

Aus der Klinik für Kieferorthopädie
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. Helge Fischer-Brandies)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Zusammenhang zwischen Ausmaß der Verlagerungsstrecke
und einem postoperativ auftretenden Rezidiv bei
kieferchirurgischer Korrektur von Klasse II Dysgnathien**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

JOHANNA SCHUMANN

aus Kiel

Kiel 2013

1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Helge Fischer-Brandies
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Petra Ambrosch
Tag der mündlichen Prüfung:	15.05.2014
Zum Druck genehmigt, Kiel,	15.05.2014

**gez.: Priv.-Doz Dr. Martin Laudien
(Vorsitzender der Prüfungskommission)**

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
1.1 Klasse II Dysgnathie	2
1.2 Chirurgisch-orthodontische Behandlungsplanung	4
1.3 Fragestellung	6
2 MATERIAL UND METHODEN	9
2.1 Patienten	9
2.2 Operationsverfahren	9
2.3 Das FRS und die kephalometrischen Messpunkte	11
2.3.1 Allgemeine Definition Kephalmetrie	11
2.3.2 Methodik und Messpunkte der kephalometrische Auswertung	12
2.3.3 Vertikale und sagittale Veränderungen	17
2.4 Klinische Merkmale der Klasse II Patienten	18
2.5 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder	18
2.6 Statistische Auswertung	18
2.7 Gruppeneinteilung	19
2.8 Fehleranalyse	21
3 ERGEBNISSE	22
3.1 Auswertung der Mittelwerte	22
3.1.1 Absolute Veränderungen der Mittelwerte im gesamten Untersuchungs- zeitraum	22
3.1.2 Einteilung der Rezidivgruppen	26
3.1.2.1 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 0	28
3.1.2.2 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 1	30
3.1.2.3 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 2	32
3.1.2.4 Das Rezidivverhalten der 3 Rezidivgruppen im Vergleich	34
3.1.3 Rezidivverhalten in Abhängigkeit von der operativen Verlagerungsstrecke	34
3.1.4 Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom operativen Umfang	37

3.1.5	Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit von einer Unterkieferschwenkung	37
3.1.6	Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom Alter	38
3.1.7	Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom Geschlecht	39
3.2	Korrelationen zwischen den kephalometrischen Meßpunkten	39
4	DISKUSSION	41
4.1	Diskussion der kephalometrischen Messmethodik	42
4.2	Diskussion der Rezidivgründe	43
4.3	Diskussion über den Einfluss der Verlagerungsstrecke auf die Stabilität	45
4.4	Diskussion über den Einfluss des Operationsumfanges auf die Stabilität	47
4.5	Diskussion über Einfluss von Alter und Geschlecht auf die Stabilität	47
4.6	Diskussion der Korrelationen	48
5	SCHLUSSFOLGERUNG	50
6	ZUSAMMENFASSUNG	52
7	ANHANG	54
7.1	Kolmogorov-Smirnov-Test / T-Test	54
7.2.	Messfehler	56
7.3	Patientenprofil der Rezidivgruppe 0, 1 und 2	56
7.4	Patientenprofil der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3	57
7.5	Verhalten des SNB-Winkels / B-Punktes	58
8	LITERATURVERZEICHNIS	60
9	VERÖFFENTLICHUNG	63
10	DANKSAGUNG	64
11	LEBENS LAUF	65

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
FRS	Fernröntgenseitenbild
k	Korrelationskoeffizient
KFO	Kieferorthopädie
MW	Mittelwert
OK	Oberkiefer
OP	Operation
p	Signifikanzniveau
Pat.	Patient
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
UK	Unterkiefer

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Profilaufnahme Klasse II Pat. präoperativ/postoperativ	3
Abb. 2: Fernröntgenseitenbild mit den verwendeten kephalometrischen Referenzpunkten	15
Abb. 3: Fernröntgenseitenbild mit der KFO-Kiel-Rezidivanalyse	16
Abb. 4: Verlauf des SNB-Winkels für Rezidivgruppe 0, 1 und 2 zum Zeitpunkt t_0 , t_1 und t_2	27
Abb. 5: Verhalten des B-Punktes für Rezidivgruppe 0, 1 und 2 im Zeitverlauf	27
Abb. 6: Verlauf des SNB-Winkels zum Zeitpunkt t_0 , t_1 und t_2 in Abhängigkeit von der Verlagerungsstrecke	36
Abb. 7: Verhalten des B-Punktes im Zeitverlauf in Abhängigkeit von der Verlagerungsstrecke	36

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Verwendete kephalometrische Messpunkte der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse	14
Tab. 2:	Verwendete kephalometrische Referenzlinien der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse	15
Tab. 3:	Kephalometrische Winkel und Werte der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse	16
Tab. 4:	Die im Koordinatensystem erfassten kephalometrischen Punkte	17
Tab. 5:	Mittlere Verlagerungsstrecken der Referenzpunkte der gesamten Patientengruppe im Zeitverlauf	25
Tab. 6:	Verhalten der Winkelwerte inkl. Wits-Wert der gesamten Patientengruppe im Zeitverlauf	25
Tab. 7:	Veränderung der absoluten Mittelwerte und deren Differenzen der Rezidivgruppe 0 im Zeitverlauf	29
Tab. 8:	Mittlere Verlagerungsstrecke der Referenzpunkte der Rezidivgruppe 0 im Zeitverlauf	29
Tab. 9:	Veränderung der absoluten Mittelwerte und deren Differenzen der Rezidivgruppe 1 im Zeitverlauf	31
Tab. 10:	Mittlere Verlagerungsstrecke der Referenzpunkte der Rezidivgruppe1 im Zeitverlauf	31
Tab. 11:	Veränderung der absoluten Mittelwerte und deren Differenzen der Rezidivgruppe 2 im Zeitverlauf	33
Tab. 12:	Mittlere Verlagerungsstrecke der Referenzpunkte der Rezidivgruppe 2 im Zeitverlauf	33
Tab. 13:	Korrelationen nach Spearman	40
Tab. 14a:	Kolmogorov-Smirnov-Test	54
Tab. 14b:	Gepaarter t-Test	55
Tab. 15:	Messfehler für Winkel und Strecken	56
Tab. 16:	Altersverteilung der Rezidivgruppe 0, 1 und 2	56
Tab. 17:	Geschlechterverteilung der Rezidivgruppe 0, 1 und 2	56
Tab. 18:	Rezidivgruppe 0,1 und 2 unterteilt nach OP-Art	56
Tab. 19:	Rezidivgruppe 0, 1 und 2 unterteilt nach Größe der Verlagerungsstrecke	57
Tab. 20:	Altersverteilung der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3	57
Tab. 21:	Geschlechterverteilung der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3	57

Tab. 22:	Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3 unterteilt nach OP-Art	57
Tab. 23:	Verhalten des SNB-Winkels/B-Punktes zum Zeitpunkt/-raum t_0 , $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$ der Merkmalsgruppe OP-Umfang und Unterkieferschwenkung	58
Tab 24:	Verhalten des SNB-Winkels/B-Punktes zum Zeitpunkt/-raum t_0 , $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$ der Merkmalsgruppe Alter und Geschlecht	59

1 Einleitung

Skelettale Dysgnathien sind Fehlstellungen von Ober- und Unterkiefer zueinander, aber auch Fehlstellungen der Kiefer zum übrigen Gesichtsschädel [1]. Skelettale Dysgnathien sind fast immer mit dentoalveolären Fehlstellungen verbunden. Diese Fehlstellungen gehen häufig mit funktionellen und/oder ästhetischen Problemen einher. Manche Dysgnathien können allein durch kieferorthopädische Maßnahmen kompensiert werden. Bei sehr stark ausgeprägten Dysgnathien oder bei Patienten im Erwachsenenalter reicht dies oft nicht aus. Sie müssen chirurgisch durch sogenannte Umstellungsosteotomien korrigiert werden. Umstellungsosteotomien sind skelettverlagernde Operationen zur Korrektur von skelettalen Dysgnathien. Das Prinzip einer Umstellungsosteotomie besteht im operativen Zugang zum Knochen, Osteotomie und Stellungskorrektur des Knochens mit folgender Knochenheilung in der neuen Position [1]. Dysgnathieoperationen erfolgen in der Regel erst nach Abschluss des Gesichtswachstums, da ein postoperatives Wachstum eine nachteilige Veränderung des Operationsergebnisses bedeuten könnte, das heißt, eine Operation sollte in der Regel frühestens mit 16 Jahren bei Mädchen und 18 Jahren bei Jungen durchgeführt werden [2].

Bei der Beurteilung einer Dysgnathie muss man zwischen Okklusion und Bisslage unterscheiden. Okklusion ist definiert als jeder Kontakt zwischen den Zähnen des Ober- und Unterkiefer. Okklusionsanomalien werden unter anderem nach dem Klassifizierungsprinzip von E.H. Angle beschrieben, seine Klassifizierung basiert auf der Verzahnung des oberen und unteren ersten Molaren [3]. Bei einer Regelverzahnung, der sogenannten Angle-Klasse I, beißt der obere erste Molar mit seinem mesiobukkalen Höcker in die bukkale Hauptquerfissur des unteren ersten Molaren. Stehen die Unterkieferseitenzähne weiter distal als normal, so liegt eine Angle-Klasse II vor. Stehen die Unterkieferseitenzähne weiter mesial als normal, so liegt die Angle-Klasse III vor. Von der Okklusionsbeziehung bzw. Verzahnung muss die sogenannte Bisslage unterschieden werden. Diese beschreibt die skelettale Lagebeziehung zwischen Unter- und Oberkiefer. Sie kann nur im Fernröntgenseitenbild beurteilt werden. Bei einer skelettalen Klasse I liegen Ober- und Unterkiefer optimal zueinander, diese Situation wird auch als eugnath bezeichnet. Bei skelettaler Klasse II liegt ein Distalbiss durch Rücklage des Unterkiefers und/oder

Vorlage des Oberkiefers vor [3] und bei skelettaler Klasse III liegt ein Mesialbiss durch Vorlage des Unterkiefers und/oder Rücklage des Oberkiefers vor.

Die Fehlstellung eines Kiefers wird in 3 Ebenen begutachtet, in der Sagittalen, Vertikalen und Transversalen. Unter der Sagittalen versteht man eine Horizontalachse von hinten nach vorn, bei der Vertikalen handelt es sich um eine Achse von oben nach unten und bei der Transversalen handelt es sich um eine Horizontalachse von rechts nach links [1]. Bei Dysgnathien in der Sagittalen hat sich die Einteilung in Anlehnung an die dentale Klassifikation nach Angle bewährt, so dass man von Klasse I-, II- und III-Dysgnathien spricht. In der Vertikalen unterscheidet man zwischen horizontalem und vertikalem Gesichtsschädelaufbau. Bei transversalen Anomalien ist der Ober- bzw. Unterkiefer entweder zu schmal oder zu breit.

Aufgabe des Kieferorthopäden ist es, vor der Operation dentoalveoläre Fehlstellungen zu eliminieren und die Zahnbögen korrekt zur jeweiligen Kieferbasis auszuformen, so dass nach der Operation eine sichere Okklusion möglich ist. Postoperativ erfolgt dann noch eine Feineinstellung der Okklusion [1].

1.1 Klasse II Dysgnathie

Die skelettale Klasse II Dysgnathie ist die häufigste Fehlstellung, bei ihr liegt ein Distalbiss durch Rücklage des Unterkiefers und/oder Vorverlagerung des Oberkiefers vor. Dies führt zu einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe, im eugnathen Gebiss beträgt diese ca. 2 mm. Die sagittale Frontzahnstufe wird auch Overjet genannt, sie wird von der Labialfläche des am weitesten vorstehenden mittleren Frontzahnes zur Labialfläche des unteren mittleren Schneidezahnes gemessen [4].

Die Klasse II wird in zwei Untergruppen aufgeteilt. Es wird zwischen Klasse II₁ und II₂ unterschieden. Bei der Klasse II₁ liegt ein Rückbiss mit Anteinklination der oberen Schneidezähne vor, bei der Klasse II₂ liegt ein Rückbiss mit Retroinklination der oberen Schneidezähne vor [4]. Typische Symptome einer Klasse II₁ sind ein oberer Schmalkiefer, lückig oder engstehende protrudierte Schneidezähne sowie ein Tiefbiss. Bei einer vertikalen Wachstumstendenz des Gesichtsschädels entsteht tendenziell eher ein offener Biss. Extraoral entsteht dann aufgrund der obigen Symptome ein typisches Erscheinungsbild bestehend aus fliehendem Profil, einem inkompetenten

Lippenschluss und einem verkürzten Untergesicht. Die typischen Symptome der Klasse II₂ sind, abgesehen vom Distalbiss, extrudierte obere und untere Schneidezähne, wobei die oberen Inzisiven nach palatinal, die unteren nach lingual kippen. So entsteht eine deckbissartige Schneidezahnstellung mit Tendenz zum Tiefbiss. Extraoral führt dies häufig zu konkavem Profilverlauf mit Prominenz der Nase und einer verstärkten Supramentalfalte sowie einem verkürztem Untergesicht [3]. Die Abbildung 1a zeigt das typische Profil einer Klasse II Patientin vor der Umstellungsosteotomie, Abbildung 1b das Profil nach der Umstellungsosteotomie. Es ist eine deutliche Profilverbesserung zu sehen.



Abbildung 1: Profilaufnahme Klasse II. a) Patientin präoperativ b) Patientin postoperativ.

Die Klasse II Dysgnathien haben nach Schulz [5] zum größten Teil einen erblichen Hintergrund im Sinne einer additiven Polygenie, jedoch mit unterschiedlicher Expressivität und modifizierendem Einfluss durch exogene Faktoren. Bei der Klasse II₁ scheinen die exogenen Faktoren wie z.B. Lutschgewohnheiten eine größere Rolle zu spielen als bei der Klasse II₂, bei der die genetische Komponente zu überwiegen scheint. Die Klasse II Dysgnathien lassen sich bei Patienten in der Wachstumsphase häufig noch recht gut durch eine alleinige kieferorthopädische Therapie behandeln. Der günstigste Zeitpunkt hierfür ist vor dem Erreichen des pubertären Wachstums-

gipfels, das heißt bei Mädchen vor dem 12. Lebensjahr und bei Jungen vor dem 14. Lebensjahr [4]. Bei erwachsenen Patienten kann die skelettale Diskrepanz dann nur noch durch Zahnstellungsänderungen kompensiert werden. Dies ist aber nur bei sehr geringer Ausprägung der Fehlstellung möglich und führt natürlich nicht zu ihrer Beseitigung [2]. Deshalb müssen stark ausgeprägte Klasse II Fälle im Erwachsenenalter kombiniert kieferorthopädisch und chirurgisch therapiert werden.

1.2 Chirurgisch-orthodontische Behandlungsplanung

Für die chirurgische Behandlung einer Dysgnathie ist eine interdisziplinäre Kooperation von Mund-, Kiefer- Gesichtschirurg und dem Kieferorthopäden notwendig. Die Operationsindikation wird in der Regel vom Kieferorthopäden gestellt, die Beratung und das Aufstellen eines Behandlungskonzepts werden dann gemeinsam durchgeführt. Bevor eine Dysgnathieoperation am Patienten erfolgt, ist eine eingehende Befunderhebung notwendig. An speziellen diagnostischen Unterlagen sind dafür wichtig:

1. Erstellung von Kiefermodellen
2. Röntgenaufnahmen (Panoramaschichtaufnahme, Fernröntgenseitenaufnahme)
3. Photographien (Profil, Enface)
4. klinische und instrumentelle Kieferfunktionsanalyse

Anhand dieser Unterlagen können die korrekturbedürftigen Befunde herausgearbeitet werden. Dazu gehören die Analyse des Gesichtsprofils anhand des klinischen Erscheinungsbildes, der Photographien und des Fernröntgenseitenbildes sowie die kephalometrische Analyse des Schädelskeletts und die Analyse der Dentition anhand der Modelle und der Panoramaschichtaufnahme. Nach der Diagnose erfolgt die Behandlungssimulation an den erstellten Modellen. So erhält man einen Eindruck von den zu erwartenden Problemen und Ergebnissen der Therapie. Begonnen wird mit einem sogenannten diagnostischen Set-up. Dafür werden die Zähne aus den Gipsmodellen getrennt und dann in der neuen korrekten Position wieder mit Wachs befestigt. So können Art und Umfang der notwendigen kieferorthopädischen Korrekturen gut abgeschätzt werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann nun die präoperative kieferorthopädische Behandlung beginnen. Sie dauert im Allgemeinen

12 bis 24 Monate und wird in der Regel mit festsitzenden Apparaturen (Multibandapparaturen) durchgeführt [4].

Die Aufgabe des Kieferorthopäden ist es, die Zahnbögen optimal in allen 3 Ebenen, sagittal, transversal und vertikal auszuformen und die Zähne achsengerecht einzustellen. Ober- und Unterkiefer müssen dabei isoliert betrachtet werden und die Okklusion muss außer Acht gelassen werden, da diese durch die spätere Verlagerung neu eingestellt wird. Nach der kieferorthopädischen Behandlung werden neue Abformungen genommen. Die daraus erstellten Gipsmodelle werden schädelbezüglich in einen Artikulator montiert. Jetzt hat der Kieferchirurg sozusagen einen Modellpatienten vor sich, an dem er die Operation planen kann. Man bezeichnet dies als Modelloperation. Sämtliche Skelettverlagerungen werden an den unmittelbar präoperativ erstellten und einartikulierten Modellen simuliert. Diese Modellsimulationen werden über Splinte auf die eigentliche Operation übertragen. Operationssplinte sind Kunststoffschienen, welche dafür sorgen, dass die Kiefergelenkköpfe intraoperativ die richtige zentrale Position in der Gelenkpfanne einnehmen und die die Lagebeziehung der Oberkieferzahnreihe zur Unterkieferzahnreihe bei der Kiefereinstellung während der Operation bestimmen.

Bei der Verlagerungsoperation des Oberkiefers handelt es sich meist um eine Le Fort I Osteotomie. Diese Operation geht auf Axhausen zurück, der den Eingriff 1934 das erste Mal beschrieb. Von Obwegeser wurde dann diese Technik 1965 als Standardmethode in die kieferorthopädische Chirurgie eingeführt [1]. Der Oberkiefer wird bei dieser Operation vollständig vom oberen Gesichtsschädel getrennt und kann dann in alle Richtungen verlagert werden. Wichtig ist der Erhalt der Arteria palatina, die für eine ausreichende Revaskularisierung des Oberkiefers notwendig ist.

Im Unterkiefer wird meist die sagittale Spaltung nach Obwegeser Dal Pont angewandt. Bei dieser Operationstechnik wird der aufsteigende Unterkieferast sagittal unter Schonung des Nervus alveolaris inferior gespalten, so dass nun der zahntragende Teil verlagert werden kann. Man unterscheidet zwischen monomaxillären und bimaxillären Operationen. Bei der monomaxillären Operation wird nur ein Kiefer verlagert, bei der bimaxillären Operation werden beide Kiefer verlagert.

Nach der erfolgreichen Operation erfolgt die kieferorthopädische Nachbehandlung, die der Stabilisierung des Operationsergebnisses und der Feineinstellung der Okklusion dient. Ca. 6 Wochen postoperativ kann mit dieser Behandlung begonnen werden. Nach 3 Monaten geht man von einer abgeschlossenen Knochenheilung aus. Das ist der früheste Zeitpunkt für eine Entfernung der Multibandapparatur [6]. Eine Umstellungsosteotomie birgt neben den allgemeinen Risiken, die jede Operation bzw. Vollnarkose mit sich bringt, gewisse spezielle Risiken wie neurologische Komplikationen, Wundinfektionen, intraoperative Blutungen, Nekrosen und Rezidive [7]. Unter einem Rezidiv versteht man das Wiederauftreten der ursprünglichen Dysgnathieform. Sowohl die skelettalen Verlagerungen als auch die präoperativ vorgenommenen dentoalveolären Veränderung können rezidivieren.

1.3 Fragestellung

Die Stabilität des Behandlungsergebnisses ist eines der wesentlichen Kriterien einer operativen Korrektur. Techniken und Einflussgrößen auf die Stabilität des Operationsergebnisses werden kontrovers diskutiert. Dem postoperativen Rezidiv werden multifaktorielle Ursachen zugeschrieben. Folgende mögliche Hintergründe werden diskutiert:

1. Richtung und Umfang der Verlagerung
2. Operationstechnik
3. Fixationstechnik
4. prächirurgische Kieferorthopädie
5. Verlagerungsstrecke
6. präoperative Gesichtsmorphologie

Seit der routinemäßigen Durchführung kieferorthopädischer Operationen sind in der Literatur immer häufiger Untersuchungen erschienen, die sich mit der postoperativen Stabilität von Umstellungsosteotomien beschäftigt haben. In Bezug auf die Verlagerungsrichtung konnten kritische Umstellungsosteotomien ausgemacht werden. Die Verlagerung des Oberkiefers nach superior hat sich als eine der stabilsten Operationen herausgestellt. Studien haben eine Rückfallchance von weniger als 10%

gezeigt. Das Bewegen der Maxilla nach anterior hat ein 20% Rezidivrisiko. Die Verlagerung nach inferior und die transversale Weitung des Oberkiefers ergeben die am wenigsten stabilen Operationsergebnisse. Beim Unterkiefer ist die Vorverlagerung mit einer 10% Rückfallchance am stabilsten, die Rückverlagerung dagegen ist weniger stabil [8, 9]. Wird bimaxillär operiert, sagen einige Studien, dass die Rezidivchancen gleich denen der monomaxillären Operationen sind [9]. Andere Studien fanden bei bimaxillär operierten Patienten eine deutlich höhere Rezidivtendenz als bei monomaxillär operierten [8, 10].

Die Rezidivfaktoren Fixations- und Operationstechnik konnten durch die Anwendung einer starren Fixierung durch z.B. Miniplattenosteosynthese und die intraoperative Verwendung von Stellplatten, die die Positionierung der Kondylen deutlich verbessern, minimiert werden. Eine kieferorthopädische Vorbehandlung ist heutzutage Standard. Über die übrigen Faktoren kamen verschiedene Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen. In vielen Untersuchungen wurden Korrelation zwischen Verlagerungsstrecke und Rezidiv [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17], sowie zwischen der prächirurgischen Gesichtsmorphologie und einem Rezidiv festgestellt [12, 18].

In anderen Studien wurden diese Zusammenhänge jedoch nicht bestätigt, sondern andere Ursachen ausgemacht. In der Studie von Eggenesperger et al. [19] wurden z. B. fortschreitende Resorptionsprozesse des Kieferköpfchens für Langzeitrezidive verantwortlich gemacht. Bei der Untersuchung von Grunert und Krenkel [20] wurde ein Zusammenhang von Rezidiv und myofunktionellen Störungen sowie knappen frontalen Überbissen gefunden.

Allgemein ist man sich einig, dass zur Rezidivprophylaxe operationstechnisch spannungsfrei gearbeitet werden sollte. Um das Weichgewebe und die Muskulatur nicht zu überfordern sollten Extremverlagerungen vermieden werden. Auch eine korrekte Positionierung des gelenktragenden Teils ist sehr wichtig. Eine Distraction der Gelenkkammer oder eine falsche Ausrichtung des aufsteigenden Astes der Mandibula ist zu vermeiden.

In dieser Studie sollte der Zusammenhang zwischen Ausmaß der OP-Verlagerung bei einer Unterkiefervorverlagerung und einem postoperativ auftretenden Rezidiv bei Patienten mit einer skelettalen Klasse II Dysgnathie untersucht werden. Zudem sollten weitere Faktoren identifiziert werden, die einen negativen Einfluss auf die Stabilität haben.

In diesem Zusammenhang wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- In welchem Maße spielt die präoperative Gesichtsmorphologie eine Rolle?
- Hängt das Ausmaß der Verlagerungsstrecke mit der Größe des Rezidivs zusammen?
- Welche Auswirkung hat eine Zunahme des operativen Umfangs auf das Rezidiv? Ist die unimaxilläre Vorgehensweise stabiler als die bimaxilläre? Wie wirkt sich eine Unterkieferschwenkung auf die Stabilität aus?
- Welchen Einfluss haben Alter und Geschlecht auf das Operationsergebnis?

2 Material und Methoden

2.1 Patienten

Für diese Studie wurden die Fernröntgenseitenbilder von 30 konsekutiven Dysgnathie Klasse II-Patienten ausgewertet, die sich einer Dysgnathieoperation in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im Universitätsklinikum S-H, Campus Kiel unterzogen haben.

Einschlusskriterien für die Patienten dieser Studie waren:

- das Vorliegen einer skelettalen Klasse II Dysgnathie, die durch eine Unterkiefer-vorverlagerung nach Obwegeser Dal Pont korrigiert wurde
- ein abgeschlossenes Körperwachstum
- keine spaltbedingten Fehlbildungen oder Syndrome
- das Vorliegen von mindestens drei Fernröntgenseitenbildern

Die Auswertungsgruppe bestand aus 19 Frauen und 11 Männern in einem Alter zwischen 17 und 51 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 28 Jahren. Bei 13 Patienten wurden beide Kiefer verlagert, bei 17 Patienten wurde nur der Unterkiefer verlagert. Von allen Patienten wurden 3 Fernröntgenseitenbilder ausgewertet.

Es ergaben sich folgende Untersuchungszeitpunkte.

- Zeitpunkt t_0 : Behandlungsbeginn, zeigt den Zustand vor der OP
- Zeitpunkt t_1 : postoperative Aufnahme, zeigt den Zustand direkt nach der OP
- Zeitpunkt t_2 : Langzeitkontrolle, zeigt den Zustand mindestens 6 Monaten postoperativ

Bei 20 Patienten betrug der Zeitraum $t_1 - t_2$ mindestens ein Jahr. Bei 11 Patienten weniger als ein Jahr, jedoch mindestens 6 Monate.

2.2 Operationsverfahren

Bei allen Patienten wurde der Unterkiefer nach der Methode von Obwegeser Dal Pont operiert. Dieses Verfahren ist eine der am häufigsten angewandten Methoden zur Mobilisation und Verlagerung des Unterkiefers. In maximaler Mundöffnung erfolgt

dafür ein Schleimhautschnitt entlang der Vorderkante des aufsteigenden Astes bis in die paramarginale Prämolarenregion. Der aufsteigende Unterkieferast wird durch Präparation eines Mukoperiostlappens dargestellt. Nach der subperiostalen Präparation wird der erste Splint, der die Ausgangssituation wiedergibt, eingegliedert, es werden sogenannte Stellplatten am proximalen UK und am OK befestigt. So wird die Ausgangsposition der Kiefergelenke gesichert und reproduzierbar gemacht. Vor der folgenden Osteotomie werden die Stellplatten wieder entfernt.

Mit einer überlangen Lindemannfräse wird die linguale Kompakta des aufsteigenden Astes oberhalb des Foramen alveolaris inferior osteotomiert, danach wird die bukkale Kompakta des Unterkieferkörpers distal des endständigen Molaren vertikal durchtrennt. Die zwei Osteotomielinien werden entlang des aufsteigenden Astes verbunden. Zum Schluss wird der aufsteigende Ast entlang der bukkalen Kompakta sagittal gespalten. Hierbei ist der Schutz der retromandibulären Weichteile mit dem Nervus facialis und der Vena retromandibularis wichtig. Der Unterkiefer kann nun mobilisiert werden. Um die Kiefergelenke wieder in ihre ursprüngliche Position zu bringen, werden die Stellplatten eingebracht. Der zweite Splint, der die neue Position des Unterkiefers bestimmt, wird eingegliedert. In dieser Position erfolgt die Osteosynthese mit Miniplatten. Jeweils rechts und links wird eine Sechslöchplatte festgeschraubt. Die Stellplatten können nun endgültig entfernt werden. Nach dem Wundverschluss wird der zweite Splint durch einen dritten Splint ersetzt, der dem zweiten Splint entspricht, aber wesentlich dünner ist. Dieser Splint wird für 7 Tage getragen, zusätzlich wird der Patient mit Gummibändern für 7 Tage intermaxillär fixiert. Bei einigen Patienten wurde zusätzlich der Oberkiefer mobilisiert. Diese Operation wird als sogenannte LeFort-I-Osteotomie bezeichnet. Bei dieser Operation erfolgt ein Vestibulum- oder Zahnfleischrandschnitt von Regio 16 bis 26, dann folgt die subperiostale Präparation der faszialen Kieferhöhlenwand mit Darstellung der Apertura piriformis und dem Foramen infraorbitale. Retrotubär wird bis zum Flügelfortsatz freipräpariert, das Mukoperiost der Nasenschleimhaut wird untertunnelt.

Es erfolgt eine horizontale Osteotomie von der Apertura piriformis durch die Kieferhöhlenvorder- und -seitenwand. Die Flügelfortsätze, die lateralen Nasenpfeiler sowie das Septum müssen osteotomiert werden. Dann erfolgt die Downfracture und die Mobilisierung des Oberkiefers. Der nun mobilisierte Oberkiefer kann in den vorbereiteten Splint, der die gewünschte Situation wiedergibt, eingestellt werden. Für die Osteosynthese werden 4 Miniplatten benötigt, je zwei rechts und links an der

Apertura piriformis und der Crista zygomaticoalveolaris. Auch hier muss der Patient den dünnen Okklusionssplint und die intermaxilläre Gummibandfixierung für 7 Tage tragen. Bei einer bimaxillären Umstellungsosteotomie werden sowohl der Ober- als auch der Unterkiefer operiert. Hierbei wird immer zuerst der Oberkiefer mobilisiert. Es sind vier verschiedene Splinte notwendig. Der erste Splint gibt die Situation vor der OP wieder und ist wichtig um die Ausgangssituation trotz Narkose reproduzieren zu können. In dieser Stellung werden die Stellplatten mit Schrauben fixiert. Damit ist die richtige Position der Kiefergelenke und die vertikale Position des Oberkiefers verschlüsselt und kann anhand der Bohrlöcher immer wieder reproduziert werden. Der zweite Splint gibt die neue Oberkieferposition wieder. Der dritte Splint verschlüsselt die neue Position von Ober- und Unterkiefer zueinander und wird nach der Unterkiefermobilisation eingesetzt. Der vierte Splint ist der postoperative Splint, der für 7 Tage nach der Operation getragen werden muss.

2.3 Das FRS und die kephalometrischen Messpunkte

Das Fernröntgenseitenbild stellt die diagnostische Grundlage der Kephalemtrie dar, es wurde 1931 von Hofrath (Düsseldorf) und Broadbent (Cleveland) in die Kieferorthopädie eingeführt. Es bildet das Kopf- und Kieferskelett inklusive der Dentition von Ober- und Unterkiefer sowie das Gesichtsweichteilprofil ab. Somit ermöglicht es die Beurteilung der

- Bisslage (Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer zueinander)
- Größe der Kieferbasen
- Position und Achsenstellung der Frontzähne
- Weichteilmorphologie
- Wachstumsrichtung des Gesichtsschädels [21].

2.3.1 Allgemeine Definition Kephalemtrie

Die Fachliteratur kennt über 200 kephalometrische Messpunkte und über 100 verschiedene kephalometrische Analysen [21]. Viele Analysen benutzen gleiche oder nur von den Bezeichnungen her variierende Messpunkte, Winkel und Strecken. Um Winkel und Streckenmessungen am FRS durchzuführen werden definierte

Bezugspunkte benötigt. Es wird zwischen skelettalen, dentalen, dentoalveolären Punkten und Weichteilpunkten unterschieden. Diese dienen der Konstruktion von Bezugslinien und Ebenen. Die Bezugspunkte sind anatomische, röntgenologische oder konstruierte Punkte. Die Lokalisierbarkeit der Punkte hängt von der Qualität des Röntgenbildes, von der Dichte der Strukturen und von den umgebenden und überlagerten Strukturen sowie von der Erfahrung der auswertenden Person ab [3]. Um die Veränderungen der knöchernen Strukturen nach der OP nachzuvollziehen, sind für diese Studie nur einige Bezugspunkte und die daraus resultierenden Winkel und Strecken von Bedeutung.

Für alle Winkel und Strecken wurden Normwerte festgelegt. Diese Normwerte beruhen auf einer optimalen Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer, einer sogenannten skelettalen Klasse I. Abweichungen von dieser Norm bedeuten das Vorhandensein einer Dysgnathie. Durch Analyse dieser Abweichungen kann die Ursache der Dysgnathie erkannt werden und so die Behandlung geplant werden.

2.3.2 Methodik und Messpunkte der kephalometrische Auswertung

In dieser Studie wurde die auf Segner und Hasund [22] basierende KFO-Kiel-Analyse zur KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse modifiziert. Die hier beschriebene Analyse basiert auf den 13 Referenzpunkten S, N, Ba, A, B, Pg, Me, Ar, Go, ANS, PNS, OccPiA, OccPiP (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2), die im skelettalen und dentoalveolären Bereich liegen und in jedem Fernröntgenseitenbild des Schädels bestimmt wurden. Auf der Basis dieser verwendeten Referenzpunkte wurden die Referenzlinien NSL, ML, RL, NL, Pl.occ. (siehe Tabelle 2 und Abbildung 3) bestimmt.

Aus diesen Referenzpunkten und -linien wurden die 6 Parameter SNA, SNB, ANB, SNPg, ArGoMe, Wits-Wert (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3) berechnet und für die KFO-Kiel-Rezidivanalyse zur Auswertung ausgewählt:

1. Der SNA-Winkel beschreibt die anteriore posteriore oder auch sagittale Position der Maxilla in Relation zur anterioren Schädelbasis. Bei großen Werten des SNA-Winkels über 85° bezeichnet man die Lage der Maxilla als prognath. Liegen die Werte zwischen 79° und 85° , so ist die Position der Maxilla orthognath, bei Werten unterhalb von 79° spricht man von einer retrognathen Position.

2. Der SNB-Winkel beschreibt die sagittale Position der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelbasis. Werte größer als 83° werden als prognath, Werte kleiner als 77° als retrognath bezeichnet. Der Bereich zwischen 77° bis 83° gilt als orthognath.
3. Der ANB-Winkel gibt die sagittale Position der Maxilla in Relation zur Mandibula wieder. Die sagittal basale Relation wird in drei Klassen eingeteilt. Bei einem Wert von 0° bis 4° spricht man von einer neutralen Relation. Werte kleiner als 0° kennzeichnen eine mesiale Relation und Werte größer als 4° eine distale Relation.
4. Der SNPg-Winkel gibt wie der SNB-Winkel Hinweise auf die sagittale Position der Mandibula. Die Differenz zwischen SNB und SNPg beträgt im Mittel $1,2^\circ$, das heißt, SNB-Winkel $+1^\circ$ beschreibt ein prominentes Kinn, ist der SNPg-Winkel kleiner als der SNB-Winkel, so hat das Kinn eine Retroposition.
5. Der Gonion- oder auch Kieferwinkel beschreibt die Relation des Ramus zum Corpus mandibulae. Die Größe des Kieferwinkels wird unter anderem von der Wachstumsrichtung der Kondylen beeinflusst. Große Werte kennzeichnen eine posteriore Wachstumsrichtung der Kondylen, kleine Werte eine anteriore Richtung. Bei Werten über 122° spricht man von einem vertikalen Wachstumstyp, bei Werten unter 122° von einem horizontalen Wachstumstyp [22].
6. Der Wits-Wert nach Jacobsen [23] ist eine Ergänzung zum ANB-Winkel. Er bietet den Vorteil, dass keine Abhängigkeit von NS-Linie und der Neigung des Ober- und Unterkiefers im Gesichtsschädel besteht. Normwert für Männer ist 1 mm, bei Frauen 0 mm. Bei Klasse II-Fällen wird der Wert größer, bei Klasse III-Fällen wird er kleiner.

S	Sella	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica (konstruierter Punkt: Halbierung des größten Durchmessers der Sella)
N	Nasion	Am weitesten anterior gelegener Punkt der Sutura naso-frontalis (bei V-Form der Sutura posteriorster Punkt des V's)
Ba	Basion	Am weitesten posterior und kaudal gelegener Punkt des clivus = anteriorster Punkt des Foramen magnum, 1cm kranial des Dens axis, 1 cm dorsal des Punktes artikulare
A	A-Punkt	Tiefster Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes
B	B-Punkt	Tiefster Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes
Pg	Pogonion	Am weitesten anterior gelegener Punkt des knöchernen Kinns
Me	Menton	Am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse
Ar	Artikulare	Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis im Clivus-bereich mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae (konstruierter Punkt)
Go	Gonion	Schnittpunkt der Ramustangente und der Mandibular-tangente
ANS	Spina nasalis anterior	Am weitesten anterior gelegener Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior
PNS	Spina nasalis posterior	Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten / weichen Gaumens
OccPiA	Planum okklusale anterior	Konstruierter Punkt, der durch die Halbierung der Strecke des Schneidezahnüberbisses definiert ist
OccPiP	Planum okklusale posterior	Konstruierter Punkt, der durch den distalen okklusalen Kontaktpunkt der sechs Jahresmolaren definiert ist

Tabelle 1: Verwendete kephalometrische Messpunkte der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse. Quelle: Individualisierte Kephalemtrie von D. Segner und A. Hasund [22].

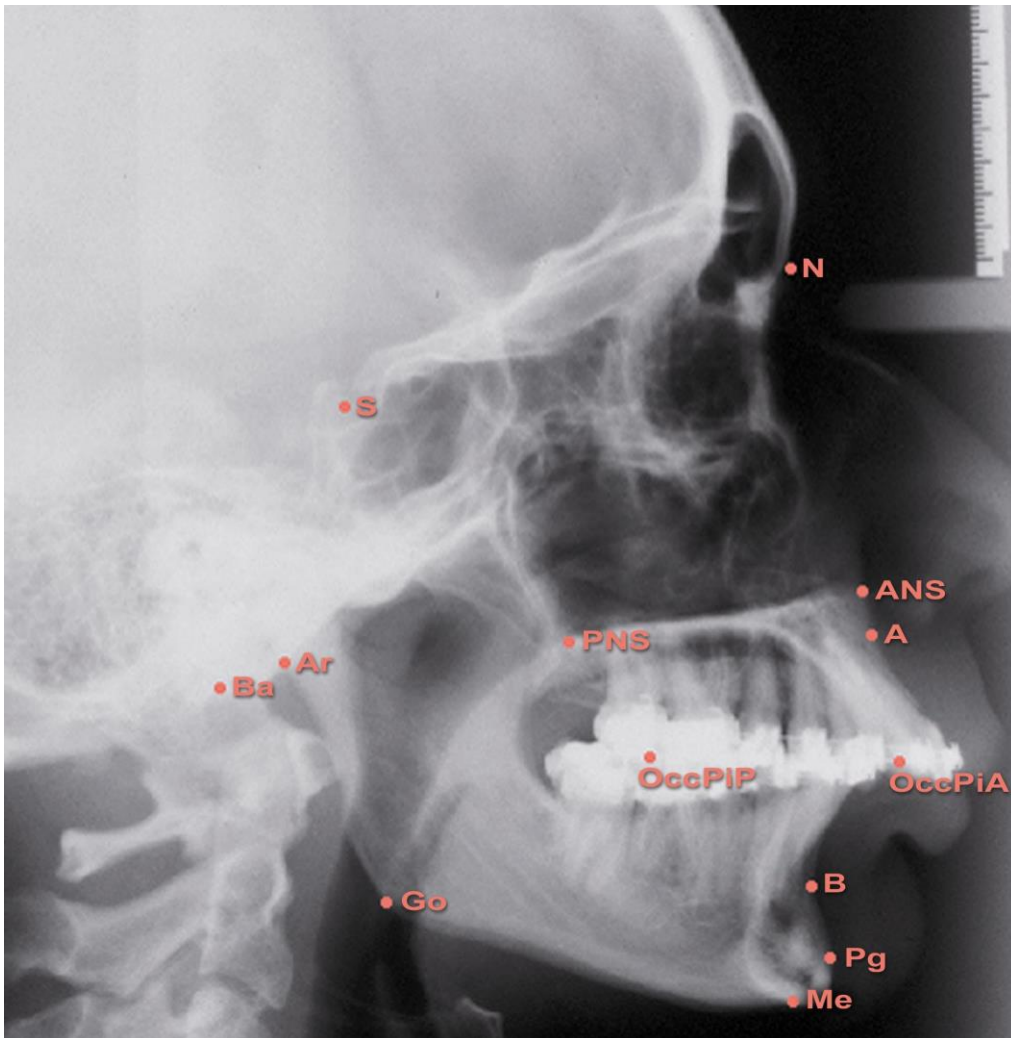


Abbildung 2: Fernröntgenseitenbild mit den verwendeten kephalometrischen Referenzpunkten.

SNL	Sella-Nasion-Linie	Verbindung Sella und Nasion
ML	Mandibularlinie	Linie durch die Punkte Gonion und Gnathion (Tangente von Gnathion an den horizontalen Ast der Mandibula)
RL	Ramuslinie	Linie durch die Punkte Articulare und Gonion (Tangente von Articulare an den aufsteigenden Ast der Mandibula)
NL	Nasallinie	Verbindungsline zwischen Spina nasalis anterior und posterior
PI.occ.	Okklusionsebene (Planum occlusale)	Verbindungsline zwischen den Punkten Planum okklusale anterior und posterior

Tabelle 2: Verwendete kephalometrische Referenzlinien der KFO-Kiel-Rezidiv Analyse. Quelle: Individualisierte Kephalemtrie von D. Segner und A. Hasund [22].

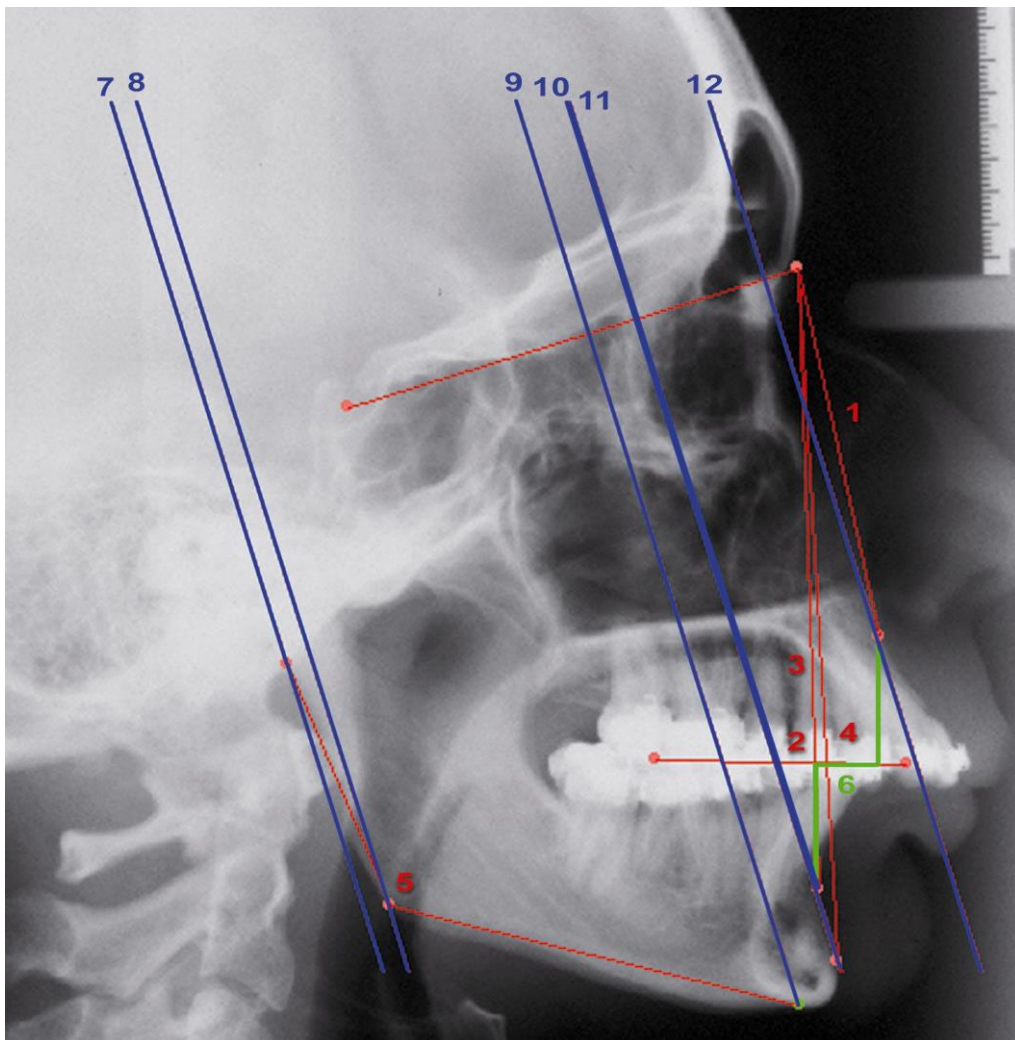


Abbildung 3: Fernröntgenseitenbild mit der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse.

Nr. 1	SNA	Winkel: Sella - Nasion - A-Punkt
Nr. 2	SNB	Winkel: Sella - Nasion - B-Punkt
Nr. 3	ANB	Winkel: A-Punkt - Nasion - B-Punkt
Nr. 4	SNPg	Winkel Sella - Nasion - Pogonion
Nr. 5	ArGoMe	Winkel: Artikulare - Gonion - Menton (Gonionwinkel)
Nr. 6	Wits-Wert	Lot von A- und B-Punkt auf Okklusionsebene: Abstand zwischen den Schnittpunkten mit der Okklusionsebene wird bestimmt

Tabelle 3: Kephalometrische Winkel und Werte der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse.
Quelle: Individualisierte Kephalometrie von D. Segner und A. Hasund [22].

2.3.3 Vertikale und sagittale Veränderungen

Die kephalometrische Analyse wurde durch ein Koordinatensystem, welches über jedes FRS gelegt wurde, ergänzt, um so eine Aussage über das sagittale und vertikale Verhalten der Punkte im Untersuchungszeitraum zu machen, unabhängig von intraoperativ veränderten Strukturen. Als X-Achse wurde die Linie zwischen den Punkten S und N (SN-Linie) definiert. Die Struktur dieser Linie ist nach der Beendigung des Wachstums sehr stabil und ist eine stationäre Variable zu allen drei Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 , da sie während der Umstellungsosteotomie keine Veränderung erfährt. Die Y-Achse wurde jeweils durch eine Senkrechte auf die SN-Linie durch den zu analysierenden Punkt gebildet (siehe Abbildung 3, Tabelle 4).

Zur Bestimmung der sagittalen Veränderung wurde jeweils der Abstand zwischen der Senkrechten durch den jeweiligen Punkt (Artikulare, Gonion, Menton, Pogonion, B, A) und der Senkrechten durch den Punkt Nasion zum Zeitpunkt t_0 , t_1 und t_2 gemessen.

Zur Bestimmung der vertikalen Veränderung des A und B-Punktes wurde der Abstand des jeweiligen Punktes zur X-Achse zu den 3 Zeitpunkten gemessen.

Zusätzlich wurden für die Veränderung in der Sagittalen - der Hauptkorrekturbene - der ANB-Winkel, der Wits-Wert, der Winkel SNPg sowie der SNB-Winkel ausgewertet. Vertikale Veränderungen im Bereich des Kieferwinkels wurden durch den Gonionwinkel (Ar-Go-Me) beurteilt.

Nr. 7	Artikulare	nur sagittale Veränderung
Nr. 8	Gonion	nur sagittale Veränderung
Nr. 9	Menton	nur sagittale Veränderung
Nr. 10	Pogonion	nur sagittale Veränderung
Nr. 11	B-Punkt	sagittale und vertikale Veränderungen
Nr. 12	A-Punkt	sagittale und vertikale Veränderungen

Tabelle 4: Die im Koordinatensystem erfassten kephalometrischen Punkte.

2.4 Klinische Merkmale der Klasse II Patienten

Als Richtwerte für die Patientenauswahl wurden der ANB-Winkel und der Wits-Wert genommen, diese sind bei einer skelettalen Klasse II vergrößert. Beim ANB-Winkel bedeutet dies Werte über 4° und beim Wits-Wert Werte über 1 mm. Ob es sich bei der Dysgnathie um eine Rücklage des Unterkiefers oder aber Vorlage des Oberkiefers handelt, kann man am SNA- und SNB-Winkel sehen. Bei Rücklage des Unterkiefers ist der SNB-Winkel verkleinert, d.h. Werte unter 77° . Bei einer Vorlage des Oberkiefers ist der SNA-Winkel vergrößert, d.h. Werte über 85° . Alle Patienten dieser Studie hatten im FRS einen vergrößerten ANB-Winkel und Wits-Wert.

2.5 Auswertung der Fernröntgenseitenbilder

Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder erfolgte mit der kieferorthopädischen Software Orthometric R der Firma 3-dent-Sistemas Dentales, Version 3.2. Die Röntgenbilder stammten alle aus dem Röntgenarchiv der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie im Universitätsklinikum S-H, Campus Kiel. Alle Fernröntgenseitenbilder wurden mit einem Durchlichtscanner (Epson perfection V700 Photo) eingescannt und in die Software Orthometric R eingespeist. Danach wurde jedes Röntgenbild nach der KFO-Kiel-Rezidiv-Analyse ausgewertet. Dafür mussten die kephalometrischen Messpunkte markiert werden, der Computer berechnet dann automatisch die gewünschten Winkel und Strecken.

2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen SPSS für Windows Version 11.5.1 (SPSS Inc., Chicago, USA) und Microsoft Excel Version 2003 (Microsoft Corporation, Seattle, USA). Sämtliche Messwerte wurden zu den einzelnen Zeitpunkten t_0 , t_1 und t_2 betrachtet sowie die Veränderung der Werte zwischen den einzelnen Zeitpunkten. Dafür wurden die Bilder paarweise verglichen und die Differenzen zwischen den Werten der zwei Zeitpunkte gebildet.

Daraus ergaben sich dann 3 verschiedene Zeiträume:

- $t_0 - t_1$: zeigt die Veränderungen durch Operation
- $t_1 - t_2$: zeigt die Veränderungen nach der Operation und gibt so Auskunft über die Stabilität des Operationsergebnisses
- $t_0 - t_2$: zeigt die Veränderung insgesamt.

Alle kephalometrischen Variablen wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test (siehe Anhang Tabelle 14) auf Normalverteilung getestet und durch einem gepaarten t-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% zu den verschiedenen Zeitpunkten auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Danach wurden im Rahmen der deskriptiven Statistik u.a. Mittelwerte und Standardabweichungen der röntgenographischen Werte bzw. der absoluten Differenzen ermittelt und verglichen. Mittels Korrelationsuntersuchungen nach Spearman wurden Zusammenhänge zwischen den einzelnen kephalometrischen Variablen im Nachuntersuchungszeitraum gesucht. Das Signifikanzniveau lag bei $p \leq 0,01$. Der Korrelationskoeffizient (k) lag zwischen -1 und 1 und zeigte so eine negative oder aber positive Korrelation an. Je näher der Korrelationskoeffizient bei $-/+1$ lag, desto stärker war die Korrelation. Ein Korrelationskoeffizient von 0 bedeutete, dass kein Zusammenhang zwischen zwei Werten bestand. Als Kontrollvariablen für die Korrelationsuntersuchung wurde die Gruppeneinteilung nach Rezidivtendenz, Verlagerungsstrecke und Operationsumfang verwendet.

2.7 Gruppeneinteilung

Um anhand der Mittelwerte festzustellen zu können, wie sich verschiedene Merkmale auf die Stabilität der Umstellungsosteotomie auswirkten, wurde der Patientenpool in Gruppen aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgte nach Rezidivtendenz, nach Größe der Verlagerungsstrecke, nach Umfang der Osteotomie, nach erfolgter Unterkiefer-schwenkung sowie nach Alter und Geschlecht.

Die Gruppe mit der größten Rezidivtendenz konnte so herausgefiltert werden und der positive oder negative Einfluss des jeweiligen Merkmals auf das Rezidiv war zu erkennen.

Folgende Einteilungen wurden vorgenommen:

1. nach **Rezidivtendenz** in:

- | | |
|------------------|---|
| Rezidivgruppe 0: | kein Rezidiv zu beobachten |
| Rezidivgruppe 1: | Rezidiv zu beobachten |
| Rezidivgruppe 2: | weitere Unterkiefervorverlagerung zu beobachten |

2. nach Größe der **Verlagerungsstrecke** in:

- | | |
|-----------------------|--|
| Verlagerungsgruppe 1: | Verlagerungsstrecken von 2 mm bis 4 mm |
| Verlagerungsgruppe 2: | Verlagerungsstrecken > 4 mm bis 6 mm |
| Verlagerungsgruppe 3: | Verlagerungsstrecken > 6 mm bis 13 mm |

Die Verlagerungsstrecke wurde anhand der Röntgenbilder ermittelt und bezieht sich immer auf den B-Punkt.

3. nach **Umfang der Operation** in:

- | | |
|--------------|-------------------------------------|
| OP-Gruppe 1: | bimaxilläre Operation |
| OP-Gruppe 2: | alleinige Unterkiefervorverlagerung |

4. nach einer erfolgten **Unterkieferschwenkung** in:

- | | |
|-----------|--|
| Gruppe 0: | keine Schwenkung |
| Gruppe 1: | Unterkiefer wurde bei der Operation geschwenkt |

Diese Information wurde aus den OP-Berichten entnommen.

5. nach **Altersgruppen** in:

- | | |
|-----------------|---|
| Altersgruppe 1: | Patienten im Alter von 17 bis 20 Jahren |
| Altersgruppe 2: | Patienten von 21 bis 30 Jahren |
| Altersgruppe 3: | Patienten von 31 bis 50 Jahren. |

6. nach **Geschlecht** in:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| Geschlechtsgruppe 1: | weibliche Patienten |
| Geschlechtsgruppe 2: | männliche Patienten. |

2.8 Fehleranalyse

Grundsätzlich beinhaltet jede Auswertung eines Fernröntgenseitenbildes Messfehler [22]. Bei der Auswertung können zwei Arten von Fehlern auftreten, zum einen der systematische Fehler, zum anderen der zufällige Fehler. Der systematische Fehler entsteht durch die Inhomogenität beim Röntgen, zum Beispiel bei der Einstellung des Patienten im Röntgengerät oder durch den bei jeder Aufnahme entstehenden Vergrößerungsfaktor. Diese Ungenauigkeiten wirken sich besonders stark auf die Strecken aus, die anhand des Koordinatensystems bestimmt wurden. Um diesen Fehler möglichst gering zu halten, wurden bei jedem Patienten die SN-Strecke (X-Achse) und die durch das Koordinatensystem ermittelten Strecken im Röntgenbild zum Zeitpunkt t_1 und t_2 auf die Werte des Röntgenbildes zum Zeitpunkt t_0 normiert und so vergleichbar gemacht. Der zufällige Fehler entsteht durch Ungenauigkeiten bei der Auswertung der Röntgenbilder. Addiert man den systematischen und den zufälligen Fehler, erhält man den totalen Messfehler. Zur Bestimmung des totalen Messfehlers der Winkel und Strecken wurden in den Röntgenbildern von 5 Patienten vom Zeitpunkt t_1 und t_2 jeweils fünfmal die Referenzstrecke SN und fünfmal der SNB-Winkel ausgemessen.

3 Ergebnisse

Der Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung ergab, dass alle Messwerte auf dem 5% Niveau annähernd normalverteilt sind (siehe Anhang Tabelle 14a). Der gepaarte T-Test zeigte, dass die Messreihen vom Zeitpunkt t_0 zu t_2 bei einem Signifikanzniveau von 5% signifikant verschieden waren (siehe Anhang Tabelle 14b).

Für die Winkel lag der totale Messfehler bei $1,42^\circ$, bestehend aus einem zufälligen Fehler von $0,98^\circ$ und dem systematischen Fehler von $0,44^\circ$. Für die Strecken ergab sich ein totaler Messfehler von 1,51 mm, bestehend aus dem zufälligen Fehler von 0,39 mm und dem systematischen Fehler von 1,12 mm (siehe Anhang Tabelle 15).

Der durchschnittliche ANB-Winkel bezogen auf die gesamte Patientengruppe lag vor der Umstellungsosteotomie in dieser Studie bei $7,06^\circ$ und bei 7,06 mm für den Wits-Wert. Der Mittelwert des SNB-Winkels lag bei $74,72^\circ$, der mittlere Wert des SNA-Winkels bei $81,83$ (siehe Tabelle 6). Diese Werte spiegelten eine deutliche Klasse II Dysgnathie mit Rücklage des Unterkiefers wieder (Querverweis Kapitel 2.3.2)

3.1 Auswertung der Mittelwerte

3.1.1 Absolute Veränderungen der Mittelwerte im gesamten Untersuchungszeitraum

Zunächst wird auf die Veränderung der röntgenologischen Werte der gesamten Patientengruppe im gesamten Untersuchungszeitraum eingegangen. Die Werte im Zeitraum $t_0 - t_1$ zeigen das Ausmaß der operativen Verlagerung. Die Werte im Zeitraum $t_1 - t_2$ spiegeln die postoperative Veränderungen wieder, d.h. sie geben Auskunft über die Stabilität bzw. über ein Rezidiv des Unterkiefers. Die Werte im Zeitraum $t_0 - t_2$ zeigen an, wie viel von der operativen Verlagerungsstrecke zum Nachuntersuchungszeitpunkt t_2 verblieben ist. Positive Werte bedeuten in bezug auf die Sagittale eine Vorverlagerung des kephalometrischen Punktes bzw. in der Vertikalen eine Kaudalverlagerung des Punktes. Negative Werte bedeuten in der Sagittalen eine Rückverlagerung bzw. in der Vertikalen eine Verlagerung des Punktes nach kranial. Daraus ergaben sich die Veränderungen bei den kephalometrischen Messwerten:

1. B-Punkt und SNB-Winkel

Die durchschnittlich operativ erreichte UK-Vorverlagerung, gemessen am B-Punkt, betrug 5,6 mm und beim SNB-Winkel 3,87°. Der postoperative Korrekturverlust bzw. das Rezidiv betrug beim B-Punkt 1,52 mm und beim SNB-Winkel 1,02°. Daraus errechnete sich ein Rezidiv von 27,14% beim B-Punkt und 26,35% beim SNB-Winkel (siehe Tabelle 5 und 6).

2. Pogonion und SNPg-Winkel

Auch Pogonion und SNPg-Winkel verhielten sich sehr ähnlich. Die durchschnittliche operative Vorverlagerung beim Pg-Punkt betrug 5,74 mm und 3,25° beim SNPg-Winkel, gefolgt von einem Korrekturverlust von 1,74 mm und 0,95° (siehe Tabelle 5 und 6).

3. Menton

Beim Menton war eine durchschnittliche Vorverlagerung von 5,88 mm, gefolgt von einer Rückverlagerung um 1,76 mm zu beobachten (siehe Tabelle 5).

4. Artikulare

Beim Punkt Artikulare waren kaum Änderungen zu bemerken. Im Mittel war eine operativ bedingte Rückverlagerung um 0,18 mm, gefolgt von einer postoperativen Vorverlagerung von 0,23 mm zu sehen (siehe Tabelle 5).

5. Gonion und Gonion-Winkel

Der Gonionwinkel stieg durch die operative Vorverlagerung um 2,37° und um weitere 0,31° in der Nachuntersuchungsphase $t_1 - t_2$. Beim Punkt Gonion erfolgte eine operativ bedingte Vorverlagerung von 1,72 mm, im Zeitraum t_1-t_2 dann eine Rückverlagerung um 0,26 mm (siehe Tabelle 5 und 6).

6. B-Punkt vertikal:

In der Vertikalen wanderte der B-Punkt durch die operative Vorverlagerung im Mittel um 3,88 mm nach kaudal und rezidierte dann im Zeitraum $t_1 - t_2$ um 1,18 mm nach kranial. (siehe Tabelle 5).

7. Wits-Wert und ANB-Winkel

Wits-Wert und ANB-Winkel sanken direkt postoperativ um 6,09 mm und 3,19° und rezidierten dann um 0,63 mm und 0,42° (siehe Tabelle 5 und 6).

8. SNA-Winkel

Der SNA-Winkel vergrößerte sich im OP-Zeitraum im Mittel nur geringfügig um 0,66° und rezidierte dann im Nachuntersuchungszeitraum wieder um 0,27° (siehe Tabelle 6).

Parameter	Differenz der MW (SD) in mm			Rezidiv
	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	$t_0 - t_2$	
B-Punkt sagittal	5,60 (2,7)	-1,52 (2,0)	4,08 (2,4)	27,14%
Pogonion sagittal	5,74 (3,0)	-1,74 (2,1)	3,99 (2,5)	30,31%
Menton sagittal	5,88 (3,1)	-1,76 (2,1)	4,12 (2,5)	29,93%
Artikulare sagittal	-0,81 (2,2)	0,23 (1,9)	0,05 (1,5)	28,39%
Gonion sagittal	1,72 (2,7)	-0,26 (2,8)	1,46 (1,9)	15,12%
B-Punkt vertikal	3,88 (2,7)	-1,18 (2,0)	2,70 (2,6)	30,41%

Tabelle 5: Mittlere Verlagerungsstrecken der Referenzpunkte der gesamten Patientengruppe im Zeitverlauf (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung). Positive Werte bedeuten eine Vorverlagerung bzw. vertikal eine Verlagerung nach kaudal. Negative Werte bedeuten eine Rückverlagerung bzw. vertikal eine Verlagerung nach kranial.

Parameter	absoluter MW (SD)	Differenz der MW (SD)			Rezidiv
		t_0	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	
SNB-Winkel	74,72° (3,5°)	3,87° (1,7°)	-1,02° (1,2°)	2,85° (1,5°)	26,35%
ANB-Winkel	7,06° (3,0°)	-3,19° (1,8°)	0,42° (1,3°)	-2,76° (2,0°)	13,16%
Wits-Wert	7,06 mm (2,6 mm)	-6,09 mm (2,9 mm)	0,63 mm (2,0 mm)	-5,47 mm (3,9 mm)	10,34%
Sn-Pg-Winkel	76,8° (4,7°)	3,25° (1,5°)	-0,95° (1,1°)	2,30° (1,3°)	29,23%
Ar-Go-Me-Winkel	123,81° (8,1°)	2,37° (4,5°)	0,31° (5°)	2,68° (2,7°)	13,08%
SNA-Winkel	81,83° (3,8°)	0,66° (2,0°)	-0,27° (2,3°)	0,39° (2,2°)	40,90%

Tabelle 6: Verhalten der Winkelwerte inkl. Wits-Wert der gesamten Patientengruppe im Zeitverlauf (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung).

3.1.2 Einteilung der Rezidivgruppen

Die Patienten wurden je nach ihrem Rezidivverhalten in drei Gruppen aufgeteilt. Die Einteilung basierte auf dem postoperativen Verhalten des B-Punktes in der Sagittalen. Da der totale Messfehler der Strecken bei 1,51 mm lag, wurde eine Veränderung der Lage des B-Punktes in diesem Bereich als Messfehler angesehen, galt somit nicht als Rezidiv und wurde der Rezidivgruppe 0 zugeordnet. Eine Rückverlagerung des B-Punktes im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ außerhalb des Messfehlerbereiches führte dann zur Einteilung in die Rezidivgruppe 1. In der Rezidivgruppe 2 befanden sich die Patienten, bei denen im Nachuntersuchungszeitraum eine weitere Vorverlagerung des B-Punktes zu erkennen war.

Die Tabellen im Anhang 7.3 geben einen Überblick über das Patientenprofil der drei Rezidivgruppen bezüglich Geschlecht, Alter, OP-Umfang und Größe der Verlagerungsstrecke. Die Rezidivgruppe 1 bestand zu 60% aus Frauen. Mit 35% gehörte der größte Anteil dieser Patienten zur mittleren Altersgruppe (21 bis 30 Jahre). Bei 55% der Patienten der Rezidivgruppe 1 wurde nur der Unterkiefer vorverlagert, bei 45% wurde bimaxillär operiert. Prozentual gesehen war der Anteil an mittleren und großen Verlagerungsstrecken in der Rezidivgruppe 1 mit 80% am höchsten.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie sich die verschiedenen kephalometrischen Werte innerhalb der Rezidivgruppen durch die OP verändert haben. Abbildung 4 und 5 zeigen den Verlauf des SNB-Winkels bzw. des B-Punktes für die Rezidivgruppe 0, 1, und 2.

In der Rezidivgruppe 0 war der präoperative SNB-Winkel mit $74,3^\circ$ am kleinsten, bedingt durch die operative Verlagerung des Unterkiefers war ein Anstieg auf $77,62^\circ$ zu sehen, danach konnte kein weiterer Abfall der Kurve beobachtet werden. Zum Zeitpunkt t_2 lag der SNB bei $77,73^\circ$. In der Rezidivgruppe 1 lag der SNB-Winkel zum Zeitpunkt t_0 bei $74,79^\circ$, hier war der größte Anstieg auf $78,98^\circ$ zum Zeitpunkt t_1 zu sehen, gefolgt von einer Abnahme des Winkels auf $77,3^\circ$ zum Zeitpunkt t_2 . Die Rezidivgruppe 2 hatte den größten präoperativen SNB-Winkel mit $75,71^\circ$, der Anstieg des Winkels auf $78,64^\circ$ zum Zeitpunkt t_1 war am geringsten, zum Zeitpunkt t_2 hin war ein weiterer Anstieg auf $79,45^\circ$ zu beobachten (siehe Abbildung 4).

Die Verlagerungsstrecke des B-Punktes lag bei der Rezidivgruppe 0 bei 4,55 mm, im Zeitraum $t_1 - t_2$ änderte sich die Lage des B-Punktes kaum. Bei der Rezidivgruppe 1 war die Verlagerungsstrecke des B-Punktes mit 6,22 mm am größten, hier war eine

Rückverlagerung um 2,52 mm zu beobachten. Bei der Rezidivgruppe 2 war die geringste Vorverlagerung des B-Punktes mit 3,65 mm zu beobachten, im Zeitraum t_1 - t_2 war eine weitere Vorverlagerung um 1,65 mm zu sehen (siehe Abbildung 5).

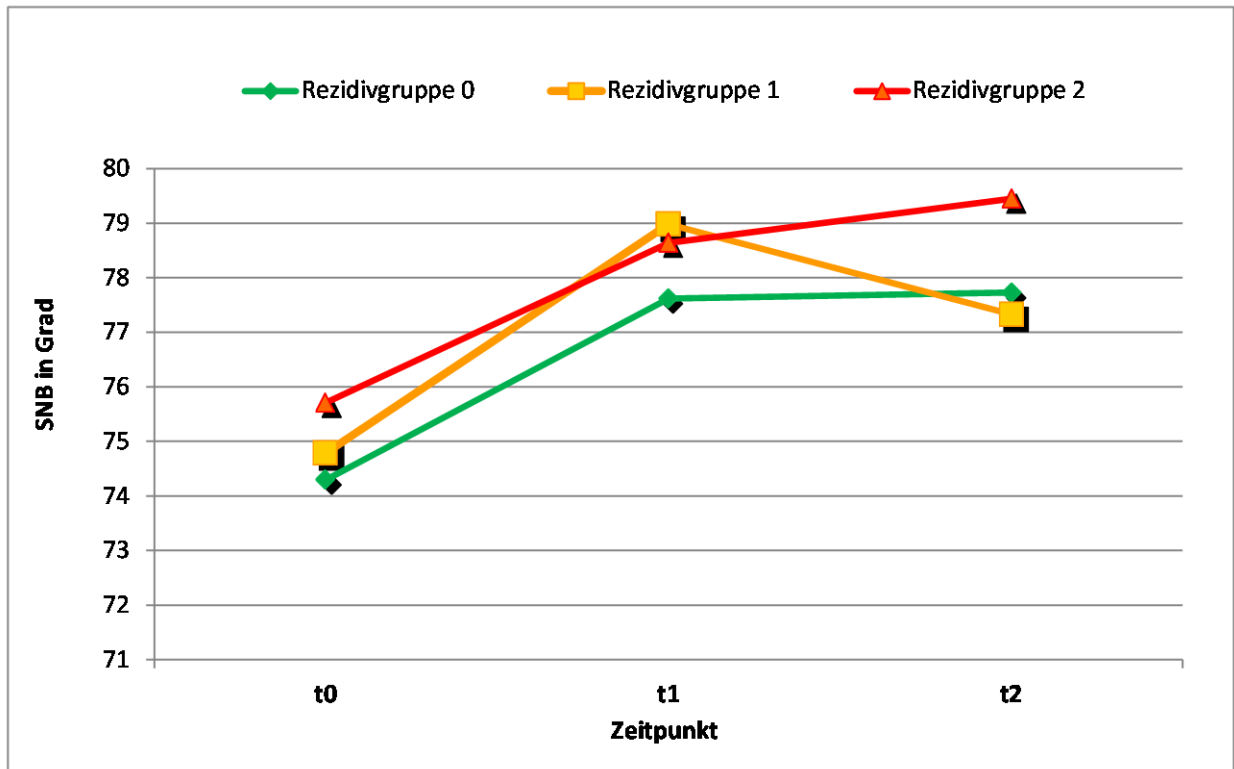


Abbildung 4: Verlauf des SNB-Winkels für Rezidivgruppe 0, 1 und 2 zum Zeitpunkt t_0 , t_1 und t_2 .

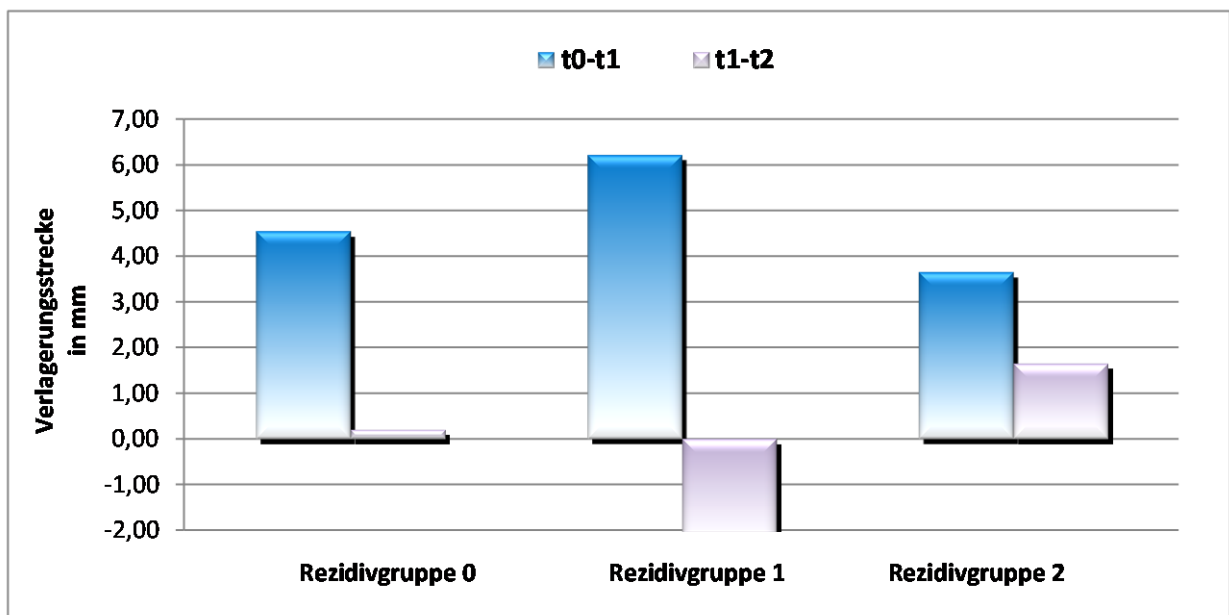


Abbildung 5: Verhalten des B-Punktes für Rezidivgruppe 0, 1 und 2 im Zeitverlauf.

3.1.2.1 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 0

In der Rezidivgruppe 0 betrug die durchschnittlich operativ erreichte Vorverlagerung des B-Punktes 4,55 mm (siehe Tabelle 8). Das äußerte sich beim SNB-Winkel als eine Vergrößerung um 3,32°. Postoperativ blieb diese Situation dann nahezu stabil (siehe Tabelle 7).

Wits-Wert und ANB-Winkel verkleinerten sich operativ bedingt um 7,5 mm und 2,87° und verringerten sich dann im Zeitraum $t_1 - t_2$ noch etwas mehr (siehe Tabelle 6).

Auch der Sn-Pg-Winkel sowie das Pogonion behielten nach ihrer operativen Vorverlagerung um 2,5° bzw. 4,34 mm ihre Lokalisation bei. Eine unerhebliche postoperative Abnahme um 0,09° beim Winkel und 0,09 mm beim Pogonion war festzustellen (siehe Tabelle 7 und 8). Beim Punkt Menton war die gleiche Tendenz wie beim Pogonion zu beobachten.

Der Gonionwinkel nahm bedingt durch die operative Vorverlagerung um 3,84° zu, im Zeitraum $t_1 - t_2$ rezidierte er dann um 0,86° (siehe Tabelle 7).

Der Punkt Artikulare erfuhr im Zeitraum t_0-t_1 eine posteriore Verlagerung von 1,54 mm, im Nachuntersuchungszeitraum bewegte er sich dann um 1,34 mm nach anterior (siehe Tabelle 8).

Der Gonionpunkt dagegen änderte mit 0,04 mm seine Lage im Zeitraum $t_1 - t_2$ fast gar nicht, verlagerte sich dann aber im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ um 1,31 mm nach anterior (siehe Tabelle 7).

In der Vertikalen wanderte der B-Punkt im Zuge der Operation um 3,21 mm nach kaudal. Im Nachuntersuchungszeitraum setzte sich dies geringfügig um 0,29 mm fort (siehe Tabelle 8).

Parameter	MW (SD)					
	absolut	Differenz	absolut	Differenz	absolut	Differenz
	t_0	$t_0 - t_1$	t_1	$t_1 - t_2$	t_2	$t_2 - t_0$
SNB-Winkel	74,30°	3,32°	77,62°	0,11°	77,73°	3,43°
	(4,8°)	(1,3°)	(5,4°)	(0,1°)	(5,2°)	(1,1°)
ANB-Winkel	5,52°	-2,87°	2,65°	-0,25°	2,4°	-3,12°
	(2,9°)	(1,8°)	(3,1°)	(0,7°)	(3,1°)	(1,7°)
Wits-Wert	7,98 mm	-7,50 mm	0,45mm	-0,46 mm	0,03 mm	-7,95 mm
	(2,9 mm)	(4 mm)	(2,8 mm)	(1,8 mm)	(3,8 mm)	(5,4 mm)
Sn-Pg-Winkel	77,06°	2,50°	79,56°	-0,09°	79,47°	2,41°
	(6,5°)	(1,0°)	(6,4°)	(0,5°)	(6,1°)	(1,2°)
Ar-Go-Me-Winkel	122,08°	3,84°	125,92°	-0,86	125,05°	2,98°
	(12,7°)	(7,8)	(16,6°)	(8,5°)	(11,9°)	(2,2°)

Tabelle 7: Veränderung der absoluten Mittelwerte und deren Differenzen der Rezidivgruppe 0 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

Parameter	Differenz MW (SD) in mm		
	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	$t_2 - t_0$
B-Punkt sagittal	4,55 (2,0)	0,2 (0,5)	4,74 (1,7)
Pogonion sagittal	4,34 (1,9)	-0,09 (1,1)	4,25 (2,0)
Menton sagittal	4,14 (2,3)	-0,05 (1,0)	4,09 (2,2)
Artikulare sagittal	-1,54 (2,1)	1,34 (2,1)	-0,2 (2,4)
Gonion sagittal	0,04 (2,4)	1,31 (2,9)	1,35 (1,9)
B-Punkt vertikal	3,21 (2,1)	0,29 (0,8)	3,5 (1,9)

Tabelle 8: Mittlere Verlagerungsstrecken der Referenzpunkte der Rezidivgruppe 0 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

3.1.2.2 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 1

In der Rezidivgruppe 1 war eine durchschnittliche operative Vorverlagerung des B-Punktes von 6,22 mm bzw. eine Zunahme von 4,19° des SNB-Winkel zu sehen. Postoperativ war dann eine Abnahme beider Werte zu beobachten, für den B-Punkt um 2,52 mm und den SNB-Winkel um 1.65° (siehe Tabelle 9 und 10).

Wits-Wert und ANB-Winkel nahmen durch die Vorverlagerung des Unterkiefers ab, der Wits-Wert um 5,46 mm und der ANB-Winkel um 3,10°, um dann im Zeitraum $t_1 - t_2$ wieder zu rezidivieren (siehe Tabelle 9).

Auch beim Sn-Pg-Winkel sowie bei den Punkten Pogonion und Menton war die gleiche Tendenz zu beobachten. Bedingt durch die Unterkiefervorverlagerung war eine Zunahme der Werte zu sehen, die dann im Zeitraum $t_1 - t_2$ wieder rezidivierten (siehe Tabelle 9 und 10).

Der Gonionwinkel nahm operativ bedingt um 1,72° zu, eine weitere Zunahme um 0,47° blieb postoperativ bestehen. Der Gonionpunkt wanderte im Zeitraum $t_0 - t_1$ 2,5 mm nach anterior und rezidivierte dann um 1,03 mm (siehe Tabelle 9 und 10).

Der Punkt Artikulare änderte sich im Mittel nur geringfügig. Er bewegte sich operativ bedingt um 0,39 mm vor und postoperativ dann um 0,13 mm zurück (siehe Tabelle 10).

In der Vertikalen verlagerte sich der B-Punkt im Zuge der Operation um 3,95 mm nach kaudal. Im Nachuntersuchungszeitraum war eine Rückverlagerung um 1,75 mm nach kranial zu beobachten (siehe Tabelle 10).

Parameter	MW (SD)					
	absolut	Differenz	absolut	Differenz	absolut	Differenz
	t ₀	t ₀ -t ₁	t ₁	t ₁ -t ₂	t ₂	t ₂ -t ₀
SNB-Winkel	74,79° (3,2°)	4,19° (1,8°)	78,98° (3,9°)	-1,65° (1,0°)	77,33° (3,8°)	2,51° (1,6°)
ANB-Winkel	7,64° (3°)	-3,1° (1,6°)	4,54° (3,1°)	0,84° (1,2°)	5,38° (3,8°)	-2,26° (1,9°)
Wits-Wert	6,62 mm (2,5 mm)	-5,46 mm (2,3 mm)	1,16 mm (3,2 mm)	1,21 mm (1,8 mm)	2,37 mm (3,3 mm)	4,25 mm (2,8 mm)
Sn-Pg- Winkel	76,51° (4,2°)	3,7° (1,6°)	80,21° (4,8°)	-1,47° (0,9°)	78,74° (4,8°)	2,23° (1,4°)
Ar-Go-Me- Winkel	125,1° (5,8°)	1,72° (3,1°)	126,82° (7,2°)	0,47° (3,3°)	127,29° (6,8°)	2,19° (2,6°)

Tabelle 9: Veränderung der absoluten Mittelwerte (MW) und deren Differenzen der Rezidivgruppe 1 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

Parameter	Differenz MW (SD) in mm		
	t ₀ -t ₁	t ₁ -t ₂	t ₂ -t ₀
B-Punkt sagittal	6,22 (2,8)	-2,52 (1,5)	3,69 (2,6)
Pogonion sagittal	6,81 (3,1)	-2,74 (1,7)	3,84 (2,7)
Menton sagittal	6,59 (3,1)	-2,81 (1,6)	3,99 (2,7)
Artikulare sagittal	0,39 (2,1)	-0,13 (1,8)	0,26 (1,1)
Gonion sagittal	2,50 (2,6)	-1,03 (2,6)	1,47 (2,0)
B-Punkt vertikal	3,95 (2,9)	-1,75 (2,1)	2,19 (2,8)

Tabelle 10: Mittlere Verlagerungsstrecken (MW) der Referenzpunkte der Rezidivgruppe 1 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

3.1.2.3 Rezidivverhalten in der Rezidivgruppe 2

Bei Rezidivgruppe 2 betrug die operative Vorverlagerung im Mittel 3,65 mm beim B-Punkt und 2,93° beim SNB-Winkel. Postoperativ erfolgte eine weitere Zunahme um 1,65 mm und 0,82° (siehe Tabelle 11 und 12).

Wits-Wert und ANB-Winkel verkleinerten sich operativ bedingt um 6,86 mm und 5,29° und verringerten sich dann im Zeitraum $t_1 - t_2$ nochmals um 0,8 mm und 1,09° (siehe Tabelle 11).

Der Sn-Pg-Winkel sowie das Pogonion nahmen operativ bedingt um 1,78° bzw. 2,80 mm zu, gefolgt von einer weiteren Zunahme im Nachuntersuchungszeitraum um 0,83° beim Winkel und 1,68 mm beim Pogonion (siehe Tabelle 11 und 12).

Beim Punkt Menton war die gleiche Tendenz wie beim Pogonion zu beobachten (siehe Tabelle 12).

Der Gonionwinkel nahm bedingt durch die operative Vorverlagerung um 3,01° zu und stieg im Zeitraum $t_1 - t_2$ um weitere 3,37° an (siehe Tabelle 11).

Der Punkt Artikulare erfuhr im Zeitraum $t_0 - t_1$ eine geringfügige posteriore Verlagerung von 0,45 mm und verlagerte sich dann im postoperativen Zeitraum um weitere 0,67 mm nach posterior (siehe Tabelle 12).

Der Gonion-Punkt änderte mit 0,65 mm Verlagerung nach anterior seine Lage im Zeitraum $t_0 - t_1$ nur wenig, verlagerte sich dann aber im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ um weitere 1,25 mm nach anterior (siehe Tabelle 12).

In der Vertikalen wanderte der B-Punkt im Zuge der Operation um 5,91 mm nach kaudal, im Nachuntersuchungszeitraum rezidierte er um 1,38 mm nach kranial (siehe Tabelle 12).

Parameter	MW (SD)					
	absolut	Differenz	absolut	Differenz	absolut	Differenz
	t ₀	t ₀ -t ₁	t ₁	t ₁ -t ₂	t ₂	t ₂ -t ₀
SNB-Winkel	75,71° (0,3°)	2,93° (0,7°)	78,64° (1,0°)	0,82° (0,4°)	79,45° (1,4°)	3,75° (1,1°)
ANB-Winkel	7,41° (1,9°)	-5,29° (3,0°)	2,13° (4,9°)	-1,09° (2,4°)	1,04° (2,5°)	-6,38° (0,6°)
Wits-Wert	7,74 mm (2,3 mm)	-6,86 mm (1,9 mm)	0,88 mm (4,2 mm)	-0,80 mm (2,6 mm)	0,08 mm (1,6 mm)	-7,66 mm (0,7 mm)
Sn-Pg- Winkel	78,67° (0,6°)	1,78° (0,9°)	80,44° (1,5°)	0,83° (0,2°)	81,27° (1,3°)	2,60° (0,7°)
Ar-Go-Me- Winkel	117,93° (3,2°)	3,01° (3,1°)	120,94° (0,2°)	3,37° (0,5°)	124,31° (0,7°)	6,38° (2,6°)

Tabelle 11: Veränderung der absoluten Mittelwerte (MW) und deren Differenzen der Rezidivgruppe 2 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

Parameter	Differenz MW (SD) in mm		
	t ₀ - t ₁	t ₁ - t ₂	t ₂ - t ₀
B-Punkt sagittal	3,65 (1,3)	1,65 (0,9)	5,30 (2,2)
Pogonion sagittal	2,80 (1,9)	1,68 (0,1)	4,48 (1,8)
Menton sagittal	3,53 (1,9)	1,91 (1,0)	5,44 (2,9)
Artikuläre sagittal	-0,45 (0,9)	-0,67 (1,0)	-1,12 (0,02)
Gonion sagittal	0,65 (0,6)	1,25 (1,5)	1,90 (0,8)
B-Punkt vertikal	5,91 (2,8)	-1,38 (0,3)	4,52 (2,6)

Tabelle 12: Mittlere Verlagerungsstrecken (MW) der Referenzpunkte der Rezidivgruppe 2 im Zeitverlauf (SD = Standardabweichung).

3.1.2.4 Das Rezidivverhalten der 3 Rezidivgruppen im Vergleich

Zusammenfassend stellte sich dar, dass die mittlere Verlagerungsstrecke gemessen am B-Punkt in der Rezidivgruppe 1 mit 6,22 mm am größten war, gefolgt von der Rezidivgruppe 0 mit 4,55 mm. Die kleinste Verlagerungsstrecke war mit 3,65 mm in der Rezidivgruppe 2 zu finden.

In der Rezidivgruppe 1 war gegenüber den anderen zwei Rezidivgruppen eine Rückverlagerung in der Sagittalen anhand des B-Punktes und des SNB-Winkels sowie der anderen Unterkieferpunkte zu beobachten. In der Rezidivgruppe 0 war dagegen keine postoperative Rezidivtendenz in der Sagittalen bei Winkeln oder Punkten auszumachen. In der Rezidivgruppe 2 war postoperativ eine weitere Zunahme der sagittalen Werte zu beobachten. B-Punkt und SNB-Winkel sowie die anderen Unterkieferpunkte nahmen im Zeitraum $t_1 - t_2$ weiter zu.

Der Gonionwinkel nahm in allen drei Rezidivgruppen durch die Unterkieferverlagerung zu. Eine geringfügige Rezidivneigung um $0,86^\circ$ war aber nur in der Rezidivgruppe 0 zu erkennen.

Betrachtet man den B-Punkt in der Vertikalen, so war in allen 3 Gruppen im Zuge der Operation eine Verlagerung nach kaudal zu sehen. Sowohl in Rezidivgruppe 1 als auch in der Rezidivgruppe 2 war im Zeitraum $t_1 - t_2$ eine Rückverlagerung nach kranial zu erkennen.

3.1.3 Rezidivverhalten in Abhängigkeit von der operativen Verlagerungsstrecke

Um das Rezidivverhalten in Abhängigkeit von der Verlagerungsstrecke zu untersuchen, wurden die Patienten je nach Größe der Verlagerungsstrecke in drei Gruppen aufgeteilt:

- In der Verlagerungsgruppe 1 befanden sich alle Patienten mit Verlagerungsstrecken von 2 mm bis 4 mm.
- In der Verlagerungsgruppe 2 wurden alle Patienten mit Verlagerungsstrecken größer 4 mm bis 6 mm zusammengefasst.
- In der Verlagerungsgruppe 3 waren die Patienten mit Verlagerungsstrecken größer als 6 mm bis 13 mm.

Die Verlagerungsstrecke wurde anhand der Röntgenbilder ermittelt und bezieht sich immer auf den B-Punkt. Die Tabellen im Anhang (siehe Tabelle 20 bis 22) geben einen Überblick über das Patientenprofil der drei Verlagerungsgruppen in Bezug auf Alter, Geschlecht und OP-Umfang.

In der Verlagerungsgruppe 1 betrug die durchschnittlich operativ erreichte Vorverlagerung des Unterkiefers am B-Punkt 3,17 mm. Für den SNB-Winkel bedeutete die Vorverlagerung des Unterkiefers eine Vergrößerung um 2,48°. Im Nachuntersuchungszeitraum war eine geringe Rezidivtendenz im Mittel um 0,7 mm am B-Punkt, und 0,54° beim SNB-Winkel zu erkennen (siehe Abbildung 6 und 7). Daraus errechnete sich ein Rezidiv des B-Punktes von 22%. Die Patienten dieser Gruppe gehörten zum größten Teil der Rezidivgruppe 0 und 1 an (siehe Anhang Tabelle 19).

In der Verlagerungsgruppe 2 betrug die durchschnittlich operativ erreichte Vorverlagerung des Unterkiefers am B-Punkt 4,88 mm. Der SNB-Winkel vergrößerte sich um 3,52°. Im Zeitraum t_1 - t_2 war dann eine entgegengesetzte Bewegung von 1,22 mm am B-Punkt und 0,81° beim SNB-Winkel zu beobachten (siehe Abbildung 6 und 7). Das bedeutete eine Rückverlagerung des B-Punktes um 25%. Hier gehörte der größte Teil der Patienten der Rezidivgruppe 1 an (siehe Anhang Tabelle 19).

In der Verlagerungsgruppe 3 betrug die durchschnittlich operativ erreichte Vorverlagerung des Unterkiefers am B-Punkt 8,25 mm, dies führte zu einer Vergrößerung des SNB-Winkels um 5,34°. In dieser Verlagerungsgruppe war die größte Rezidivtendenz zu erkennen, und zwar eine Rückverlagerung des B-Punktes um 2,47 mm und eine Verkleinerung des SNB-Winkels um 1,60° im Nachuntersuchungszeitraum (siehe Abbildung 6 und 7). Daraus ergab sich ein Rezidiv des B-Punktes von 29,9%. Die Patienten dieser Gruppe gehörten zu über 70% der Rezidivgruppe 1 an (siehe Anhang Tabelle 19).

In Abbildung 6 und Abbildung 7 ist der Verlauf des SNB-Winkels bzw. des B-Punktes in Abhängigkeit vom Ausmaß der Verlagerungsstrecke zu sehen. Man sieht, dass die Verlagerungsgruppe 1 mit der geringsten Verlagerungsstrecke postoperativ die geringsten Änderungen des SNB-Winkels und B-Punktes zu verzeichnen hatte, gefolgt von der Verlagerungsgruppe 2 mit der mittleren Verlagerungsstrecke. Die größten postoperativen Änderungen für SNB-Winkel und B-Punkt waren in der Verlagerungsgruppe 3 mit der größten Verlagerungsstrecke zu beobachten.

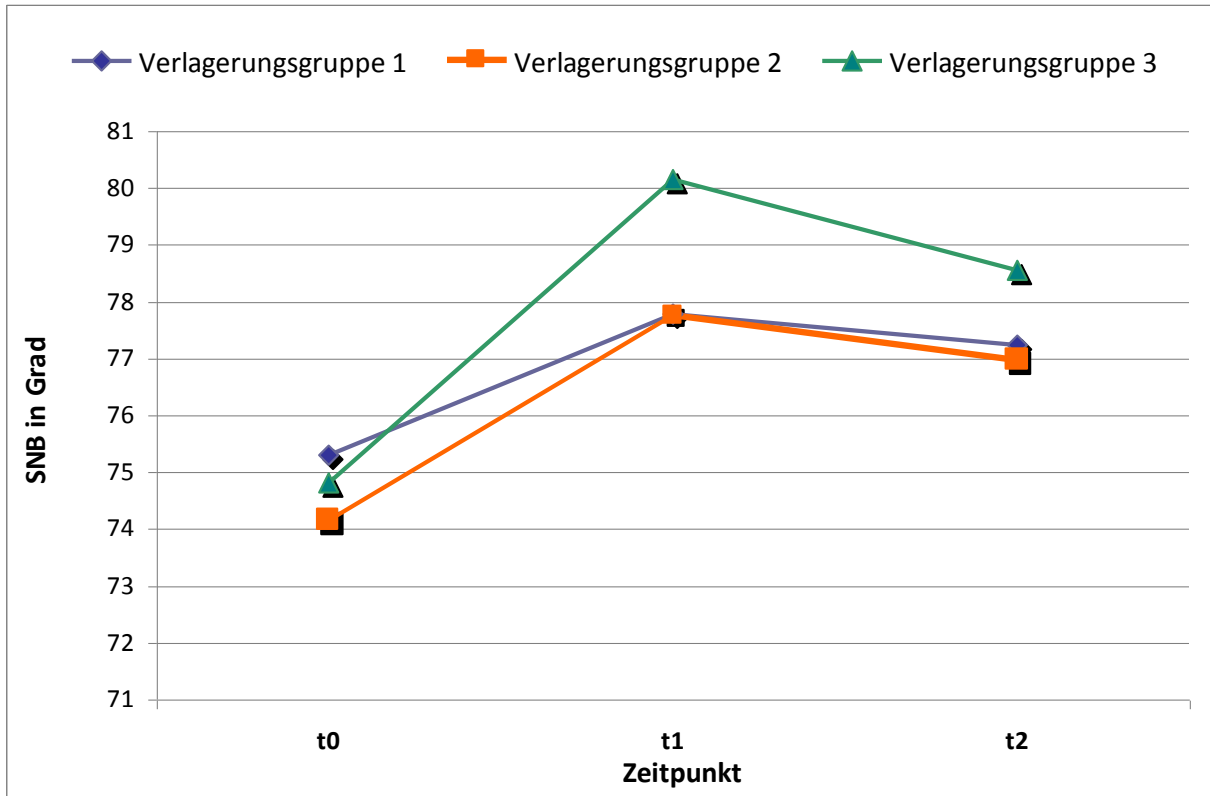


Abbildung 6: Verlauf des SNB-Winkels zum Zeitpunkt t_0 , t_1 und t_2 in Abhängigkeit von der Verlagerungsstrecke.

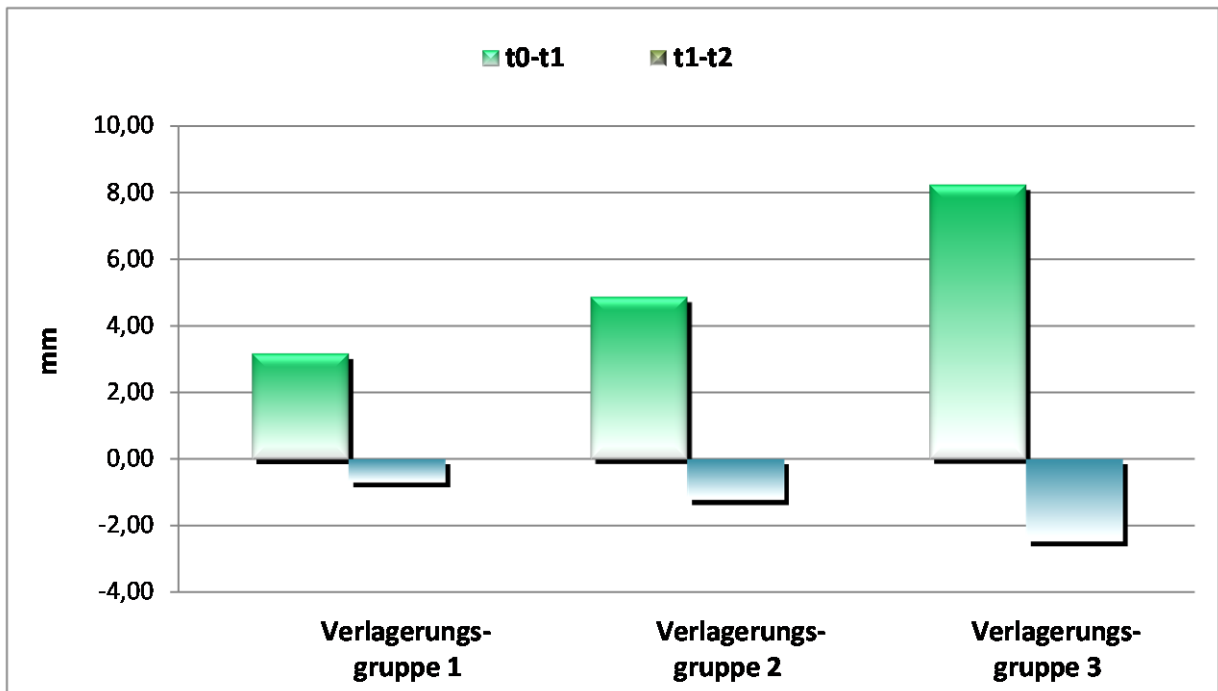


Abbildung 7: Verhalten des B-Punktes im Zeitverlauf in Abhängigkeit von der Verlagerungsstrecke

3.1.4 Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom operativen Umfang

Die Patienten wurden je nach operativem Umfang in zwei OP-Gruppen aufgeteilt.

In der OP-Gruppe 1 wurden alle Patienten bimaxillär operiert. Sie bestand aus 13 Patienten. Der durchschnittliche Ausgangswert des SNB-Winkels betrug $73,82^\circ$, der Wits-Wert lag bei 7,28 mm und der ANB-Winkel bei $7,48^\circ$. Der B-Punkt wurde operativ um 6,62 mm nach vorn verlagert, was beim SNB-Winkel zu einer Zunahme von $4,35^\circ$ führte. Postoperativ war eine Rückverlagerung um 1,95 mm bzw. eine Verkleinerung des Winkels um $1,24^\circ$ zu beobachten. Daraus errechnete sich ein Rezidiv des B-Punktes von 29,4% (siehe Anhang Tabelle 23). Auch die Unterkieferpunkte Pogonion und Menton sowie der SnPg-Winkel verhielten sich sehr ähnlich.

In der OP-Gruppe 2, bestehend aus 17 Patienten, wurde nur der Unterkiefer vorverlagert. Der durchschnittliche Ausgangswert des SNB-Winkels betrug hier $75,41^\circ$, der Wits-Wert lag bei 6,88 mm und der ANB-Winkel bei $6,74^\circ$. Die operative Unterkiefervorverlagerung am B-Punkt betrug 4,82 mm, was beim SNB-Winkel zu einer Zunahme von $3,5^\circ$ führte. Postoperativ war eine Rückverlagerung um 1,2 mm bzw. eine Verkleinerung des Winkels $0,85^\circ$ zu beobachten. Daraus ergab sich ein Rezidiv des B-Punktes von 24,9% (siehe Anhang Tabelle 23).

Auch hier verhielten sich die Unterkieferpunkte Pogonion und Menton sowie der SnPg-Winkel fast identisch.

3.1.5 Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit von einer Unterkieferschwenkung

Die Gruppeneinteilung erfolgte nach intraoperativ erfolgter oder nicht erfolgter Unterkieferschwenkung.

In der Gruppe 0 wurde der Unterkiefer nicht geschwenkt, das heißt, er wurde rechts und links um die gleiche Strecke nach vorn verlagert. Diese Gruppe bestand aus 13 Patienten. Hier betrug die durchschnittliche Unterkiefervorverlagerung am B-Punkt 6,13 mm. Der SNB-Winkel vergrößerte sich um $4,25^\circ$. Im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ war eine Rückverlagerung des B-Punktes um 1,63 mm bzw. 26,6% und eine Verringerung des SNB-Winkels um $1,12^\circ$ zu erkennen (siehe Anhang Tabelle 23). Sowohl die Punkte Menton und Pogonion als auch der SN-Pg-Winkel hatten die gleiche Tendenz.

In der Gruppe 1 wurde der Unterkiefer intraoperativ geschwenkt, das bedeutet rechts und links wurde um unterschiedlich große Strecken vorverlagert. Dieser Gruppe bestand aus 17 Patienten. Der B-Punkt wurde operativ um 5,2 mm nach vorn verlagert, dies führte beim SNB-Winkel zu einer Zunahme von 3,58°. Postoperativ war eine Rückverlagerung von 1,43 mm, bzw. eine Verkleinerung des Winkels um 0,94° zu beobachten. Bezogen auf den B-Punkt ergab sich ein Rezidiv von 27,5% (siehe Anhang Tabelle 23). Die gleiche Tendenz war auch bei den Punkten Pogonion, Menton sowie beim Sn-Pg-Winkel zu sehen.

3.1.6 Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom Alter

Zur Beurteilung des Rezidivverhaltens in Abhängigkeit vom Alter wurde der Patientenpool in drei Gruppen aufgeteilt.

Die Altersgruppe 1, bestand aus 7 Patienten, welche in einem Alter zwischen 17 und 20 Jahren operiert wurden. Im Mittel wurde der Unterkiefer hier um 6,27 mm nach anterior verlagert. Der SNB-Winkel vergrößerte sich dadurch um 4,09°. In der Nachuntersuchungsphase erfolgte eine Rückverlagerung des B-Punktes um 2,83 mm und eine Verkleinerung des SNB-Winkels um 1,80° (siehe Anhang Tabelle 24). Daraus errechnete sich ein Rezidiv des B-Punktes von 45,1%.

Der Altersgruppe 2 gehörten 13 Patienten im Alter von 21 bis 30 Jahren an. Die Unterkiefervorverlagerung am B-Punkt betrug hier durchschnittlich 5,53 mm. Der SNB-Winkel vergrößerte sich durch die Operation um 3,91°. Im Zeitraum $t_1 - t_2$ fand eine Rückverlagerung des B-Punktes um 0,57 mm statt. Der SNB-Winkel verkleinerte sich auch nur geringfügig um 0,44°. Bezogen auf den B-Punkt ergab sich ein Rezidiv von 10,3% (siehe Anhang Tabelle 24).

In der Altersgruppe 3 waren 10 Patienten in einem Alter zwischen 31 und 50 Jahren. Im Mittel wurde der Unterkiefer hier um 5,22 mm operativ nach anterior verlagert. Der SNB-Winkel vergrößerte sich dadurch um 3,67°. In der Nachuntersuchungsphase erfolgte eine Rückverlagerung des B-Punktes um 1,84 mm und eine Verringerung des SNB-Winkels von 1,23°. Das ergab ein Rezidiv des B-Punktes von 35,2% (siehe Anhang Tabelle 24).

3.1.7 Das Rezidivverhalten in Abhängigkeit vom Geschlecht

In der Geschlechtsgruppe 1 wurden die 19 weiblichen Patienten zusammengefasst. Der B-Punkt wurde operativ durchschnittlich um 5,28 mm vorverlagert. Dadurch vergrößerte sich der SNB-Winkel um 3,73°. Eine Rückverlagerung des B-Punktes um 1,28 mm und Verkleinerung des SNB-Winkels um 0,87° erfolgte im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ (siehe Anhang Tabelle 24). Daraus errechnete sich ein Rezidiv des B-Punktes von 24,2%.

Die Geschlechtsgruppe 2 bestand aus 11 Männern. Die Unterkieferverlagerung am B-Punkt betrug hier durchschnittlich 6,16 mm. Der SNB-Winkel vergrößerte sich durch die Operation um 4,13°. Im Zeitraum $t_1 - t_2$ war dann eine Rückverlagerung des B-Punktes um 1,93 mm zu beobachten. Dies stellte ein Rezidiv von 31,3% dar. Der SNB-Winkel verkleinert sich um 1,27° (siehe Anhang Tabelle 24).

3.2 Korrelationen zwischen den kephalometrischen Messpunkten

Mit Hilfe des Tests nach Spearman wurden Zusammenhängen bzw. Abhängigkeiten zwischen den röntgenologischen Messdaten im Nachuntersuchungszeitraum untersucht. Als Kontrollvariablen für die Korrelationsuntersuchung wurde die Gruppeneinteilung nach Rezidivtendenz, Verlagerungsstrecke und Operationsumfang verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei $p \leq 1\%$. Je dichter der k-Wert an -1 oder $+1$ lag, desto stärker war die Korrelation. Folgende Korrelationen wurden ermittelt (siehe Tabelle 13):

- A-Punkt und SNA-Winkel sowie der ANB-Winkel korrelierten positiv miteinander.
- Der B-Punkt zeigte positive Korrelationen mit Menton, Pogonion, Sn-Pg- und SNB-Winkel und eine negative Korrelation mit dem ANB-Winkel sowie dem Wits-Wert.
- Der Unterkieferpunkt Gonion korrelierte mit dem Gonionwinkel (Ar-Go-Me-Winkel).
- Menton korrelierte mit den Unterkieferpunkten Pogonion und B-Punkt, zusätzlich mit dem SNB- und Sn-Pg-Winkel. Eine negative Korrelation zeigte sich mit dem Wits-Wert und dem ANB-Winkel.

- Beim Pogonion konnten die gleichen Korrelationen wie beim Menton beobachtet werden.
- SNB- und Sn-Pg-Winkel korrelierten miteinander sowie mit den Unterkieferpunkten B, Menton und Pogonion. Mit dem Wits-Wert und dem ANB-Winkel bestand eine negative Korrelation.
- Auch der Wits-Wert und der ANB-Winkel wiesen miteinander sehr starke Korrelationen auf.

		A	B	Go	Me	Pg	SNPg	Ar-Go-Me	SNA	SNB	Wits	ANB
A	k		--	--	--	--	--	--	0,6	--	--	0,48
	p								0,00			0,01
B	k			--	0,89	0,95	0,94	--	--	0,97	-0,64	-0,66
	p				0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00
Go	k				--	--	--	0,53	--	--	--	--
	p							0,00				
Me	k					0,86	0,85	--	--	0,89	-0,51	-0,48
	p					0,00	0,00			0,00	0,00	0,01
Pg	k						0,97	--	--	0,91	-0,52	-0,57
	p						0,00			0,00	0,00	0,00
SNPg	k							--	--	0,95	-0,53	-0,57
	p									0,00	0,00	0,00
Ar-Go-Me	k								--	--	--	--
	p											
SNA	k									--	--	--
	p											
SNB	k										-0,67	-0,62
	p										0,00	0,00
Wits	k											0,78
	p											0,00

Tabelle 13: Starke Korrelationen nach Spearman mit einem Signifikanzniveau von 1% für die kephalometrischen Messpunkte. k = Korrelationskoeffizient, p = Signifikanz.

4 Diskussion

Die Intention einer Dysgnathiebehandlung besteht darin, zum einen funktionelle Aspekte wie z.B. die Abbeiß- und Kaufunktion, die Artikulation und Okklusion zu verbessern und zum anderen eine ansprechendere Ästhetik herzustellen. Voraussetzung für eine langfristige Sicherung dieser Ziele ist die Stabilität des Kiefers / der Kiefer in seiner / ihrer neuen Position.

Die Unterkiefervorverlagerung gilt nach der Oberkieferhochverlagerung als eine der stabilsten Dysgnathieoperation [8, 9]. Sie hat gute Erfolgsraten die skelettalen Relationen langfristig zu normalisieren und damit das äußere Erscheinungsbild zu verbessern [24, 25]. Es gibt viele Studien, die sich mit dem Thema postoperatives Rezidiv beschäftigt haben [8, 9, 10, 13]. Dadurch konnten bereits wichtige Rezidivfaktoren herausgefiltert werden, die sich ungünstig auf die Stabilität auswirken. Die heutzutage angewandte Miniplattenosteosynthese und die Verwendung von Stellplatten zur intraoperativen Kondylenpositionierung während der Operation sind zwei Faktoren, welche die Rezidivgefahr deutlich verringern [26]. Auch eine präoperativ durchgeführte kieferorthopädische Behandlung ist heutzutage Standard, denn nur mithilfe dieser ist es möglich die Kieferbasen in idealer Relation zueinander zu positionieren [20, 27]. Erfolgt keine präoperative Kompensation der Zahnfehlstellungen, kann die Verlagerungsweite des Unterkiefers durch diese Fehlstellungen so limitiert sein, dass es trotz der Operation zu einer Beeinträchtigung der Funktion und Ästhetik kommt [27]. Dies ist zum Beispiel bei einem Patienten mit retrudierten Oberkieferfrontzähnen der Fall. Werden diese Zähne nicht vor der Operation kieferorthopädisch aufgerichtet, ist die Verlagerung des Unterkiefers durch die Stellung der oberen Frontzähne begrenzt. Für ein stabiles Behandlungsergebnis ist zudem eine allseits abgestützte Okklusion wichtig, diese lässt sich meist nur mit einer kieferorthopädischen Vorbehandlung erreichen.

Da bei allen Patienten in dieser Studie mit Miniplattenosteosynthese, intraoperativen Stellplatten und prächirurgischer Kieferorthopädie gearbeitet wurde, konnten diese Faktoren als Rezidivursache vernachlässigt werden.

Ziel dieser Arbeit war, anhand der Fernröntgenseitenbilder die postoperative Stabilität der Unterkiefervorverlagerung zu untersuchen und Faktoren, die zu einem Stabilitätsverlust beitragen, herauszuarbeiten.

4.1 Diskussion der kephalometrischen Messmethodik

Die Fernröntgenseitenanalyse ist die mit am häufigsten angewandte Methode, um objektive Messdaten über die skelettalen Veränderungen während und nach der Dysgnathieoperation zu erhalten und zu vergleichen [17, 24, 27, 28]. In dieser Arbeit wurde die herkömmliche kieferorthopädische Auswertung der Fernröntgenseitenbilder, bestehend aus der Erfassung von Winkeln und Strecken, durch die Bestimmung markanter Referenzpunkte mittels eines Koordinatensystems ergänzt [29]. Dadurch konnte das Ausmaß der Verlagerung exakt beschrieben werden.

Ein Problem bei der Betrachtung dieser absoluten Werte ist eine größere Anfälligkeit für projektionsbedingte Fehler als z.B. bei einem Winkel. Daher wurden die im Koordinatensystem ermittelten Strecken mit Hilfe der SN-Strecke normiert und durch die üblichen Winkelmessungen ergänzt. Trotz der Objektivität dieser Messdaten muss man bei ihrer Betrachtung und Interpretation vorsichtig sein. Unterschiedliche Fehlerquellen können Auswirkungen auf die Daten haben. Beim FRS betreffen diese Fehlermöglichkeiten zum einen Fehler bei der Auswertung der Röntgenbilder durch die ausführende Person, da teilweise eine exakte Identifizierung der Referenzpunkte schwierig ist. Zum anderen sind projektions- und aufnahmebedingte Verzeichnungen möglich und die Herstellung von situationsgleichen Aufnahmen ist schwierig [4, 22]. Damit der Messfehler bei der kephalometrischen Analyse möglichst gering bleibt, wurden alle Fernröntgenseitenbilder von derselben Person ausgewertet sowie die drei Röntgenbilder eines Patienten zeitlich gesehen direkt nacheinander ausgewertet, zudem wurden ausschließlich gängige und gut zu identifizierende Referenzpunkte gewählt. In dieser Arbeit lag der Gesamtfehler für Strecken bei 1,51 mm und für Winkel bei 1,42° [29].

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse verschiedener Studien ist relativ schwierig, da meist sehr unterschiedliche Voraussetzungen bezüglich der Patientenauswahl, der Operationsmethode, der Verlagerungsrichtung und des Verlagerungsausmaßes sowie der Nachuntersuchungszeiträume bestehen. Bei dieser Arbeit lag die Rezidivrate, gemessen am B-Punkt, bei einer durchschnittlichen Vorverlagerung von 5,6 mm bei 27,14%.

In einer Untersuchungsgruppe mit rein monomandibulär operierter Patienten fanden Eggenesperger et al. [19] nach 12 Monaten, bei einer mittleren Vorverlagerung von 4,1 mm, ein Rezidiv von 31% am B-Punkt. Nach 12 Jahren erhöhte sich dieses auf 50% der ursprünglichen Verlagerungsstrecke. In der Studie von Ow und Cheung [12] betrug das postoperative Rezidiv 6 bis 12 Monate nach der Operation 20,3% bei einer mittleren Vorverlagerung von 7,5 mm. Auch Scheuer und Holtje [10] fanden nach einer mittleren operativen Vergrößerung des SNB-Winkels um $3,54^\circ$ ein postoperatives Rezidiv von 20,3%, gemessen ein Jahr postoperativ.

Richter, Klein und Michel [28] dagegen beobachteten in ihrer Untersuchungsgruppe, bestehend aus rein monomandibulär operierten Patienten, postoperativ keine Rückverlagerung des B-Punktes, sondern eine geringfügige Vorverlagerung des B-Punktes.

4.2 Diskussion der Rezidivgründe

Um Aussagen über mögliche Rezidivgründe herauszuarbeiten, wurde der gesamte Patientenpool nach Rezidivtendenz unterteilt. In der Gruppe 0 waren die Patienten, bei denen der B-Punkt nach der OP nicht rezidiert ist, in Gruppe 1 wurden die Patienten zusammengefasst, bei denen sich der B-Punkt im Nachuntersuchungszeitraum wieder zurück verlagert hat und in Gruppe 2 waren die Patienten, bei denen sich der B-Punkt nach der OP noch weiter nach anterior verlagert hatte. Die Rezidivgruppe 1 war mit 20 von insgesamt 30 Patienten die Größte. Das Rezidiv betrug hier durchschnittlich 2,52 mm am B-Punkt bzw. $1,65^\circ$ beim SNB-Winkel. Von klinisch relevanten Rezidiven wird im Allgemeinen ab einer Rezidivgröße von 2 mm gesprochen [9, 30]. In dieser Studie kam es bei 12 Patienten zu einem klinisch relevanten Rezidiv. Auffallend war, dass in der Rezidivgruppe 1 neun Patienten bimaxillär operiert wurden, also fast die Hälfte. In der Gruppe 0 dagegen wurden lediglich zwei Patienten bimaxillär operiert. Auch war die durchschnittliche Verlagerungsstrecke in der Gruppe 1 mit 6,22 mm die größte und in der Gruppe 2 mit 3,65 mm die kleinste.

Betrachtet man die röntgenologischen Ausgangswerte zum Zeitpunkt t_0 der drei Gruppen, sind die meisten Werte relativ ähnlich, nur beim Gonionwinkel sind größere Unterschiede auszumachen. Bei Rezidivgruppe 0 entsprach der durchschnittliche Gonionwinkel mit $122,08^\circ$ dem allgemeinen Durchschnittswert. In der Rezidivgruppe 1

war der durchschnittlich größte Winkel mit $125,1^\circ$ zu finden und in der Rezidivgruppe 2 betrug der Gonionwinkel $117,93^\circ$. Das lässt vermuten, dass sich ein großer präoperativer Gonionwinkel eher ungünstig auf die Stabilität auswirkt. Dies deckt sich mit vorangegangenen Studien, in denen sich ein großer präoperativer Mandibularebenenwinkel ungünstig auf die postoperative Stabilität auswirkte. Sowohl Ow und Cheung [12] als auch Mobarek et al. [18] berichteten in ihren Studien, dass die Patienten mit großem Mandibularebenenwinkel ein größeres horizontales Rezidiv zu verzeichnen hatten als Patienten mit kleinem Winkel. Mobarak et al. [18] beobachteten auch, dass in der Patientengruppe mit kleinem Mandibularplanumwinkeln das Rezidiv in der frühen postoperativen Periode auftrat, während das Rezidiv bei der Patientengruppe mit großem Winkel eher ein kontinuierlicher landanhaltender Prozess war. Er führt dies vor allem auf Resorptionsprozesse an den Kondylen zurück.

Der Mandibularebenenwinkel (ML-NSL) drückt die Neigung der Mandibula in Bezug auf die anteriore Schädelbasis aus; ein großer Mandibularebenenwinkel geht immer mit einem großen Gonionwinkel einher. Andere Studien konnten diesen Zusammenhang jedoch nicht bestätigen [13, 14]. In der Studie von Frey et al. [14] hatte der präoperative Mandibularebenenwinkel keine Auswirkungen auf das Rezidiv. Sie fanden jedoch heraus, dass eine intraoperative Verkleinerung des Winkels zu einer erhöhten Rezidivtendenz des Unterkiefers führte. Eine Abnahme des Winkels war in ihrer Studie signifikant mit einem postoperativ erhöhten Rezidiv des B-Punktes nach posterior und inferior verknüpft. Auch Scheuer und Holtje [10] fanden in ihrer Studie heraus, dass eine operative Verkleinerung der mandibulären Neigung durch Autorotation der Mandibula, die Gefahr des sagittalen Rezidivs vergrößerte. Diese Erkenntnis wurde in vielen Studien, die sich mit diesem Thema beschäftigt haben, bestätigt [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Eine operative Verkleinerung des Mandibularwinkels erfolgt durch ein Hochrotieren des Unterkiefers gegen den Uhrzeigersinn, dies ist z.B. nötig bei Patienten mit einem sehr großen Mandibularebenenwinkel, klinisch ist diese Situation durch einen offenen Biss gekennzeichnet, um diesen zu schließen, muss der Unterkiefer hochrotiert werden. Bei dieser Vor- und Hochbewegung werden die pterygomandibuläre Muskelschlinge und das umliegende Gewebe stark gedehnt und die Zugrichtung etwas verändert, so dass keine gute neuromuskuläre Adaptation möglich ist. Eine neuromuskuläre Adaptation ist aber die Grundlage für skelettale Stabilität. Eine Adaptation der Muskulatur an eine neue Länge ist in gewissen Grenzen möglich, aber bei einer Änderung der Arbeitsrichtung kann nicht mit einer Adaptation

gerechnet werden [9]. Aus diesem Grund ist die Hochverlagerung der Maxilla auch die stabilste Verlagerung: Sowohl Weichgewebe als auch Muskulatur werden entspannt. In dieser Studie konnte dieser Zusammenhang nicht geprüft werden, da bei fast allen Patienten der Gonionwinkel durch die operative Unterkiefervorverlagerung tendenziell eher zunahm.

Bei der Betrachtung des vertikalen Verhaltens des B-Punktes sah man in allen 3 Gruppen eine Kaudalwanderung des B-Punktes durch die Operation. Im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ blieb er dann in der Gruppe 0 ziemlich stabil, in der Rezidivgruppe 1 und 2 dagegen rezidierte er wieder nach kranial. Diese Bewegungen könnten in Zusammenhang mit okklusalem Settling stehen.

Bei der Geschlechterverteilung in den drei Rezidivgruppen war auffällig, dass in der Gruppe ohne Rezidiv hauptsächlich Frauen zu finden waren. In der Rezidivgruppe 1 lag das Verhältnis von Mann zu Frau bei 2:3 und in der Gruppe 2 bei 1:1. Beim Altersdurchschnitt hatte die Rezidivgruppe 1, im Vergleich zu den anderen Gruppen, den größten Anteil an über 30-Jährigen.

4.3 Diskussion über den Einfluss der Verlagerungsstrecke auf die Stabilität

Für die Untersuchung der Auswirkung des Ausmaßes der Verlagerungsstrecke auf die Rezidivgröße, wurden die Patienten je nach Größe der Verlagerungsstrecke in drei Gruppen aufgeteilt. Dabei kam heraus, dass die Patienten mit der größten Verlagerungsstrecke prozentual gesehen auch das größte Rezidiv zu verzeichnen hatten. In der Verlagerungsgruppe 1, mit Vorverlagerung des Unterkiefers von 2 bis 4 mm betrug das Rezidiv am B-Punkt 22%. In der Verlagerungsgruppe 2, mit Verlagerungsstrecken von größer 4 bis 6 mm betrug das Rezidiv 25% und in Gruppe 3, mit Unterkiefervorverlagerungen von größer 6 bis 13 mm verlagerte sich der B-Punkt um 29,9% zurück.

In vielen vorangegangenen Studien wurden diese Beobachtung bestätigt [10, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. In der Studie von Scheuer und Höltje [10] wurde die Vorverlagerung anhand des SNB-Winkels gemessen: Bei einer mittleren Vorverlagerung des Unterkiefers, Zunahme des SNB-Winkels um 4° war die Größe des Rezidivs

proportional zur Größe der Vorverlagerung. Bei stärkerer Vorverlagerung nahm das postoperative Rezidiv überproportional zu. Auch Will und West [13] fanden in ihrer Studie, in der 293 Patienten direkt nach der OP, nach drei und nach sechs Wochen bei einer mittleren Verlagerungsstrecke von 6 mm nachuntersucht wurden, eine hoch signifikante Beziehung zwischen der Größe der Verlagerungsstrecke und der Größe des postoperativen Rezidivs. Ihr Fazit war, je weiter die Mandibula vorverlagert wurde, desto größer war der Rückfall dieser und desto langfristiger war die Rezidivperiode. Van Sickels et al. [15] errechneten, dass ab einer Vorverlagerungsstrecke von über 6 mm die Rezidivtendenz anstieg. In der Studie von Grassman et al. [17] wurde anhand von zwei Gruppen, einer Gruppe ohne und einer Gruppe mit Rezidiv, nach Gründen für das postoperative Rezidiv gesucht. Als Hauptfaktor fanden sie die Größe der Verlagerungsstrecke heraus. Bei Patienten mit einer Verlagerungsstrecke von über 6 mm bestand eine höhere Prädisposition für ein Rezidiv als bei Patienten mit Strecken von weniger als 6 mm. Als weitere rezidivfördernde Faktoren stellten sich eine Abnahme des Mandibularebenenwinkels und eine Distraction des Kiefergelenks heraus. Auch konnten sie beobachten, dass der gelenktragende Anteil des Unterkiefers weitgehend seine Position zur Schädelbasis beibehielt und eher der distale Teil des Unterkiefers für das Rezidiv verantwortlich war.

Sowohl Grasmann et al. [17] als auch Sickels et al. [15] fanden heraus, dass der größte Anteil der Rückverlagerung sehr früh, nämlich innerhalb der ersten sechs Wochen nach der OP erfolgte, also die frühe postoperative Periode als kritisch betrachtet werden muss. Es gibt mehrere Gründe, die für einen negativen Einfluss einer großen Verlagerungsstrecke sprechen: Das umgebende Weichgewebe wird stark gedehnt, auch die neuromuskuläre Adaptation wird durch zu starke Streckung oder durch Änderung der Zugrichtung der Muskulatur erschwert. Die knöchernen Überlappung an den Osteotomielinien ist nicht mehr so groß wie beispielsweise bei einer kleineren Verlagerung. Außerdem steigt die Gefahr von Resorptionsprozessen an den Kondylen. Es gibt jedoch auch Studien, die diesen Zusammenhang nicht bestätigen konnten [19, 27]. Dies könnte daran liegen, dass bei diesen Studien die mittlere Verlagerungsstrecke des B-Punktes sehr moderat war. Sowohl bei Eggenesperger et al. [19] und Richter et al. [28] lag die durchschnittliche Verlagerungsstrecke bei ca. 4 mm.

4.4 Diskussion über den Einfluss des Operationsumfanges auf die Stabilität

Der Operationsumfang hatte in dieser Studie Einfluss auf die Stabilität: Die bimaxilläre Operationen scheinen mit einem Rezidiv des B-Punktes von 29,4% weniger stabil zu sein als eine reine Unterkiefervorverlagerung, bei der das durchschnittliche Rezidiv des B-Punktes bei 24,9% lag. Bei der Bewertung muss man aber in Betracht ziehen, dass die durchschnittliche Verlagerung des Unterkiefers bei der bimaxillären Gruppe mit 6,62 mm deutlich größerer war als bei der unimaxillären Gruppe mit 4,82 mm.

Auch in der Studie von Scheuer und Höltje [10] war das unimaxilläre Vorgehen deutlich stabiler als die bimaxilläre Operation. Bei der reinen Unterkieferverlagerung betrug der Korrekturverlust 9,5% im Gegensatz zu 35,5% bei der bimaxillären Vorgehensweise, wobei Scheuer und Höltje auf den unterschiedlichen Schweregrad der Dysgnathien beider Gruppen hinwiesen, die bimaxillär operierten Patienten zeigten einen deutlich stärkeren Schweregrad.

N. Haralabakis und G. Papadakis [8] gaben in ihrer Literaturrecherche einen Überblick über Studien, die sich mit dem Thema „Stabilität nach orthognather Chirurgie“ befassen haben. Sie kamen auch zu dem Ergebnis, dass das mandibuläre Rezidiv bei bimaxillärer Operation größer ist als bei alleiniger mandibulärer Verlagerung. Als Begründung wurde genannt, dass ein Rezidiv im Oberkiefer auch negative Auswirkungen auf den Unterkiefer hat. Eine Unterkieferschwenkung durch unterschiedliche Verlagerungsweiten rechts und links scheint keinen großen Einfluss auf die Stabilität zu haben. Die Gruppe mit Unterkiefer-schwenkung hatte nur eine 0,9% höhere Rezidivtendenz als die Gruppe ohne Unterkieferschwenkung.

4.5 Diskussion über Einfluss von Alter und Geschlecht auf die Stabilität

Wird die Rezidivtendenz bezogen auf das Patientenalter bei der Operation betrachtet, scheint ein Alter zwischen 21 und 30 Jahren am günstigsten zu sein. Hier betrug die Rezidivtendenz lediglich 10,3%. Am schlechtesten schnitt die Altersgruppe zwischen 17 und 20 Jahren ab, hier war das Rezidiv mit 45,1% am größten. In der Altersgruppe über 31 Jahren lag das Rezidiv bei 35,2%. Dies stimmt mit der Studie von Frey et al. [14] überein, bei der ein signifikanter Zusammenhang zwischen Patientenalter und

Rezidivgröße gefunden wurde. Die jüngeren Patienten hatten durchschnittlich ein größeres Rezidiv des B-Punktes als die älteren Patienten.

Bezogen auf das Geschlecht hatten die Frauen stabilere Operationsergebnisse als die Männer. Bei den Frauen war ein Rezidiv von 24,2% und bei den Männern von 31,3% zu sehen. Das Verhältnis von bimaxillärer zu unimaxillärer Operation war in beiden Gruppen ähnlich. Bei den Männern war die bimaxilläre Vorgehensweise mit 45,4% nur um 3,3% höher als bei den Frauen. Dieser Faktor scheint somit weniger für die unterschiedliche Rezidivtendenz verantwortlich zu sein. Wenn man jedoch die Verlagerungsstrecke und die Altersverteilung betrachtet, wurde die kritische Verlagerungsstrecke von über 6 mm bei den Männern mit 6,16 mm überschritten, während die Frauen mit einer Strecke von 5,28 mm darunter lagen. Außerdem waren bei den Frauen mit 52,6% wesentlich mehr Patientinnen in der günstigen Altersgruppe von 21 bis 30 Jahren als bei den Männern. Bei den Männern waren lediglich 27,3% der mittleren Altersgruppe zuzuordnen. Dafür gehörten 45,5% der Männer der scheinbar rezidivgefährdeten Altersgruppe 1 (17 bis 20 Jahre) an. Diese war bei den Frauen mit lediglich 10,5% der Patientinnen weniger stark vertreten. Burden et al. [24] haben in ihrer Studie 57 Patienten nach Unterkiefervorverlagerung kephalometrisch nachuntersucht, mit dem Ergebnis, dass der Anteil an Patienten, die einen idealen ANB-Winkel und ein ideales Weichteilprofil postoperativ erreicht hatten, häufiger Frauen waren.

4.6 Diskussion der Korrelationen

Durch die Untersuchung der Korrelationen konnte ermittelt werden welche skelettalen Strukturen im Nachuntersuchungszeitraum bzw. im Falle eines Rezidivs miteinander zusammenhängen. Korrelationen geben an ob ursächliche Zusammenhänge zwischen statistischen Größen bestehen. Bei den statistischen Größen handelt es sich hierbei um die am FRS ausgemessenen Winkel und die im Koordinatensystem erfassten Referenzpunkte. Positive Korrelationen zeigen an, dass sich zwei Punkte bzw. Winkel postoperativ in die gleiche Richtung bewegt haben, negative Korrelationen zeigen eine entgegengesetzte Bewegungstendenz an. Anhand der Korrelationen kann ermittelt werden wie sich die anatomischen Strukturen im Nachuntersuchungszeitraum zueinander verhalten.

Im Nachuntersuchungszeitraum $t_1 - t_2$ waren positive Korrelationen zwischen den Unterkieferpunkten B-Punkt-sagittal, Menton und Pogonion und den Winkeln SNB und SN-Pg zu finden. Da bei der Unterkiefervorverlagerung der gesamte zahntragende Anteil des Unterkiefers durch die sagittale Spaltung vom Rest des Unterkiefers getrennt und dann verlagert wird, ist es nachvollziehbar, dass sich diese Punkte bzw. Winkel bei einer Rezidivierung in dieselbe Richtung entwickelten und somit positiv miteinander korrelierten. Zusätzlich korrelierten sie alle negativ mit dem Wits-Wert und mit dem ANB-Winkel. Der ANB-Winkel wiederum korrelierte positiv mit dem Wits-Wert. Der Wits-Wert dient der Ergänzung des ANB-Winkels. Da der ANB-Winkel zum einen durch die Neigung des Unterkiefers und zum anderen durch den Prognathiegrad der Kiefer beeinflusst wird, kann es bei alleiniger Betrachtung des Winkels zu Fehlinterpretationen kommen, deshalb wurde er in dieser Studie durch den Wits-Wert ergänzt [23]. Dem Wits-Wert dient die Okklusionsebene als Bezugsebene, er gibt Auskunft über die intermaxillären Beziehungen. Bei einem Rezidiv des Unterkiefers ist eine Veränderung von ANB-Winkel und Wits-Wert in die gleiche Richtung zu beobachten, ihr Wert nimmt im Falle eines Rezidivs zu, während der SNB-Winkels kleiner werden würde.

Der Gonionwinkel oder auch Kieferwinkel korrelierten positiv mit dem Kieferwinkel-punkt Gonion. Die zwei anderen Bezugspunkte des Kieferwinkels, Artikulare und Menton scheinen in der Vertikalen relativ stabil gewesen zu sein, da sie keine Korrelationen mit dem Winkel aufwiesen. Der A-Punkt korrelierte positiv mit dem SNA-Winkel und mit dem ANB-Winkel. Auch diese Korrelation ist zu erwarten, da bei einer Veränderung des A-Punktes im Zuge einer bimaxillären Operation sich auch die dazugehörigen Winkel in dieselbe Richtung bewegen müssen.

Die Korrelationen der Winkel und Punkte spiegeln wider, dass die Strukturen, die bei der Operation aufgrund des Operationsverfahrens und der anatomischer Gegebenheiten zusammen vorverlagert wurden, sich auch bei einem Rezidiv simultan verhalten.

5 Schlussfolgerung

Die Unterkiefervorverlagerung nach Obwegeser Dal Pont in Verbindung mit präoperativ durchgeführter Kieferorthopädie und der intraoperativen Verwendung von Stellplatten ist zum Zeitpunkt 6-12 Monate postoperativ insgesamt als stabil zu betrachten. Bei einer durchschnittlichen Vorverlagerung von 5,6 mm lag das durchschnittliche Rezidiv bei 1,52 mm. Von klinisch relevanten Rezidiven wird erst ab 2 mm gesprochen [9, 30]. Diese Ergebnisse bestätigen, dass dies eine effektive Therapiewahl bei der Behandlung von Erwachsenen Klasse II Dysgnathie Patienten ist. Durch die Auswertung der Messdaten konnten einige Faktoren herausgearbeitet werden, die sich ungünstig auf das Therapieziel auswirken.

In Bezug auf die Verlagerungsstrecke war deutlich zu erkennen, dass eine geringere Verlagerungsstrecke sich positiv auf die Stabilität auswirkte, das heißt zu große Verlagerungsstrecken sollten möglichst vermieden werden. Auch ist die reine Unterkiefervorverlagerung stabiler als eine bimaxilläre Operation, diese Erkenntnis deckt sich mit anderen Studien, wobei beachtet werden muss, dass der Ausprägungsgrad der Dysgnathie bei den bimaxillär operierten Patienten größer war.

Des Weiteren hat sich gezeigt, dass ein Alter zwischen 21 und 30 Jahren einen positiven Einfluss auf die Stabilität des Operationsergebnisses hat. Bei den jüngeren Patienten wurden wesentlich größere Rezidivtendenzen gemessen, ein gewisses Restwachstum könnte eine Rolle gespielt haben.

Ein weiterer Ansatz zur Rezidivprophylaxe könnte eine perioperative myofunktionelle Begleittherapie, die vor allem bei größeren Verlagerungsstrecken oder bimaxillären Umstellungsosteotomien helfen könnte die Muskeln und das Weichgewebe des stomatognathen Systems sowie die Zunge an die neue Situation zu adaptieren und so postoperativen Rezidiven durch Dysfunktionen vorzubeugen [31].

Des Weiteren könnte über die Einführung einer postoperativen Retentionsphase mit herausnehmbaren kieferorthopädischen Geräten nachgedacht werden. Möglich wären funktionskieferorthopädische Geräte, die postoperativ in der Nacht zur Stabilisierung des Unterkiefers vom Patienten getragen werden könnten. Die klassischen funktionskieferorthopädischen Geräte sind herausnehmbare bimaxilläre Geräte aus Kunststoff. Sie verbinden den Ober- und Unterkiefer in einer vorher festgelegten Relation miteinander und liegen lose im Mund, so beeinflussen sie die gesamte

Muskelfunktion und stabilisieren den Unterkiefer in der eingestellten Position. Auch möglich wäre der Einsatz einer Doppelvorschubplatte oder ein in Tiefziehschienen integriertes Herbstscharnier.

Bei der Doppelvorschubplatte handelt es sich um zwei getrennte Platten, eine für den Oberkiefer und eine für den Unterkiefer. Halteelemente aus Draht vermitteln im Gegensatz zu den funktionskieferorthopädischen Geräten einen festen Halt an Ober- und Unterkiefer. Ein in die obere Platte integrierter Vorschubsteg führt den Unterkiefer bei Mundschluss über eine Führungsfläche an der Unterkieferplatte in die gewünschte anteriore Lage. Mithilfe dieser herausnehmbaren Platten wird sowohl der Unterkiefer als auch die Zahnstellung des Ober- und Unterkiefers stabilisiert.

In der Studie von Ruf und Pancherz [32] wurde die Wirksamkeit einer funktionellen Therapie mittels Herbst-Scharnier mit der Wirksamkeit einer Unterkieferosteotomie bei erwachsenen Klasse II Patienten verglichen. Ein Herbst-Scharnier ist eine festsitzende Apparatur, die mit Hilfe von zwei Teleskopen, die Unter- und Oberkiefer miteinander verbinden, den Unterkiefer nach anterior schiebt. Es zeigte sich, dass beide Therapien erfolgreich waren und zu einer Klasse I Okklusion mit normalen Frontzahnrelationen führten. Die Profilverbesserung jedoch war bei der operativen Methode deutlicher. Diese Studie zeigte, dass ein funktionskieferorthopädisches Gerät auch bei ausgewachsenen Patienten einen positiven Effekt ausüben kann, diesen Effekt könnte man eventuell zur Rezidivprophylaxe nutzen. Dies müsste in spezifischen Studien verifiziert werden.

6 Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden von 30 konsekutiven Klasse II Patienten, die eine operative Unterkiefervorverlagerung nach Obwegeser Dal Pont zur Korrektur der Dysgnathie erfahren haben, die Fernröntgenseitenbilder im Hinblick auf die Stabilität des Operationsergebnisses ausgewertet.

Bei 13 Patienten wurden beide Kiefer verlagert, bei 17 Patienten wurde nur der Unterkiefer verlagert. Von jedem Patienten wurden drei Röntgenbilder ausgewertet: Ein Bild vor der Operation, ein Bild direkt nach der Operation und ein Bild nach sechs bis zwölf Monaten. Jedes Röntgenbild wurde nach der KFO-Kiel-Rezidiv Analyse, eine auf Segner und Hasund basierende Analyse, ausgewertet. Sie besteht aus 13 Referenzpunkten, die im skelettalen und dentoalveolären Bereich liegen. Die kephalometrische Analyse wurde durch ein Koordinatensystem, welches über jedes FRS gelegt wurde, ergänzt. Dies ermöglichte genauere Aussagen über das vertikale und sagittale Verhalten einiger Punkte.

Anhand dieser Daten wurden die Risikofaktoren: präoperative Gesichtsmorphologie, Verlagerungsstrecke, Umfang der Osteotomie, Unterkieferschwenkung, Geschlecht und Alter untersucht. Mithilfe der Korrelationsanalyse nach Spearman wurde die Daten des Nachuntersuchungszeitraumes auf statistisch signifikante Korrelationen getestet. Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurde eine statistisch signifikante positive Korrelation zwischen Verlagerungsstrecke und Rezidiv ausgemacht. Die bimaxilläre Vorgehensweise zeigte eine geringere Stabilität als die reine Unterkiefervorverlagerung, wobei man beachten muss, dass bei den bimaxillär operierten Patienten die Dysgnathie einen stärkeren Ausprägungsgrad hatte als bei den unimaxillären Patienten und deshalb die Verlagerungsstrecke größer war. Eine Unterkieferschwenkung dagegen hatte keinen negativen Einfluss auf die Rezidivausprägung. Ein Alter zwischen 21 und 30 Jahren scheint für die Umstellungsosteotomie am günstigsten zu sein, hier wurde die geringste Rezidivrate des Unterkiefers festgestellt. Die größte Rezidivrate erfolgte bei den 17- bis 20-Jährigen, gefolgt von den über 30-jährigen. Bei den Frauen fand sich eine geringere Rezidivrate als bei den Männern, was aber auch an der Patientenauswahl liegen kann, da bei den Männern sowohl die Verlagerungsstrecke als auch der Anteil an jüngeren Patienten größer war. Bei einer Betrachtung der präoperativen Gesichtsmorphologie fiel auf,

dass in der Gruppe mit dem höchsten Rezidivaufkommen der Gonionwinkel im Vergleich zu den Gruppen ohne Rezidiv erhöht war. Bei den Korrelationsuntersuchungen ließen sich keine außergewöhnlichen Korrelationen finden, die neue Erkenntnisse für die Rezidivprophylaxe liefern.

7 Anhang

7.1 Kolmogorov-Smirnov-Test / t-Test

Messzahl	n	Kolmogorov-Smirnov-Z	für $p \geq 0,05$ NV
T1T0-Abst N-SN_A	30	1,064	0,207
T1T0-Abst N-SN_Ar	30	0,649	0,793
T1T0-Abst N-SN_B	30	0,788	0,564
T1T0-Abst N-SN_Go	30	2,669	0,000
T1T0-Abst N-SN_Me	30	0,870	0,436
T1T0-Abst N-SN_Pg	30	0,755	0,618
T1T0-Abst SN_A	30	0,729	0,663
T1T0-Abst SN_B	30	0,592	0,874
T1T0-SNPg	30	0,885	0,414
T1T0-ArGoMe	30	0,623	0,833
T1T0-SNA	30	0,895	0,399
T1T0-SNB	30	1,087	0,188
T1T0-Wits	30	1,011	0,259
T1T0-ANB	30	1,061	0,210
T2T1-Abst N-SN_A	30	0,732	0,658
T2T1-Abst N-SN_Ar	30	0,934	0,348
T2T1-Abst N-SN_B	30	0,514	0,954
T2T1-Abst N-SN_Go	30	0,555	0,917
T2T1-Abst N-SN_Me	30	0,468	0,981
T2T1-Abst N-SN_Pg	30	0,679	0,746
T2T1-Abst SN_A	30	0,358	1,000
T2T1-Abst SN_B	30	0,551	0,921
T2T1- SNPg	30	0,554	0,919
T2T1- ArGoMe	30	0,669	0,763
T2T1-SNA	30	1,365	0,048
T2T1-SNB	30	0,469	0,980
T2T1-Wits	30	0,408	0,996
T2T1-ANB	30	0,413	0,996
T2T0-Abst N-SN_A	30	0,795	0,552
T2T0-Abst N-SN_Ar	30	0,552	0,921
T2T0-Abst N-SN_B	30	0,920	0,365
T2T0-Abst N-SN_Go	30	2,736	0,000
T2T0-Abst N-SN_Me	30	0,598	0,867
T2T0-Abst N-SN_Pg	30	0,804	0,538
T2T0-Abst SN_A	30	1,116	0,166
T2T0-Abst SN_B	30	0,487	0,972
T2T0- SNPg	30	0,666	0,766
T2T0- ArGoMe	30	0,505	0,960
T2T0-SNA	30	1,072	0,201
T2T0-SNB	30	0,632	0,819
T2T0-Wits	30	1,064	0,208
T2T0-ANB	30	0,550	0,922

Tabelle 14a: Kolmogorov-Smirnov-Test mit einem Signifikanzniveau (p) von 5%.

Test bei gepaarten Stichproben			
Patient	T	df	p
Pat_1a - Pat_1c	0,309	7	0,767
Pat_2a - Pat_2c	-0,621	7	0,554
Pat_3a - Pat_3c	-0,342	7	0,743
Pat_4a - Pat_4c	0,064	7	0,951
Pat_5a - Pat_5c	0,148	7	0,886
Pat_6a - Pat_6c	1,060	7	0,324
Pat_7a - Pat_7c	0,275	7	0,792
Pat_8a - Pat_8c	0,396	7	0,704
Pat_9a - Pat_9c	-0,125	7	0,904
Pat_10a - Pat_10c	0,309	7	0,767
Pat_11a - Pat_11c	0,576	7	0,583
Pat_12a - Pat_12c	-1,092	7	0,311
Pat_13a - Pat_13c	0,251	7	0,809
Pat_14a - Pat_14c	-0,345	7	0,741
Pat_15a - Pat_15c	-0,021	7	0,984
Pat_16a - Pat_16c	-0,231	7	0,824
Pat_17a - Pat_17c	-0,282	7	0,786
Pat_18a - Pat_18c	-0,294	7	0,777
Pat_19a - Pat_19c	-0,131	7	0,899
Pat_20a - Pat_20c	0,302	7	0,771
Pat_21a - Pat_21c	-1,120	7	0,300
Pat_22a - Pat_22c	0,171	7	0,869
Pat_23a - Pat_23c	0,649	7	0,537
Pat_24a - Pat_24c	0,432	7	0,679
Pat_25a - Pat_25c	-1,614	7	0,151
Pat_26a - Pat_26c	-0,488	7	0,641
Pat_27a - Pat_27c	0,158	7	0,879
Pat_28a - Pat_28c	0,803	7	0,448
Pat_29a - Pat_29c	0,037	7	0,971
Pat_30a - Pat_30c	-0,601	7	0,567

Tabelle 14b: Gepaarter t-Test für die kephalometrischen Messwerte aller Patienten vom Zeitpunkt t_0 bis t_2 . Mit t-Statistik (T), Freiheitsgrade (df) und Signifikanzniveau (p) von 5%

7.2. Messfehler

Messfehler	Winkel	Strecken
zufälliger	0,98°	0,39 mm
systematischer	0,44°	1,12 mm
totaler	1,42°	1,51 mm

Tabelle 15: Messfehler für Winkel und Strecken.

7.3 Patientenprofil der Rezidivgruppe 0, 1 und 2

	Alter			Patienten insg.
	17-20 Jahre	21-30 Jahre	31-50 Jahre	
Rezidivgruppe 0	2	4	2	8
Rezidivgruppe 1	5	7	8	20
Rezidivgruppe 2		2		2

Tabelle 16: Altersverteilung der Rezidivgruppe 0, 1 und 2.

	Geschlecht		Patienten insg.
	Frauen	Männer	
Rezidivgruppe 0	6	2	8
Rezidivgruppe 1	12	8	20
Rezidivgruppe 2	1	1	2

Tabelle 17: Geschlechterverteilung der Rezidivgruppe 0, 1 und 2.

	OP-Art		Patienten insg.
	bimax	reine UK-Vorverlagerung	
Rezidivgruppe 0	2	6	8
Rezidivgruppe 1	9	11	20
Rezidivgruppe 2	2	-	2

Tabelle 18: Rezidivgruppe 0, 1 und 2 unterteilt nach OP-Art.

	Verlagerungsstrecke			Patienten insg.
	2-4 mm	> 4-6 mm	> 6-13 mm	
Rezidivgruppe 0	4	1	3	8
Rezidivgruppe 1	4	8	8	20
Rezidivgruppe 2	1	1		2

Tabelle 19: Rezidivgruppe 0, 1 und 2 unterteilt nach Größe der Verlagerungsstrecke.

7.4 Patientenprofil der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3

	Alter			Patienten insg.
	17-20 Jahre	21-30 Jahre	31-50 Jahre	
Verlagerungsgruppe 1	3	3	3	9
Verlagerungsgruppe 2		5	5	10
Verlagerungsgruppe 3	4	5	2	11

Tabelle 20: Altersverteilung der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3.

	Geschlecht		Patienten insg.
	Frauen	Männer	
Verlagerungsgruppe 1	6	3	9
Verlagerungsgruppe 2	7	3	10
Verlagerungsgruppe 3	6	5	11

Tabelle 21: Geschlechterverteilung der Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3.

	OP-Art		Patienten insg.
	bimax	reine UK-Vorverlagerung	
Verlagerungsgruppe 1	2	7	9
Verlagerungsgruppe 2	4	6	10
Verlagerungsgruppe 3	7	4	11

Tabelle 22: Verlagerungsgruppe 1, 2 und 3 unterteilt nach OP-Art.

7.5 Verhalten des SNB-Winkels / B-Punktes

Unterteilung anhand der Merkmalsgruppen OP-Umfang, Unterkieferschwenkung, Alter und Geschlecht zu den verschiedenen Zeitpunkten vor OP, direkt bzw. 6 bis 12 Monate nach OP.

Variable	t_0	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	Rezidiv
OP-Gruppe 1				
SNB-Winkel	73,82° (2,92°)	4,35° (1,96°)	-1,24° (1,62°)	28,5%
B-Punkt	---	6,62 mm (2,98°)	-1,95 mm (2,5 mm)	29,4%
OP-Gruppe 2				
SNB-Winkel	75,41° (3,83°)	3,50° (1,34°)	-0,85° (0,84°)	24,3%
B-Punkt	---	4,82 mm (2,15 mm)	-1,2 mm (1,37 mm)	24,9%
UK-Schwenkung 0				
SNB-Winkel	75,56 ° (3,28°)	4,25° (1,79°)	-1,12° (1,25°)	26,4%
B-Punkt	---	6,13 mm (2,93 mm)	1,63 mm (2,11 mm)	26,6%
UK-Schwenkung 1				
SNB-Winkel	74,08° (3,63°)	3,58° (1,56°)	-0,94° (1,24°)	26,3%
B-Punkt	---	5,2 mm (2,44 mm)	1,43 mm (1,87 mm)	27,5%

Tabelle 23: Verhalten des SNB-Winkels / B-Punktes zum Zeitpunkt/-raum t_0 , $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$ der Merkmalsgruppe OP-Umfang und Unterkieferschwenkung.

Variable	t_0	$t_0 - t_1$	$t_1 - t_2$	Rezidiv
Altersgruppe 1				
SNB-Winkel	73,39° (3,83°)	4,09° (2,4°)	-1,80° (1,80°)	44%
B-Punkt	---	6,27 mm (3,72 mm)	-2,83 mm (2,73 mm)	45,1%
Altersgruppe 2				
SNB-Winkel	75,25° (3,38°)	3,91° (1,57°)	-0,44° (0,84°)	11,3%
B-Punkt	---	5,53 mm (2,51 mm)	-0,57 mm (1,38 mm)	10,3%
Altersgruppe 3				
SNB-Winkel	74,97° (3,57°)	3,67° (1,31°)	-1,23° (1,23°)	33,5%
B-Punkt	---	5,22 mm (2,14 mm)	-1,84 mm (1,38 mm)	35,2%
Geschlechtsgruppe 1				
SNB-Winkel	74,04° (3,7°)	3,73° (1,43°)	-0,87° (1,13°)	23,3%
B-Punkt	---	5,28 mm (2,23 mm)	-1,28 mm (1,75 mm)	24,2%
Geschlechtsgruppe 2				
SNB-Winkel	75,9° (2,88°)	4,13° (2,06°)	-1,27° (1,41°)	30,8%
B-Punkt	---	6,16 mm (3,32 mm)	-1,93 mm (2,27 mm)	31,3%

Tabelle 24: Verhalten des SNB-Winkels / B-Punktes zum Zeitpunkt/-raum t_0 , $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$ der Merkmalsgruppe Alter und Geschlecht.

8 Literaturverzeichnis

1. P. A. Reichart, J.-E. Hausamen, J. Becker, F.W. Neukam, H. Schliephake, R. Schmelzeisen, Curriculum Chirurgie Band III, 2002 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin.
2. G. Schmuth, Kieferorthopädie I, Praxis der Zahnheilkunde Band 11, 3.ed. 1994.: Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore.
3. Kahl-Nieke, Einführung in die Kieferorthopädie, 2.ed. 2001: Urban & Fischer Verlag München, Jena.
4. Peter Schopf, Curriculum Kieferorthopädie Band I, II, 4.ed. 2008.: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin.
5. Christian Schulze, Lehrbuch der Kieferorthopädie Band III, 2.ed. 1993.: Quintessenz, Berlin.
6. H. Scheuer et al., Kieferorthopädische Vor und Nachbehandlung bei bimaxillären Osteotomien, Jahrbuch Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, New York 1995; (40): p. 11-20.
7. H. F. Sailer, P.E. Haers, Komplikationen bei bimaxillären chirurgischen Eingriffen, Jahrbuch Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, New York 1995; (40): p. 41-48.
8. N. Haralabakis, G.Papadakis, Relapse after orthodontics and orthognathic surgery, World J. of Orthodontics 2005; 6: p.125-140.
9. W.R. Proffit et al., Orthognathic surgery:A hierarchy of stability, Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg. 1996; 11: p. 191-204.
10. H.A. Scheuer u. W.-J. Höltje, Stabilität des Unterkiefers nach hoher sagittaler supraforaminaler Osteotomie, Mund Kiefer Gesichts Chir. 2001; 5: p. 283-292.
11. G.Lanatti et al, Long-term skeletal stability after surgical correction in class III Open-Bite Patients: A retrospective study on 40 patients treated with mono- or bimaxillary surgery, The Journal of Craniofacial surgery 2007; 18: p. 350-354.
12. A. Ow, L. K. Cheung, Bilateral saggital split osteotomies and mandibular distraction osteogenesis: a randomized controlled trial comparing skeletal stability, Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral Radiology, and Endodontology 2010; 109 (1): p. 17-23.
13. L.A. Will, R.A. West, Factors influencing the stability of the sagittal split osteotomy for mandibular advancement, J. Oral Maxillofac. Surg. 1989; 47: p. 813-818.

14. D. Rezende Frey et al., Alteration of the mandibular plane during sagittal split advancement: Short- and long-term stability, *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2007; 104 (2): p. 166-169.
15. J.E. van Sickels et al, A retrospective study of relapse in rigidly fixated sagittal split osteotomies: Contributing factors, *American J. of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988; 93: p. 413-418.
16. J.E. van Sickels et al, Technical factors accounting for stability of bilateral sagittal split osteotomy advancement (Wire osteosynthesis versus rigid fixation), *Oral surgery, Oral medicine, Oral pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2000; 89: p. 19-23.
17. C.J. Grassmann et al, Causes, Location, and timing of relapse following rigid fixation after mandibular advancement, *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1990; 48: p. 450-454.
18. K.A. Mobarak et al, Mandibular advancement surgery in high-angle and low-angle class II patients: different long-term skeletal responses, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2001; 119: p. 368-381.
19. N. Eggensperger et al., Short- and long-term skeletal relapse after mandibular advancement surgery, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2006; 35(1): p. 36-42.
20. I. Grunert, C. Krenzel, Kephalemtrische Analyse von Patienten aus dem prognen Formenkreis nach operativer Korrektur, *Prakt. Kieferorthop.* 1991; 5 (3): p. 215-228.
21. F. Nötzel, Ch. Schultz, Leitfaden der Kieferorthopädie 2001.: Dt. Zahnärzte-Verlag, Köln.
22. D. Segner, A. Hasund, Individualisierte Kephalemtrie, 3 ed. 1998.: D. Segner Verlag Hamburg.
23. A. Jacobsen, The "Wits" appraisal of jaw disharmony, *Am. J. Orthod.* 1975, 67: p. 125-138.
24. D. Burden et al, A cephalometric study of class II malocclusions treated with mandibular surgery, *American J. of Orthod. and Dentofac. Orthop.* 2007; 131: p. 7.e1-7.e8.
25. H. Pancherz et al, The mechanism of class II correction in surgical orthodontic treatment in adult class II, *Division 1 Malocclusions, Angel Orthod.* 2001; 74: p. 800-809.

26. B. Hoffmeister, K. Wangerin, Skelettale Stabilität nach bimaxillärer Chirurgie, Jahrbuch Fortschritte der Kiefer- und Gesichtschirurgie, New York 1995; (40): p. 57-64.
27. E. Marcantonio Boeck et al, Cephalometric evaluation of surgical mandibular advancement, Braz. Oral Res. 2010; 24 (2): p. 189-196.
28. U. u. F. Richter et al., Das vertikale und sagittale Rezidiv nach kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Korrektur distaler Bisslagen: Eine kephalometrische Langzeituntersuchung, Inf. Orthod. Kieferorthop.1990; 22 (4): p. 461-479.
29. F. De Haan, Beurteilung des Rezidivs nach kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Behandlung der skelettalen Klasse III anhand von Fernröntgenseitenbildern, Dissertation 2012.
30. W.R. Proffit et al., Long-Term Stability of Surgical Open-Bite Correction by Le Fort I Osteotomy, Angel Orthod. 2000; 70 (2) : p. 112-117.
31. G. Gallerano et al., Myofunktional and speech rehabilitation after orthodontic-surgical treatment of dento-maxillofacial dysgnathia, Prog Orthod. 2012; 13 (1): p. 57-68.
32. S. Ruf u. H. Pancherz, Orthognathic surgery and dentofacial orthopedics in adult Class II Division 1 treatment: Mandibular sagittal split osteotomy versus Herbst appliance, Am. J. of Orthod. And Dentof. Orthop. 2004; 126 (2): p.140-152.

9 Veröffentlichung

Die Veröffentlichung der Studie erfolgte als Kurzvortrag im Rahmen einer Posterdemonstration auf der 85. Wissenschaftlichen Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO) mit dem Thema „Kiefer & Gesicht und Funktion & Ästhetik“ vom 26. - 29. September 2012 in Stuttgart:

J. Schumann, H. Fischer-Brandies, R. Ciesielski, V. Gaßling, B. Koos

Bewertung postoperativer Rezidive bei kieferchirurgischer Korrektur von Klasse-II-Dysgnathien

(siehe Abstractband Seite 114).

10 Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Fischer-Brandies für die Vergabe des Promotionsthemas und die Ermöglichung meiner Promotion an der Klinik für Kieferorthopädie am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel.

Dr. Orthuber, Dr. Nietsche, Dr. Gassling und Herrn Dr. Koos danke ich fürs Korrekturlesen sowie für fachlich kompetente Verbesserungsvorschläge.

Besonders möchte ich mich bei Herrn Ciesielski für die allzeit freundliche und engagierte Unterstützung bei der Statistik sowie bei allgemeinen Fragen zur EDV und fürs Korrekturlesen bedanken.

Ich danke meinen Eltern für die Ermöglichung meiner Ausbildung und die Unterstützung bei meiner Dissertation.

11 Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Name	Johanna Schumann
Geburtstag	24. März 1982
Geburtsort	Kiel
Familienstand	ledig
Nationalität	deutsch
Eltern	Oberstudienrat Wolfgang Schumann Dr. med. Ulrike Meine-Schumann

SCHULBILDUNG

1988-1992	Grundschule am Sonderburger Platz, Kiel
1992-2001	Ernst-Barlach-Gymnasium, Kiel Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

STUDIUM

10/2001-3/2002	Studium der Biologie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
4/2002-9/2002	Lehramtsstudium Geographie und Mathematik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
10/2002-12/2007	Studium der Zahnmedizin an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
10/2005	Physikum
12/2007	Zahnmedizinisches Staatsexamen, Approbation als Zahnärztin

BERUFLICHER WERDEGANG

4/2008-5/2009	Assistenz Zahnärztin in der Praxis Dr. Carstens
7/2009-1/2011	Assistenz Zahnärztin in der Praxis Dr. Hinrichsen
4/2011-4/2013	Weiterbildungsassistentin in der kieferorthopädischen Praxis Dr. Hufnagel, Dr. Osterholz und Behnke
seit 5/2013	Weiterbildungsassistentin an der Klinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

PROMOTION

1/2011	Beginn der Promotion an der Klinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
--------	---

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass meine Dissertation, abgesehen von Ratschlägen meines Doktorvaters und meiner sonstigen akademischen Lehrer, nach Form und Inhalt meine eigene Arbeit ist, dass ich außer den in der Arbeit aufgeführten keine weiteren Hilfsmittel benutzt habe und die aus den verwendeten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe, Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe. Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.