurt/Main für die freundliche Unterstützung

Im speziellen Dr. med. Dr. med. dent. Michael Menzer danke ich für die freundliche Bereitstellung des Arbeitsplatzes

Abschließend möchte ich meiner Freundin Henrike Müller für ihre Geduld und ihr Verständnis danken, sowie meiner Mutter für die fortwährende finanzielle Unterstützung

14. ERKLÄRUNG

Ich erkläre, daß ich die dem Fachbereich Medizin der Johann
Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur
Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

**„4-JAHRES STABILITÄT VON RESORBIERBAREN
MINIPLATTENOSTEOSYNTHESEN IN DER
DYSGNATHIECHIRURGIE“**

im Zentrum der Kiefer- und plastischen Gesichtchirurgie des
Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am
Main

unter Betreuung und Anleitung von
Univ. Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Dr. habil. Robert Sader

mit Unterstützung durch Dr. med. Dr. med. dent. Constantin A. Landes

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der
Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel
benutzt habe. Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen
Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht.
Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Frankfurt, 08.08.05

(Ort und Datum)

(Unterschrift)