

5 DISSKUSSION

Das Ziel von Dysgnathiebehandlungen ist es, die normalen Funktionen im Kieferbereich wie Abbeißen, Kauen, Sprechen, die Atmung und Bewegungen des Kiefergelenks zu verbessern, die Sensibilität und ein gesundes Parodont zu erhalten, Wurzelresorptionen oder Zahnverluste zu vermeiden und eine stabile lückenlose Verzahnung anzustreben. Die verbesserte Funktion soll für lange Zeit erhalten bleiben. Eine ansprechendere Ästhetik, der größte Antrieb der Patienten sich für eine Dysgnathieoperation zu entscheiden, soll ebenso Berücksichtigung finden. In diesem Zusammenhang sind subjektive Einschätzungen der Patienten selbst, aus deren Umfeld und von neutralen Personen von besonderem Interesse.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Qualität der kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Dysgnathiebehandlung zu beurteilen. Grundlage für die Beurteilung waren sowohl objektive Auswertungen der vorliegenden Materialien als auch subjektive Einschätzungen. Neben der Bewertung der Ergebnisse wurde die Aussagekraft der Materialien und Messmethoden kritisch betrachtet.

Die vielseitige Betrachtung der Behandlung von Dysgnathiepatienten nach einer Langzeitkontrolle ergab eine Fülle an Ergebnissen, die in ihrem gesamten Umfang im Ergebnisteil dargestellt wurde. Im Diskussionsteil werden die Ergebnisse im Rahmen folgender Kriterien diskutiert.

- Langzeitstabilität
- Funktion
- Ästhetik
- Zufriedenheit der Patienten

Diese Kriterien entsprechen weitestgehend denen von Bell, der für eine erfolgreiche Dysgnathiebehandlung die Langzeitstabilität, die Ästhetik und eine normale Kieferfunktion gefordert hat [Costa et al. 1999]. Zusätzlich wird in der vorliegenden Arbeit die Zufriedenheit als Kriterium berücksichtigt.

5.1 Langzeitstabilität:

5.1.1 Welchen Zeitrahmen umfasst die Langzeitstabilität?

Vielfach beschrieben und untersucht ist die postoperative Stabilität von Dysgnathieoperationen. Einige Studien betrachten die Stabilität im frühen postoperativen Verlauf andere die Langzeitstabilität. Die frühe postoperative Phase umfasst die Zeit der Knochenheilung, die mindestens vier bis sechs Wochen andauert. Solange bis die Eigenstabilität des Knochens wiederhergestellt ist, spielt die Fixierung der Knochensegmente in der gewünschten Position eine große Rolle für die Stabilität des Ergebnisses. Das Problem der Frührezidive, die direkt nach der Operation infolge mangelhafter Adaptation und Fixierung der osteotomierten Segmente auftreten, wird durch die stabile Fixierung mit Mini- oder Mikroplatten deutlich reduziert. Zwei Beispiele der vorliegenden Studie zeigten Frührezidive bei einer nicht erreichten stabilen Fixierung. In einem Fall kam es intraoperativ zu einer Sprengung des Knochens bei der Osteotomie, so dass keine stabile Fixierung erzielt werden konnte. In dem anderen Fall mussten die Miniplatten infolge einer Wundheilungsstörung vorzeitig entfernt werden. Bei beiden Patienten wurde im Verlauf des ersten Monats eine Korrekturoperation notwendig. Wundinfektionen werden in der Literatur mit der Häufigkeit von 2% bis 23% angegeben [Michel u. Reuther 1995]. Sie treten aufgrund der antimikrobiellen Prophylaxe nur bei sehr wenigen Patienten auf [Van de Perre et al. 1996]. Abgesehen von diesen möglichen Komplikationen scheint das Problem der Frührezidive beherrschbar geworden zu sein. Hingegen ist das Interesse weiterhin vorhanden, die Ursachen der Spätrezidive zu erfassen, um sie in Zukunft vermeiden zu können [Fischer et al. 2000]. Die Langzeitstabilität ist für Paulus eine Voraussetzung für ein zufriedenstellendes Ergebnis [Paulus 1990].

In der vorliegenden Studie spielt die Langzeitstabilität, die durchschnittlich im dritten postoperativen Jahr gemessen wurde, eine zentrale Rolle.

5.1.2 Wie wurde die Langzeitstabilität überprüft?

Die **Fernröntgenseitenbild-Analyse** ist die am häufigsten angewandte Methode, objektive Messdaten der skelettalen Situation nach Dysgnathieoperationen zu erhalten und zu vergleichen. Das in der Kieferorthopädie weit verbreitete Messen von Winkeln und Streckenverhältnissen wurde hier durch die Auswertung der Bewegung bestimmter Referenzpunkte im Koordinatensystem ergänzt.

Ein **Vorteil**, die skelettalen Verlagerungen absolut an Referenzpunkten zu messen, wird darin gesehen, das Ausmaß und die Richtung der bewegten knöchernen Struktur im Einzelnen detaillierter und anschaulicher beschreiben oder gar erst erkennen zu können. Theoretisch ist der

Fall denkbar, dass z.B. der A-Punkt vor und nach der Operation auf dem S-A-Schenkel des SNA-Winkels zu liegen kommt, sich die Größe des Winkels aber nicht ändert, obwohl sich der A-Punkt objektiv in der Vertikalen und Horizontalen verlagerte. Die Verlagerung des Punktes ist mit Hilfe der X- und Y-Koordinaten eindeutig nachweisbar, mit dem Winkel hingegen nicht.

Der **Nachteil** der Betrachtung absoluter Werte gegenüber den angulären Messungen ist die stärkere Anfälligkeit gegenüber projektionsbedingten Fehlern.

Die Kombination aus beiden Messmethoden erscheint günstig, um die skelettalen Veränderungen möglichst objektiv erfassen zu können.

Für eine skelettale Langzeitstabilität wird eine stabile Verzahnung gefordert. Die dentale Stabilität kann mit Fernröntgenseitenbildern allein nicht ausreichend beurteilt werden. So wurden in der vorliegenden Arbeit die **dentalen** Verhältnisse im Einzelnen an Studienmodellen betrachtet und mit Hilfe des PAR-Indexes zusammengefasst. Dieser bewertet den Behandlungserfolg im Vergleich zum Ausgangsbefund und das Behandlungsergebnis im Hinblick auf eine stabile, ideale Okklusion, die durch einen kleinen PAR-Wert präsentiert wird. Die alleinigen postoperativen Veränderungen konnten mit den vorliegenden Anfangs- und Schlussmodellen nicht beurteilt werden. Ein Modell direkt postoperativ wäre notwendig gewesen. Ergänzend wurde die dentale Situation mittels der Orthopantomogramme bewertet. Im Folgenden soll der PAR-Index und seine Aussagekraft zur Beurteilung der dentalen Stabilität kritisch betrachtet werden.

5.1.3 Bewertung des PAR-Indexes

Der PAR-Index wurde speziell entwickelt, um die Veränderung der Okklusion objektiv beurteilen zu können. Die Validität, die Richtigkeit bzw. das Ausmaß der Übereinstimmung der Testergebnisse mit dem tatsächlich gegebenen Sachverhalt, und die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die Reliabilität, ist in vielen Studien bewiesen worden [Fox 1993, Holmann et al. 1998]. Der PAR-Index ermöglicht eine gleichartige Interpretation der Behandlungsergebnisse und ist für epidemiologische Studien geeignet. Ursprünglich wurde er zur Selbstkontrolle der Behandlungsergebnisse empfohlen [Holmann et al. 1998].

Um den okklusalen Anteil der vorliegenden retrospektiven Qualitätskontrolle möglichst objektiv beurteilen zu können, war der PAR-Index gut geeignet. Seine Stärke ist, dass er einfach und praktikabel ist. Es können schnell und akkurat dentale und okklusale Veränderungen gemessen werden, dies auch ohne Anwesenheit der Patienten. Der Index ist einfach zu erlernen. Dies gilt ebenso für Personen, die keine Fachkräfte sind. Durch die Einfachheit gehen die Validität und Reliabilität nicht verloren.

Auf der anderen Seite kann er nicht gleichzeitig die Sensitivität gegenüber feinen Unterschieden bei hohem Behandlungsstandard leisten [Holmann et al. 1998]. Er kann nicht einerseits den Schweregrad der Malokklusion mit einem einzigen Zahlenwert beschreiben und andererseits umfassend die Qualität einer Behandlung beurteilen. So ist seine Einfachheit, seine Stärke und Schwäche zu gleich. Er beschränkt sich ausschließlich auf die Morphologie, indem er das Anfangsmodell mit dem Schlussmodell vergleicht. Folglich müssen Veränderungen der Weichteile, Entkalkungen, Gingivarezessionen und Wurzelresorptionen unberücksichtigt bleiben [Fox et al. 1993, Holmann et al. 1998]. Eine direkte Beurteilung der Funktion ist anhand der Studienmodelle nicht möglich und nicht vorgesehen. In gewisser Weise fließt die Funktion indirekt über die Morphologie in den PAR-Wert ein, da häufig eine ungünstige Morphologie eine falsche Funktion bedingt. Ebenso kann sich in der Morphologie eine Fehlfunktion widerspiegeln. Die Schwere der morphologischen Abweichung mit Blick auf funktionelle und ästhetische Aspekte wird über die unterschiedliche Gewichtung der fünf Komponenten in gewisser Weise berücksichtigt.

Die **sagittale Schneidekantenstufe** mit dem Faktor sechs hat den größten Einfluss auf den PAR-Punktwert. In der Studie von Richmond et al. sahen die 74 Zahnärzte der Validitätskontrolle die Verbesserung des Overjets als wesentlich an, sogar wenn durch die Korrektur im Sechsjahrmolarenbereich ein Kreuzbiss entstanden war [Richmond et al. 1992]. Der hohe Faktor mag gerechtfertigt sein, da extreme sagittale Abweichung, wie sie beim vorliegenden Klientel zu verzeichnen waren, eine umfangreiche und rechtzeitige oder oft eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie fordern. Auf der anderen Seite wird von Fox eine Reduktion des Gewichtungsfaktors und eine erhöhte Anzahl an Unterteilungen gefordert, da ein Overjet von gerade 9mm eine andere Behandlungsherausforderung darstellt als ein Overjet von 14mm [Fox 1993]. Diese Forderung ist besonders für rein kieferorthopädische Behandlungen von Bedeutung, kann aber auch für den Chirurgen die Entscheidung für ein bimaxilläres Vorgehen bedeuten. Der hohe Gewichtungsfaktor des Overjets hat zur Folge, dass Dysgnathiepatienten relativ hohe PAR-Anfangswerte erzielen, aber allein durch die operative Korrektur der Bisslage eine deutliche Verbesserung erreichen können.

Den zweithöchsten Faktor weist die **Mittellinienabweichung** auf. Bei der Beurteilung der Mittellinie wird nur das Verhältnis der oberen zu der unteren dentalen Mitte überprüft. Die Betrachtung erfolgt unabhängig davon, ob die Ursache eine mandibuläre Schwenkung oder dentoalveolär bedingt ist. Hinsichtlich der Funktion kann dies aber einen erheblichen Unterschied machen, je nachdem wie weit sich die Mittellinienverschiebung auf die Seitenzahnokklusion, die Bisslage und auf funktionelle Bewegungen auswirkt. Im Hinblick auf

diese unbekannte Auswirkung auf die Seitenzahnokklusion ist der Faktor vier im Vergleich zum Faktor eins der Seitenzahnokklusion relativ hoch, bzw. der Faktor eins der Seitenzahnokklusion niedrig. Die **Seitenzahnokklusion** umfasst die sagittale, vertikale und transversale Beziehung. Positiv hervorzuheben ist, dass bei der Beurteilung der Seitenzahnokklusion die Stabilität im Vordergrund steht, denn negativ werden instabile Höcker-Höcker-Verzahnungen unabhängig von der Bisslagebeziehung bewertet. Sicherlich ist eine sagittale Verschiebung der Bisslage durch den hoch bewerteten Overjet und eine laterale Bisslageverschiebung durch die hoch bewertete Mittellinienabweichung genug „bestraft“. Eine differenzierte Betrachtung, die auch Restlücken und Zahnachsenstellungen im Seitenzahnbereich berücksichtigt, ist mit diesem okklusalen Index nicht gegeben. Andererseits lösen schon kleinste Abweichungen auch nur eines Zahnes von einer perfekten Verzahnung eine Punktvergabe aus. Inwieweit hier die Morphologie die Funktion beeinträchtigt, bleibt fraglich.

Bei der Beurteilung des **vertikalen Überbisses** können keine Einbisse in die Gingiva beurteilt, sondern nur erahnt werden, da der Index anhand von Studienmodellen erhoben wird. Es wird nur eine Überdeckung im Verhältnis zu der Zahngröße bewertet oder der offene Biss nach Millimeterangaben eingestuft. Der Blick wird nicht auf eine dentale Abstützung oder einen Gingivakontakt gerichtet.

Der **obere und untere Schneidezahnbereich** wird hinsichtlich der Kontaktpunktabweichungen betrachtet. Engstände und Platzüberschuss werden gleichermaßen bewertet, stellen allerdings hinsichtlich der Behandlung und der Retention an den Zahnarzt unterschiedliche Herausforderungen. Kontaktpunktabweichungen unter einem Millimeter bleiben unberücksichtigt, können bei hohen ästhetischen Anforderungen aber negativ sein. Andererseits ist die Bedeutung des häufig vorkommenden frontalen Unterkieferengstandes in der Bewertung fraglich. In der amerikanischen Validitätskontrolle fällt der untere frontale Engstand durch den Faktor null gänzlich aus dem Index heraus. Ein Engstand in der Front wird hier folglich als physiologisch betrachtet und nicht bewertet.

PAR-Komponente	Britische Wichtung	Amerikanische Wichtung
Frontaler Engstand im Ok	1	1
Frontaler Engstand im Uk	1	0
Okklusion der Seitenzähne	1	2
Overjet	6	4,5
Overbite	2	3
Mittellinie	4	3,5

Die Rangfolge der einzelnen Komponenten ist bei der britischen Wichtung die gleiche wie bei der amerikanischen. Die Größe der Wichtungsfaktoren untereinander differiert beim amerikanischen Index weniger stark als beim britischen. Die Faktoren des Overjets und der Mittellinie sind kleiner. Hingegen ist der Einfluss der Seitenzahnokklusion und des Overbits

größer. Der Vergleich des britischen mit dem amerikanischen PAR-Index hinsichtlich der Gewichtungsfaktoren zeigt, dass auch bei der Betrachtung der gleichen Komponenten diesen eine unterschiedliche Bedeutung beigemessen werden kann und Ergebnisse je nach Idealvorstellung anders bewertet werden können. Die Notwendigkeit von Indices für objektive Vergleiche wird deutlich.

Das Ergebnis ist für Richmond von der Komplexität des Falles und der Erfahrung des Behandlers abhängig. So ist es unrealistisch zu erwarten, dass alle Malokklusionen in ideale Okklusionen überführt werden können. Wichtig ist es zu ermitteln, ob sich die Behandlung für den Einzelfall gelohnt hat und ob der Anteil der Patienten, die eine Verbesserungen erfahren haben, groß ist [Richmond et al. 1992]. Fox gibt zu bedenken, dass die geforderte Verbesserung von mindestens 30% nicht immer erlangt werden kann, auch wenn das Behandlungsziel des einzelnen Patienten erreicht worden ist [Fox 1993]. Hinter einer prozentualen Reduktion kann eine unterschiedlich große absolute Verbesserung verborgen sein. Eine Veränderung des absoluten Wertes von 50 auf 10 (eine Reduktion um 40) und eine Veränderung von 15 auf drei (eine Reduktion um 12) ergibt bei beiden eine 80%ige Reduktion, obwohl eine viel größere Verbesserung im ersten Fall erzielt wurde [Richmond et al. 1992].

Wird der PAR-Index als alleiniges Kontrollelement herangezogen und soll er umfassend die Qualität des Behandlungsergebnisses beschreiben, ist die Validität kritisch zu betrachten. Doch als Ergänzung einer umfassenden Qualitätsuntersuchung, die wie hier auf verschiedenen Materialien, klinischen Untersuchungen und subjektiven Einschätzungen basiert, ist er sehr gut geeignet, das okklusale Ergebnis qualitativ zu beurteilen.

5.1.4 Wann wurde von einem stabilen Ergebnis gesprochen?

Die Messwerte der Fernröntgeseitenbilder wurden paarweise mittels des Wilcoxon-Testes statistisch überprüft. Das Signifikanzniveau wurde mit $p \leq 0,05$ festgelegt. Lagen keine Signifikanzen vor, wurde das Ergebnis als stabil angesehen. Veränderungen, die entgegen der Therapierichtung im postoperativen Verlauf eine Signifikanz aufwiesen, wurden als Rezidiv bezeichnet, wenn sie außerhalb des Messfehlers lagen. Der Messfehler lag im Mittel bei 0,75mm und bei $0,89^\circ$. In dieser Größenordnung werden auch bei anderen Studien die Messfehler angegeben. So geben Mobarak et al. an, dass der Messfehler ihrer Studie unter einem Millimeter liegt und Bothur et al. bezeichnen ihre Messungen mit einem Messfehler von $\pm 0,5$ bzw. 0,6mm als eine exakte Vorgehensweise [Bothur et al. 1998]. Allgemein wird eine Änderung von 2mm als klinisch signifikant angesehen [Mobarak et al. 2000a].

5.1.5 Wie war die skelettale Stabilität?

Ein Vergleich der skelettalen Stabilität zu anderen Studien gestaltet sich äußerst schwierig, da einerseits unterschiedliche Messparameter, andere Zeitabstände zu der Operation, unterschiedliche Dysgnathien und Verlagerungsrichtungen, verschiedene Operationsverfahren und Fixierungsmethoden zu Grunde liegen und die Stabilität eines Ergebnisses unterschiedlich beurteilt wird.

Die skelettale Stabilität wurde in dieser Studie getrennt nach vertikaler und horizontaler Verlagerungsrichtung betrachtet. Auf den ersten Blick konnten im Ergebnisteil häufiger signifikante Bewegungen bei den vertikalen Parametern entdeckt werden als bei den sagittalen. Wie in anderen Studien beobachtet, scheint es schwieriger, ein stabiles Ergebnis in der Vertikalen zu erzielen als in der Horizontalen [Obwegeser 1994].

5.1.6 Wie war die skelettale Stabilität in der Horizontalebene?

Die Aufgliederung der Patienten in die Angle-Klasse II und III ermöglichte eine gute Beurteilung der horizontalen Parameter, ohne dass sich im Mittel die Vor- und Rückverlagerungen aufhoben. Vor- sowie Rückverlagerungen des Unterkiefers zeigten deutliche Lageänderungen nach der Operation. Insgesamt hatten diese Verlagerungen keine signifikanten postoperativen Bewegungen zur Folge und konnten als stabil bezeichnet werden, wenn man sie nicht in mono- und bimaxilläre Eingriffe aufteilte.

Einzig das **Articulare** der Angle-Klasse II bewegte sich postoperativ signifikant nach ventral. Der Grund für diese Ventralbewegung konnte in der zuvor während der Osteosynthese erfolgten Gelenkpositionierung gesehen werden. Der Kondylus wurde stets für die Osteosynthese manuell in die Gelenkpfanne gedrückt. Aus dieser retralen Position wanderte der Kondylus postoperativ wieder in seine Ursprungslage zurück. Besonders deutlich konnte die signifikante postoperative Vorverlagerung des Articulare nach den monomaxillären Unterkiefervorverlagerungen beobachtet werden. Ebenfalls konnte allein in dieser Gruppe die forcierte, retrale Position des Kondylus an der dorsalen Position des Articulare belegt werden. Hingegen lag der Kondylus in der bimaxillären Gruppe der Klasse II, sowie in der mono- und bimaxillären Klasse III schon zum ersten Untersuchungszeitpunkt weiter ventral als präoperativ.

Im postoperativen Verlauf konnten in beiden bimaxillären Gruppen keine wesentlichen Ventralverlagerungen des Kondylus gemessen werden. Hingegen waren die Bewegungen des Kondylus nach monomaxillären Unterkieferrückverlagerungen postoperativ deutlich nach dorsal gerichtet. Einerseits konnte diese Bewegung wie in der Klasse II damit erklärt werden, dass der Kondylus in seine Ausgangslage vor der Operation zurückwandert und auf der anderen Seite

entsprachen die postoperativen Bewegungen des Kondylus der jeweiligen Therapierichtung des Unterkiefers. In der Klasse II war eine Vorverlagerung des Unterkiefers erwünscht, während in der Klasse III eine postoperative Vorverlagerung verhindert werden sollte.

Im Hinblick auf die sagittale Stabilität konnte kein Nachteil aus der manuellen Gelenkpositionierung abgeleitet werden.

Die Patienten der **Angel-Klasse II**, aufgeteilt in mono- und bimaxilläre Eingriffe, ließen die postoperative Vorverlagerung des Articulare-Punktes nur in der monomaxillären Gruppe signifikant erscheinen. In der monomaxillären Klasse II kam es insgesamt zu einer sich fortsetzenden, nicht signifikanten Vorverlagerung des Unterkiefers im postoperativen Verlauf. Ebenso beobachteten Richter et al. postoperativ eine weitere Rotation der Mandibula mit einer minimalen Vorverlagerung des Pogonions und des B-Punktes [Richter et al. 1990]. Mihalik et al. erschienen die Vorwärtsbewegung der Mandibula nach langer Zeit wachstumsbedingt zu sein [Mihalik et al. 2003], während in anderen Quellen die Entfernung des Splints für das Aufrotieren des Unterkiefers verantwortlich gemacht wurde [Lapp 1999, van Sickels et al. 2000]. Eine Aufrotation durch die Entfernung des Splintes als auch das Wachstum dürften in der vorliegenden Studie eher eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Die Patienten waren alle ausgewachsen und die Entfernung des Splintes fiel nicht in den postoperativen Beobachtungszeitraum, der sich im Mittel vom siebten postoperativen Monat bis zum dritten postoperativen Jahr erstreckte. Naheliegender war es speziell für die Klasse II Patienten, die einen Tiefbiss aufwiesen, dass nachdem der Biß operativ gehoben, eine Vorwärtsbewegungen des Unterkiefers erleichtert wurde. Letztlich wurde durch diese postoperative Vorverlagerung das horizontale Therapieergebnis der Klasse II Patienten eher verbessert als verschlechtert.

Abgesehen von dem Articulare kam es postoperativ zu keiner signifikanten Verlagerung in der Horizontalebene beider Kiefer der Klasse II unabhängig davon, ob eine mono- oder bimaxilläre Operation durchgeführt worden war.

Ob durch ein bimaxilläres Vorgehen die Stabilität zu- oder abnimmt wird in der Literatur kontrovers diskutiert [Costa et al. 1999]. Nach bimaxillären Operationen mit starrer Fixierung konnten laut Bailey et al. sowohl bei Angle-Klasse II und Klasse III Fällen akzeptable Ergebnisse erzielt werden. Allerdings stellten sie bei **Klasse III** Patienten eindeutig eine bessere Langzeitstabilität in der Horizontalen nach bimaxillären Eingriffen fest als nach alleiniger Rückverlagerung der Mandibula. Bei den bimaxillären Eingriffen wurde zusätzlich zu der Rückverlagerung des Unterkiefers der Oberkiefer nach vorn und unten verlagert [Bailey et al. 1998]. Reitzik und Yamaguchi et al. beobachteten bei Klasse III Patienten eine geringe postoperative Ventralbewegung des zurückverlagerten Unterkiefers [Reitzik 1980, Yamaguchi et

al. 1996]. Proffit et al. erklärten sich die postoperative Vorwärtsbewegung des Unterkiefers durch eine operativ zu weit nach posterior verlagerten Kondylus. Je weiter der Ramus operativ nach posterior verlagert wurde, desto mehr konnte sich der Muskelzug verändert haben [Proffit et al. 1991]. Monomaxilläre Rückverlagerungen des Unterkiefers erscheinen folglich in der Horizontalen weniger stabil zu sein als bimaxilläre Verlagerungen bei Klasse III Patienten. Gleiches konnte in der vorliegenden Studie beobachtet werden, die nur nach monomaxillären Rückverlagerungen des Unterkiefers eine Rezidivtendenz der skelettalen Struktur aufzeigte. Klinisch signifikant war allerdings nur die Verkleinerung des WITS-Wertes. Der Overjet blieb postoperativ stabil. So konnte davon ausgegangen werden, dass die geringe Vorverlagerung gemessen am B-Punkt und Pogonion dental kompensiert worden war. Nach bimaxillären Eingriffen zur Korrektur der Klasse III Beziehung konnten keine signifikanten postoperativen Veränderungen festgestellt werden. Eine mögliche Ursache der geringeren Stabilität der monomaxillären Eingriffe konnte im größeren Ausmaß der Verlagerung gesehen werden. Im Gegensatz zu den bimaxillären Eingriffen der Klasse III, wo die Streckendifferenz auf die Rückverlagerung des Unterkiefers und die Vorverlagerung des Oberkiefers aufgeteilt werden konnte, war dies bei monomaxillären Eingriffen nicht möglich. In der Tat wurden im Mittel bei monomaxillären Rückverlagerungen größere Strecken im Unterkiefer zurückgelegt als bei bimaxillären Eingriffen. Am deutlichsten wurde dies bei der mittleren Differenz des Mentons, das bei monomaxillären Eingriffen durchschnittlich um 8,35mm zurück verlagert wurde und bei bimaxillären Eingriffen um 6,03mm. Auch Mobarak et al. beobachteten einen geringen Zusammenhang zwischen der Größe der Rückverlagerung der Mandibula und dem horizontalen Rezidiv [Mobarak et al. 2000a]. Ein Rezidiv ist wahrscheinlicher je größer die mandibuläre Rückverlagerung ist und je mehr die Pterygomasseterschlinge überdehnt wird. So wird von Ghali und Sikes ein bimaxilläres Vorgehen empfohlen, um große monomaxilläre Verlagerungen und die damit verbundene Zunahme des Rezidivrisikos zu vermeiden [Ghali u. Sikes 2000]. Die Daten dieser Studie unterstützen diese Empfehlung.

Im Gegensatz zu der Angle-Klasse III erschienen Bailey et al. in der Angle-Klasse II monomaxilläre Verlagerungen weniger problematisch als bimaxilläre Operationen [Bailey et al. 1998]. Anders als bei Klasse III Lagebeziehungen vergrößert sich in der Regel bei bimaxillären Eingriffen der Klasse II die zu verlagernde sagittale Strecke des Unterkiefers. So waren in der vorliegenden Arbeit die sagittalen Strecken bimaxillärer Operationen der Klasse II gemessen am Menton mit durchschnittlich 5,74mm erheblich größer als bei monomaxillären Verlagerungen mit 1,80mm. Die Streckendifferenz der Kiefer konnte nicht wie bei mesialen Bisslagen auf beide Kiefer aufgeteilt werden, da trotz distaler Bisslagebeziehung der Oberkiefer in der Regel nach

ventral verlagert wurde. Eine Retralverlagerung des Oberkiefers ist technisch sehr aufwendig und schwierig durchzuführen. Eine maxilläre Rückverlagerung wurde lediglich bei zwei Patienten dieser Studie durchgeführt. Eine dritte Rückverlagerung der Maxilla wurde mittels einer Wunderer-Osteotomie mit beidseitiger Extraktion jeweils eines Prämolaren gelöst.

Die Lage des **Oberkiefers** in der vorliegenden **Klasse III** änderte sich, wie zu erwarten, nur bei den bimaxillären Eingriffen. Der A-Punkt und die Spina nasalis posterior wanderte um ca. 2,5mm nach ventral und blieben bis zum Ende nahezu stabil. Nur der anteriore Spinapunkt verlagerte sich unwesentlich um 0,76mm nach ventral. Folglich kam es zu einer ventralen Verschiebung des posterioren Spinapunktes ohne deutliche Veränderung des anterioren Punktes. Dies ist eigentlich bei einer totalen Osteotomie nicht möglich. Erklärt wurde dies mit der häufig bei Impaktierungen der Maxilla durchgeführten Abtrennung und Glättung der Spina nasalis anterior aus ästhetischen Gründen. So konnte es trotz Vorschub der Maxilla durch die Kürzung des Messpunktes zu einer am anterioren Spinapunkt nicht messbaren Ventralverlagerung der Maxilla kommen. Auch die in der **Klasse II** deutlich weiter anterior liegende Spina nasalis posterior und die sogar geringfügig weiter retral liegende anteriore Spina konnte nur über die großzügige Glättung im anterioren Bereich erklärt werden. Verwunderlich war, warum es in der Klasse II nach monomaxillären Unterkieferoperationen, sowohl am A-Punkt (2,52mm) als auch am anterioren Spinapunkt (3,86mm) zu signifikanten Ventralverlagerungen kam. Ob dies allein auf Messfehler zurück zu führen war oder ob es Anpassungsvorgänge an den vorverlagerten Unterkiefer waren, wie bei Sienholz [Sienholz 1992] beschrieben, blieb unbeantwortet. Insgesamt lagen die durchschnittlichen horizontalen Verlagerungen der Maxilla selten über dem klinisch signifikanten Wert von 2mm. Die Größe der Oberkieferverlagerung entsprach der von Rotter und Zeitler [Rotter u. Zeitler 1999]. Postoperative signifikante Horizontalverschiebungen der Maxilla wurden weder in der Angle-Klasse II noch III gemessen. Der Oberkiefer blieb nach der Operation, wie auch in Baileys Studie beschrieben, in seiner sagittalen Position stabil [Bailey et al. 1998].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die sagittale Verlagerung insgesamt sehr stabil war. Die postoperative Ventralverlagerung des Articulare in der Klasse II, besonders nach monomaxillären Vorverlagerungen war zwar signifikant, aber eine Bewegung in Therapierichtung. Die Bewegung des Articulare wurde als Folge der manuellen Gelenkpositionierung und als Streben des Kondylus in seine Ursprungslage gewertet.

Lediglich die monomaxillären Rückverlagerungen der Angle-Klasse III ließen eine geringe Tendenz zum skelettalen Rezidiv erkennen, das allerdings dental abgefangen werden konnte.

Bei großen sagittalen Diskrepanzen sind Mesialbisslagen leichter bimaxillär und Distalbisslagen besser monomaxillär zu operieren. Vorverlagerungen der Maxilla sind operativ leichter zu lösen als Rückverlagerungen, dies kommt einem bimaxillären Vorgehen bei Klasse III Kieferlagebeziehungen entgegen, da die zu verlagernde sagittale Strecke auf beide Kiefer aufgeteilt und das Ausmaß der Verlagerung eines Kiefers möglichst gering gehalten werden kann.

5.1.7 Wie war die skelettale Stabilität in der Vertikalebene?

Um die Stabilität in der Vertikalen eindeutig beurteilen zu können, müssen homogene vertikale Verlagerungsrichtungen vorliegen. Aus diesem Grunde wurden die 50 Patienten für die Betrachtung der Stabilität der vertikalen Ebene nach ihrer vertikalen Anfangskonfiguration aufgeteilt. Die Hälfte der Patienten (Anzahl 25) hatte eine vertikale Konfiguration, 34% (Anzahl 17) eine horizontale und 14% (Anzahl 7) eine neutrale Gesichtsschädelkonfiguration.

In allen drei Gruppen vergrößerten sich die vertikalen Winkel ML-NSL, ML-NL und ArGoMe und es kam zu einer Verkleinerung des Verhältnisses der hinteren zu der vorderen Gesichtshöhe. Dies spiegelte sich im Verhältnis S-Go/N-Me wieder, das im Laufe der Zeit kleiner wurde. Diese Veränderungen waren nicht nur im postoperativen Verlauf, sondern über den gesamten Zeitverlauf zu beobachten. Signifikant waren die Veränderung im postoperativen Verlauf allerdings nur bei den Patienten mit vertikaler Konfiguration. So erscheinen diese Patienten in der Vertikalebene weniger stabil zu sein als Patienten mit horizontaler oder neutraler Gesichtsschädelbeziehung. Auch Moldez et al. fanden bei bimaxillär operierten Klasse III Patienten mit offenem Biss eine geringere Stabilität in der Vertikalen als in der Horizontalen [Moldez et al. 2000].

Verwunderlich war, dass es in der Gruppe mit vertikaler Konfiguration auch in der Behandlungsphase zu einer Vergrößerung der vertikalen Winkel kam. Diese Entwicklung entsprach nicht den Erwartungen bei diesen Patienten. Hier war das Therapieziel der Schluss des offenen Bisses und nicht eine zunehmende Öffnung. Um diesen unerwarteten Befund zu überprüfen, wurden die Koordinaten der Referenzpunkte hinzugezogen. Stellte man die Winkeländerungen in Relation zu den Punktbewegungen wurde deutlich, dass sich das Menton wie gewünscht über den Zeitverlauf nach kranial bewegte und die anteriore Gesichtshöhe nicht zunahm sondern ab. Da die vertikale Lage des Articulare stabil war, müsste sich eigentlich der Kieferwinkel ArGoMe verkleinert haben. Der Kieferwinkel vergrößerte sich aber. So war eine Vergrößerung des Kieferwinkels (ArGoMe) nur durch die Kranialwanderung des Gonions möglich (Abb.69). In der Tat wanderte das Gonion sowohl während der Behandlungsphase als

auch postoperativ signifikant nach kranial (Abb. 68). Auch der steilere Verlauf der ML-Ebene basierte auf der verkürzten hinteren Gesichtshöhe. So konnten die vergrößerten ML-NSL-Winkel und NL-ML-Winkel bei stabiler Lage der Nasion-Sella-Ebene (NSL) und der ohne signifikante Veränderung gebliebenen Nasalebene (NL) erklärt werden. Folglich basierte die Vergrößerung der vertikalen Winkel in der Gruppe mit vertikaler Konfiguration sowohl während der Behandlung als auch postoperativ einzig auf der signifikanten Kranialwanderung des Gonions und nicht auf einer Zunahme der anterioren Gesichtshöhe.

Die Reduktion der posterioren Gesichtshöhe durch die Kranialwanderung des Gonions konnte bei alleiniger Betrachtung der Winkel eine Bissöffnung vortäuschen, die klinisch nicht stattgefunden hatte, und nicht das Ziel bei diesen Patienten war.

5.1.8 Warum wanderte das Gonion während der Behandlung nach kranial?

Warum kam es zu einer operativen Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe? Die posteriore Gesichtshöhe wurde an der Strecke Sella-Gonion gemessen. Die Sella blieb unverändert, nur das Gonion änderte sich. Das Gonion ist ein konstruierter Punkt und insofern von der Lage des Mentons, des Articularepunktes und des anterioren wie posterioren Tangentenpunktes abhängig. Die gleichbleibende Position des Articularepunktes in beiden Ebenen ließ auf eine stabile Lage des proximalen Anteils des Unterkiefers schließen. Ging man davon aus, dass der proximale Anteil - wie gewünscht - unverändert in seiner Position verblieb, war auch die Lage des anterioren und posterioren Tangentenpunktes konstant. Die Position des Gonions konnte dann nur durch die Verlagerung des Mentons verändert werden (Abb. 69,70). Die Auswirkung der Verlagerung des Mentons auf das Gonion sollte anhand der Lageänderungen der Referenzpunkte des Unterkiefers im Koordinatensystem dargestellt werden. Die Bewegungen der Referenzpunkte der Klasse III (Abb. 68) und der Klasse II (Abb. 71) werden im Zeitverlauf dargestellt.

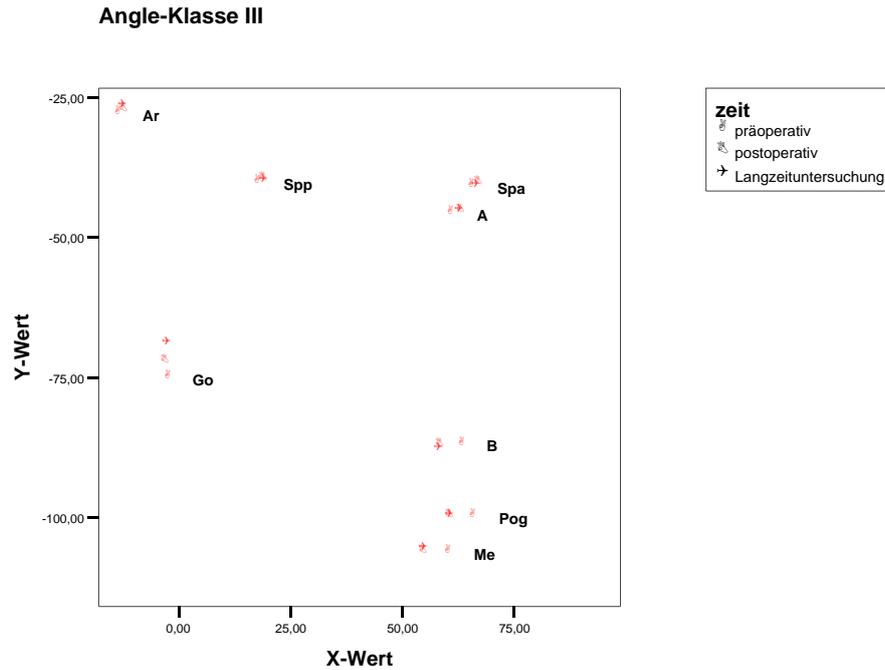


Abbildung 68 Im Koordinatensystem sind die Positionen der Referenzpunkte des Ober- und Unterkiefers für die Angle-Klasse III im Zeitverlauf dargestellt.

In der **Klasse III** war auffällig, dass das Gonion vom präoperativen bis zum postoperativen Zeitpunkt immer weiter nach kranial wanderte, während die anterioren Kinnpunkte wie das Menton, der B-Punkt und das Pogonion sich kaum in vertikaler Richtung, sondern primär in horizontaler Richtung bewegten. Folglich kam es zu einer Reduktion der posterioren Gesichtshöhe (S-Go) bei nahezu gleichbleibender anterioren Gesichtshöhe (N-Me).

Theoretisch musste sich das Gonion schon aus rein geometrischen Gründen nach kranial bewegen, wenn die Lage des Articulare-Punktes, des anterioren sowie posterioren Tangentenpunktes als konstant angesehen wurden und sich nur das Menton in der Horizontalen nach retral bewegte (Abb.69). Folglich konnte die Kranialwanderung des Gonions allein durch die deutliche Retralverlagerung des Mentons geometrisch erklärt werden, vorausgesetzt der ArGoMe-Winkel war größer als 90° , wie es in dieser Studie der Fall war (Abb. 70). Der reinen horizontalen Rückverlagerung des Mentons folgte ein nach distal steilerer Verlauf der ML-Ebene. Somit mußte das Gonion schon aus rein geometrischen Gründen weiter kranial liegen, wenn sich nur das Menton nach retral oder kaudal bewegte (Abb. 69).

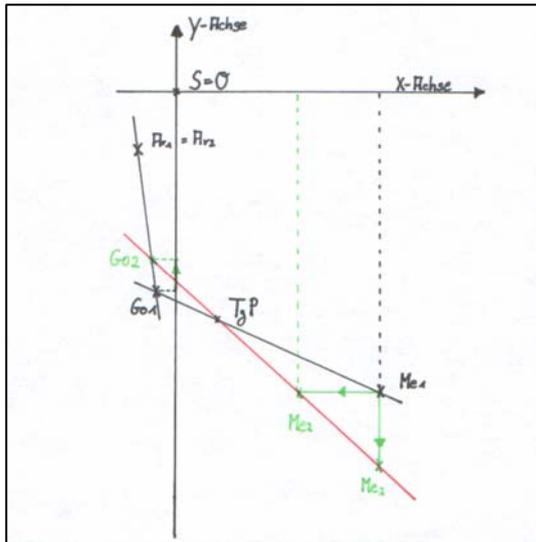


Abbildung 69 Die Skizze verdeutlicht die geometrische Kranialbewegung des Gonions (Go), bei einer reinen Retral- oder Kaudalbewegung des Mentons (Me) und stabiler Lage des Articulare (Ar). Vorausgesetzt der Winkel $ArGoMe > 90^\circ$.

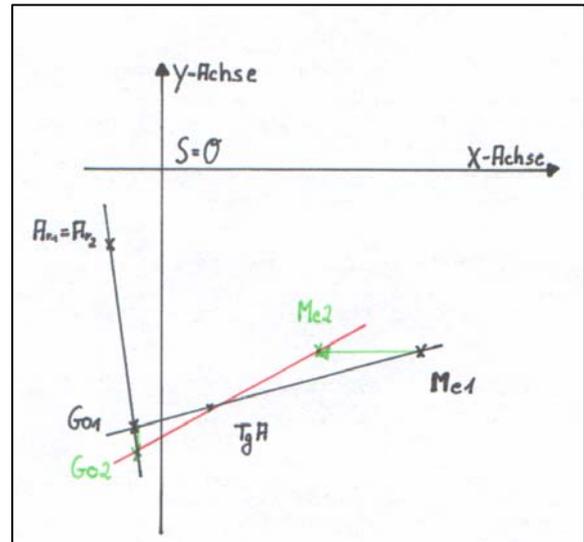


Abbildung 70 Die Skizze verdeutlicht, dass für die in Abb. 69 beschriebene Kranialbewegung des Gonions der Winkel $ArGoMe$ größer als 90° sein muss. Ansonsten kommt es zu einer Kaudalverlagerung des Gonions bei einer alleinigen Retralverlagerung des Mentons.

Auch in der Vergleichsgruppe, der **Angle-Klasse II**, kam es zu einer Vergrößerung der vertikalen Winkel über den gesamten Beobachtungszeitraum. Hier war im Gegensatz zu der Klasse III eine Bisshebung bzw. Vergrößerung der vertikalen Winkel bei der Mehrheit der Patienten gewünscht. Von insgesamt siebzehn Patienten mit horizontaler Konfiguration konnten elf der Klasse II zugeordnet werden. In der Tat basierte die Vergrößerung der vertikalen Winkel hier während der Behandlungsphase primär auf der Kaudalverlagerung der vorderen Kinnpunkte und weniger auf der alleinigen Kranialverlagerung des Gonions (Abb 71). Die Kranialbewegung des konstruierten Kieferwinkelpunktes wurde aus geometrischen Gesichtspunkten durch die Vorverlagerung der anterioren Kinnpunkte abgeschwächt. Postoperativ gründete die Vergrößerung der vertikalen Winkel wiederum einzig auf der Kranialwanderung des Gonions, denn die vorderen Kinnpunkte zeigten eine Tendenz, wieder nach kranial zu rezidivieren und nach ventral zu rotieren.

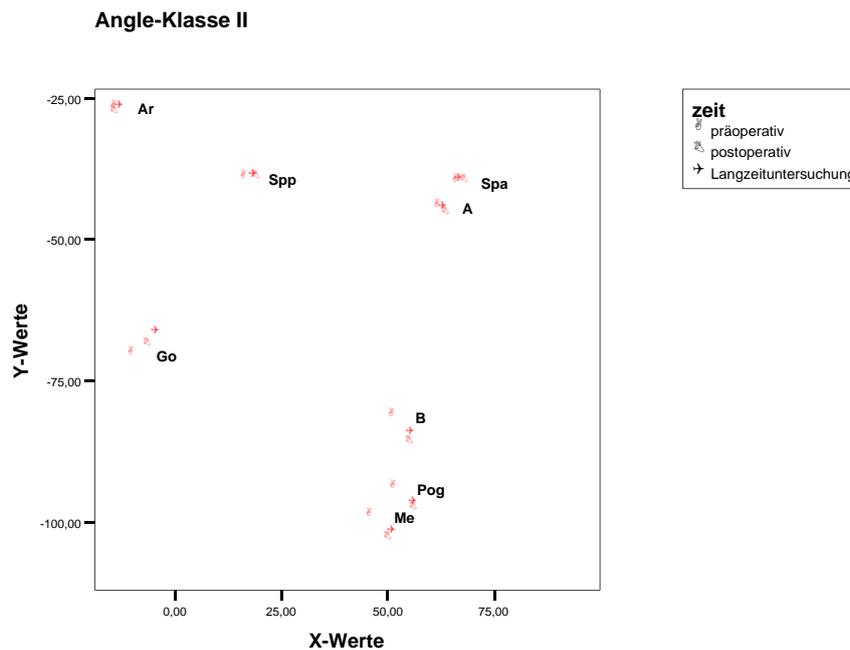


Abbildung 71 Im Koordinatensystem sind die Positionen der Referenzpunkte des Ober- und Unterkiefers für die Angle-Klasse II im Zeitverlauf dargestellt.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass der Geometrie zur Folge eine Rückverlagerung und eine Kaudalverlagerung des Kinns eine kraniale Lage des Gonions verstärkt, hingegen unterstützt eine Vorverlagerung und Kranialverlagerung des Mentons eine kaudalere Position des Gonions. Weiterhin kann festgehalten werden, dass die Vergrößerung der vertikalen Winkel in den untersuchten Gruppen auf unterschiedlichen klinischen Bewegungen basiert, und nur durch die gemeinsame Betrachtung von Winkeln und der sie bildenden Punkte kann die jeweilige Ursache der Winkelveränderung erkannt werden. Nur so kann die tatsächliche Veränderung nachvollzogen werden.

Die horizontale Lage des Mentons beeinflusst - wie oben beschrieben - die Position des konstruierten Gonionpunktes. Um den tatsächlichen **Einfluss der Vor- und Rückverlagerungen auf die Kranialisierung des Gonions** besser zu erfassen, wurden ausschließlich Patienten mit vertikaler Konfiguration – also mit einheitlicher vertikaler Verlagerungsrichtung - getrennt nach den Angle-Klassen untersucht. Hier zeigte sich, dass das Gunion in der Behandlungsphase unabhängig von der Angleklassifizierung um 2,62mm bzw. 2,63mm nach kranial wanderte. Der theoretisch denkbare Einfluss der Vor- und Rückverlagerung konnte folglich nicht ausschlaggebend für die Kranialwanderung des Gonions in dieser Studie gewesen sein, da kein Unterschied festgestellt werden konnte.

Der Einfluss der sagittalen Verlagerung des Mentons auf die Lage des Gonions in der horizontalen und neutralen Gruppe konnte nicht untersucht werden, da die Anzahl der Patienten zu gering war.

Da es in allen drei Gruppen der vertikalen Gesichtsschädelkonfiguration, der neutralen, horizontalen und vertikalen während der Behandlungsphase zu einer ähnlich stark ausgeprägten Kranialwanderung des Gonions kam, wurden die Patienten unabhängig von ihrer vertikalen Konfiguration nach ihrer Angle-Klasse und der jeweiligen Operationslokalisation aufgeteilt, um den **Einfluss von mono- oder bimaxillären Eingriffen** neben der Vor- und Rückverlagerung auf die Bewegungen des Gonions zu betrachten. Es zeigte sich, dass während der Behandlungsphase die größte Kranialverlagerung des Gonions in der bimaxillären Klasse III beobachtet wurde (5,66mm) und dass die Kranialbewegung in der monomaxilläre Klasse III (Go:2,81mm) und bimaxillären Klasse II (Go:2,98mm) nahezu gleich groß waren. Nur die monomaxilläre Vorverlagerung führte zu einer Kaudalverlagerung des Gonions (Go: -0,40mm).

Die überwiegende Anzahl der **monomaxillär** im Unterkiefer operierten **Klasse II** Patienten hatte eine horizontale Konfiguration. Patienten mit horizontaler Konfiguration sind in der Regel durch einen tiefen Biss und eine kurze Untergesichtslänge gekennzeichnet. Das Ziel bei diesen Patienten ist es, den Kieferwinkel zu vergrößern und das Untergesicht zu verlängern [Watted et al. 2000]. Die Vergrößerung des ArGoMe-Winkels erklärten sich Richter et al. durch eine posteriore Rotation des distalen Segmentes. Sie sahen besonders bei geringen sagittalen Vorverlagerungen die Notwendigkeit großer vertikaler Bewegungen, um den oberen Incisivi ausweichen zu können und einen physiologischen Frontzahnüberbiss einzustellen [Richter et al. 1990]. Watted et al. empfehlen sogar ausgeprägte Speekurven bei Patienten mit tiefem Biss und short-face präoperativ nicht zu nivellieren, um eine Abstützung des Segments nach posteriorer Rotation zu erzielen. Sie fordern einen möglichst baldigen Kontakt zwischen den Unterkieferfrontzähnen und den Palatinalflächen der oberen Incisivi, da nur so eine stabile vertikale Verlängerung des Untergesichtes und eine gewünschte Vergrößerung des Kieferwinkels erfolgen kann. Postoperativ sollte möglichst bald mit der Extrusion der Molaren begonnen werden, um einerseits die noch reduzierte Muskelkraft und andererseits den knöchernen Umbau auszunutzen. Ein weiterer Vorteil wurde durch die operative Rotation und geringe Translation darin gesehen, dass das Profil nicht durch eine ungünstige Prominenz des Kinns beeinträchtigt wird [Watted et al. 2000].

Bei den monomaxillär operierten Klasse II Patienten dieser Studie wurde die Kaudalverlagerung des Gonions ebenfalls über die operative Rotation der Unterkieferspange erklärt, denn aus rein geometrischen Gründen müsste die ausgeprägte Kaudalverlagerung des Mentons mit einer

geringen Vorverlagerung eigentlich eine Kranialverlagerung des Gonions zur Folge gehabt haben. Die deutliche Kaudalverlagerung des Mentons bei gleichzeitiger Kaudalverlagerung des Gonions in der monomaxillären Klasse II dieser Arbeit läßt auf einen deutlichen Zugewinn an der Untergesichtslänge durch posteriore Rotation der Unterkieferspange schließen. Auch auf die Nivellierung der Speekurve wurde in der vorliegenden Studie präoperativ verzichtet, da es häufig sehr schwierig ist, gegen die kräftige Muskelschlinge eine Elongation der Seitenzähne zu erzielen, ohne eine meist ungünstige Intrusion der Frontzähne zur Folge zu haben.

Bei großen Diskrepanzen zwischen Ober- und Unterkiefer konnte die Vorverlagerung ohne große Bissöffnung erfolgen [Richter et al. 1990]. Gleiches konnte hier bei **bimaxillären Eingriffen** beobachtet werden. Auf der anderen Seite wurden häufig vertikale Gesichtsschädelbeziehungen bimaxillär operiert, bei denen eine Verlängerung des Untergesichtes kontraindiziert war.

Unabhängig von der sagittalen Verlagerungsrichtung war bei den **bimaxillären Eingriffen** auffällig, dass sich der Kieferwinkelpunkt mindestens doppelt so weit nach kranial bewegte wie nach monomaxillären Eingriffen. Folglich verstärkten bimaxilläre Operationen die Kranialbewegung des Gonions unabhängig von der sagittalen Verlagerungsrichtung.

Von besonderer Bedeutung ist laut Santler bei den bimaxillären Operationen **die Verlagerung des Oberkiefers** an dem der Unterkiefer im Anschluss ausgerichtet wird [Santler 2000]. So wurde im Folgenden die Verlagerung der Maxilla betrachtet. Übereinstimmend mit der Literatur wurde die Maxilla in dieser Studie posterior kranialisiert, um der Überdehnung der Muskelschlinge und einem Rezidiv vorzubeugen [Costa et al. 2000]. Da die Unterkieferspange nach der operativen Positionierung und Fixierung der Maxilla am Oberkiefer ausgerichtet wurde, war ein nach hinten steilerer Verlauf der ML-Ebene zu erwarten und somit auch die deutlichere Kranialverlagerung des Gonions bei bimaxillären Operationen erklärbar.

In der Literatur wird neben der posterioren Kranialverlagerung des Oberkiefers eine anteriore Kaudalisierung empfohlen, da die Autorotation des Unterkiefers als wenig stabil gilt [Costa et al. 2000, Moldez et al. 2000]. Erklärt wird dies mit einer postoperativ zunehmenden physiologischen Ruhelage, auch bei gleichbleibender klinischer Ruhelage. Als Folge der zunehmenden physiologischen Ruhelage könnte es mit der Zeit zu einer Extrusion der Molaren kommen und zu einer veränderten Zungenposition, so dass sich mit der Zeit der Biss in Ruhelage wieder öffnet [Moldez et al. 2000]. Zur Rezidivvermeidung wurden Operationstechniken vorgeschlagen, die die posteriore Höhe des Oberkiefers minimieren, während die anteriore Höhe zunimmt [Bailey et al. 1998, Hwang et al. 2004].

Im Gegensatz zu der in der Literatur empfohlenen anterioren Kaudalisierung, wurde hier bei der Mehrheit der Patienten der vordere Anteil der Maxilla nach kranial verlagert oder blieb in der Vertikalen unverändert. Als **Nachteil** konnte angesehen werden, dass der Oberkiefer so nicht direkt half, den offenen Biss zu schließen, sondern der offene Biss mit Hilfe des Unterkiefers geschlossen werden musste. Allerdings wurde der rezidivfreudigen, postoperativen Autorotation des Unterkiefers durch eine operative Rotation der Unterkieferspange weitestgehend entgegengewirkt. Ein sich wieder Öffnen des Bisses konnte nicht festgestellt werden.

Die anteriore Kranialverlagerung des Oberkiefers hatte den **Vorteil**, die häufig ungünstige Oberlippen-Frontzahn-Ästhetik verbessern zu können. So verzichteten auch Moldez et al. auf eine Rotation der Maxilla im Uhrzeigersinn bei Patienten mit „gummy smile“ und impaktierte stattdessen die Maxilla gleichmäßig [Moldez et al. 2000]. Ein weiterer Vorteil dieser Verlagerungsrichtung war der bessere Knochenkontakt im gesamten Osteotomiebereich. Ein großer Knochenkontakt wurde für eine stabile Lage der Maxilla gefordert, um eine Zerstreung der störenden Kaukräfte zu fördern [Wagner u. Reyneke 2000]. Oder wie von Dimitroulis beschrieben, ist eine fehlende knöcherne Anlagerungsfläche und eine unzureichende Fixierung der Segmente eine der Hauptursachen für maxilläre Rezidive und weniger der Weichteileinfluss [Dimitroulis 1998]. Übereinstimmend mit Costa et al. erfolgte die Fixierung mit kurzen Miniplatten, diese bieten einen kleinen Hebelarm und werden nach kleinen Bewegungen ohne zusätzliche horizontale Bewegung eingesetzt. Nur wenn der Abstand zwischen den Knochensegmenten zu groß wird, sollte autologes Knochenmaterial oder Transplantate eingesetzt werden. Allerdings werden maxilläre Kaudalverlagerungen relativ selten durchgeführt [Costa et al. 2000]. Auch in dieser Studie kam es lediglich bei zwei Patienten zu einer Kaudalverlagerung der Maxilla. Die eine Kaudalverlagerung wurde mit dem Ausmaß von 2mm alleine mit Miniplatten fixiert, bei der anderen wurde die Distanz von 4mm mit Hilfe eines Beckenkammtransplantates stabilisiert, was von Major et al. als stabiles Vorgehen angesehen wird [Major et al. 1996]. Waite empfahl ebenfalls nach maxillären Verlagerungen, die größer als 4mm waren Knochentransplantate und eine starre Fixierung mit Miniplatten. Er sah die Stabilität durch das Einwachsen der bukkalen Weichteile in den Knochenspalt gefährdet [Waite et al. 1996].

Insgesamt ist ein bimaxilläres Vorgehen mit einer Kranialverlagerung der Maxilla aufgrund der besseren Ästhetik, einer besseren knöchernen Anlagerungsfläche bei guter Langzeitstabilität für Patienten mit offenem Biss zu empfehlen. In der vorliegenden Studie konnte kein nennenswerter sagittaler oder vertikaler Stabilitätsverlust des Oberkiefers oder ein sich wieder Öffnen des

Bisses beschrieben werden. Ein bimaxilläres Vorgehen wurde bei Patienten mit offenem Biss - bei 80% aller vertikalen Patienten - bevorzugt. Es galt als Rezidivprophylaxe.

5.1.9 Warum wanderte das Gonion postoperativ nach kranial?

Die in dieser Studie beobachtete Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe wurde ebenfalls in anderen Studien beobachtet [Reitzik 1980, Watzke et al. 1991, Mobarak et al. 2000b].

Der Kieferwinkel steht direkt unter dem Einfluss des Musculus masseter und des Musculus pterygoideus medialis, die beide ihren Ansatz im Kieferwinkelbereich haben. Zu einer **Kontraktion der Pterygomasseterschlinge** kommt es bei vielen physiologischen Vorgängen wie Kauen, Sprechen und Schlucken und jeweils zu einer nach kranial gerichteten Kraft [Reitzik 1980]. Dieser komprimierende Stress der Kaumuskeln auf den Knochen führt zu **resorptiven Remodellationsvorgängen** mit denen die Vergrößerung des Kieferwinkels erklärt wird [Richter et al. 1990, Scheuermann 1993, Mobarak et al. 2000b]. Je stärker die Muskelschlinge überdehnt wird, um so mehr steigt die Kontraktionskraft, und es kommt besonders in der frühen postoperativen Phase zu Rezidiven [Richter et al. 1990, Mobarak et al. 2000b]. Laut Fischer et al. finden die meisten Umbauvorgänge in den ersten acht Wochen nach der Operation statt [Fischer et al. 2000]. Im Mittel lag die erste postoperativ ausgewertete Fernröntgenseitenbildanalyse dieser Studie im siebten Monat nach der Operation und schloss insofern die ersten postoperativen Umbauvorgänge mit ein. Einer operativen Überdehnung der Muskelschlinge wurde durch die **posteriore Kranialverlagerung der Maxilla** und durch das generelle **Ablösen der Muskelschlinge** entgegenwirkt. Im Einzelfall wurde sogar bei einer Vorverlagerung des Unterkiefers eine suprahyoidale Myotomie durchgeführt. Insgesamt wurde eine möglichst **spannungsfreie Verlagerung** angestrebt, um einem Rezidiv vorzubeugen. Gleiches forderten Dimitroulis und Wolford et al. [Wolford et al. 1994, Dimitroulis 1998]. Durch die Verlagerung der Kiefer kommt es generell, infolge des veränderten Muskelzuges, zu adaptiven, postoperativen Umbauvorgängen und zu einer **funktionellen Anpassung** an die physiologische Belastung [Richter et al. 1990, Mobarak et al. 2000b]. Die biologische Anpassung an die Umgebung und an die Funktion begrenzt laut Wagner die postoperative Stabilität [Wagner u. Reyneke 2000].

Mobarak et al. machten die intermaxilläre Fixierung (**IMF**) nach vertikaler Osteotomie für das Hochwandern des Gonions und die Vergrößerung des Kieferwinkels verantwortlich [Mobarak et al. 2000b]. Bei gänzlichem Verzicht auf eine IMF wird eine frühe Anpassung der Muskulatur an die neue Funktion von Obwegeser als Vorteil angesehen [Obwegeser 1994]. Scheerlinck löste nach dem ersten bis dritten Tag die engen elastischen Gummis und ersetzte sie durch längere

Gummis, die er bis zu sechs Wochen tragen ließ [Scheerlinck et al. 1994]. In der vorliegenden Studie wurden die Kiefer in der Regel zunächst durch eine starre intermaxilläre Fixierung miteinander verbunden. Hierbei ging der Trend dahin, diese immer frühzeitiger zu lösen und durch Gummizüge zu ersetzen oder sofort elastisch zu gestalten. Das Ziel ist es generell, die Funktion möglichst bald an die neue skelettale Situation anzupassen. Inwieweit die IMF dieser Studie einen Einfluss auf die Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe hatte, konnte nicht beantwortet werden, da nicht von allen Patienten die genaue Information vorlag, wie lange die starre IMF belassen worden war.

Auch ein direkter Zusammenhang zwischen **der vertikalen und sagittalen Verlagerungsrichtung und der Verkürzung** der hinteren Gesichtshöhe konnte nicht abgeleitet werden, da in allen Gruppen das Gonion nach kranial wanderte. Auch Bailey et al. beobachteten nach Ramusosteotomien unabhängig von Vor- und Rückverlagerungen eine Verkürzung der Strecke Condylion-Gonion und schlossen aus diesem Grund den Druck der Weichteile als Ursache für die Remodellationsprozesse aus. Sie führten die Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe auf eine **Remodellation am Kondylus** zurück, die auch Hwang et al. und Scheerlinck et al. nach Dysgnathieoperationen beobachteten [Scheerlinck et al 1994, Bailey et al 1998, Hwang et al 2000]. Hwang et al. sahen das Risiko der Resorptionen am Kondylus besonders nach counterclockwise Rotationen des distalen wie proximalen Segmentes des Unterkiefers und nach einer chirurgisch verursachten, posterioren Verlagerung des Kondylus steigen [Hwang et al. 2000]. Im Hinblick auf das häufig durchgeführte anteriore Hochsetzen der Maxilla und der folgenden counterclockwise Rotation der Mandibula, sowie der manuellen Gelenkpositionierung und der besonders nach Unterkieferrückverlagerungen beobachteten Zunahme an Kiefergelenksbeschwerden, könnten die von Hwang et al. beschriebenen chirurgischen Risikofaktoren einer Kondylusresorption in dieser Studie eine Rolle gespielt haben. Ebenso konnten die von ihm benannten, nicht chirurgische Risikofaktoren einer Kondylusresorption, wie eine postoperativ verkürzte hintere Gesichtshöhe, ein verkleinertes Verhältnis von S-Go/N-Me und ein kleinerer SNB-Winkel beobachtet werden. Ob tatsächlich eine Veränderung am Kondylus stattgefunden hatte, wurde nicht gemessen. Die Diagnose einer kondylären Remodellation sollte laut Hwang et al. auch nicht allein anhand arithmetischer Messungen erfolgen, da es ein funktioneller Prozess ist, der multifaktoriell bedingt ist [Hwang et al. 2004]. Die Funktion des Kiefergelenks der hier untersuchten Patienten wurde durch subjektive Einschätzungen erfasst. Aufgrund der deutlichen postoperativen Zunahme, der später diskutierten Kiefergelenksbeschwerden, und der von Hwang festgestellten signifikant häufiger bei Kiefergelenksbeschwerden auftretenden, postoperativen Kondylusresorptionen, konnte ein

Zusammenhang zwischen der Reduktion der hinteren Gesichtshöhe und den Problemen am Kiefergelenk vermutet werden [Hwang et al. 2004].

In welchem Ausmaß die Pterygomasseterschlinge, die Weichteile, die funktionelle Anpassung an die neue skelettale Situation oder die Dauer einer IMF einen Einfluss auf die postoperativen Umbauprozesse hatten, war nicht zu erfassen. Unbeantwortet blieb auch, ob die Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe primär durch einen Umbau am Kieferwinkel verursacht worden war, oder ob es auch zu einer Remodellation am Kondylus gekommen war.

Diese Fragen müssen in künftigen Studien geklärt werden.

Zusammenfassend kann zu der vertikalen Stabilität gesagt werden, dass die auffälligste, vertikale Bewegung, die Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe gewesen ist. Da das Gonion an der Bildung fast aller vertikalen Winkel beteiligt ist, hat seine kranialere Position Auswirkung auf die Beurteilung der vertikalen, skelettalen Stabilität. Besonders nach bimaxillären Operationen, die zu 69% bei vertikalem Gesichtsschädelaufbau durchgeführt wurden, wanderte das Gonion nach kranial. So schienen sowohl bimaxilläre Eingriffe als auch Patienten mit vertikaler Konfiguration eine geringere postoperative Langzeitstabilität in der Vertikalen zu haben als monomaxilläre Eingriffe und Patienten mit horizontaler oder neutraler Konfiguration. Es wurde angenommen, dass dies durch die veränderte Lage des Gonions vorgetäuscht wurde. Insgesamt konnte eine akzeptable, skelettale Langzeitstabilität in horizontaler und vertikaler Relation mit den angewandten Operationsmethoden erzielt werden.

5.1.10 Wie war die dentale Stabilität in dieser Studie?

Ein stabiles dentales Ergebnis fordert ein möglichst vollbezahntes, lückenloses Gebiss, so dass eine vertikale und sagittale Abstützung gewährleistet ist. Weiterhin sollte der Zahnhalteapparat gesund, die Wurzeln ohne Resorptionen und die Zähne vital sein. Eine sichere dentale Verzahnung kann zu dem die skelettale Situation stabilisieren.

Die stabile Verzahnung wurde mit Hilfe des **PAR-Indexes** bewertet. Ein Literaturvergleich stellte sich als äußerst schwierig dar. Diese Methode wird selten bei Langzeituntersuchungen von Dysgnathiebehandlungen angewandt, da diese sich häufig auf die skelettalen Beziehungen beschränken. Häufiger angewandt wird der PAR-Index in der Kieferorthopädie. Allerdings umfassen kieferorthopädische Patientenklientels mehr oder weniger auch Dysgnathiepatienten. Der Hauptunterschied zu kieferorthopädischen Patientenkollektiven ist der größere **PAR-Anfangswert**, der sich durch die ausgeprägte Abweichung der Bisslage ergibt. Der Anfangswert

in kieferorthopädischen Studien wird zwischen 20,9 [Fellner et al. 1996] 23,8 [Richmond u. Andrews 1993] und 29 [Fox 1993] angegeben, während der hier gemessene PAR-Anfangswert im Mittel 40,85 und maximal bei 59 PAR-Punkten lag. Der **Erfolg** der Therapie, gemessen am **PAR-Differenzwert**, wies eine hohe Korrelation zu dem Anfangswert auf, so dass der PAR-Differenzwert nicht gut zu der Beurteilung des Behandlungsergebnisses geeignet war. Die statistische Vorhersagbarkeit lag bei 67%. So waren bei hohen PAR-Anfangswerten große **absolute Verbesserungen** zu erwarten. Diese lagen im Mittel bei 31,1 Punkten und maximal bei 49 Punkten. Ein Vergleich des absoluten Wertes mit kieferorthopädischen Studien war nicht sinnvoll, da diese so hohe absolute Verbesserungen bei den kleineren Ausgangswerten gar nicht erzielen konnten. Besser vergleichbar war die prozentuale Verbesserung. Richmond und Andrews ermittelten für norwegische Fachpraxen eine prozentuale Verbesserung von 78% [Richmond u. Andrews 1993] und Firestone et al. ermittelten 73% für eine schweizer Klinik [Firestone et al. 1999]. In dieser Studie konnten mit 75,54% ebenfalls Verbesserungen in ähnlicher Größenordnung erzielt werden. Geringere Werte wurden von Fox mit 66% [Fox 1993] für eine englische Zahnklinik und von Richmond für englische Fachpraxen 50% und englische Kliniken 68% ermittelt.

Von Richmond wird für einen hohen **Behandlungsstandard** eine mittlere prozentuale Verbesserung von 70% und eine vernachlässigbar kleine Anzahl an Patienten, die in die Kategorie „worse–no different“ fallen, bzw. eine Verbesserung weniger als 30% aufweisen, gefordert [Richmond et al. 1992,1994]. Da kein Patient in die Kategorie „worse–no different“ fiel und die prozentuale Verbesserung im Mittel bei ca. 76% lag, konnte der Behandlungsstandard hier als hoch eingestuft werden.

Die Stabilität des Ergebnisses konnte am besten mit dem **Endwert** beurteilt werden, da dieser gänzlich unabhängig vom Anfangswert war. Je kleiner dieser ausfiel, um so geringer waren die dentalen und okklusalen Abweichungen von einem idealen Ergebnis, um so besser war die Qualität und somit die Stabilität des Ergebnisses einzuschätzen. Der PAR-Endwert von 9,36 entsprach dem von Fox [Fox 1993] ermittelten 9,0 recht gut. Hingegen lag der Endwert von Turbill et al. [Turbill et al. 1996] mit 12,6 PAR-Punkten über den hier gemessenen Wert. Bessere dentale und okklusale Ergebnisse wurden in den Studien von Richmond et al. [Richmond u. Andrews 1993] 4,4, Fellner et al. 3,8 bzw. 7,3 [Fellner et al. 1996] und Firestone et al. 5,3 ermittelt [Firestone et al. 1999]. Zu Bedenken war, dass in der vorliegenden Untersuchung das Langzeitergebnis dreieinhalb Jahre postoperativ und nicht die Situation direkt nach der Abnahme der festen Zahnspange oder bei Behandlungsabschluss beurteilt worden war. Richmond bewertete die Endwerte ≤ 5 als nahezu ideal und Werte von ≤ 10 als akzeptabel

[Richmond u. Andrews 1993]. So konnten im Mittel die dentalen und okklusalen **Langzeitergebnisse** dieser Studie als akzeptabel beschrieben werden. Die guten okklusalen Verhältnisse konnten folglich das skelettale Ergebnis stabilisieren.

Für ein stabiles dentales Ergebnis wurden in dieser Studie zusätzlich zu dem im PAR-Index betrachteten dentalen und okklusalen Verhältnissen, **Wurzelresorptionen**, das **Parodont**, **Zahnlücken**, die **Anzahl der Zähne** und deren **Vitalität** berücksichtigt.

Die Verringerung der **Zahnzahl** fand fast ausschließlich während der präoperativen Vorbehandlung statt und konnte auf die mindestens sechs Monate präoperativ durchgeführte Weisheitszahnentfernung oder die aus kieferorthopädischen Gründen erfolgte Extraktion von Prämolaren zurückgeführt werden. Bevorzugt wurden devitale Zähne extrahiert. Ungeplante Zahnverluste waren während der Dysgnathieoperation nicht eingetreten. Die Verringerung der Zahnzahl verlief ausschließlich geplant und diente der Stabilität.

Schäden an den Wurzeln können einerseits direkt durch die Osteotomie oder indirekt durch zu hohe Kräfte verursacht werden. Verletzungen der Wurzeln treten viermal häufiger nach vertikaler Schnittführungen als nach horizontaler Schnittführung auf [Michel u. Reuther 1995]. Auch laterale **Wurzelresorptionen** oder **parodontale Schäden** werden nach Segmentosteotomien häufiger beobachtet als in den Vergleichsgruppen [Schultes et al. 1998, Wolford et al. 1994]. Vertikale Wurzelresorptionen sowie eine Zunahme von 13% der parodontalen Schäden wurden in der Literatur durch den Einsatz von festsitzenden Apparaturen der Kieferorthopädie beschrieben [Schopf 2000]. Koole und Egyedi hoben in diesem Zusammenhang besonders Intrusionen von Frontzähnen, unphysiologische Kräfte und Erwachsenenbehandlung hervor [Koole u. Egyedi 1990]. Als Folge einer Wurzelresorptionen von 3mm wird ein vertikaler Knochenabbau von 1mm beschrieben [Schopf 2000]. Die Verkürzung der Wurzellänge und der Schwund von Knochen kann zu Zahnlockerungen führen und ggf. zu Zahnverlust und somit die Stabilität und Ästhetik des Ergebnisses beeinträchtigen. Wie bei Bailey et al. konnten auch hier keine der oben beschriebenen Probleme beschrieben werden [Bailey et al. 1998]. Die Vermeidung dieser Komplikation in der vorliegenden Studie konnte als Erfolg für die Stabilität gewertet werden. Dies spricht dafür, dass kieferorthopädische Behandlungen mit festsitzenden Apparaturen nicht mehr, wie früher, eine große Gefahr für Wurzelresorptionen darstellen und dass durch die Auswahl einer möglichst horizontalen Osteotomie die Schäden an den Wurzeln in der Regel vermieden werden können.

Segmentosteotomien sollten nur in Ausnahmefällen oder in zahnlosen Regionen der Kiefer durchgeführt werden. Die Le Fort I Osteotomien sollten im genügenden Abstand zu den Wurzeln erfolgen, um einerseits eine direkte Schädigung sowie eine Devitalität der Zähne zu vermeiden.

Die Häufigkeit der Devitalität der Pulpa als Komplikation nach einer Segmentosteotomie wird mit 0,2% [Pepersack 1973] und nach einer Le Fort I Osteotomie mit 0,5% in der Literatur angegeben [Vedofte u. Njattestadt 1989]. Nach Le Fort I Osteotomien oder Segmentosteotomien werden neben der direkten Unterbrechung der nervalen Versorgung auch eine verminderte arterielle Blutversorgung der Knochen, der Weichteile und der Zähne beschrieben [Michel u. Reuter 1995]. Die Zunahme der **devitalen Zähne** von einem bis maximal drei Zähnen bei insgesamt fünf Patienten gegen Ende des postoperativen Beobachtungszeitraumes konnte nicht mit traumatischen Verletzungen der Zähne oder insbesondere der Wurzeln während der Dysgnathieoperation in Zusammenhang gebracht werden. Inwieweit die **Devitalität der Zähne** auf eine Minderdurchblutung der Pulpa und einer folgenden degenerativen Veränderung bis hin zur Nekrose beruhte oder durch eine iatrogene Schädigung des Zahnarztes oder infektiöse Pulpitis verursacht worden war, war aus den Unterlagen nicht ersichtlich. Übereinstimmend mit der Literatur konnte die Devitalität in Folge der Dysgnathieoperation als seltene Komplikation betrachtet werden [Rosenberg u. Sailer 1994, Michel u. Reuther 1995].

Der **Lückenschluss** erfolgte präoperativ überwiegend kieferorthopädisch und postoperativ überwiegend prothetisch. Dies entspricht der gängigen Vorgehensweise bei Dysgnathiebehandlungen, um ein optimales dentales Ergebnis zu erzielen.

5.2 Funktion

5.2.1 Sensibilität

Neurologische Störungen nach Dysgnathieoperationen sind leider nicht die Ausnahme sondern die Regel. Besonders der Nervus alveolaris inferior kann bei der sagittalen Osteotomie gedehnt, ausgerissen, verdreht oder komprimiert werden [Scheerlinck et al. 1994, Dimitroulis 1998]. Einer der Nachteile der sagittalen Osteotomie im Unterkiefer ist die Beeinträchtigung der Sensibilität im Bereich des Kinns und der Unterlippe [Westermarck et al. 1999b]. Die **Häufigkeit** bleibender Sensibilitätsstörungen nach sagittaler, retromolarer Osteotomie wird von Michel und Reuther nach subtiler neurologischer Untersuchung mit 38% angegeben [Michel u. Reuther 1995], subjektive Einschätzungen der Patienten in der Studie von Bailey et al. ergaben einen Anteil von 67% [Bailey et al. 1998]. Die **Dauer** der Gefühlsstörungen variiert in der Literatur zwischen sechs Monaten und drei Jahren [Dimitroulis 1998]. Bis zum achtzehnten postoperativen Monat kann eine Regeneration erwartet werden. Spätere neurologische Beeinträchtigungen werden als dauerhaft gewertet [Michel u. Reuther 1995]. Ebenso beobachtete Scheerlinck Verbesserung der Sensibilität nach dem ersten Jahr der Operation. So wiesen 17,3% der

Patienten ein Jahr postoperativ Sensibilitätsstörungen auf, und nur 2,3 % nach zwei Jahren [Scheerlinck 1994]. Kiyak fand, wie bei Chen et al. beschrieben, direkt nach der Operation bei 90,1% der Patienten Parästhesien, nach neun Monaten bei 58% und 24 Monate postoperativ bei 49% der Patienten Parästhesien. [Kiyak HA 1993, Chen et al. 1999].

Übereinstimmend mit der Literatur konnten in dieser Studie bleibende Sensibilitätseinschränkungen im Bereich der Unterlippe und des Kinns aufgezeigt werden. Die Häufigkeit und Dauer der neurologischen Störungen dieser Studie waren gut mit denen von Kiyak vergleichbar [Kiyak HA 1993]. In den ersten sechs Monate beschrieb der größte Anteil der Patienten eine Regeneration der Sensibilität, und in den folgenden Monaten konnten weitere Verbesserungen festgestellt werden. Folglich spielte der Untersuchungszeitpunkt für das Ausmaß der Beeinträchtigung eine wesentliche Rolle, da sich im Laufe der Zeit die Sensibilität objektiv ändern konnte, aber auch das subjektive Urteil nicht immer gleich ausfallen musste. Neal und Kiyak zur Folge konnten falsche Erwartungen und negative Emotionen das Schmerzempfinden beeinflussen. Sie berücksichtigten in ihrer Studie neben den nervalen Störungen, die postoperative Schwellung, die Erwartung und die Psyche des Patienten und stellten fest, dass mit der Zeit das Wahrnehmungsvermögen der Beeinträchtigungen im Gesichtsbereich abnahm [Neal u. Kiyak 1991]. Die Aussagen zu der Dauer der Sensibilitätsstörungen dieser Studie basierten einzig auf den subjektiven Einschätzungen der Patienten während der Nachuntersuchung. Rein subjektive Einschätzungen lassen keine Aussage zu, ob sich die Sensibilität in Folge einer Regeneration der Nerven oder aufgrund eines Gewöhnungsprozesses an die Beeinträchtigung verbessert hat. Ebenso können einfache klinische Tests diese Frage nicht mit Sicherheit beantworten, da wie Chen et al. zu bedenken geben, ist es nicht auszuschließen, dass in der Testregion auch andere Nerven stimuliert werden, die nicht von Interesse sind. So führten sie die große Variationsbreite, der in der Literatur angegebenen Sensibilitätsstörungen von 8% bis 89%, auf die nicht standardisierten Testmethoden zurück. Auf der anderen Seite fanden Chen et al. eine gute Übereinstimmung zwischen den subjektiven Aussagen der Patienten und den klinischen Sensibilitätstests [Chen et. 1999], während in der Studie von Al-Din die objektiv festgestellte Reduktion der Sensitivität von seinen Patienten meist nicht wahrgenommen wurde [Al-Din 1996]. Westermarck et al. sahen keinen Gewinn darin, Funktionsbeeinträchtigungen der Nerven zu identifizieren, die den Patienten nicht auffallen. So stellten sie an die objektiven Tests die Forderung, dass sie einfach durchführbar und gut mit dem individuellen Empfinden des Patienten übereinstimmen sollen [Westermarck et al. 1999b]. Die klinischen Tests dieser Studie waren einfach durchführbar. Allerdings fielen die Ergebnisse der klinischen Tests positiver aus als die subjektiven Einschätzungen der Patienten im Fragebogen.

Zu bedenken blieb, dass mit den angewandten klinischen Tests das subjektive Empfinden abgefragt wurde, und nicht die objektive Sinnesphysiologie untersucht worden war. Dies kann aus akademischer Sicht als Nachteil gewertet werden, da die Tests von dem Wahrnehmungsvermögen der Patienten abhängen und nicht gänzlich als objektiv angesehen werden können. Auf der anderen Seite werden, wie oben beschrieben, dem Wahrnehmungsvermögen und dem Empfinden des Patienten eine größere Bedeutung beigemessen als objektiven Testmethoden. Auch wenn die hier durchgeführten Testmethoden keine objektive Beurteilung der Quantität des Reizes und seiner Antwort zuließen, konnte mit ihrer Hilfe die Leistung der unterschiedlichen Sinnesmodalitäten, wie des Tastsinns und des Schmerzempfindens beurteilt werden und das räumliche Auflösungsvermögen beschrieben werden. Durch die Darbietung eines bestimmten Reizes konnte die Qualität des Nerven von den Patienten leichter beschrieben werden als durch ein alleiniges Abfragen ohne Stimulation. Demzufolge sollte auf einen klinischen Test neben dem Fragebogen nicht verzichtet werden.

Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Hautareale konnte mit den Testmethoden nachvollzogen werden. Wie zu erwarten, konnte ein besseres Berührungsempfinden im Bereich der Lippe als in der Kinnregion festgestellt werden. Die Haut ist nicht gleichmäßig empfindlich. Sie besitzt Schmerz- und Druckpunkte unterschiedlicher Dichte je nach Hautregion, wobei die Dichte der Schmerzpunkte etwa 10fach höher ist als die der Druckpunkte. Da Tast- und Schmerzpunkte nicht zusammenfallen, wurde geschlußfolgert, dass der Schmerz über eigene Sensoren verfügt [Zimmermann 1995]. Ein direkter Vergleich der Sinnesmodalitäten ist nicht möglich [Handwerker 1995], dennoch schien das Schmerzempfinden dieser Studie postoperativ weniger stark eingeschränkt gewesen zu sein als das Berührungsempfinden. Der Grund konnte eher in der Dichte und Art der Hautinnervation als in den afferenten Nervenfasern gesucht werden.

Nach einer Schädigung peripherer Nerven wird eine Regeneration der durchtrennten Axone mit ca. 1mm/Tag beschrieben. In Abhängigkeit von der Ausprossung der Axone und der Genauigkeit des Wiederauffindens ihrer alten Region kommt es häufig zu einer Reduktion der Zweipunktschwelle [Zimmermann 1995]. Für das räumliche Auflösungsvermögen des Tastsinns ist weniger die Größe der rezeptiven Felder entscheidend sondern die Innervationsdichte, also die Zahl der afferenten Fasern pro cm^2 der Hautfläche. Das beste räumliche Auflösungsvermögen findet man an den Lippen, der Zunge und den Händen [Zimmermann 1995]. Von einer postoperativen Beeinträchtigung des Auflösungsvermögen im Innervationsgebiet des Nervus alveolaris inferior und seinem Endast musste in dieser Studie

ausgegangen werden, da das Auflösungsvermögen im Vergleich zu der Oberlippe im Mittel um ein bis zwei Millimeter geringer ausfiel.

Die Angaben zu der Schwere der Sensibilitätsstörungen in Abhängigkeit zu dem untersuchten Innervationsgebiet entsprechen denen in der Literatur. So wurden Schädigungen des N. lingualis bei Michel und Reuther als sehr selten angegeben [Michel u. Reuther 1995]. Im Oberkiefer führten Dehnungen des N. infraorbitales laut Dimitroulis in der Regel nur für einige Wochen zu Parästhesien der Nasenflügel [Dimitroulis 1998] und erholten sich laut Rosenberg innerhalb der ersten drei Monate nach der Operation [Rosenberg u. Sailer 1994]. Hingegen kam Dimitroulis zu dem Schluss, dass vorübergehende Sensibilitätsstörungen im Unterkiefer beinahe gar nicht zu vermeiden sind [Dimitroulis 1998].

Der Grund für die unterschiedliche Betroffenheit der verschiedenen Regionen ist, wie allgemein bekannt, in der anatomischen Lage der Nerven in Relation zu der operativen Schnittführung zu suchen. Im Oberkiefer konnte der N. infraorbitalis nur indirekt durch Druck, Zug oder Fixierung mit Miniplatten und Schrauben verletzt werden, während der N. nasopalatinus, die Rami alveolares superiores posteriores, anteriores und medius und die kleinen Nerven im Bereich der bukkalen Mukosa entlang der Incision bei jeder Le Fort I Osteotomie durchtrennt werden. Durch die Verlagerung der Maxilla konnte es außerdem zu einer Dehnung und Trennung des N. palatinus major kommen. So beschrieben Al Din et al., dass eine Le Fort I Osteotomie das Gefühl der Oberkieferzähne, der bukkalen und palatinalen Mukosa und der Haut verändert, aber trotz der Durchtrennung oder Schädigung mehrere Nerven wieder zurückkehrt, wenn auch nicht immer auf das präoperative Niveau, besonders wenn der N. palatinus major operativ durchtrennt werden musste [Al Din et al. 1996]. Die dauerhafte Desensibilität der Zähne nach Segmentosteotomien oder Le Fort I Osteotomien wurde bei [Pepersack 1973] mit 4-29% angegeben. Von Rosenberg et al. beschrieben das Risiko einer Pulpanekrose als relativ gering [Rosenberg u. Sailer 1994]. Dies können wir bestätigen, da die hier gefundene Devitalität der Zähne im Oberkiefer insgesamt sehr gering war. Ebenso konnte die Desensibilität durch Keramikverblendungen, große Füllungen oder schon präoperativ obliterierte Wurzelkanäle hervorgerufen sein. Aufgrund der Durchtrennung der Nerven war im Oberkiefer eher mit einer Sensibilitätsstörung der Zähne zu rechnen als mit einer Gefühlsstörung der Oberlippe. Doch wie auch Al Din et al. beschrieb, war es erstaunlich, dass die Patienten so selten über eine Taubheit nach der Le Fort I Osteotomie klagten, obwohl so viele Nerven der Oberkiefers durchtrennt werden mussten [Al Din et al. 1996].

Im Unterkiefer war eher ein Zusammenhang zwischen den Sensibilitätsstörungen der Unterlippe und den Zähnen zu suchen als im Oberkiefer. Hier lag die Hauptgefahr der Nervverletzung im

Kieferwinkelbereich. Laut Dimitroulis und Van de Perre et al. [Van de Perre et al 1996] zeigten vorsichtige Operationsverfahren deutliche Fortschritte hinsichtlich der Dauer der Sensibilitätsstörung und der Verringerung der Vorfälle mit dauerhaften Nervenschäden. So beschrieb Dimitroulis eine mögliche direkte Komprimierung des Nervenstammes, wenn die Osteotomie bis zum hinteren Rand des aufsteigenden Astes vollzogen wurde und eine ausgedehnte Rückverlagerung des distalen Segmentes folgte [Dimitroulis 1998]. Die in der vorliegenden Arbeit häufiger bei Unterkieferrückverlagerungen als bei Vorverlagerungen beobachtete Sensibilitätsstörung konnte durch die von Dimitroulis beschriebene Komprimierung verursacht worden sein. Ein signifikanter Zusammenhang war zwischen der Sensibilitätsstörung und Verlagerungsrichtung des Unterkiefers allerdings nicht nachweisbar. Auch Chen et al. fanden keine signifikanten Unterschiede im Berührungsempfinden zwischen Vor- und Rückverlagerungen des Unterkiefers [Chen et al. 1999].

Entscheidender als die Richtung der Verlagerung war in der Literatur die Osteotomielinie. So wurden von Van Merkesteyn et al. die Verletzung des Nervus alveolaris inferior als einer der häufigsten Komplikationen der sagittalen Ramusosteotomie bewertet. Bei ihrem Vergleich fanden sie während vertikaler Ramusosteotomie keine operativen Verletzungen der Nerven [Van Merkesteyn et al. 1987]. Die geringere Rate an Nervschädigungen wird als der Vorteil der vertikalen Osteotomie gegenüber der sagittalen retromolaren Osteotomie angesehen [Michel u. Reuther 1995, Ghali u. Sikes 2000]. Van de Perre et al. beschrieben bei 1,3% und Van Merkesteyn bei 5,6% der Patienten eine ungewollte Nervdurchtrennung nach sagittaler Osteotomie [Van Merkesteyn et al. 1987, Van de Perre et al. 1996]. Die Anzahl der in dieser Studie beschriebenen direkten Nervschädigungen im Unterkiefer war mit 20% sehr viel höher. Allerdings wurden hier auch leichte Verletzungen einiger Nervenfasern mit einbezogen. Direkte Durchtrennung der Nerven, wurden bei 6% der Patienten aufgezeigt. Die erfolgten Rekonstruktionen konnten eine Anästhesie vermeiden. Eine Normästhesie konnte allerdings nicht erzielt werden.

5.2.2 Kau- und Abbeifunktion, Atmung und Sprechen

Mit dem Ziel die Funktionen im Kiefer Gesichtsbereich zu verbessern, wird die Lage der Kiefer zueinander und die Stellung der Zähne durch die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung verändert. Die Verbesserung von funktionellen Störungen spielt neben ästhetischen Aspekten für den Patienten eine bedeutende Rolle bei der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Dysgnathieoperation [Magnusson et al. 1986,

Westermarck et al. 2001]. Das Ziel ist es, ein gutes funktionelles und ästhetisches Ergebnis zu erzielen [Wolford et al. 1994, Bertolini et al. 2000].

Die Aussagen der meisten Studien basieren auf subjektiven Einschätzungen der Patienten zu ihren Sprech-, Kau-, Abbei- und Atemfunktion sowie ihrem Kiefergelenk [Bremerich 1991, Bailey et al. 1998, Bertolini et al. 2000]. Wenige Studien versuchen die Funktionen des Kauapparates zu quantifizieren. Die objektiven Messungen von Braber et al. fanden keine Verbesserung der Kaueffizienz [Van den Braber et al. 2004]. Hingegen konnte von Iwase et al. mit Hilfe eines Computersystems eine postoperative Verbesserung der Kaukraft und der okklusalen Kontakte gemessen werden. Allerdings fielen beide Messparameter ungünstiger aus als eine Kontrollgruppe mit normaler Okklusion [Iwase et al. 1998]. Übereinstimmend mit anderen Autoren konnte in dieser Studie eine deutliche Verbesserung der subjektiv eingeschätzten **Kau- und Abbeifunktion** erzielt werden [Magnusson et al. 1986, Bremerich 1991, Bertolini et al. 2000, Mihalik 2003].

Die Veränderung des **Sprechens** durch Dysgnathieoperationen fand nur in wenigen Studien Berücksichtigung [Bailey et al. 1998, Bertolini et al. 2000], stellte allerdings wie hier auch nur für wenige Patienten ein Problem dar. Auf der anderen Seite schilderten Patienten neben Verbesserungen auch postoperativ Probleme mit dem Sprechen, so dass dieser Funktion in Zukunft bei der Behandlung mehr Beachtung geschenkt werden sollte.

Die Umstellung von **Nasen- auf die Mundatmung und das Gefühl besser Luft zu bekommen** erklärten sich Ataoglu et al. mit der Abnahme des Widerstandes in der Nase aufgrund der Ventilationswirkung der weiter geöffneten Nasenlöcher, so dass sich die Nasenatmung trotz der überwiegenden Hochverlagerung der Maxilla und der daraus folgenden Einengung des Nasenraumes verbesserte [Ataoglu et al. 1999]. Übereinstimmend mit der Literatur [Bertolini et al. 2000] kam es hier bei der Mehrheit der Patienten zu einer Verbesserung der Atmung.

5.2.3 Kiefergelenksfunktion

Konnten präoperative Kiefergelenksbeschwerden beseitigt werden oder entstanden durch die Operation neue Kiefergelenksbeschwerden?

Gewöhnlich wird in der Literatur von einer Verbesserung der Kiefergelenksprobleme durch die Dysgnathiebehandlung ausgegangen. Laut Westermarck [Westermarck et al. 2001] lät eine verbesserte Okklusion eine positive Auswirkung auf präoperative **Kiefergelenksbeschwerden** erwarten. Der prozentuale Anteil der Patienten, dessen Beschwerden sich **verbessern**, variiert in den Studien zwischen 89% bei White and Dolwick, 86% bei Scheerlinck et al. 66% bei Kerstens et al. und 65% bei De Clerk [Kerstens et al. 1989, White u. Dolwick 1992, Scheerlinck 1994, De

Clerk 1995, Westermarck et al. 2001]. Die prozentualen Verbesserungen liegen alle deutlich über den hier erreichten 29%. Im Unterschied zu den anderen Studien wurden hier nur gänzlich symptomlose Patienten berücksichtigt. Patienten, deren Beschwerden sich verringerten, aber nicht vollständig beseitigt worden waren, wurden hingegen in anderen Studien in die Kategorie der Verbesserungen aufgenommen. Eine Differenzierung nach der Schwere und der Anzahl der Beeinträchtigungen wurde in dieser Studie nicht vorgenommen. Es wurde nur zwischen symptomlosen und symptomhaften Patienten unterschieden. Dies könnte einer der Gründe für den weitaus niedrigeren Anteil an Verbesserungen in dieser Studie im Vergleich zu den anderen gewesen sein. Weiterhin können nur dann Verbesserungen gemessen werden, wenn **präoperativ Kiefergelenksbeschwerden** vorlagen. Der prozentuale Anteil an Patienten mit präoperativen Kiefergelenksbeschwerden variiert in der Literatur zwischen 27% bei De Clerk, 43% bei Westermarck, 49% bei White and Dolwick, 73% bei Panula et al. (prospektive Studie) und 86% bei Aghabeigi et al. [White u. Dolwick 1992, De Clerk 1995, Panula et al. 2000, Aghabeigi et al. 2001, Westermarck et al. 2001]. Die präoperative Ausgangssituation dieser retrospektiven Studie war mit einem prozentualen Anteil von 34% vergleichsweise niedrig. So war insgesamt die Möglichkeit geringer, eine Verbesserungen zu erzielen. Auf der anderen Seite war die Wahrscheinlichkeit größer, durch die Operation die Schwelle zu überschreiten und **Kiefergelenksprobleme auszulösen**, als wenn präoperativ die Patienten schon Kiefergelenksbeschwerden aufwiesen. So ließ sich der in dieser Studie festgestellte geringe Anteil der Verbesserungen der Beschwerden am Kiefergelenk relativieren. De Clerk [De Clerk 1995], der mit 27% einen vergleichbar niedrigen **präoperativen Anteil an beschwerdefreien Patienten** aufwies, kam dem prozentualen Zuwachs an Kiefergelenksproblemen bei präoperativ symptomlosen Patienten mit 33%, der hier ermittelten Zunahme von 48%, am nächsten. Dennoch musste der **postoperative Zuwachs an Kiefergelenksbeschwerden** (48%) - bei präoperativ beschwerdefreien Patienten - als sehr hoch eingestuft werden. Allgemein variieren die Angaben hinsichtlich der Entstehung von Kiefergelenksbeschwerden sehr stark. So ermittelten White und Dolwick einen prozentualen Anteil von 8%, Kerstens et al. von 12%, Westermarck von 21%, Aghabeigi et al. von 30% und De Clark von 33% [Kerstens et al. 1989, White u. Dolwick 1992, De Clerk 1995, Aghabeigi et al. 2001, Westermarck 2001]. Interessant waren die Beobachtungen von Mihalik, der zwei bis dreimal häufiger Kiefergelenksbeschwerden bei chirurgisch korrigierten Patienten als bei rein kieferorthopädisch kompensierten Patienten fand [Mihalik et al. 2003]. Es war anzunehmen, dass die operative Verlagerung selbst einen entscheidenden Einfluss auf die Kiefergelenksstruktur hatte und weniger die Kieferorthopädie.

Die geringe **Verbesserungsrate** von 29%, der hohe Anteil (71%) an Patienten, dessen Beschwerden blieben und der deutliche Zuwachs (48%) an Kiefergelenksbeschwerden von zu Beginn symptomlosen Patienten, führten zu dem hohen Anteil von 56% der Patienten, die **postoperativ** angaben, **Probleme am Kiefergelenk** zu haben.

Insgesamt kam es zu einer Zunahme, und nicht, wie bei den meisten Autoren beschrieben, zu einer Abnahme der Kiefergelenksbeschwerden. Auf der anderen Seite schloss auch Magnusson aus seiner 1986 durchgeführten Studie, dass Dysgnathieoperationen nicht nur einen günstigen Effekt auf die Ästhetik und Okklusion hatten, sondern auch Anzeichen von Kiefergelenksproblemen erkennen ließen [Magnusson 1986]. Ebenso stellten Hwang et al. postoperativ signifikant mehr Kiefergelenksprobleme fest als präoperativ [Hwang et al. 2004]. In der retrospektiven Studie von Aghabeigi et al. konnte sogar trotz eines relativ hohen präoperativen Anteils (86%) an Patienten mit Kiefergelenksbeschwerden eine Zunahme auf 95% verzeichnet werden [Aghabeigi et al. 2001]. Trotz der deutlichen Zunahme der Kiefergelenksbeschwerden war interessanterweise der **postoperative Anteil** an Patienten mit Beschwerden dieser Studie mit 56% nicht unbedingt größer als in anderen Studien. In der prospektiven Studie von Panula et al. lag der Anteil mit 60% in nahezu gleicher Größenordnung, obwohl es dort aufgrund des noch höheren präoperativen Anteils zu einer Verbesserung kam [Panula et al. 2000]. Es kann darüber spekuliert werden, dass eine retrospektive Betrachtung, den präoperativen Befund ggf. positiver bewertet als eine prospektive Studie.

Die Schwierigkeit, verschiedene Studien miteinander zu vergleichen, bestand laut Aghabeigi et al. darin, dass die Patienten hinsichtlich ihrer ätiologischen Faktoren meist heterogen sind. Zudem stellen die Kiefergelenksprobleme in ihrer Entstehung ein multifaktorielles Geschehen dar. Die einzigen signifikanten Faktoren für das Persistieren von Schmerzen im Kiefergelenk waren laut Aghabeigi weibliche Patienten mit abnormalen, psychologischem Profil [Aghabeigi et al. 2001]. In der Literatur wird angegeben, dass Frauen öfter unter Kiefergelenksproblemen leiden als Männer [Cutbirth et al. 1998]. Laut Bumann sind Kiefergelenksschmerzen häufig die Folge einer Überbelastung der bilaminären Zone. Die bilaminäre Zone hat neben ihren Schmerzrezeptoren auch vegetative Fasern, die eine Verbindung zum limbischen System herstellen. Somit kann die Stimmungslage einen Einfluss auf das Kiefergelenk erhalten. Der Gefäßdruck, der den Diskus mit stabilisiert, kann durch Hormone beeinflusst werden. Da Östrogen den Druck ansteigen lässt, kann ggf. hier auch eine Erklärung für das gehäufte Auftreten von Kiefergelenksbeschwerden bei Frauen gesucht werden [Bumann, Lotzmann 2000]. Hwang et al. beschreiben ebenfalls Tierstudien, die ein erhöhtes Vorkommen von Östrogenrezeptoren in weiblichen Kiefergelenken - besonders bei Beschwerden fanden - [Hwang

et al. 2004]. Westermarck et al. fanden bei 49% der weiblichen und nur bei 32% der männlichen Dysgnathiepatienten präoperativ Kiefergelenksbeschwerden. Hingegen stellte er keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen fest, was die Verbesserung der Beschwerden durch die Operation betraf. In der vorliegenden Studie zeigte der präoperative Befund nur eine geringe Häufung der Kiefergelenksbeschwerden bei den Frauen (35%) gegenüber den Männern (33%). Übereinstimmend mit Westermarck et al. konnte in dieser Studie kein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen festgestellt werden [Westermarck et al. 2001]. Im Gegensatz zu der Studie von Aghabeigi et al. [Aghabeigi et al. 2001] war der Vergleich von Männern und Frauen in dieser Studie gut möglich, da das Verhältnis mit 52% Frauen gegenüber 48% Männern nahezu ausgewogen war. In der vorliegenden Studie war auffällig, dass die Männern postoperativ zu 42% Beschwerden am Kiefergelenk neu entwickelten, während dieser Anteil bei den Frauen nur bei 23% lag. Durch diesen deutlichen Anstieg der postoperativen Kiefergelenksprobleme bei den Männern war der prozentuale Anteil am Ende mit 67% bei den Männern deutlich größer als bei den Frauen (46%). Bei Westermarck kam es nach der Dysgnathiebehandlung nicht zu dieser Umkehr der Verhältnisse zwischen Männern und Frauen [Westermarck 2001]. Postoperativ zeigten die Frauen mit 32% gegenüber den Männern mit 23% immer noch häufiger Kiefergelenksprobleme auf. Dass Frauen allgemein häufiger an Kiefergelenksproblemen leiden, konnte hier nicht bestätigt werden. Die gesamte Studie betrachtend, gaben sogar 42% der Frauen an nie Kiefergelenksprobleme gehabt zu haben, während dies bei den Männern nur 25% waren. Allein präoperativ beschrieben mehr Frauen als Männer Kiefergelenksbeschwerden.

Der Grund für die Kiefergelenksbeschwerden wurde insofern eher in der Lage der Kiefer zueinander gesucht als beim Geschlecht. Eine mandibuläre Retrognathie wurde bei den Frauen (mit 73% der Frauen) signifikant häufiger diagnostiziert als bei den Männern, bei denen 75% eine Angle-Klasse III aufwiesen. Eine ebenso deutliche Präferenz für distale Kieferlagebeziehungen bei Frauen stellten Mihalik et al. fest, in dessen Studie 85% der Angle-Klasse II Patienten Frauen waren [Mihalik et al. 2003]. Allgemein werden in der Literatur häufiger Kiefergelenksbeschwerden bei Angle-Klasse II Patienten beschrieben als bei Klasse III Patienten [White u. Dolwick 1992, Bumann u. Lotzmann 2000, Westermarck 2001]. So fanden Kerstens et al. bei 22% der Patienten mit mandibulärer Retrognathie Kiefergelenksbeschwerden und nur 12% bei mandibulärer Prognathie [Kerstens et al. 1989]. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützten dieses Verhältnis. 41% der Klasse II Patienten und 29% der Klasse III Patienten wiesen präoperativ Kiefergelenksbeschwerden auf. Interessanterweise verhielt sich die postoperative Verteilung genau entgegengesetzt (Klasse II: 45%; Klasse III:

64%). In der Klasse III war der Anteil der Verbesserungen (25%) der Kiefergelenksbeschwerden geringer als in der Klasse II (33%), und die Zunahme an Beschwerden war in der Klasse III (60%) deutlich größer als in der Klasse II (31%). In der Klasse III erhöhte sich der Anteil an Patienten mit Kiefergelenksproblemen von 28,5% um 35,8% auf 64,3%, während sich in der Angle-Klasse II der höhere Ausgangswert von 40,9% lediglich um 4,6% auf 45,5% vergrößerte. Entgegen diesen Beobachtungen stellten Westermarck et al. eine deutlichere Reduktion (von 41% auf 24%) der postoperativen Kiefergelenksbeschwerden bei Patienten mit mandibulärer Prognathie fest. Sie suchten die Ursache neben der Diagnose auch in der **Operationsmethode** und stellten fest, dass nach sagittaler Ramusosteotomie, die in ihrer Studie nur bei wenigen Klasse III Patienten durchgeführt worden war, sowohl prä- als auch postoperativ 31% der Patienten Kiefergelenksbeschwerden hatten. Hingegen reduzierte sich der prozentuale Anteil an Patienten mit Kiefergelenksproblemen von 42% auf 22%, wenn die Klasse III Patienten mit einer vertikalen Ramusosteotomie behandelt wurden [Westermarck et al. 2001]. Auch in anderen Quellen wurden nach vertikaler Ramusosteotomie weniger Kiefergelenksbeschwerden als nach sagittaler Spaltung beschrieben. So wurde die Zunahme an Kiefergelenksbeschwerden nach mandibulären Rückverlagerungen als gering angegeben [Ghali u. Sikes 2000]. Die sagittale Ramusosteotomie wurde als potentieller Risikofaktor angesehen, Kiefergelenksprobleme zu produzieren. Diese Aussage bezog sich jedoch auf Operationen mit Zugschraubenosteosynthese, die weder bei Westermarck et al. noch bei dem vorliegenden Patientengut durchgeführt wurde [Westermarck et al. 2001]. Die Anwendung von Zugschrauben barg die Gefahr, dass die Kondylen bei der Osteosynthese aus der Fossa gezwungen werden [Paulus 1990] und finden in der Regel nur noch selten Anwendung.

Alle Unterkieferverlagerungen dieser Studie wurden mit Ausnahme zweier Segmentosteotomien mittels sagittaler Spaltung des Ramus durchgeführt und mit Miniplatten fixiert. Das Ziel war es, den Kondylus möglichst in seiner Position zu belassen. Dennoch war es nicht auszuschließen, dass es zu einer Verlagerung des Kondylus durch den chirurgischen Eingriff gekommen war. Die **Gelenkpositionierung** erfolgte manuell ohne starre Positionierungshilfen. Für die Osteosynthese wurde der Kondylus häufig in die Fossa gedrückt. Inwieweit die manuelle Positionierung gegenüber der starren Positionierungshilfe einen Einfluss auf die postoperativen Beschwerden des Kiefergelenks hatte, blieb unbeantwortet. Studien, die die Häufigkeit der Kiefergelenksprobleme mittels Gelenkpositionierung reduzierten, konnten nicht angeführt werden.

Es wurde angenommen, dass auch relativ **große Kiefergelenksverlagerungen** durch Umbauvorgänge an den Kondylen und den anderen Kiefergelenksstrukturen bewältigt werden

können [Westermarck et al. 2001]. Cutbirth et al. erwarteten ebenfalls einen Umbau des Kiefergelenks nach veränderter Kondylenposition [Cutbirth et al. 1998]. Laut Hwang et al. durfte die Adaptationskapazität nicht durch mechanische Reize wie ein andauernder Druck auf die Kondylen überschritten werden, da es sonst zu Resorptionen kommen konnte [Hwang et al. 2000]. Die Grenzen der Anpassungskapazität des Kiefergelenks vorherzusagen ist schwierig. Günstig ist es laut Hwang et al., Risikopatienten präoperativ zu bestimmen. Ein Risiko für postoperative Kondylusresorptionen sah er wie Cutbirth et al. und Wright und Geggie bei high-angle Fällen [Cutbirth et al. 1998, Wright u. Geggie 1998, Hwang et al. 2000]. Es wurde vermutet, dass besonders Patienten mit einem Wachstumsdefizit in der Mandibula und offenem Biss eine geringe Adaptationskapazität aufweisen und schon bei geringem Stress zu Degenerationen neigen [Wright u. Geggie 1998, Aghabeigi et al. 2001]. Wolford et al. sahen besonders bei einer Änderung des Okklusionsebenenwinkels eine Zunahme des Drucks auf das Kiefergelenk, solange bis sich das umgebene Weichgewebe angepasst hatte [Wolford et al. 1994]. Das Risiko der Resorptionen am Kondylus sollte besonders nach counterclockwise Rotationen des distalen wie proximalen Segmentes des Unterkiefers [Cutbirth et al. 1998] und nach chirurgisch forciertes posteriorer Verlagerung des Kondylus steigen [Hwang et al. 2000]. Dass die in der Literatur genannten Risikofaktoren auch in dieser Studie eine Rolle gespielt haben könnten, ist aufgrund des insgesamt hohen Anteils an offenen Bissen (50% der Patienten) und dem gehäuftem Auftreten von Kiefergelenksbeschwerden nach Unterkieferrückverlagerungen denkbar.

Der präoperative Zustand des Kiefergelenkes sollte eruiert werden, um die Patienten mit Kiefergelenksproblemen besonders vorsichtig behandeln zu können [Wolford et al. 1994, Cutbirth et al. 1998]. So fordern Watted et al. generell eine **präoperative Schienentherapie** zur Ermittlung der Zentrik, um eine korrekte Planung und Vermeidung von Kiefergelenksproblemen zu ermöglichen [Watted et al. 2000]. Kiefergelenksprobleme stellen ein multifaktorielles Geschehen dar [Magnusson et al. 1986] und hängen von der individuellen Adaptationskapazität eines jeden Einzelnen ab. So entwickelte Bumann eine manuelle Funktionsanalyse, die darauf hinzielt, vor einer Therapie auszutesten, ob das biologische System belastbar ist bzw. ob Symptome provozierbar sind oder nicht. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die Richtung des Belastungsvektors. Stimmt diese mit der nach skelettalen und dentalen Aspekten gewünschten Verlagerungsrichtung der Kiefer überein, ist mit großer Wahrscheinlichkeit mit einer Überlastung des biologischen Systems zu rechnen. Häufig ist die dorso-kranial gelegene, bilaminäre Zone überbelastet, so dass es nicht verwunderlich ist, dass Klasse II Patienten häufiger unter Kiefergelenksbeschwerden leiden als Klasse III Patienten [Bumann u. Lotzmann

2000]. So könnte eine Vorverlagerung des Unterkiefers schon ausgereicht haben, den Kondylus soweit mitzubewegen, dass die überlastete Region, in der Regel die bilaminäre Zone, entlastet wurde und sich regenerieren konnte. Der Articulare Punkt dieser Studie wanderte laut Fernröntgenseitenbild-Auswertung bei Klasse II Fällen geringfügig nach ventral und ließ Rückschlüsse auf die Bewegung des Kondylus in gleicher Richtung zu. So könnte die Operation ohne starre Kondylenpositionierung bei Unterkiefervorverlagerungen - mit präoperativ nach dorsal gerichteten Belastungsvektor - für die Therapie der Kiefergelenksschmerzen förderlich gewesen sein. Hingegen erschien eine manuelle Positionierung des Kiefergelenks für die Rückverlagerung eher ungünstig, da hier der Kondylus zu weit nach dorsal bzw. dorsokranial geführt worden sein könnte, und somit eine postoperative Überbelastung der bilaminären Zone vorstellbar war. Dieses Erklärungsmuster würde die enorme Zunahme an Kiefergelenksbeschwerden von 60%, der präoperativ symptomfreien Klasse III Patienten, erklären.

Festzuhalten bleibt, dass präoperativ eine Häufung an Kiefergelenksbeschwerden bei Klasse II Patienten zu verzeichnen war. Während besonders nach Unterkieferrückverlagerungen postoperative Beschwerden auftraten, die einer forcierten Rückverlagerung des Kondylus zugeschrieben werden konnten. Allgemein wurde davon ausgegangen, dass Kiefergelenksprobleme ein multifaktorielles Geschehen sind und von der individuellen Adaptationskapazität eines jeden Einzelnen abhängen.

5.3 Ästhetik

Die Ästhetik zu verbessern, ist das primäre Anliegen der Dysgnathiepatienten [Magnusson et al. 1986, Flanary et al. 1990, Paulus 1990, Bremerich 1991, Bertolini et al. 2000, Csaszar u. Niederdellman 2000, Watted et al. 2000]. Ein attraktives Aussehen wird in unserer Gesellschaft mit vornehm, freundlich und gescheit in Verbindung gebracht [Flanary et al. 1990]. So kann das **Selbstbewusstsein** durch eine Dysgnathieoperation steigen [Flanary et al. 1990, Bertolini et al. 2000], wie es in dieser Studie von 48% der Patienten bestätigt wurde.

Viele Analysen wurden entwickelt, um die Weichteilveränderungen zu quantifizieren. Hoffmann et al. fanden, dass kephalometrische Weichteilanalysen nicht geeignet sind, ästhetische Komponenten für die Behandlung zu bestimmen. So fand er in seiner Studie trotz stabiler Verhältnisse, optimaler dentaler und ästhetischer Verbesserungen nur maximal eine Verbesserung von 50% der anfänglich „anormalen“ kephalometrischen Werte [Hoffmann et al. 1994]. Auch der wissenschaftliche Wert der häufig verwandten Fotoanalyse auf der Basis einer Verbindungslinie von Orbitale und Porion wurde laut Schwarz überschätzt [Schwarz 1958].

In Anbetracht dieser kritisch zu sehenden **objektiven Aussagekraft** der Weichteilanalyse wurde gänzlich auf eine objektive Messung verzichtet und eine rein **subjektive Einschätzung** von den Patienten erbeten. Um die Aussagekraft des Ergebnisses der vorliegenden Studie zu erhöhen, benoteten zusätzlich unabhängige Personen die Profilfotos, die En face Aufnahmen und die lachende En face Bilder. Diese Herangehensweise entspricht dem von Vogel beschriebenen Schönheitsbegriff, dass schön ist, was subjektiv gefällt [Voges 1990], sowie dem von Jacobson et al. zusammengefassten ästhetischem Ziel, dass letztlich der Betrachter entscheidet, ob ein Gesicht schön ist oder nicht. Wobei sie zu bedenken geben, dass man nicht voraussetzen kann, dass Patienten und Chirurgen die gleiche ästhetische Vorstellung haben wie die Allgemeinheit [Jacobson et al. 2002]. Demzufolge spiegeln Beurteilungen verschiedener Betrachtergruppen, wie sie in dieser Arbeit erhoben wurden, am besten das ästhetische Ergebnis wieder.

Übereinstimmend mit der Literatur bewertete der Großteil (86%) der Patienten ihr verändertes Aussehen als verbessert und nur wenige (14%) gaben an, keinen Unterschied bemerkt zu haben [Bremerich 1991, Motegi et al. 2003]. Die Wirkung ihres veränderten Aussehens auf die Familie sowie Freunde und Bekannte schätzten die Patienten als um so weniger auffällig ein, je entfernter die Beziehung des Patienten zu der jeweiligen Personengruppe war.

Dennoch zeigte sich, dass sogar gänzlich unbeteiligte Personen das postoperative Aussehen signifikant besser bewerteten als das präoperative Erscheinungsbild, obwohl der Zeitpunkt der zu benotenden Aufnahmen für die Betrachter unbekannt war. Die Gruppe der Betrachter bestand einerseits aus Zahnärzten und auf der anderen Seite aus Personen, die noch nie Berührungspunkte mit einem solchen klinischen Prozedere hatten. Interessant war bei der Gegenüberstellung der Bewertungen, dass die Zahnärzte insgesamt die Fotos kritischer bewerteten und häufig signifikant schlechtere Noten vergaben als die Laien - mit Ausnahme der lachenden En face Bilder. Es schien, als ob die Zahnärzte beim Anblick von lückigen Zahnreihen oder schiefen Zähnen nicht so beeindruckt waren wie die Laien, die diese Bilder strenger bewerteten. Dass neben den Verlagerungen der Kiefer auch die dentalen Veränderungen einen Einfluss auf das Aussehen hatten, wird an der deutlicheren Verbesserung der lachenden En face Bilder gegenüber den En face Aufnahmen mit geschlossenem Mund erkennbar. Dass der Mund mit seinen Zähnen, deren Stellung sowie das Zahnfleisch auf die Ästhetik des Gesichtes einen großen Einfluss haben, wurde ebenfalls in der Dissertation von Voges beschrieben [Voges 1990]. Allerdings wurden die auffälligsten Veränderungen im Profil gesehen. Bestimmend für das Profil war schon in der Antike die Nase [Voges 1990]. Eine allgemeingültige Aussage über die Auswirkungen der Nasenkorrekturen des vorliegenden Patientengutes war der geringen Anzahl wegen nicht möglich. In anderen Studien wurde die Bisslage als ein dominantes

Merkmal der Ausdruckswirkung des Profils dargestellt. Sowohl Klasse II und Klasse III Patienten werden gegenüber Klasse I Patienten als hässlicher eingestuft und distale Bisslagen gegenüber mesialen Bisslagen als sympathischer erlebt [Voges 1990, Westermarck et al. 1999a]. Übereinstimmend mit diesen Studien wurden neutrale Bisslagen, wie sie postoperativ vorlagen, als harmonischer bewertet. Ein signifikanter Unterschied in der Bewertung des Aussehens zwischen den Klasse II und III Lagebeziehung der Kiefer in der Profilansicht konnte hier allerdings nicht festgestellt werden. Einzig in der en face Ansicht war die ästhetische Verbesserung in der Klasse II offensichtlicher als in der Klasse III. Der Unterschied war nicht signifikant. In der En face Ansicht sind neben Asymmetrien auch vertikale Veränderungen und weniger horizontale Veränderungen sichtbar. Watted et al. beschrieben als Hauptziel der ästhetischen Verbesserung von Klasse II Patienten mit short face syndrome und tiefen Biss, die Verlängerung der Untergesichtshöhe. Insgesamt war die Korrektur der Vertikalen bei diesen Patienten von größerer Bedeutung als die der Sagittalen [Watted et al. 2000]. Die Verlängerung der unteren Gesichtshöhe wurde, wie den Fernröntgenseitenbild-Daten dieser Arbeit zu entnehmen war, besonders bei monomaxillären Klasse II Patienten vergrößert und konnte somit das subjektive Empfinden der En face Ansicht, übereinstimmend mit dem ästhetischen Ziel von Watted et al., verbessert haben. Bimaxilläre Eingriffe hatten einen größeren Einfluss auf das Profil als die monomaxillären Eingriffe. Insgesamt wurde die präoperative Ausgangssituation der bimaxillären Gruppe, wie zu erwarten, sehr viel ungünstiger eingeschätzt. Zwischen Männern und Frauen wurde kein merklicher Unterschied in der Beurteilung der Ästhetik festgestellt. Postoperativ wurde das Aussehen im Mittel nicht als „sehr harmonisch“, sondern als „unauffällig“ bezeichnet. Dies konnte jedoch nicht als Misserfolg des ästhetischen Ergebnisses gewertet werden, denn neben den Proportionen wird die Wirkung des Gesichtes auch ganz wesentlich von seiner Ausstrahlung, der Mimik und der Persönlichkeit mitbestimmt, die durch die Operation nicht direkt beeinflusst werden kann. Weiterhin hängt das Urteil von dem Geschmack des Betrachters, des Kulturkreises und dem zeitlichen Trend ab. Die Bewertung der Ästhetik bleibt insofern immer ein subjektives Kriterium. Wichtig ist es, dass die Patienten mit ihrem Aussehen zufrieden sind.

5.4 Zufriedenheit

Die Zufriedenheit der Patienten wird von Bertolini et al. als wichtigstes Ziel der gesamten Behandlung bezeichnet. Um diese zu erreichen, ist es nicht nur notwendig, die Ästhetik und die Funktion zu verbessern oder aus der Sicht der behandelnden Ärzte ein optimales Ergebnis zu erzielen, sondern vielmehr ist es von Bedeutung, vor der Operation die Erwartungen und Motivation eines jeden Patienten genau zu eruieren. Weiterhin ist es besonders bei diesem

Wahleingriff notwendig, die Patienten genau aufzuklären und gut auf die Operation sowie die prä- und postoperative Behandlung vorzubereiten, damit sie nicht enttäuscht werden [Bertolini et al. 2000]. Laut Scott sollte Berücksichtigung finden, dass sich die Zufriedenheit mit der Zeit ändern kann und nicht nur von der Funktion und Ästhetik beeinflusst wird, sondern auch von der Beziehung zwischen Chirurgen und Patienten sowie der Lebenslage und der Zahngesundheit [Scott 2000]. Der Einfluss der bleibenden Parästhesien [Westermarck et al. 1999a], funktionelle Einschränkungen oder eine unerwartete ästhetische Veränderung beeinflussen die Zufriedenheit des Ergebnisses [Bailey et al. 1998]. Für Mihalik war die subjektive Beurteilung des Behandlungserfolges von den Patienten neben den objektiven Messungen von besonderem Interesse. Um die Zufriedenheit der Patienten mit der Behandlung zu ermitteln, hielt er die Frage, ob die Patienten die Operation wiederholen würden oder nicht, für am besten geeignet. [Mihalik et al. 2003]. Genau diese Frage wurde den hier vorliegenden Patienten gestellt und von 37 Patienten (74%) mit ja beantwortet. Bei Bailey et al. wollten sogar 96% der Patienten die Operation wiederholen [Bailey et al. 1998]. Zusätzlich wurde in dieser Studie direkt nach der Zufriedenheit mit dem Ergebnis gefragt. Es zeigte sich, dass kein Patient angab, von der Behandlung enttäuscht worden zu sein. Lediglich 20% der Patienten waren nicht ganz zufrieden, während 80% sehr zufrieden waren. Obwohl drei Patienten angaben, sehr zufrieden zu sein, wollten sie die Operation nicht erneut durchführen lassen. Insofern ist das Einverständnis mit der Wiederholung der Operation nicht generell mit der Zufriedenheit des Resultates gleichzusetzen. Insgesamt war kein Patient enttäuscht und 74% würden sogar erneut das Risiko und den Aufwand der Behandlung auf sich nehmen, was in Anbetracht des hohen Anteils an Patienten mit Kiefergelenksproblemen und Sensibilitätsstörungen ein zufriedenstellendes Ergebnis darstellt.