

## 1 EINLEITUNG

### 1.1 Medizinische Problemstellung

Als **Dysgnathien** werden von der Norm abweichende Kieferformen oder Kieferlagen bezeichnet. Die skelettalen Anomalien sind das Resultat einer angeborenen Fehlentwicklung oder eines gestörten Wachstums.

Die **Häufigkeit** des Vorkommens von Dysgnathien in der Bevölkerung wird mit 5,0% in der kaukasischen Gesellschaft angegeben [Hoffmann et al. 1994].

Die **Ursache** ihrer Entstehung ist multifaktoriell, es spielen sowohl genetische als auch Umwelteinflüsse eine Rolle. Bei mandibulären Prognathien stehen meist erbliche Komponenten im Vordergrund, während nach einer Fraktur des Kiefergelenkköpfchens eindeutig ein äußerer Faktor das Wachstum beeinflussen kann. Neben den direkten Störungen des Knochenwachstums kommen dem neuromuskulären System und der Dentition ein Einfluss auf die Dysgnathieentwicklung zu. Habits, Ernährungsstörungen oder Mundatmung werden als Einflussfaktoren genannt. Das unharmonische Erscheinungsbild der Dysgnathie ist so vielfältig wie seine Einflussfaktoren und tritt häufig mit funktionellen Beeinträchtigungen der Okklusion und Artikulation auf.

Die **Formen der Dysgnathien** werden einerseits nach der Größe und andererseits nach der Lage der Kiefer zueinander und zum Gesichtsschädel benannt. Diskrepanzen der Kiefergröße werden in Makro- oder Mikrognathien unterschieden. Lageanomalien werden in sagittale, vertikale und transversale Abweichungen unterteilt. Die sagittale Lage der Kiefer wird in Relation zum Gesichtsschädel als Pro- oder Retrognathie bezeichnet. In der Vertikalen werden skelettal offene oder tiefe Bisse unterschieden. Transversale Fehlentwicklungen werden als transversale Enge oder Weite bezeichnet. Weiterhin werden Asymmetrien wie Laterognathien beschrieben. Die skelettalen Dysgnathien treten meist zusammen mit dentalen und dentoalveolären Anomalien auf.

### 1.2 Warum sollte man skelettale Dysgnathien behandeln?

Die Notwendigkeit eine solche Störung der Gebissentwicklung zu behandeln, begründet sich darauf, **die Ästhetik zu verbessern** und so den **psychologischen Leidensdruck** des Patienten zu verringern oder gar zu beseitigen, dessen Selbstbewusstsein zu stärken und die Lebensqualität des Patienten zu erhöhen. Bei ausgeprägten Dysgnathien sind ohne operativen Eingriff keine sichere Okklusion und funktionelle Artikulation zu erzielen. Eine Verbesserung der Kiefergelenksfunktionen und ggf. die vollständige Beseitigung von vorhandenen Symptomen am Gelenk wird angestrebt. **Funktionelle Beeinträchtigungen** beim Abbeißen, Kauen, Sprechen

oder der Atmung können häufig nicht anders behoben werden als durch eine Dysgnathieoperation. Diese hat weiterhin zum Ziel, eine gleichmäßige Belastung der Zähne und des Parodonts zu erreichen, um vorzeitigen Zahnverlusten oder Schäden am Zahnhalteapparat und den Zähnen vorzubeugen. Bei vorhandenen Zahnverlusten oder Nichtanlagen von Zähnen kann eine der Operation folgende prothetische Versorgung erleichtert oder sogar erst ermöglicht werden. Für ein optimales Endergebnis kann der Chirurg hier die Basis schaffen. Eine gute Zusammenarbeit mit dem Kieferorthopäden, dem Zahnarzt, dem Logopäden, dem Physiotherapeuten, dem Hals-Nasen-Ohrenarzt oder ggf. dem Psychiater ergänzen und vollenden die Therapie.

### 1.3 Wie werden Dysgnathien behandelt?

Wie die Behandlung der Dysgnathie durchgeführt wird, hängt einerseits von dem Ausprägungsgrad [Watted et al. 2000] bzw. dem Ausmaß der skelettalen Abweichung ab, andererseits vom skelettalen Alter und Wunsch des Patienten sowie der möglichen Therapien. Bei Patienten im Wachstum wird in der Regel versucht, mit Hilfe **kieferorthopädischer Maßnahmen** das Kieferwachstum zu steuern und dentoalveolär zu kompensieren, um einen chirurgischen Eingriff nach Wachstumsabschluss zu umgehen [Hoffmann et al. 1994]. Ist es nicht möglich, die skelettalen Abweichungen allein durch die Zahnstellung zu kompensieren, da die skelettale Diskrepanz zu groß ist, muss ein **chirurgisches Vorgehen** in Erwägung gezogen werden. Die kieferorthopädischen Maßnahmen sind dann denen der Kompensation genau entgegengesetzt, es folgt eine dentoalveoläre Dekompensation. So werden zum Beispiel zuvor retrudierte Frontzähne in Vorbereitung zu einer Dysgnathieoperation protrudiert. Das Ausmaß der skelettalen Abweichungen wird häufig durch diese Dekompensation noch deutlicher. In der Regel verschlechtert sich das Aussehen. Die Schwierigkeit zu erkennen, ob eine Kompensation, zu einem befriedigenden Ziel führt oder ggf. später in einer präoperativ durchgeführten Dekompensation endet, liegt meist allein beim Kieferorthopäden. Eine richtige Prognose ist häufig schwierig zu treffen, da der progressive Charakter der Dysgnathie nicht immer auszumachen ist. Insofern sollten bei unsicheren Kandidaten, möglichst keine Kompensationsmaßnahmen wie Extraktionen erfolgen, die nicht wieder dekompensiert werden können. Solche Fälle lassen sich später nur unbefriedigend chirurgisch lösen. Zudem rutschen diese Patienten häufig durch die massiven Kompensationsmaßnahmen in eine Situation, die eine klare Entscheidung für oder gegen die Dysgnathieoperation erschweren.

Liegt nach Wachstumsabschluss eine skelettale Anomalie vor, kann diese kausal nur durch den Chirurgen korrigiert werden. So beschreiben Mihalik et al. bessere Langzeitergebnisse für

kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlungen von Klasse II Patienten als für rein kieferorthopädische Kompensationen [Mihalik et al. 2003].

Liegen die Indikation und der Wunsch beim Patienten für eine **kombinierte Therapie** vor, beginnt die Behandlung bei den meisten Fällen mit einer kieferorthopädischen Vorbehandlung, wenn es der Zahnbestand zulässt. Die Kieferorthopädie hat zum Ziel, die Zahnbögen auszuformen und die dentoalveolären Verhältnisse zu dekompensieren. Diese Korrektur wird mit Hilfe einer festsitzenden Apparatur durchgeführt. Eine optimale Vorbehandlung ermöglicht dem Operateur die notwendigen Bewegungsfreiräume, versucht durch eine Überkorrektur bei der Dekompensation ein skelettales Rezidiv abzufangen oder besser noch das skelettale Ergebnis durch eine sichere Verzahnung zu stabilisieren. Eine optimale kieferorthopädische Vorbehandlung ist nicht immer möglich. So ist es schwierig, bei horizontalem Wachstum gegen die Okklusion bzw. den Musculus masseter eine Dekompensation durchzuführen. Häufig wird nur eine Intrusion der Incisivi kieferorthopädisch erreicht und keine Elongation der Seitenzähne. Gegebenenfalls ist es bei ausgeprägten Speekurven günstiger primär zu operieren und eine kieferorthopädische Behandlung folgen zu lassen [Watted et al. 2000]. Am Ende der **kieferorthopädischen Vorbehandlung** wird das definitive Vorgehen bei der Operation detailliert geplant. Als diagnostische Hilfsmittel kommen, neben dem klinischen Befund, Fernröntgenseitenbilder, Orthopantomogramme, schädelbezüglich orientierte Situationsmodelle und Fotostataufnahmen zur Anwendung sowie ggf. ergänzende Frontal-, Kiefergelenks-, Zahn- oder Handröntgenaufnahmen. Abhängig vom Ausmaß und der Lokalisation des Defizits wird die Entscheidung zwischen einem mono- oder bimaxillären Vorgehen gefällt und die Operationsmethode festgelegt. Die Operation wird am Modell simuliert. Die benötigten Hilfsmittel wie Operationssplinte [Fridrich u. Williamson 1989, Ellis 1999, Lapp 1999], Gaumenplatten oder Schienen werden angefertigt.

Die am häufigsten durchgeführte **Operationstechnik** für den **Unterkiefer** ist die retromolare sagittale Osteotomie [Van der Perre et al. 1996]. Diese intraorale sagittale Spaltung, von Obwegeser 1955 veröffentlicht [Obwegeser 1955] und von Dal Pont 1959 [Dal Pont 1959] verbessert, wird weltweit angewandt [Steinhäuser 1996, Yamaguchi et al. 1996]. Bei der retromolaren sagittalen Osteotomie nach Obwegeser/Dal Pont wird der Unterkiefer im Bereich des Unterkieferastes und des Kieferwinkels bis in das Corpus mandibulae beidseits gespalten. Es entstehen zwei gelenktragende Segmente und ein zahntragendes Fragment. Der zahntragende Anteil kann in allen drei Ebenen des Raumes verschoben werden, der gelenktragende soll seine Lage nicht ändern. Die sagittale Osteotomie ist eine vielseitig anwendbare Methode, mit der man eine Großzahl an Dysgnathien korrigieren kann, einschließlich Asymmetrien. Mit ihr wird ein

breiter Knochenkontakt erreicht, der eine schnelle Knochenheilung ermöglicht. Ein weiterer Vorteil gegenüber der vertikalen Ramusosteotomie ist die Vereinbarkeit mit der starren Fixationstechnik [Steinhäuser 1996, Yamaguchi et al. 1996].

Die Entwicklung **maxillärer Eingriffe** begann mit der anterioren Segmentosteotomie von Cohn 1921 [Cohn-Stock 1921]. Die 1935 von Wassmund veröffentlichte Modifikation findet bis in die heutige Zeit Anwendung besonders bei vertikalen Verlagerungen des anterioren Segmentes [Wassmund 1935]. Die anteriore Segmentosteotomie nach Wunderer wählt den operativen Zugang nicht von vestibulär sondern von der Seite des harten Gaumens [Wunderer 1962]. Diese Operationsmethode wird bei der Korrektur einer maxilloalveolären Protrusion bevorzugt. Die am weitesten verbreitete Operationsmethode der Maxilla ist die Le Fort I Osteotomie, zuerst von Wassmund 1927 [Wassmund 1927] beschrieben und 1969 von Obwegeser [Obwegeser 1969] routinemäßig durchgeführt. Der Oberkiefer wird komplett oberhalb der Gaumenebene horizontal osteotomiert und kann in allen drei Raumebenen verlagert werden. Transversale Defizite können durch eine paramediane Osteotomie ausgeglichen werden. Durch die Möglichkeit der Verlagerung der Maxilla in allen drei Raumebenen findet die Le Fort I Osteotomie wie die sagittale Osteotomie des Unterkiefers vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Beide Operationsmethoden kommen weltweit am häufigsten zum Einsatz [Van de Perre et al. 1996, Costa et al. 1999, Rotter u. Zeitler 1999, Mobarak et al. 2000a,].

Durch die zunehmende Routine der Le Fort I Osteotomie, dem Fortschritt der Anästhesie und der besseren Stabilisierung der osteotomierten Segmente wurden häufiger **bimaxilläre Eingriffe** durchgeführt. Eine starre Fixierung in der Dysgnathiechirurgie wurde im Jahre 1974 von Spiessl beschrieben, der Kompressionschrauben applizierte, um den sagittal gespaltenen Unterkiefer zu fixieren [Spiessl 1974]. Die zuvor in Frankreich entwickelten Miniplatten wurden von Luhr 1979 verbessert. Die Miniplatten von Luhr waren ebenfalls für eine Kompressionsosteosynthese gedacht [Luhr 1979]. Spiessl und Luhr erhofften sich eine bessere Stabilität und Knochenheilung durch die Kompression. Steinhäuser, der 1982 eigene Miniplatten entwickelte, empfand, dass die Applikation von Kompressionsschrauben und Platten schwierig und sehr unsicher für die Einstellung der Okklusion sei [Steinhäuser 1982]. Mittlerweile ist allgemein anerkannt, dass für die Knochenheilung eine Kompression nicht so wichtig ist. Die Vorteile der Miniplatten/Schrauben Fixierung sind eindeutig, die Applikation ist schnell und leicht, die Stabilisierung der Segmente ist besser und zuverlässig. Da auf eine intermaxilläre Fixierung verzichtet werden kann, ist es für den Patienten angenehmer und weniger gefährlich, da der Mund direkt nach der Operation geöffnet, gereinigt und der Luftweg leicht kontrolliert werden

kann [Steinhäuser 1996]. Die Verwendung von Miniplatten mit monokortikalen Schrauben hat sich mit der Zeit durchgesetzt [Van de Perre et al. 1996].

Der Übergang zur kraniofazialen Chirurgie stellt die Le Fort III Osteotomie dar, die von dem Chirurgen Tessier präsentiert wurde [Tessier 1971]. Mit Hilfe der Le Fort III Osteotomie kann ein hypoplastisches Mittelgesicht korrigiert werden. Im Gegensatz zu der Le Fort I Osteotomie, die nur die Maxilla verlagert, werden bei dieser Operation zusätzlich das knöcherne Nasenskelett, der Orbitaboden und das Jochbein vorverlagert. Die Osteotomie auf Le Fort II Ebene, die neben der Maxilla den nasoethmoidalen Komplex verlagert, kommt selten zur Anwendung, da rein maxilläre Hypoplasien einfacher mit einer Le Fort I Osteotomie gelöst werden können und komplexe Dismorphosen des Mittelgesichtes nur mit Hilfe der Le Fort III Osteotomie korrigiert werden können.

### 1.4 Warum misst man den Erfolg der Therapie?

Der Erfolg der Dysgnathiechirurgie wird gemessen, um zukünftig die **Entscheidungsfindung** für den Patienten und den Operateur **zu erleichtern**. Die Erfolgsmessung soll helfen, die Frage zu beantworten, **ob eine solche Operation überhaupt indiziert ist**.

Eine Dysgnathieoperation wird in Erwägung gezogen, wenn konservative Behandlungsmethoden des Kieferorthopäden oder Zahnarztes nicht zum gewünschten Ziel führen können, da das Ausmaß der skelettalen Abweichung zu groß ist. Der operative Eingriff kann aber nur indiziert sein, wenn er die Anomalie korrigieren kann und gleichzeitig keine wesentlichen neuen Funktionseinbußen mit sich bringt.

Vorab muss abgeklärt werden, ob der allgemeinmedizinische Gesundheits- [Van de Perre et al. 1996] und Ernährungszustand des einzelnen Patienten eine Operation überhaupt zulässt, und ob angesichts des skelettalen Alters schon der Zeitpunkt gekommen ist, die Entscheidung für oder gegen eine Operation zu treffen. In der Regel werden Dysgnathieoperationen erst nach Wachstumsabschluss durchgeführt, um ein erneutes wachstumsbedingtes Entstehen der Anomalie zu vermeiden.

Vor jeder einzelnen Dysgnathie korrigierenden Behandlung muss das gewünschte Ziel der Behandlung klar definiert sein [Watted et al. 2000], um beurteilen zu können, **ob die Operation hilft, dem Ziel näher zu kommen**. Das gewünschte Ziel sollte nicht nur vom Arzt definiert werden, der häufig funktionelle Aspekte und Normen als Maßstab anlegt, sondern auch vom Patienten selber formuliert werden [Dimitroulis 1998], für den primär ästhetische Aspekte im Vordergrund stehen [Bertolini et al. 2000]. Funktionelle Beeinträchtigungen werden nicht in allen Fällen als solche wahrgenommen und spielen gegenüber dem unharmonischen Gesichtsprofil zumeist eine untergeordnete Rolle. Neben der Schwere der Dysgnathie spielt der

Leidensdruck des Patienten eine große Rolle bei der Entscheidungsfindung für oder gegen eine Operation. So kann bei großer psychischer Belastung in Ausnahmefällen ein erster operativer Eingriff schon vor Wachstumsabschluss erfolgen, auch wenn es wahrscheinlich ist, dass weitere operative Eingriffe nicht auszuschließen sind. Wenn den Patienten weder die Funktion noch die Ästhetik stören und er gut mit seiner Kieferfehlstellung leben kann, sollte von einem operativen Eingriff abgesehen und gegebenenfalls einer kieferorthopädischen Kompromissbehandlung der Vorzug gegeben werden. Eine Dysgnathiebehandlung mit ihren Risiken wäre kontraindiziert. Andererseits müssen zu weitreichende Wünsche und Zielstellungen des Patienten vor der Operation mit den therapeutischen Möglichkeiten abgestimmt werden, um postoperative Enttäuschungen zu vermeiden. Von präoperativen Fotomontagen ist aus diesem Grunde abzuraten.

Die Dysgnathieoperation soll ein **Zugewinn an therapeutischen Möglichkeiten** darstellen. Sie soll helfen, Ziele zu erreichen, die ohne sie nicht zu erreichen wären und möglichst keine Nachteile mit sich bringen. Wenn eine solche Behandlung indiziert ist, bleibt die Frage, wie oft eine solche Operation zum Erfolg führt. Welche Komplikationen und Risiken könnte ein solcher Eingriff mit sich bringen? Antworten auf diese Fragen bekommt man nur, wenn die Ergebnisse früherer Operationen gemessen und ausgewertet werden. Nur so kann abgeschätzt werden, **ob die Vorteile einer Operation gegenüber den operativen Risiken überwiegen** und ob es sinnvoll ist, eine solche Therapie durchzuführen. Ohne dieses Wissen kann eine notwendige Beratung und ausführliche Aufklärung des Patienten über Risiken und Konsequenzen dieser Therapie nicht erfolgen. Gerade bei einem Wahleingriff ist es besonders wichtig, **den Patienten ausführlich aufklären zu können**, um ihn in die Lage zu versetzen, dass er selbst entscheiden kann, ob er einen solchen Eingriff wünscht oder nicht [Bertolini et al. 2000, Mihalik et al. 2003]. Ein weiterer Grund, den Erfolg der Therapie zu messen, ist die **Behandlungsmethoden zu optimieren und auf die jeweilige Diagnose abzustimmen**. Welche Operationsmethode ist für welche Ausgangssituation am besten geeignet? Durch die Entwicklung verschiedenster Operationstechniken und Fixierungsmethoden wurde der Anteil an Gesichtsschädelstrukturen, die korrigiert werden können, immer größer. Waren die Operationen lange Zeit auf den Unterkiefer begrenzt, wurden mit der Zeit auch Oberkiefereingriffe und später bimaxilläre Eingriffe und Le Fort III Osteotomien routinemäßig durchgeführt. Mit der erweiterten Operationstechnik ergaben sich immer neue Möglichkeiten der Korrektur, so dass mittlerweile fast jedes Defizit dort behoben werden kann, wo es zu finden ist. Mit Hilfe der Erfolgskontrollen wurden nicht nur die operativen Techniken und Möglichkeiten immer weiter entwickelt und verbreitet, sondern auch **Komplikationen aufgezeigt** [Dimitroulis 1998] sowie deren

Vermeidung diskutiert. Blutungen und Infektionen sind während oder direkt nach der Operation nicht auszuschließen, können aber durch angemessene Behandlung vermieden werden. Auch wenn eine Dysgnathieoperation lebensbedrohlich sein kann, gelten diese Eingriffe in der Regel als sicher. Die am häufigsten beschriebenen Komplikationen sind Rezidive und Sensibilitätsstörungen [Van de Perre et al. 1996]. Besonders **Sensibilitätsstörungen** des zweiten und dritten Astes des Nervus trigeminus sind bei der Mehrheit der Fälle nicht zu vermeiden. Direkt nach einer sagittalen Spaltung des Unterkieferastes werden postoperativ bei bis zu 90% der Patienten Gefühlsstörungen im Bereich der Unterlippe und des Kinns festgestellt. In einem Zeitraum von 18 Monaten bis zu drei Jahren werden Regenerationsprozesse beschrieben [Michel u. Reuther 1995]. Nach vertikalen Ramusosteotomien werden deutlich geringere Prozentwerte angegeben, worin der Hauptvorteil dieser Operationsmethode gesehen wird [Mobarak et al. 2000b]. Bei der Le Fort I Osteotomie werden generell die sensible Versorgung der Zähne sowie große Anteile der die Schleimhaut versorgenden Nervenfasern durchtrennt. Dennoch ist das Gefühl der Oberlippe selten eingeschränkt [Al Din et al. 1996]. Schädigungen des Nervus lingualis kommen sehr selten vor. Nur vereinzelt (0,3% -1%) wurden in der Literatur motorische Störungen des N. facialis nach sagittaler Spaltung des Unterkiefers infolge direkter mechanischer Schädigung oder als Folge von Hämatomen beschrieben [De Vries et al. 1993].

Bei den **Rezidiven** wird generell zwischen Früh- und Spätrezidiven, sowie zwischen Teil- und Totalrezidiven unterschieden. Totalrezidive, ein Zurückfallen in die Ausgangssituation wird in der Literatur selten beschrieben. Ebenso haben die Frührezidive durch die starre Fixierung und eine verbesserte Adaptation der Knochen an Bedeutung verloren. Hingegen spielen spätere Teilrezidive auch heute noch eine Rolle. Die Angaben über die Häufigkeit der Rezidive variieren zwischen 44%, 55% bis 91% bis hin zu stabilen Ergebnissen [Steinhäuser 1996]. Nicht nur die unterschiedlichen Patientenkollektive und Operationsverfahren der einzelnen Studien tragen zu der großen Varianz der prozentualen Anteile an Rezidiven bei, sondern auch die unterschiedliche Definition, ab wann von einem Rezidiv gesprochen wird. So wurden Rezidivquotienten entwickelt, die das Ausmaß des Rezidives zu der operativ verlagerten Strecke sehen [Reitzik 1980], während andere das Rezidiv in Relation zum Messfehler und der klinischen Relevanz setzten. Das zentrale Problem der Rezidivdiskussion ist weniger die Definition, sondern sind vielmehr die unterschiedlichsten Faktoren, die die Stabilität des Ergebnisses beeinflussen [Dimitroulis 1998]. Häufig diskutierte Einflussgrößen auf die Stabilität sind die Operationsmethode, die Verlagerungsrichtung, das Ausmaß der Verlagerung, eine stabile und passive Positionierung der Knochensegmente und die Rolle der myofunktionellen Dysfunktionen.

Die Beurteilung der Stabilität im Hinblick auf die **Operationsmethode** führt in der Literatur zu folgenden Aussagen:

**Segmentverlagerungen** im Ober- und Unterkiefer werden von Michel und Reuther die geringste Rezidivtendenz zu geschrieben [Michel u. Reuther 1995]. Hoppenreij's et al. zur Folge ist sogar die Bildung von drei oder vier Segmenten im Oberkiefer stabiler als eine transversale Dehnung nach der Bildung von zwei Segmenten [Hoppenreij's et al. 1998]. Allerdings werden Segmentosteotomien relativ selten durchgeführt.

Die **sagittale Spaltung des Unterkiefers** ist vielseitig einsetzbar und wird deshalb häufig durchgeführt. Bei mandibulärer Prognathie zeigen Ayoub et al. stabilere Ergebnisse nach **vertikaler Osteotomie** als nach sagittaler retromolarer Osteotomie auf [Ayoub et al. 2000].

Seit der Einführung der starren Fixierung gilt die **Le Fort I Osteotomie** als stabiler als die retromolare Osteotomie im Unterkiefer [Michel u. Reuther 1995, Moldez et al. 2000]. So beschreiben Bailey et al. eine Unterkieferrückverlagerung als nicht so stabil wie eine Oberkiefervorverlagerung [Bailey et al. 1998]. Auch nach bimaxillären Eingriffen ist das Rezidiv laut Michel und Reuther häufiger im Unterkiefer als im Oberkiefer zu suchen [Michel u. Reuther 1995].

Kontrovers wird diskutiert, ob **monomaxilläre Eingriffe** stabiler als **bimaxilläre** sind. Costa et al. beschreiben in ihrer Literaturübersicht, dass von einigen Autoren die Instabilität durch bimaxilläre Operationen zunimmt, während andere Autoren das Gegenteil unterstützen [Costa et al. 1999]. Bothur et al. stellen keinen Unterschied in der postoperativen Stabilität zwischen monomaxillären Le Fort I Osteotomien und zusätzlichen sagittalen Ramusosteotomien fest [Bothur et al. 1998]. Wagner und Reyneke hingegen finden eine bessere vertikale Stabilität nach bimaxillären Operationen als nach monomaxillären Eingriffen im Oberkiefer bei starrer Fixierung. Es wird angenommen, dass Osteotomien, die zu einer Überdehnung der Muskelschlinge führen, von einem bimaxillären Vorgehen profitieren könnten [Wagner u. Reyneke 2000]. Laut Yamaguchi et al. eignen sich bimaxilläre Eingriffe besonders für long face syndrome mit mandibulärer Prognathie, maxillärer Retrognathie und offenem Biss [Yamaguchi et al. 1996]. Bei einem skelettal offenen Biss werden stabilere Langzeitergebnisse erwartet, wenn statt einer monomaxillären Unterkieferoperation, eine monomaxilläre Oberkiefervorverlagerung [Moldez et al. 2000] oder ein bimaxilläres Vorgehen durchgeführt wird [Michel u. Reuther 1995, Fischer et al. 2000]. Neben der besseren Rezidivvermeidung eines offenen Bisses bietet ein bimaxilläres Vorgehen den Vorteil, ein harmonischeres Profil zu erzielen [Fischer et al. 2000].



Für die Wahl der Operationsmethode ist der vorliegende Befund ausschlaggebend. Die **Richtung** und das **Ausmaß der Verlagerung** werden durch die umgebende, knöcherne Struktur sowie die Weichteil Anatomie begrenzt.

Beim **Vorschub der Mandibula** kommt es zur Dehnung der suprahyoidalen Muskulatur [Ive et al. 1977]. Große Vorverlagerungen der Mandibula sind folglich nur möglich, wenn eine Myotomie durchgeführt wird. Erfolgt diese nicht, kommt es durch die überstreckte Muskulatur postoperativ zu einer nach unten hinten gerichteten Zugrichtung und zu einem Öffnen des Bisses. In Abhängigkeit vom Ausmaß der Verlagerung ist darauf zu achten, dass die Adaptationsfähigkeit der Muskulatur nicht überschritten wird. So ist eine Therapie begleitende Physiotherapie bei umfangreichen Verlagerungen ratsam, um einem Rezidiv vorzubeugen. Watted et al. beobachten, daß sich Rotationen der Unterkieferspanne im Gegensatz zu großen Translationen positiv auf die Dehnung der suprahyoidalen Muskulatur auswirken, und ein Rezidiv weniger stark provoziert wird [Watted et al. 2000]. Vorverlagerungen gelten im Vergleich zu Rückverlagerungen als weniger stabil [Michel u. Reuther 1995].

Durch den **Rückschub der Mandibula** relaxiert die suprahyoidale Muskulatur, und ein verstärkter Zug durch sie nach kaudal ist nicht zu erwarten. Der suprahyoidalen Muskulatur wird hinsichtlich der Rezidiventstehung bei Klasse III Patienten von Reitzik eine minimale Rolle zugeschrieben. Solange keine chirurgische Durchtrennung erfolgt, kommt es nicht zu einer Kontraktion durch Narbengewebe und die effektive Länge nimmt nicht ab. Insofern können sie nicht in die Veränderungen des proximalen Segmentes verwickelt sein. Während der Musculus temporalis immer dann an einem Rezidiv beteiligt sein kann, wenn der Processus coronoideus nach hinten verlagert wird, und so die anterioren Fasern auseinander gezogen werden [Reitzik 1980].

Die **Kaudalverlagerung der Maxilla** gilt als eine weniger stabile Verlagerungsrichtung und wird relativ selten durchgeführt [Costa et al. 2000]. Maxilläre Kaudalverlagerungen gelten allgemein als rezidivfreudig durch die Zunahme der hinteren Höhe und der daraus folgenden übermäßigen Dehnung der Pterygomasseterschlinge. Letztere kann ein postoperatives Rezidiv fördern, besonders wenn die Maxilla nicht ausreichend stabil fixiert ist [Costa et al. 2000]. Hier spielt besonders das **Ausmaß der Verlagerung** eine Rolle. Je größer die Kaudalverlagerung des anterioren Anteils der Maxilla ist, um so wahrscheinlicher ist ein größeres Rezidiv [Wagner u. Reyneke 2000]. So wird von Costa et al. empfohlen, bei einer Kaudalverlagerung von mehr als 2mm nicht nur eine starre Fixierung vorzunehmen, sondern zusätzlich Knochentransplantate oder alloplastische Materialien einzufügen [Costa et al. 2000].

Auch bei **Vorverlagerungen der Maxilla** werden von Costa et al. größere Rezidive beobachtet, je größer die Verschiebungen sind. Millimeterangaben kann er jedoch nicht machen [Costa et al. 1999]. Hingegen können Bothur et al. oder Perez et al. keinen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Vorverlagerung der Maxilla und dem Grad des Rezidives feststellen [Perez et al. 1997, Bothur et al. 1998,].

**Je größer die Vorverlagerungen** des Unterkiefers sind, desto größere Rezidive werden von Ive et al. beschrieben [Ive et al. 1977]. Genauso identifizieren van Sickels et al. eine große Vorverlagerung als einen Faktor, der für Rezidive verantwortlich gemacht werden kann [Van Sickels et al. 2000]. Yamaguchi et al. sowie Watted al. können für beide Kiefer keine Beziehung zwischen der Größe der Verlagerung und einem Rezidiv beobachten [Yamaguchi et al. 1996, Watted et al. 2000].

Von vielen Autoren wird für ein stabiles Ergebnis ein möglichst **großer Knochenkontakt** gefordert [Dimitroulis 1998, Wagner u. Reyneke 2000]. Der breite Knochenkontakt nach sagittaler Osteotomie des Unterkiefers wird als ein Stabilitätsvorteil dieser Operationsmethode angesehen [Mobarak et al. 2000a]. Der breite Knochenkontakt ermöglicht eine bessere Fixierung der Segmente.

Eine **ausreichende Fixierung** ist laut Dimitroulis für die Stabilität entscheidend [Dimitroulis 1998]. Die Stabilisierung der Segmente wird von Kallela et al. als der am meisten untersuchte Rezidivfaktor angeführt [Kallela et al. 1998]. Van Sickels et al. beobachten Rezidive sowohl nach Draht als auch nach starrer Fixierung [Van Sickels et al. 2000]. Dennoch gelten **funktionsstabile Osteosynthesen** mit Miniplatten oder Schrauben als stabiler als Drahtosteosynthesen [Paulus 1990, Yamaguchi et al. 1996, Bothur et al. 1998, Hoppenreijns et al. 1998, Costa et al. 1999, Rotter u. Zeitler 1999, Costa et al. 2000, Keeling et al. 2000, Mobarak et al. 2000b, Wagner u. Reyneke 2000]. Die heute kaum noch angewandten Zugschrauben bergen die Gefahr der Kondylusverlagerung, postoperativer Okklusionsstörungen und ein zusätzliches Risiko der Nervschädigung [Paulus 1990].

Allgemein setzten Costa et al. für ein stabiles Ergebnis eine angemessene Wundheilung und die Vermeidung des Zusammenpressens der Gefäße voraus. Speziell für den maxillären Vorschub nach der Le Fort I Osteotomie schreiben Costa et al. der kieferorthopädischen Vorbehandlung, der Narbenkontraktion, der Interferenzen mit dem Nasenseptum, einer nicht ausreichenden Mobilisierung und Fixierung der Maxilla, der Qualität der endgültigen Verzahnung und einer nicht passiven Positionierung der Maxilla einen Einfluss auf die Stabilität zu [Costa et al. 1999]. Für Obwegeser ist eine extensive Mobilisierung der Maxilla für die Langzeitstabilität nach einer

Le Fort I Osteotomie entscheidend [Obwegeser 1994]. Ein passiver Sitz und eine stabile Fixierung helfen, ein Rezidiv zu vermeiden.

In früheren Studien wurde eine intermaxilläre Fixierung von mindestens sechs Wochen oder länger gefordert, solange, bis die Verknöcherung der skelettalen Segmente abgeschlossen ist [Ive et al. 1977]. Hingegen wird in der Literaturübersicht von Costa et al. beschrieben, dass vertikale Rezidive besonders während der intermaxillären Fixierung nach maxillärer Kaudalverlagerung beobachtet werden [Costa et al. 2000]. Auch Wagner und Reynke nehmen an, dass eine intermaxilläre Fixierung besonders nach einer Kaudalverlagerung einen negativen Einfluss auf die Stabilität der Maxilla hat. Die Stabilität kann aber durch starre Fixierung verbessert werden [Wagner u. Reyneke 2000]. Fischer et al. stellen die beste Stabilität des Overbites in der Gruppe fest, die keine mandibulo-maxilläre Fixierung erhalten hat, hingegen wird die größte Stabilität des Overjets in der Gruppe gefunden, die ein bis drei Wochen intermaxillär fixiert wurde [Fischer et al. 2000]. Mittlerweile werden bei starrer Fixierung der Segmente elastische Führungsgummis bevorzugt [Marchetti et al. 1999]. Diese ermöglichen eine frühzeitige muskuläre Anpassung an die neue Situation. Allgemein wird der **Muskulatur** und den **Weichteilen** ein großer Einfluss auf die knöcherne Struktur beigemessen, sowohl in der Entwicklung einer Dysgnathie als auch in der Entstehung eines Rezidives nach kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Therapie. Besonders wenn **myofunktionelle Dysfunktionen** bestehen bleiben, die bei der Entwicklung der Dysgnathien mitgewirkt haben, ist eine begleitende myofunktionelle Therapie ratsam. Andernfalls ist die Gefahr für die Entstehung eines Rezidives sehr groß. In diesem Zusammenhang kann der Zunge eine primäre Bedeutung beigemessen werden. Besonders bei offenen Bissen und teilweise bei mandibulären Prognathien spielt die Zunge eine zentrale Rolle in der Genese. Das geringere Platzangebot für die Zunge nach Unterkieferrückverlagerungen und die veränderte Zungenposition machen Mobarak et al. für die Entstehung von Rezidiven mit verantwortlich [Mobarak et al. 2000a]. Konsequenterweise könnte eine Verkleinerung der Zunge gefordert werden. Doch können funktionelle Makroglossien weitaus häufiger festgestellt werden als wahre Makroglossien. So sind Verkleinerung der Zunge nur selten erforderlich [Gattinger u. Obwegeser 2002]. Die Zungenposition hat einen weitaus bedeutenderen Einfluss auf die Entstehung eines offenen Bisses als ihre Größe. So wird die Ruhelage der Zunge zwischen den oberen und unteren Incisivi für die Entstehung eines offenen Bisses verantwortlich gemacht. Hingegen wird der Zungendruck auf die Zahnreihen während des Schluckens oder Sprechens eher als Folge denn als Ursache des offenen Bisses angesehen [Medeiros et al. 2000]. Ein skelettales und dentoalveoläres Missverhältnis zwischen dem Ober- und dem Unterkiefer wird häufig bei

Patienten mit einer vertikalen maxillären Überentwicklung und offenem Biss beobachtet. Die Notwendigkeit eines myofunktionellen Gleichgewichtes zwischen den Kräften der Zunge auf der einen Seite und den Mund begrenzende Muskeln, von Lippen- bis zur Wangenmuskulatur, auf der anderen Seite wird in der Studie von Hoppenreijts et al. ausführlich diskutiert [Hoppenreijts et al. 1998]. Die Erklärungen der unterschiedlichen Muskeleinflüsse sind zahlreich. Über den wirklichen Einfluss kann nur spekuliert werden, da eine geeignete, objektive Meßmethode, die funktionelle Veränderungen messen könnte, bisher nicht existiert. Das Messen des Muskelverhaltens könnte aber zu der Ursache der Instabilität führen, die Dysgnathiebehandlungen begleiten [Wagner u. Reyneke 2000].

Das Messen von Einflüssen auf das Ergebnis ist von besonderem Interesse, um Misserfolge in Zukunft vermeiden zu können. Doch wie groß ist der Einfluss eines einzelnen Faktors auf den Erfolg der gesamten Therapie? Häufig ist der Erfolg der über Jahre andauernden, interdisziplinären Behandlung von Dysgnathien mit multifaktorieller Genese nicht anhand eines einzelnen Faktors zu messen. Desweiteren spielen neben objektiv messbaren Kriterien auch subjektive Einschätzungen bei der Beurteilung des Erfolges eine Rolle.

Der Erfolg der Therapie sollte gemessen werden, um für jeden einzelnen Patienten eine möglichst komplikationslose, erfolgsversprechende, zielorientierte Therapie auswählen zu können.

### **1.5 Wie kann man den Erfolg der Therapie messen?**

Die Messung des Therapieerfolges basiert in der Regel auf den vorliegenden diagnostischen Unterlagen zu denen generell die Fernröntgenseitenbilder, die Orthopantomogramme, Fotostataufnahmen und Situationsmodelle gehören.

Im Zentrum der Betrachtung stehen die **Fernröntgenseitenbilder**, da nur hier die skelettalen Verhältnisse des Gesichtsschädels vermessen werden können, die durch die Operation verändert werden und nach dem Eingriff stabil bleiben sollen. Die Mehrheit der Studien misst den Erfolg, indem die objektiven Messwerte der Fernröntgenseitenbilder zu verschiedenen Zeitpunkten verglichen werden. Der zeitliche Abstand der Fernröntgenseitenbilder zueinander unterscheidet sich von Studie zu Studie. Doch nicht nur der Abstand zwischen den gemessenen Zeitpunkten differiert zwischen den Studien sondern auch die Messparameter. Die Mehrheit der Studien basieren auf der besonders in der Kieferorthopädie verbreiteten Winkelmessung und der Ermittlung von Streckenverhältnissen. Diese werden bevorzugt angewendet, da sie von der absoluten Größe des Schädels, seinem Wachstumszustand und dem Geschlecht unabhängig sind und mit statistischen Mittelwerten bestimmter Völkergruppen verglichen werden können. Der Vergleich der Messwerte mit gemittelten Sollwerten oder mit den von Hasund individualisierten

Normwerte und der Harmoniebox spielt in der Literatur hinsichtlich einer Erfolgskontrolle eine untergeordnete Rolle [Segner, Hasund 1998]. So stellen Hoffmann et al. fest, dass nur 50% der Patienten mit optimalen ästhetischen und okklusalen Verhältnissen postoperativ „normale“ kephalometrische Werte aufweisen [Hoffmann et al. 1994]. Beim Vergleich mit Sollwerten kann die als Bezugsebene für viele Winkel ausgewählte S-N-Ebene das Ergebnis verfälschen, wenn deren Neigung von der Norm abweicht [Jünger et al. 2000].

Zunehmend basieren Studienergebnisse nach Dysgnathieoperationen auf Veränderungen der einzelnen Referenzpunkte innerhalb eines gedachten Koordinatensystems [Bailey et al. 1998, Bothur et al. 1998, Mobarak et al. 2000a, Mobarak et al. 2000b, Wagner u. Reyneke 2000].

Hier werden dann absolute Größen angegeben, die gegenüber angulären Messungen stärker von projektionsbedingten Verzeichnungen abhängig sind. Radiographisch bedingte Fehler oder Identifikationsfehler der anatomischen Strukturen sowie der Messpunkte wirken sich beim Vergleich von Koordinaten einzelner Punkte stärker aus als bei der Messung von Winkeln oder Streckenverhältnissen [Harzer 1999]. So werden auch Kombinationen aus beiden Messmethoden angewandt [Reitzik 1980, Richter et al. 1990, Yamaguchi et al. 1996, Rotter u. Zeitler 1999, Ayoub et al. 2000, Moldez et al. 2000, Mihalik et al. 2003].

Unabhängig von der Auswertungsmethode ist der Nachteil des Fernröntgenseitenbildes, daß der dreidimensionale Schädel auf die zweidimensionale Filmebene projiziert wird. Bei der Projektion kommt es zu Überlagerungen anatomischer Strukturen, die trotz richtiger Einstellung im Kephhalostaten zu Fehlern bei der Festlegung der Messpunkte führen können [Rakosi 1988].

Ein wesentlicher Bestandteil der Operationsplanung nimmt neben dem Fernröntgenseitenbild das **Modell** ein, meist das einzige dreidimensionale Medium. Eine Visualisierung der dreidimensionalen Bewegungen der Kiefer oder Knochensegmente in Relation zu der anatomischen Umgebung wäre hilfreich. Mittels des 3-D-OSS (orthognathic surgery simulator) Dysgnathiechirurgie Simulator von Krenkel und Lixl [Krenkel u. Lixl 1991] wird versucht, möglichst beide Medien zu kombinieren und somit die Planung besonders für bimaxilläre Operationen und für Asymmetrien zu erleichtern. Dennoch ist diese Technik durch die zwei Ebenen des Fernröntgenseitenbildes begrenzt [Csaszar u. Niederdellmann 2000]. Erst mit der Hilfe von Computertomographien, Magnetresonanztomographien können Schichtbilder angefertigt und mittels Softwareprogrammen dreidimensionale Visualisierungen ermöglicht werden sowie stereolithographische 3-D-Modelle gefräst werden [Brix u. Lambrecht 1987, Santler 2000]. Diese Verfahren werden aufgrund der hohen Strahlenbelastung und Kosten nur für ausgeprägte kraniofaziale Anomalien herangezogen und finden bisher keine routinemäßige Anwendung bei den Dysgnathieoperationen [Xia et al. 2000]. Csaszar und Niederdellmann

geben zu bedenken, daß die beste Simulationsmethode wertlos ist, wenn es keine adäquate Technik gibt, diese exakte Planung klinisch umzusetzen [Csaszar u. Niederdellmann 2000]. Viele Studien bleiben auf die Aussagen des Fernröntgenseitenbildes beschränkt. Der Erfolg der Therapie wird primär an der skelettalen Langzeitstabilität gemessen. Dentale oder parodontale Beeinträchtigungen anhand von **Orthopantomogrammen** werden nur selten in den Studien betrachtet [Schultes et al. 1998]. Das Ergebnis der dentalen und okklusalen Verhältnisse findet ebenfalls nur selten bei den Erfolgskontrollen der Dysgnathiebehandlungen Berücksichtigung. Einerseits liegt das Augenmerk primär auf den skelettalen Veränderungen und andererseits sind die Modellvermessungen lange Zeit schwer vergleichbar gewesen, da sie eine Vielzahl von Einzelzahnabweichungen berücksichtigen und deren Bedeutung für das Ergebnis oder die Therapie rein subjektiv beurteilen. Mit der Entwicklung von Indizes wurden Messmethoden entwickelt, die die Fülle der morphologischen Abweichungen des Gebisses erfassbar, quantifizierbar und somit vergleichbar machen. Bestimmte Kriterien der Malokklusion werden mit numerischen oder kategorialen Werten beschrieben. So soll die Subjektivität, die früher bei der Einschätzung von Behandlungsergebnissen bestand [Berg 1979], reduziert werden. Verschiedene **Indizes** wurden entwickelt. Einige beschreiben die Notwendigkeit einer Behandlung [Summers 1971, Grewe u. Hagan 1972, Little 1975], die anderen den Erfolg einer Behandlung [Richmond et al 1992, Lobb et al 1994] oder sie helfen bei der Festlegung von Behandlungsstandards [Moyers 1990]. Indices sind in der Kieferorthopädie weiter verbreitet als in der Dysgnathiechirurgie.

Ein mittlerweile vielfach angewandter und bewährter Index zur Erfolgskontrolle ist der Peer Assessment Rating (**PAR-Index**) [Richmond et al. 1992]. Der PAR-Index wurde speziell entwickelt zur Messung der okklusalen Veränderungen nach dem kieferorthopädischen Behandlungsabschluss [Buchanan et al. 1993]. Dieser okklusale Index stützt sich auf die Bewertung des Anfangs- und des Schlussmodells. Verschiedenen okklusalen Merkmalen werden bestimmte Punkte zugeordnet und zu einer Summe addiert [Richmond et al. 1994]. So kann das Ausmaß der Malokklusion in einem Zahlenwert ausgedrückt werden und macht Vergleiche mühelos möglich.

Neben der Stabilität gibt es auch Studien, die sich mit **funktionellen Aspekten** auseinandersetzen. Vielfach thematisiert werden Sensibilitätsstörungen. Die Aussagen zur **Sensibilität** basieren sowohl auf klinischen Tests als auch auf subjektiven Einschätzungen der Patienten. Bei anderen Funktionsbeeinträchtigungen wie **Kauen, Abbeißen, Atmen** und **Kiefergelenksbeschwerden** beruhen die meisten Aussagen auf subjektiven Einschätzungen und nicht auf standardisierten objektiven Messmethoden. Eine objektive Bewertung des **Aussehens**

basiert in der Regel auf Profil- und Enfaceaufnahmen. Schwarz klassifizierte den Profilverlauf mit Hilfe der FrankfurterHorizontalen, der Perpendiculare nasale und Perpendiculare orbitale. In der Frontalansicht wird die Gesichtssymmetrie mittels der Median-Sagittalebene, der Bipupillarebene und einer zu dieser Ebene parall verlaufenden Horizontalen durch das Stomion beurteilt. Schwarz kam allerdings zu dem Schluss, dass der wissenschaftliche Wert dieser Fotodokumentation überschätzt wird [Schwarz 1958]. Objektive ästhetische Verbesserung können folglich nicht beschrieben werden und basieren, wenn sie Berücksichtigung finden, auf subjektiven Aussagen. Ähnlich verhält es sich mit der **Zufriedenheit** der Patienten und der Ärzte mit der Behandlung.

Die Erfolgsmessung hängt einerseits von den erhobenen objektiven wie subjektiven Daten der vorliegenden Materialien ab, andererseits spielt der Zeitpunkt der Erfolgsuntersuchung [Neal u. Kiyak 1991], sowie der Aufnahmezeitpunkt der Vergleichsmaterialien eine Rolle. So fallen zum Beispiel Sensibilitätseinschränkungen direkt postoperativ wesentlich ungünstiger aus als nach dem ersten postoperativen Jahr.

Die Messung des Erfolges kann im Vergleich zu Sollwerten erfolgen oder im Vergleich zu einer alternativen Therapie, Operationsmethode, Fixierungsmethode oder in Abhängigkeit von dem anfänglichen Dysgnathiefund bzw. der Notwendigkeit der Behandlung [Westermarck et al. 1999a]. So kann der Erfolg auch nur relativ im Vergleich zu einer alternativen Methode oder anderen Gruppen sein. Oder er kann anhand der Erwartungshaltung [Philipps et al. 2004] oder der Motivation [Voges 1990] des Patienten gemessen werden. Wichtig erscheint es, die Kriterien, woran man den Erfolg messen will, genau zu definieren, bevor man ihn misst.