

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der  
Ludwig-Maximilians-Universität  
München

Direktorin: Prof. Dr. Ingrid Rudzki-Janson

**Die Wirkung der Gaumennahterweiterung auf die Nasenatmung  
im Verlauf der aktiven Dehnung bei Patienten mit  
transversaler Enge im Oberkiefer  
Eine rhinomanometrisch - röntgenologische Studie**

Dissertation

Zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Steffi Bössner

aus  
Leipzig  
2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. dent. Ingrid Rudzki-Janson

Mitberichterstatter: Prof. Dr. M. Griese

Mitbetreuer durch den  
promovierten Mitarbeiter: Priv. Doz. Dr. med. Dr. med. habil. A. Riederer

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 09.01.2006

Meinen lieben Eltern und meinem Mann in Dankbarkeit

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Die Atmung und die Bedeutung für das stomatognathe System	1
1.1.1	Die physiologische Nasenatmung	1
1.1.2	Die Mundatmung und die Auswirkung auf umliegende Strukturen	2
1.2	Kieferorthopädische Therapiemöglichkeiten	4
1.2.1	Die Mundvorhofplatte	4
1.2.2	Die Gaumennahterweiterung	6
1.2.2.1	Die Indikationsstellung	7
1.2.2.2	Anatomische Veränderungen durch die Gaumennahterweiterung	9
1.2.2.3	Dento - alveoläre Veränderungen bei der Gaumennahterweiterung	12
1.2.2.4	Die Auswirkungen der Gaumennahterweiterung auf die Atmung und auf das Allgemeinempfinden der Patienten	15
1.2.2.5	Rezidivwirkung der Gaumennahterweiterung	17
1.3	Röntgenologische Untersuchung zur Feststellung der Breite des Nasenrachenraumes anhand des Fernröntgenseitenbildes	18
<b>2</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>23</b>
3.1	Patientengut	23
3.2	Methode	24
3.2.1	Klinische Untersuchung aus kieferorthopädischer Sicht	24
3.2.2	Klinische Untersuchung aus HNO-ärztlicher Sicht	25
3.2.3	Die anteriore Rhinomanometrie	25
3.2.4	Die Gaumennahterweiterung	28
3.2.4.1	Herstellung der Gaumennahterweiterungsapparatur	28
3.2.4.2	Therapeutisches Vorgehen bei der Gaumennahterweiterung	30
3.2.5	Messungen am Fernröntgenseitenbild zur Bestimmung der Breite des Nasenrachenraumes	30
3.2.5.1	Messmethode	30
3.2.5.2	Kephalometrische Markierungspunkte und Strecken	31
3.3	Statistisches Vorgehen	32

<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>33</b>
4.1	Vergleich der Flow - Werte vor GNE und nach Diastemaöffnung	33
4.2	Vergleich der Flow - Werte nach Diastemaöffnung und am Ende der aktiven Dehnung	36
4.3	Vergleich der Flow - Werte am Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen danach	42
4.4	Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder zur Bestimmung der Breite des Nasenrachenraumes vor GNE und 1 Jahr danach	44
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>51</b>
5.1	Methodenkritik	51
5.2	Ergebniskritik	53
5.2.1	Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung vor GNE und nach Diastemaöffnung	53
5.2.2	Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung nach Diastemaöffnung und am Ende der aktiven Dehnung	54
5.2.3	Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung am Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen danach	56
5.2.4	Bewertung der Fernröntgenseitenbildauswertung	57
5.2.5	Schlussfolgerungen	61
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>76</b>
8.1	Untersuchungsdaten	76
<b>9</b>	<b>Danksagung</b>	<b>86</b>
<b>10</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>87</b>



## 1 Einleitung

### 1.1 Die Atmung und die Bedeutung für das stomatognathe System

#### 1.1.1 Die physiologische Nasenatmung

Die Atmung ist die mächtigste und empfindlichste Grundfunktion zugleich, ihre Störung wiederum gehört zu den meist verbreiteten und dennoch am wenigsten beachteten Krankheitsursachen überhaupt. Gerade in den Aufbaustufen des Säuglings-, Kleinkind- und Jugendalters sind die natürlichen Vorgänge des Wachstums, der Entwicklung und Reifung auf eine gesunde Atemfunktion angewiesen.

Die umgebenden Weichteile sind für die Gestaltung und Form der Kiefer nicht ohne Belang. So beeinflussen der Kauakt, das Schlucken, die Mimik, die Atmung und der Mundschluss über entsprechende Muskeln die Kieferform. Dem Mundschluss wird eine besondere Bedeutung für die Ausbildung eines regelrechten Zahnbogens beigemessen. In einem engen Zusammenhang mit dem Mundschluss steht auch die Atmung. Nur bei ungehinderter Nasenatmung ist ein gesicherter Mundschluss möglich. Die Nase als Atmungsorgan erfüllt dabei wichtige Aufgaben. Sie erwärmt und befeuchtet die Luft um das Tracheobronchialsystem vor Austrocknung und Unterkühlung zu schützen. Durch eine gute Blutversorgung der Nasenhöhle wird die Erwärmung der eingeatmeten Luft ermöglicht. Die Nasenhärchen und der Nasenschleim wirken als Staubfänger mit bakteriziden Effekt [78], [20].

Eine korrekte Zungenlage am Gaumen ist darüber hinaus nur bei einer physiologischen Nasenatmung möglich. Die Mundatmung wiederum begünstigt eine falsch abgesenkte Zungenruhelage. Liegt die Zunge nicht am Gaumen, sondern am Mundboden, kann die Zunge den Oberkiefer nicht korrekt ausformen [47]. Die Folgen sind ein hoher, schmaler Gaumen. Des Weiteren kann nur bei einem kompetenten Mundschluss eine ausreichende Ausbildung der Lippenmuskulatur erfolgen, welche wiederum eine entscheidende Rolle bei der korrekten Einstellung der oberen Schneidezähne spielt [78].

Nur bei der physiologischen Nasenatmung kann ein Gleichgewicht zwischen umliegenden Hart- und Weichgewebsstrukturen mit deren korrekten Entwicklung gewährleistet werden.

### 1.1.2 Die Mundatmung und die Auswirkung auf umliegende Strukturen

Etliche Mechanismen können die Entwicklung eines harmonischen Zusammenspiels zwischen Zahnstellung, Unterkieferhaltung und Körperhaltung stören. Die häufigste Ursache für eine solche Störung ist zugleich diejenige, die zumeist unerkannt bleibt und unterschätzt wird: die chronische Mundatmung.

Bei dieser Atemform muss zwischen einer echten Mundatmung, die durch pathologische Gegebenheiten hervorgerufen wird, und der habituellen Form unterschieden werden. So können verengte Nasenöffnungen, Deformationen der Nasenscheidewand, Polypen oder eine Hypertrophie der Tonsilla pharyngea zur Beeinträchtigung der Nasenatmung und somit zu einer Mundatmung führen [33], [92], [128]. Eine Mitursache für das Entstehen einer Rhinopathie mit einer resultierenden Mundatmung kann im vorpubertären Zeitraum auch die physiologische Zunahme des lymphatischen Gewebes darstellen [87]. Dadurch kommt es zur Einengung der oberen Luftwege mit der Folge einer fehlerhaften Atmung. Bei einer habituellen Mundatmung hingegen liegt kein pathologischer HNO-Befund vor. Trotz freier Nasenpassage atmen die Patienten aufgrund einer schlechten Angewohnheit durch den Mund [71], [119].

In der Literatur gibt es bezüglich des Zusammenhanges zwischen Mundatmung und vorliegenden skelettalen Anomalien verschiedene Auffassungen, wobei die umstrittene Frage von Ursache und Wirkung noch immer nicht eindeutig geklärt ist [127]. Man unterscheidet generell drei verschiedene Theorien:

- 1) Die Mundatmung führt zu bestimmten Zahn- und Gebissfehlstellungen
- 2) Bestimmte Zahn- und Gebissfehlstellungen führen zu einer Mundatmung
- 3) Mundatmung und Zahn- und Gebissfehlstellungen sind Parallelvorgänge, die sich gegenseitig verstärken

Eine gehäufte Kombination zwischen Zahn- und Gebissfehlstellungen und einer Mundatmung wurde schon von ROBERT (zitiert nach MORRISON [122]) festgestellt. Er machte die fehlerhafte Atmung für ein pathologisches Wachstum des Oberkieferkomplexes und der Nase verantwortlich. Dadurch sei das Gleichgewicht zwischen Zungen- und Wangendruck im Bereich des Oberkiefers gestört. Durch die Wangenmuskulatur entsteht dabei eine Kompression im Prämolaren- und Molarenbereich, wobei der anteriore Anteil des Oberkiefers nach ventral gedrückt wird. Die beobachtete Protrusion der Frontzähne wird durch die offene Mundhaltung und den fehlenden Lippendruck erklärt [92]. Viele andere Autoren unterstützen diese so genannte „Kompressionstheorie“ [46], [65], [92], [118], [120].

Von Beginn des 20. Jahrhunderts bis heute lassen sich zahlreiche Veröffentlichungen finden, die ähnliche Erscheinungsbilder bei vorliegender Mundatmung beschreiben (LANDSBERGER 1909 [84], ANDRESEN-HÄUPL 1957 [2], LINDER-ARONSON 1970, [92], HERSHEY 1976 [68], BAHNEMANN 1979 [8], BEHLFELT 1990 [11], STÖCKLI und BEN-ZUR 1994 [140])

BENTZEN beschreibt schon 1903, dass bei Mundatmung nicht nur eine Zahnbogenenge, sondern ebenso eine Erhöhung des Oberkiefers entsteht. Die Gaumenhöhe vergrößert sich dabei in dem Maße, in welchem die Nasenhöhle aufgrund ihrer Inaktivität atrophiert. Dies wird von MOSS und SALENTIJN (1969) als so genannte „Inaktivitätstheorie“ beschrieben [104].

Als Folge des erhöhten negativen Luftdrucks in der Nasenhöhle und der daraus entstehenden Druckdifferenz in der Nasen- bzw. Mundhöhle erklärt KANTOROWICZ (1916) den hohen Gaumen bei Mundatmung. Er beschreibt dies als „Excavationstheorie“ [77].

NEUMANN und SCHWARZ gehen davon aus, dass der schmale, hohe Gaumen mit Protrusion und Engstand im anterioren Bereich rein hereditär anzusehen ist. Diese erblich bedingte Dysgnathie führe dabei zur Einengung des Nasenraumes und letztendlich zu einer Behinderung der Nasenatmung [133].

Viele Autoren sehen jedoch die Mundatmung und die beschriebenen Zahn- und Gebissfehlstellungen als Synergismus. Atmungsstörungen und Gebissanomalien stellen dabei Parallelvorgänge dar, die sich einander verstärken und dann letztendlich zu den bekannten Zustandsbildern im stomatognathen System führen [56], [80].

## 1.2 Kieferorthopädische Therapiemöglichkeiten

### 1.2.1 Die Mundvorhofplatte

Die Mundvorhofplatte (MVP), auch Lippenformer genannt, zählt zu den passiven kieferorthopädischen Apparaturen. Sie kann aus einem weich bleibenden oder aus einem harten Kunststoff bestehen, welche zwischen den Zähnen und der Lippe liegt, ähnlich wie der Schnorchel beim Tauchen.

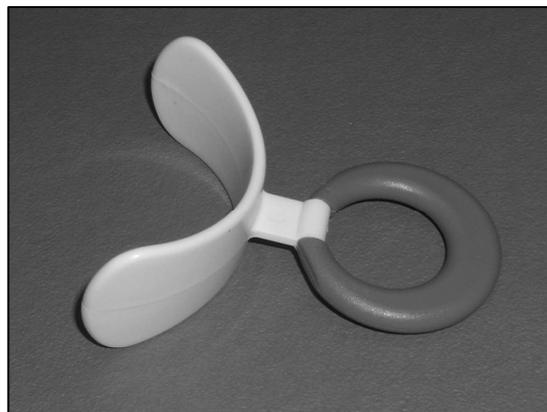


Abbildung 1

#### Die Mundvorhofplatte

Die Vorhofplatte wirkt auf biologische Weise. Sie stellt verloren gegangene physiologische Beziehungen wieder her und beseitigt bestehende Anomalien durch die Ausnutzung natürlicher Kräfte wie z.B. der Muskelkraft und des Luftdruckes. Die Platte ist ein loses, also vollständig passiv im Munde liegendes Gerät. Erst durch die Kau-, Lippen- und Zungenmuskulatur wird die Vorhofplatte aktiviert und überträgt die

Muskelkräfte auf die Zähne. Durch Lippenübungen wird der Musculus orbicularis oris verstärkt angeregt und die reflektorische Kontraktion der Lippenmuskulatur aktiviert. Für diese Übungen soll der Patient an der Platte saugen und mit den Fingern eine reziproke Kraft auf die Platte ausüben. Ähnlich wie ein Turngerät wirkt die Vorhofplatte während des Tages, wenn der Patient myofunktionelle Übungen damit ausführt. Die Indikationen für die Mundvorhofplatte sind vielfältig:

- Beseitigung der Mundatmung
- Retrusion protrudiert stehender Zähne
- Stärkung der Muskulatur, vor allen Dingen des Musculus orbicularis oris
- Abgewöhnen der Habits Lutschen, Lippenbeißen und Lippensaugen
- günstige Beeinflussung des Schluckaktes
- frühzeitige Behandlung von Distalbissen

Der Einsatz der Mundvorhofplatte zur Beseitigung der Mundatmung eignet sich nur bei solchen Patienten, die eine freie Nasendurchgängigkeit aufweisen, also aufgrund einer schlechten Angewohnheit durch den Mund atmen. Bestimmte Muskelgruppen sind durch die dauerhafte Mundatmung unterentwickelt und müssen erst durch den Einsatz der Mundvorhofplatte wieder gestärkt werden, damit ein korrekter Mundschluss mit der Folge einer Atmungsumstellung resultieren kann [79].

Die Mundvorhofplatte begünstigt durch eine langsame Adaptation des Patienten an die Nasenatmung die Umstellung auf den physiologischen Atemmodus [58], [110]. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wird sie von NEWEL [108], NORTHCROFT und JAMES [112] zur Therapie der Mundatmung verwendet. In weiteren Publikationen werden von DICKIN [43], NORD [110], HOTZ [71] und GIACOMETTI [58] immer wieder die Vorzüge der Mundvorhofplatte zur Bekämpfung der Mundatmung unterstrichen.

Wie bei allen anderen Habits sollte auch die Therapie der Mundatmung bereits so früh wie möglich begonnen werden, da sie in diesem Entwicklungsstadium noch völlig zur Ausheilung kommen kann [79].

Auch A.M. SCHWARZ unterstreicht diese Aussage. Seiner Meinung nach hängt der Erfolg einer kieferorthopädischen Behandlung vom ungezwungenen Lippenschluss und einer korrekten Nasenatmung ab [134].

### 1.2.2 Die Gaumennahterweiterung

Seit dem 19. Jahrhundert sind zur transversalen Erweiterung des Oberkiefers sowohl herausnehmbare als auch festsitzende Apparaturen verwendet worden. Die erste forcierte Gaumennahterweiterung (GNE) wurde im Jahre 1860 von E. C. ANGELL beschrieben [3], [4]. Seine Apparatur bestand aus „zwei, sich in gegensätzlicher Richtung drehender Schrauben, mit je einem Gewinde nach rechts und links“. Diese Apparatur wurde allein an den Zahnhälsen befestigt und hielt nur durch den Druck der Dehnung.

Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Konstruktionen von Apparaturen beschrieben. Die erste umfangreiche Arbeit über die Gaumennahterweiterung wurde von SCHROEDER-BENSELER im Jahr 1913 veröffentlicht [130]. In dieser beschrieb er ein Gerät, bei dem die Schraubkraft ausschließlich von den körperlich gefassten Zähnen auf die Kieferknochen übertragen wurde. Von DERICHSWEILER wurde 1956 eine Apparatur vorgestellt, bei der die Gaumenwände zur Abstützung und Kraftübertragung mit herangezogen wurden. Ziel war es, eine Kippung der Ankerzähne zu vermeiden. Um eine ausreichende Fixation zu gewährleisten wurden hauptsächlich festsitzende Apparaturen beschrieben [42].

Von ÖHLER und SCHÖNHERR wurden im Jahre 1958 herausnehmbare Geräte mit der gleichen Zielsetzung empfohlen [115], [125]. Neben gegossenen und anderen aufwendig hergestellten Geräten wurden zementierte Aufbissplatten aus Kunststoff und an Bändern befestigte Kunststoffplatten entwickelt. Zu diesen gehört die 1961 von HAAS hergestellte GNE - Apparatur, deren Verbindungselemente und Schraube mit einer fest am Gaumen anliegender Kunststoffbasis verbunden waren. Diese so genannte „Kunststoffkappenschiene“ wurde direkt adhäsiv befestigt und enthielt keine Verbindungselemente [6], [63], [138].

Durch die Einführung der Hyraxschraube nach BIEDERMANN, eröffnete sich eine neue Ära in der Herstellung von GNE - Apparaturen. Sie erlaubte eine einfache Laborarbeit und führte beim Patienten zu besseren Mundhygieneverhältnissen. Diese Schraube mit Retentionsarmen wurde an Bändern fest geschweißt oder gelötet. Viele Modifikationen dieser Apparatur sind möglich, wie zum Beispiel die Modellgusskappenschiene mit eingebauter Hyraxschraube, welche besonders bei stark reduziertem Zahnbestand einsetzbar ist [16].

Neben der Hyraxschraubenapparatur, welche derzeit die meist verbreitete Apparatur ist, ist als Neuerscheinung der transpalatinale Distraktor (TPD) zu nennen. Dieser besteht aus teleskopierenden Zylindern, die in verschiedenen Größen erhältlich sind. Diese Zylinder, so genannte Distraktoren, werden an zwei Aufsätzen jeweils knöchern am Gaumen in Regio 14 und 24 abgestützt. Nach einer T-förmigen Inzision als Markierung an der palatinalen Gaumenschleimhaut wird der Distraktor eingesetzt. Die Einheilungszeit der Aufsätze in der Schleimhaut beträgt 7 Tage. Daraufhin kann eine Expansion der Sutura palatina mediana erfolgen. Jeden Tag wird um 0,33 mm aktiviert. Maximal kann eine Dehnung um bis zu 12 mm erfolgen. Ein entscheidender Faktor ist die direkte Kraftübertragung auf den Knochen, sodass Zahnkippen und Veränderungen an der palatinalen Schleimhaut nicht befürchtet werden müssen [103].

#### 1.2.2.1 Die Indikationsstellung

Zu den allgemeinen Indikationen für eine Gaumennahterweiterung zählen funktionelle Kreuzbisse, ein- oder beidseitige Kreuzbisse, Patienten mit schmaler apikaler Basis, sowie Frontengstand. Patienten mit erschwelter Nasenatmung und Tendenz zur Mundatmung bei vorliegendem Schmalkiefer, wie auch bei nachgewiesener Septumdeviation und Vorliegen von adenoiden Wucherungen, zählen gleichermaßen zur Indikationsgruppe [53], [54], [115], [125], [129], [131].

Nach EKSTRÖM ist generell das Vorhandensein eines bilateralen Kreuzbisses in Verbindung mit einer falschen Bisslage Indikation für diese Behandlungsmethode [50]. Durch eine Erweiterung des Gaumens ist es möglich, impaktierte, rotierte oder

verlagerte Zähne in die Zahnreihen einzugliedern und somit die Zahl der Extraktionen zu verringern. Soweit vertretbar, sollte die Gaumennahterweiterung der Extraktion vorgezogen werden. Obwohl das Ziel der GNE hauptsächlich die transversale Erweiterung eines Schmalkiefers und die Beseitigung der daraus resultierenden Okklusionsabweichung ist, sind die Indikationsstellungen nach CEYLAN, OKTAY und DEMIRCI nicht nur auf den Oberkiefer begrenzt. Ihre Untersuchungen haben gezeigt, dass durch dieses Therapiekonzept eine Verbesserung in der Atmung erzielt werden kann, sowie ein Schnarchen behoben, und Hörprobleme, die in verengten Strukturen im Bereich der Tuba auditiva begründet sind, aufgehoben werden können [27].

Nach TIMMS ist eine alleinige Indikationsstellung für eine GNE auch bei Patienten mit nasalen Stenosen gegeben, selbst wenn kein Kreuzbiss vorhanden ist [146]. Es muss jedoch genau zwischen der medizinischen Notwendigkeit und den dadurch entstehenden Risiken abgewogen werden.

Patienten mit Steilgaumen leiden bevorzugt an behinderter Nasenatmung und der Tendenz zur Mundatmung. Die Gaumennahterweiterung führt zu einer Verbreiterung des Gaumens und dadurch zu einer Reduzierung vorliegender nasaler Probleme. Sie kann als alternative Behandlungsmaßnahme zur Behebung dieser Problematik eingesetzt werden [29].

Nach DERICHSWEILER, SCHWARZ und REICHENBACH, wird der Indikationsbereich für das Einsetzen einer Gaumennahterweiterungsapparatur unterschiedlich beurteilt. Nicht allein kieferorthopädische Gründe können eine Indikation für eine GNE sein. Es werden sowohl allgemein-medizinische und rhinologische Notwendigkeiten, sowie der Einsatz bei Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten genannt. Häufig wird die GNE auch als vorbereitende Maßnahme für den Einsatz von funktionskieferorthopädischen Geräten eingesetzt [72].

SCHWARZ unterscheidet speziell zwischen einem so genannten nasen-orthopädischem Eingriff, der voraussetzt, dass nasale Beschwerden durch einen schmalen Oberkiefer verursacht werden [133]. Dazu zählt eine persistierende Mundatmung trotz einer Entfernung der Adenoiden und der Tonsillen sowie Schnarchen und Mittelohrschwerhörigkeit. Häufig auftretende Mittelohrentzündungen sind die Folge. Eine rhinologische Indikation ist in diesen Fällen gegeben. Dieser weitläufige Indikationsbereich zeigt, dass die GNE einen festen Platz unter den Behandlungs-

methoden hat. Sie muss jedoch richtig überdacht werden und sollte von erfahrenen und geübten Kieferorthopäden durchgeführt werden. Konsultationen mit anderen medizinischen Fachgebieten, vor allem mit der HNO erscheinen sinnvoll, zumal die GNE mögliche vorliegende Hals-Nasen-Ohren-ärztliche Erkrankungen und Unterentwicklungen positiv beeinflussen kann [158].

Richtig angewendet und klar indiziert, wirkt die GNE Wachstums fördernd, wobei das therapeutische Ziel von der Altersgrenze abhängt. Das Ziel dieser Methode ist es, „Reiz und Reaktion bei einer Regulierungsmaßnahme in ein adäquates Verhältnis zu bringen“ [57]. Nicht immer jedoch kann die Kieferanomalie vollständig behoben werden, so dass ein Wachstumsdefizit bestehen bleibt. In seltenen Fällen kann sie nur teilweise korrigiert werden. Der Zahnbestand muss dann reduziert werden, das heißt Extraktionen können trotz der durchgeführten Gaumennahtdehnung nicht mehr vermieden werden. Beide Methoden sollten demnach unabhängig voneinander betrachtet werden [37], [133].

#### 1.2.2.2 Anatomische Veränderungen durch die Gaumennahterweiterung

Unter der Gaumennahterweiterung versteht GERLACH einen traumatischen Prozess, welcher zu einer Verbreiterung des Oberkiefers führt [57]. Bei einem genügenden Widerstand und einer optimalen Schraubenspannung, tritt eine elastische Verformung des lateralen Anteiles des Os maxillare auf. Diese Verformung wird bedingt durch die mediane Trennung des Os palatinum und der Aufsplitterung der Nasenscheidewand. Mit einer Erweiterung von 50 % ist an der Oberkieferbasis zu rechnen und mit etwa 25 % an den Ankerzähnen und der Nasenhöhle [81]. Eine Verformung am Jochbeinansatz findet dabei nicht statt, unabhängig davon, wie die Beschaffenheit des Knochens zu dieser Zeit ist. Bei der Methode der GNE kommt es zu einem Auseinanderdrängen der beiden Oberkieferhälften. Der Bereich der Sutura palatina mediana wird besonders im anterioren Bereich V-förmig geöffnet. Die Bezeichnung einer Fraktur ist in diesem Zusammenhang unzutreffend, da es bei diesem Vorgang zu einer Ruptur und vielen Mikrofrakturen kommt.

Die Schleimhaut der Mund- und Nasenhöhle sowie der Periostüberzug bleiben vollständig erhalten. Im Bereich der Suturränder kommt es im Laufe der Zeit zu einer knöchernen Heilung und Stabilisierung [158].

Eingriffe nach einer vollständigen Ossifikation der Suturen sind durch alleinige kieferorthopädische Maßnahmen nicht mehr möglich. Mit zunehmendem Alter und fortschreitender Verzahnung und Verknöcherung der Suturen ist eine Erweiterung nur noch chirurgisch zu vollziehen [15], [29].

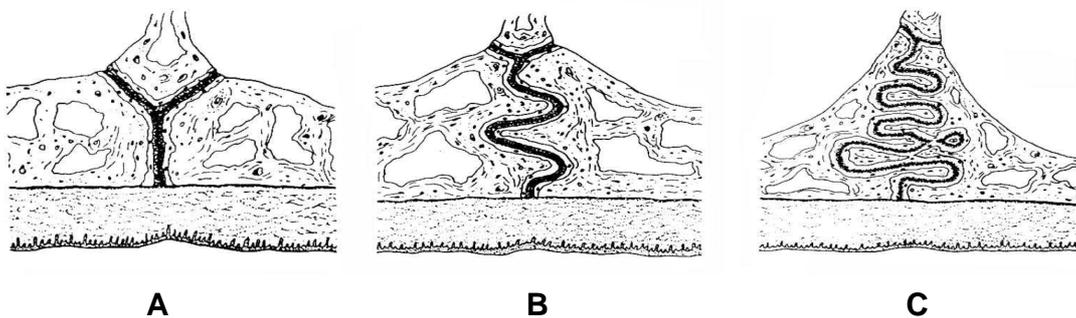


Abbildung 2

Struktur der Sutura palatina mediana in verschiedenen Altersstufen

A: Y-förmig im Kindesalter von 8 Jahren

B: Beim Jugendlichen im Alter von 12 Jahren

C: Beim Erwachsenen kurz vor der Ossifikation im Alter von 18 Jahren

(Frontalschnitt mit Vomer und beiden Gaumenhälften [147], [166])

Die Maxilla wird von 10 Knochen umgeben. Dazu gehören das Os ethmoidale, Os frontale, Os zygomaticum, Os pterygoideum, Os sphenoidale, Os nasale, Os lacrimale, der Vomer, das Os temporale und Os palatinum. Die Mandibula umgibt die Maxilla indirekt [24], [27], [28].

Der Oberkiefer setzt sich zusammen aus dem Processus palatinus, Processus alveolaris, Processus frontonasalis, Processus frontomaxillaris, Processus zygomaticus sowie Os palatinum mit dem Processus pyramidalis. Bei der Gaumennahterweiterung kommt es zu einem Auseinanderdrängen der Suturen in dieser Umgebung. Os zygomaticum, Os sphenoidale, der infratemporale Teil der Maxilla sowie der Processus alveolaris der Maxilla werden in den Dehnungsprozess des Os palatinum einbezogen.

Die beiden Kieferhälften der Maxilla rotieren um einen Drehpunkt in der frontomaxillären Sutura sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene. Die Maxilla scheint nach vorne unten zu kippen. SANDIKCOGLUH und HAZAR sowie DAVIS und KRONMAN zeigten in ihren kephalometrischen Untersuchungen, dass sich Punkt A nach vorne bewegt und der SNA - Winkel zunimmt, welches eine skelettale Bewegung nach vorne unten darstellt [1], [28], [30], [34], [74], [124].

Die Gaumennahterweiterung hat nicht nur Effekte auf Maxilla und Sutura palatina mediana, sondern auch auf tief liegende anatomische Strukturen des Viszero- und Neurokraniums. In einer Studie von HOLBERG wurden Spannungen am juvenilen und adulten Keilbein, induziert durch die forcierte Gaumennahterweiterung, mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) analysiert [70]. Dabei sollten vor allem Spannungen und Deformationen in der Nähe der sphenoidalen Foramina mit ihren Nervenstrukturen dargestellt werden. Als Ergebnisse zeigten sich beim juvenilen Keilbein nur moderate Spannungen und Deformationen, so dass ernste nervale Komplikationen unwahrscheinlich sind. Aufgrund der geringeren knöchernen Elastizität bei Erwachsenen traten jedoch an diesen Stellen beachtliche Spannungen auf, die zu Mikrofrakturen mit Verletzung nervaler und vaskulärer Strukturen führen können. Um Komplikationen an der Schädelbasis erwachsener Patienten beim Einsatz einer Gaumennahterweiterungsapparatur zu vermeiden empfiehlt HOLBERG, zusätzlich zur Schwächung der anderen anatomischen Strukturen, eine chirurgische Trennung der Maxilla vom Keilbein [70].

Wie in der Arbeit von WERTZ schon im Jahre 1967 beschrieben wurde, erfolgt durch die Gaumennahterweiterung keine parallele Öffnung, sondern eine stärkere Öffnung im anterioren Bereich der Sutura palatina. WERTZ schlussfolgerte daraus, dass eine Stenosis, hervorgerufen durch eine Obstruktion im anterioren Bereich der Nase mit einer Gaumennahterweiterung gut korrigierbar ist, andererseits ist eine Obstruktion im posterioren Bereich der Nase mit einer Gaumennahterweiterung nur wenig erfolgversprechend. Entscheidende vertikale skelettale Veränderungen sind nicht zu erkennen, welche zu einer sichtbaren Veränderung in der Gesichtshöhe führen [160], [161].

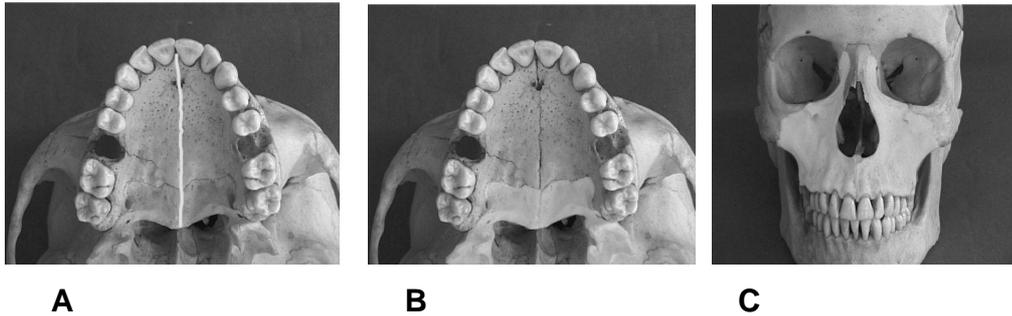


Abbildung 3

Knöcherne Strukturen

A: Sutura palatina mediana

B: Os palatinum

C: Os nasale mit dem Processus frontalis der Maxilla und dem angrenzendem Os zygomaticum [166]

Im Unterkiefer sind geringe skelettalen Veränderungen während der Expansion erkennbar, die als Folge der Gaumennahterweiterung anzusehen sind. Eine posteriore Rotation der Mandibula ist nachzuweisen, die durch die Lateralkippung der beiden Maxillahälften bedingt ist [15], [32], [49], [55], [62], [63], [74], [98], [152], [159].

Eine geringe spontane transversale Erweiterung des Unterkiefers um einige Millimeter ist zu verzeichnen. In den meisten untersuchten Fällen zeigt sich nur eine bukkale Aufrichtung im unteren Seitenzahnbereich mit leichter Zunahme der Zahnbogenbreite [149], [159].

### 1.2.2.3 Dento - alveoläre Veränderungen bei der Gaumennahterweiterung

Bei jeder kieferorthopädischen Behandlung, so auch bei der Gaumennahterweiterung, kann es auch bei einer korrekten Durchführung zu einer Schädigung des Zahnhalteapparates kommen. Dieses äußert sich in gingivalen Läsionen, Zahnlockerungen sowie in Wurzelresorptionen. Die individuelle Reaktionslage des Patienten sowie die Mundhygiene bestimmen das Ausmaß dieser Folgeerscheinungen. Die Häufigkeit solcher dentalen und parodontalen Veränderungen ist eher bei

feststehenden Apparaturen vorzufinden und weniger oder gar nicht bei herausnehmbaren Geräten. Röntgenologisch sichtbar werden Resorptionsvorgänge erst beim Überschreiten eines gewissen Ausmaßes, sie können aber auch ganz unsichtbar bleiben. Da beim feststehenden Gerät kontinuierliche Kräfte auf die Zähne ausgeübt werden, ist hier ein höheres Risiko für Wurzelresorptionen gegeben.

Laterale Wurzelresorptionen können durch Einlagerungen von Reparaturzement ausheilen. Meistens kommt es aber in diesen Bezirken zu irreversiblen Schädigungen, so dass es zu Verkürzungen der Wurzel kommen kann. Folglich wird der Zahnhalteapparat geschwächt. Im Hinblick auf diese möglichen nachteiligen Auswirkungen ist bei der Indikationsstellung für eine Behandlung abzuwägen, ob die zu erwartenden Gewebs- und Zahnschäden einen kleineren Krankheitswert besitzen als die zu behebende Anomalie des Gebisses [157]. In der Regel kommt es durch die Anwendung der feststehenden Gaumennahterweiterungsapparatur zu einer Kraftübertragung von den körperlich gefassten Zähnen, meist die ersten Molaren, auf den Kieferknochen. Hierbei ist häufig mit einer bukkalen Kippung der Zähne zu rechnen. Nach Erreichen des Kronenkontaktes tritt bis zur ursprünglichen Achsenstellung eine Aufrichtung der Zähne auf. Gleichzeitig biegen sich die vorderen Gaumenhälften über einen Drehpunkt im Bereich des Nasion hinaus und führen zu einer Gaumendachsenkung [32], [63], [66], [98], [106].

CROSS und MCDONALD berichteten über eine Erweiterung des Alveolarknochens im Bereich der oberen vorderen Incisivi mit Weiten zwischen 1,6 und 5,2 mm während der Expansion. Größere Werte wurden jedoch im Molarenbereich des Oberkiefers gemessen, die zwischen 1,3 und 13,8 mm lagen. Die größere transversale Erweiterung im posterioren Teil resultiert hier allein durch eine bukkale Kippung der oberen Molaren. Ein Diastema (= Zwischenraum) im Bereich der oberen mittleren Schneidezähne resultiert nach Abschluss der Expansionsperiode [31]

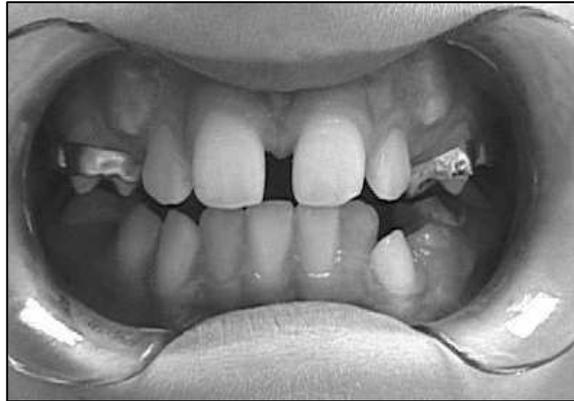


Abbildung 4  
Diastemabildung

Im Unterkiefer sind die Seitenzähne den Kräften im Mund ausgesetzt, wie Zungen- und Kaukräften. Sie sind in ihrer Position nicht starr fixiert. Bedingt durch die Dehnung im Oberkiefer kommt es zu einer Achsenaufrichtung der Seitenzähne. Der einfache Kauakt sowie der gewonnene Freiraum der Zunge und Muskelbalance unterstützen diese Bewegungen. Die Kompression wird zwangsläufig durch die physiologische Aufrichtung der unteren Seitenzähne, bedingt durch die Änderung ihrer Achsenneigung, aufgehoben. Durch aktive Apparaturen im Unterkiefer kann dieser Vorgang unterstützt werden. Die Erweiterung sollte langsam durchgeführt werden, um den Seitenzähnen des Unterkiefers bei der Änderung der Achsenneigung ausreichend Zeit zu geben. Resorptionen an den Zähnen können so vermieden werden [31], [40], [63]. Nach DERICHSWEILER gelingt es, den Zahnbogen durch die Gaumennahterweiterung zu weiten und somit in transversaler und sagittaler Richtung Platz zu schaffen [37]. Die Zähne im Oberkiefer reagieren während der stattfindenden Dehnung mit einer bukkalen Kippung. Nach Entfernung der Apparatur resultiert eine Aufrichtung der Zähne. Diese Aufrichtung kann mit Geräten, wie zum Beispiel mit dem Transpalatinalbügel (TPA) aktiv unterstützt werden. Der Kaudruck begünstigt dabei diese Aufrichtung. Als Misserfolge gilt eine Kieferdehnung, bei der eine Kippung der Seitenzähne bestehen bleibt [32], [133]. Durch die V-förmige Dehnung der Sutura palatina mediana kann eine geringe sagittale Entwicklung des Frontzahnbogens beobachtet werden. Zurückzuführen ist diese Beobachtung auf eine am distalen Punkt der Sutura stattfindende Rotation und eine hierdurch hervorgerufene geringe mesiale und bukkale Verlagerung der Frontzähne.

Häufig resultiert direkt nach der Expansion ein offener Biss, der auf die Bukkalkippung der Oberkiefermolaren zurückzuführen ist [1], [28].

#### 1.2.2.4 Die Auswirkungen der Gaumennahterweiterung auf die Atmung und auf das Allgemeinempfinden der Patienten

DERICHSWEILER beschreibt, dass nach erfolgter Gaumennahtdehnung eine Spontanumstellung der vorliegenden Mundatmung auf die Nasenatmung beobachtet wird [40]. Viele Patienten mit Steilgaumen leiden an einer eingeschränkten Nasenatmung, was eine Mundatmung zur Folge hat. Durch eine transversale Erweiterung des Oberkiefers kann es zu einer Begradigung einer vorliegenden Septumdeviation kommen, falls die Behandlung frühzeitig begonnen wird (6.-8. Lebensjahr) und die Septumdeviation nicht Bestandteil einer allgemeinen Schädelasymmetrie ist. Es kommt hierbei zu einer leichten Aufdehnung der Lamina mediana des Siebbeins und des Pflugscharbeins, welche die dünnen Anteile der Nasenscheidewand bilden. Hierbei kommt es zum so genannten „Nasenzwurzelschmerz“. Weiterhin resultiert durch die Dehnung der Maxilla eine Erweiterung des Nasenbodens, die zu einer besseren nasalen Durchlüftung führt. Durch die Dehnung der Sutura palatina mediana zeigt sich gleichzeitig eine deutliche Verbreiterung der Nasenhöhlen [32], [49], [165]. CROSS und MCDONALD untersuchten Patienten mit posteriorem Kreuzbiss ohne einen Anhalt auf eine adenoide Blockade im Nasopharynx und vorangegangene chirurgische Eingriffe zu haben. Dabei stellten sie keine signifikanten intranasalen Veränderungen fest. Die maximale Erweiterung der Nasenkavität lag bei 1,06 mm. Zurückzuführen sind diese Werte auf eine Vorwärtsbewegung des Oberkiefers während der Erweiterung, die zu einem Absinken des Nasenbodens führt [31], [32], [63], [137], [160]. Anomalien im Bereich der Maxilla sind meist skelettal fixierte Entwicklungen, welche zu rhinologischen Problemen führen können. Mundatmung, verminderte Nasenatmung durch Minderentwicklung der Nasengänge, Wölbung des Nasenbodens, beidseitiger Kreuzbiss mit hohem Gaumendach und transversaler Unterentwicklung der Maxilla sind typische

Erscheinungsbilder dieser Art von Fehlbildungen. Durch die Methode der Gaumennahterweiterung kommt es nachweislich zu einer Rückbildung von bestehenden adenoiden Hypertrophien und Hyperplasien und folglich zu einer verbesserten Atmung [27], [68], [116], [161].

WEISE zeigte, dass nach ausgeprägter Oberkieferverbreiterung, besonders beim Vorliegen eines Steilgaumens, eine Umstellung von Mund- auf Nasenatmung erfolgt. Auch bei bestehendem flachen Gaumen und geringem transversalen Defizit sind Atmungsumstellungen zu beobachten [158]. Diese Umstellung erfolgt bei den Patienten spontan und wird schon durch geringe Erweiterungswerte erzielt. LINDER-ARONSON und ASCHAN zeigten in ihren Untersuchungen eine Reduktion der nasalen Probleme während einer forcierten Gaumennahtdehnung. Entscheidend waren hier die folgenden Nachuntersuchungen ein Jahr später, in der 76,5 % der behandelten Patienten weiterhin eine stabile nasale Atmung aufwiesen [49], [93].

Durch die Veränderungen, die bei einer GNE entstehen, konnte bei den Patienten eine verbesserte vegetative Reaktionslage beobachtet werden, das Sprachverhalten erwies sich als fortschrittlich, die weitere Entwicklung zeigte sich regelrechter. Durch die auftretende Umstellung der Mund- auf die Nasenatmung erschienen die Patienten ruhiger und ausgeglichener [98], [100], [139]. STOCKFISCH und EIREW berichteten über häufig auftretende Infektionen der oberen Atemwege, die vor der Behandlung vorgelegen haben und welche nach erfolgter Therapie mittels der GNE deutlich reduziert oder sogar ganz behoben werden konnten [49], [139].

Nach DERICHSWEILER kommt es zu einer Verbreiterung der Kiefer- und Nasenhöhle und zu einer Absenkung des Nasenbodens und des Gaumendaches. Als Folge tritt im Bereich der Nase eine Rückbildung der Schleimhautwucherungen und Adenoide auf, was zu einer Umstellung einer bestehenden Mundatmung auf die Nasenatmung führt. Eine deutliche Verbesserung des vegetativen Systems sei allgemein die Folge [40]. Auch GERLACH lieferte in seinen Untersuchungen immer wieder Hinweise auf eine positive Veränderung in dem Verhalten von jungen Patienten, die sich einer Gaumennahterweiterung unterzogen haben [57].

### 1.2.2.5 Rezidivwirkung der Gaumennahterweiterung

Nach TIMMS ist bei einer Dehnung die Geschwindigkeit der entscheidende Faktor um eine maximale Erweiterung des Oberkiefers zu erlangen und um einen Verlust der erzielten Dehnung zu vermeiden. Entscheidend ist eine Suturenerweiterung mit minimaler Zahnbewegung, was bedeutet, dass eine Kraftübertragung direkt auf den Knochen erfolgen sollte. Bei einer raschen Expansion besteht nicht ausreichend Zeit für das Auftreten orthodontischer Zahnbewegungen, so dass Umbauvorgänge erst nach der Eröffnung der Sutura palatina stattfinden können. Eine Stabilität der erzielten Dehnung kann somit eher erfolgen und ein Kollabieren vermieden werden.

Nach TIMMS tritt bis zu ein Drittel Verlust der Erweiterung auf, also ein Rezidiv. Aufgrund einer erfolgten Überdehnung ist dieses Rezidiv ohne medizinischen Belang. Bei einer effektiven Gaumennahterweiterung ist das Ausmaß einer Dehnung des Oberkiefers nicht entscheidend, besonders, wenn diese sehr früh erfolgt. Eine Dehnung von 5-10 mm ist meistens ausreichend, um frühe skelettale Manifestationen zu vermeiden. Eine sofortige Retention ist wichtig, um einen Kollaps der erzielten Dehnung zu verhindern. Weiterhin werden während der Retentionsphase die Umbauvorgänge in den knöchernen Strukturen fortgesetzt und die Situation stabilisiert [63], [147], [150]. Bei einer GNE ohne Retention ist mit einem Rezidiv von 45 % zu rechnen, wobei ein Unterschied zwischen herausnehmbaren und festsitzenden Retentionsgeräten zu nennen ist. Bei einer Retention mit herausnehmbaren Platten ist eine Rezidivneigung von 22-25 % zu erwarten, mit festsitzenden Retainern deutlich weniger mit 10-23 % [66], [69]. Neben funktionellen Kräften und skelettalen Veränderungen, die ein Rezidiv verursachen können, werden sehr häufig lokale Faktoren als Grund genannt. Vor allem der Faserapparat der derben Gaumenschleimhaut zählt zu den lokalen Faktoren. In der Zeit, in der ein Knochen noch nicht ausgereift, umstrukturiert und mineralisiert ist, kann dieser problemlos mobilisiert und durch die Kräfte des Faserapparates in eine neue Position gebracht werden. Da ein neu gebildeter Knochen zumindest 3 bis 6 Monate braucht, um seine Reifung zu vollziehen, sollte dieser durch ein Retentionsgerät so lange wie möglich in der neuen Position gehalten werden. Ein Rezidiv nach dieser Zeit ist nicht mehr entscheidend [19]. Nach KREBS rezidiert vor allem der Bereich der Eckzähne, die Molarengegend bleibt weitgehend stabil. Eine Überdehnung ist daher

empfehlenswert [81], [139]. Je früher eine Therapie begonnen werden kann, desto geringer ist das Auftreten eines Rezidivs. Bei jungen Patienten werden geringere oder sogar keine Verluste in der transversalen Weite beobachtet [136], [137], [139], [159].

### 1.3 Röntgenologische Untersuchung zur Feststellung der Breite des Nasenrachenraumes anhand des Fernröntgenseitenbildes

Der Nasenrachenraum bezeichnet den Raum zwischen Nasenöffnung und Tube. Am Dach des Pharynx liegt die unpaare Tonsilla pharyngea (Rachenmandel).

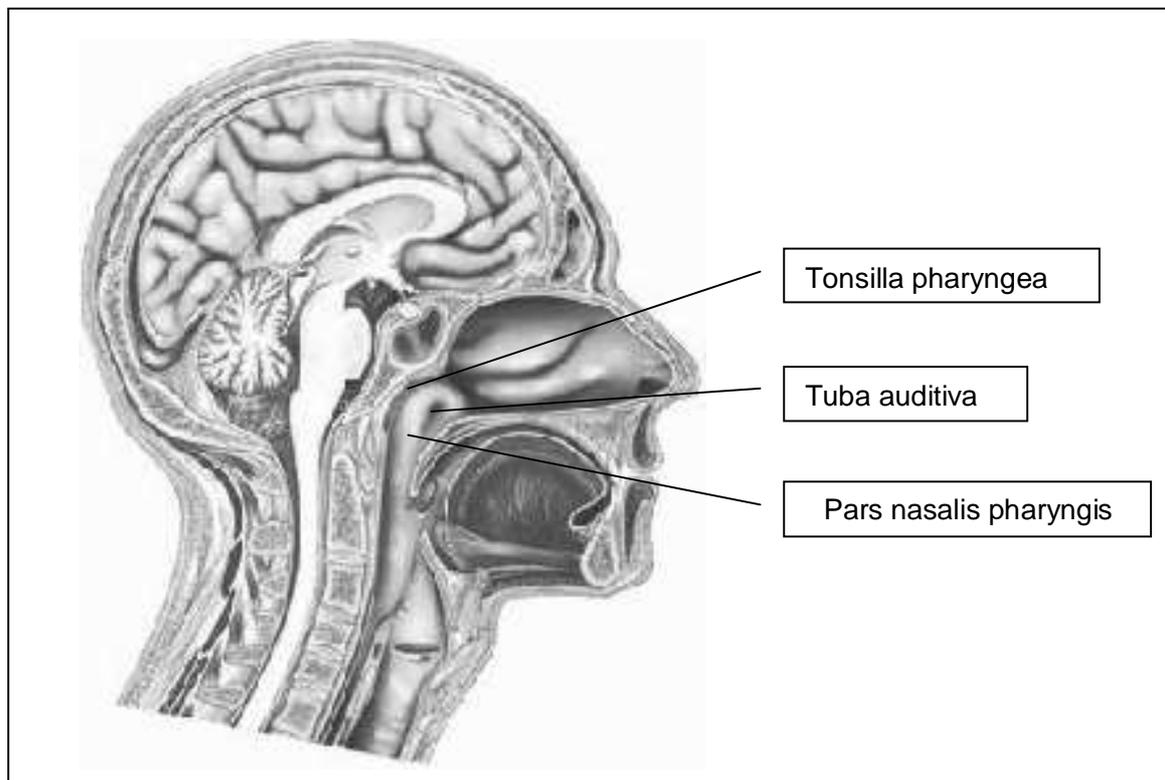


Abbildung 5

Der Nasenrachenraum

Grundsätzlich hat allein die Vermehrung des lymphatischen Gewebes im Nasenrachenraum im Kindesalter zunächst keinen Krankheitswert, da es praktisch bei allen

Kindern im Rahmen der immunologischen Aktivität zu solch einer Vermehrung kommt. Deshalb wird eine vergrößerte Rachenmandel erst dann als Erkrankung betrachtet und behandelt, wenn Krankheitszeichen auftreten wie:

- Schnarchen und/oder Schlafstörungen
- ständiger Mundatmung
- gehäufte Infekte der oberen Luftwege
- Schwerhörigkeit aufgrund einer Mittelohrbelüftungsstörung
- häufigen Mittelohrentzündungen

Die Größe des Nasenrachenraumes kann durch eine klinische Inspektion durch den Hals-Nasen-Ohren Arzt, der sog. posterioren Rhinoskopie, oder durch Messungen am Fernröntgenseitenbild bestimmt werden. Obwohl das Fernröntgenseitenbild nur eine zweidimensionale Darstellung erlaubt, wurden dennoch hohe Übereinstimmungen mit der Dicke der hinteren Nasenrachenwand und Einengungen durch adenoide Wucherungen im Vergleich zur klinischen Rhinoskopie festgestellt [96], [97].

Auch CATHROP, GOLDMAN, MOULINARD und ZWIEFACH haben diese röntgenologische Messmethode untersucht, und sie als praktikabel und ausreichend genau beschrieben [25], [60], [105], [167]. Andere Wissenschaftler wie VIG und MONTGOMERY untersuchten die Luftdurchgängigkeit der Nasenräume mit der dreidimensionalen Tomographie [154]. VIG ist der Ansicht, dass die Fernröntgenanalyse, wie sie LINDER-ARONSON durchführt, keine vollkommene Erforschung der Lufträume zulässt.

Die Größe des Nasenrachenraumes verändert sich im Laufe des Wachstums. Das lymphatische Gewebe nimmt bis zur Pubertät stark zu, um dann postpubertär wieder abzunehmen [151]. Eine Vergrößerung der Rachenmandel ist zunächst ein natürlicher Vorgang in der Entwicklung der körpereigenen Abwehr.

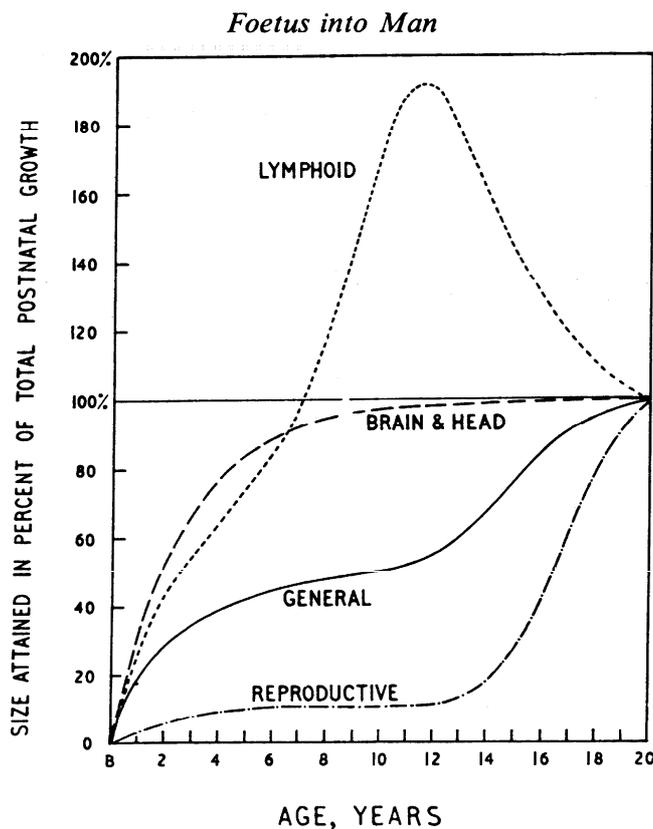


Abbildung 6

Scammon`sche Wachstumskurven

In einer Longitudinaluntersuchung von LINDER-ARONSON (1983) wurde festgestellt, dass das lymphatische Gewebe der hinteren Pharynxwand nicht der Scammon`schen Wachstumskurve des lymphatischen Gewebes von Appendix, Milz und des Thymus folgt [95]. Die sagittale Ausdehnung des Luftraumes im Nasopharynx ist mit 5 Jahren am geringsten, und wächst bis zum 10. Lebensjahr an. Zwischen dem 10. und 11. Lebensjahr scheint ein leichtes Anwachsen der Gewebsdicke am hinteren Nasopharynx aufzutreten, welches die sagittale Ausdehnung wieder verringert. Nach dem 11. Lebensjahr erfolgt ein erneuter Rückgang der Gewebsdicke mit einer Vergrößerung des Luftraumes.

Die Ausdehnung des nasopharyngealen Raumes ist bei der Entscheidung einer funktionskieferorthopädischen (FKO) Therapie mittels Bionator oder Aktivator von Bedeutung. Ist der Raum zu stark eingengt, so dass der Patient nur durch den Mund

atmen kann, ist eine funktionskieferorthopädische Therapie nicht anzuraten. Der Patient wird durch das Gerät am Atmen behindert und würde die Apparatur nicht akzeptieren. Eine vorherige Untersuchung durch den HNO-Arzt hinsichtlich einer Adenektomie oder eine Gaumennahtdehnung, bei Vorliegen eines Schmalkiefers, ist zu prüfen. Vor einer FKO - Therapie bei Patienten mit Mundatmung sollte deshalb abgeklärt werden, ob eine habituelle Mundatmung bei freier Nasenpassage vorliegt, wobei ein Bionator oder Aktivator eingesetzt werden kann, oder eine habituelle Mundatmung bei verlegter Nasenpassage, wobei eine alleinige FKO - Therapie nicht indiziert ist. Diese Entscheidung kann durch die Messung nach LINDER-ARONSON am Fernröntgen-seitenbild leicht getroffen werden [97], [96].

## 2 Fragestellung

Die Wirkung der Gaumennahterweiterung auf die Nasenatmung wurde in der Vergangenheit schon zahlreich beschrieben und untersucht. Dennoch lassen sich in der Literatur nur wenige Untersuchungen finden, die diese größtenteils subjektiven Beobachtungen der Verbesserung der Nasenatmung durch objektive Messverfahren belegt haben [26], [52], [68], [99], [145], [161]. Bei den wenigen vorliegenden Arbeiten, wie z.B. von COMPADRETTI und FÄSSLER, die die Verbesserung der Nasenatmung durch die Rhinomanometrie (akustisch bzw. anterior) zu objektivieren versuchten, wurden in der Regel nur zwei Messzeitpunkte, mit einer größeren Zeitspanne von mehreren Monaten dazwischen, untersucht [26], [52].

Röntgenologische Messungen zur Darstellung der Ausdehnung des Nasopharyngealraumes wurden vor allem durch LINDER-ARONSON beschrieben [96], [97]. Es gibt aber nur wenige Veröffentlichungen, welche der Frage, ob eine bessere Belüftung des Nasenrachenraumes, induziert durch die Gaumennahtdehnung, auch zu einer Verminderung adenoider Wucherungen führt, nachgehen.

Ziel dieser Arbeit war, Veränderungen der Nasenatmung während der aktiven Dehnung der Gaumennahterweiterung zu untersuchen und die Auswirkungen der transversalen Erweiterung auf den Nasenrachenraum zu beschreiben. Insbesondere sollen in dieser Untersuchung folgende Fragen geklärt werden.

- Ab welchem Zeitpunkt der Dehnung tritt eine Verbesserung der Nasenatmung auf?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Dehnungsweite und der Verbesserung der Nasenatmung?
- Verändert sich der als Korrelat für die Nasenatmung geltende Flow - Wert nach Ende der aktiven Dehnung?
- Kann die transversale Erweiterung der Maxilla eine Auswirkung auf die Entwicklung des Nasenrachenraumes haben bzw. zur Verkleinerung adenoider Wucherungen führen?

### 3 Material und Methode

#### 3.1 Patientengut

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Ludwig - Maximilian - Universität in München wurden 37 Patienten im Alter von 8-19 Jahren (Mittelwert = 11,27 Jahre; Median 11,0 Jahre) ausgewählt, bei denen aufgrund einer skelettalen transversalen Diskrepanz des Oberkiefers eine Gaumennahterweiterung indiziert war.

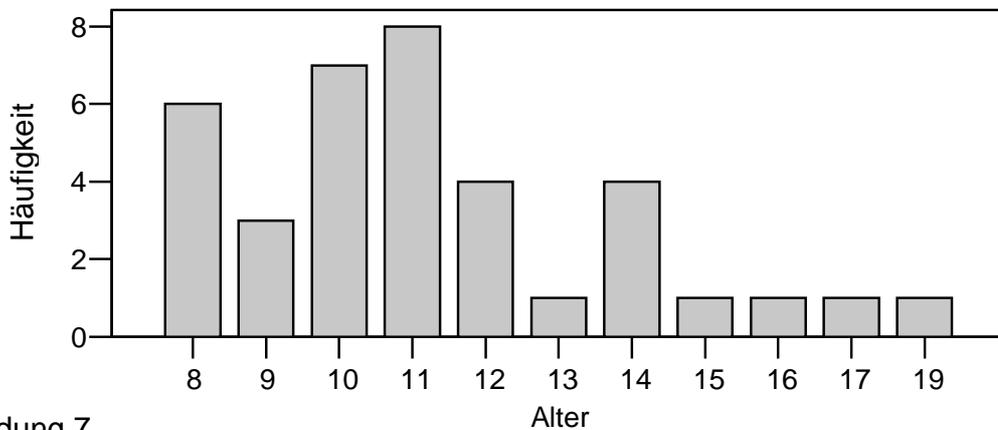


Abbildung 7

Altersverteilung Patienten

Davon waren 23 Mädchen (Range 8-19 Jahre; Mittelwert 11,87 Jahre; Median 11,0 Jahre) und 14 Jungen (Range 8-14 Jahre; Mittelwert 10,29 Jahre; Median 10,0 Jahre).

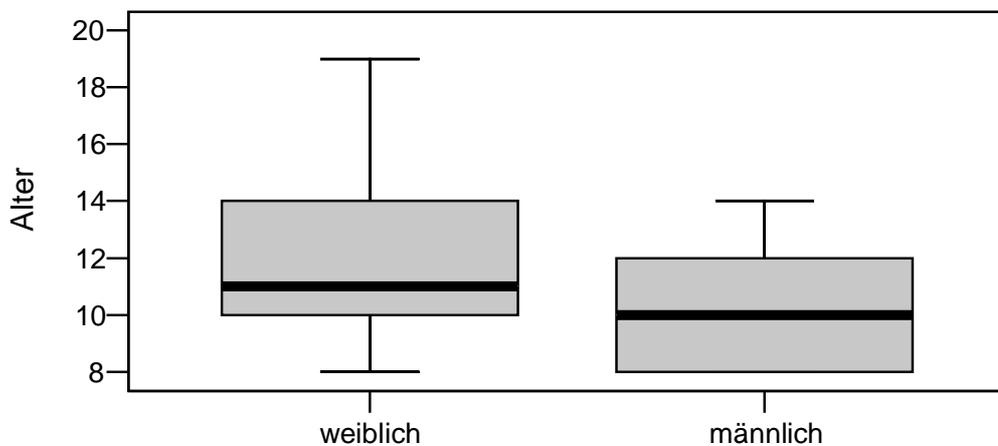


Abbildung 8

Alters- und Geschlechtsverteilung

Nach Auswertung der anamnestischen Daten und der klinischen kieferorthopädischen Befundunterlagen wurde bei diesen Patienten eine Mundatmung diagnostiziert.

Diese lag entweder als Habitus bei freier Nasenpassage oder als echte Mundatmung aufgrund einer mehr oder minder eingeschränkten Nasenatmung vor.

## 3.2 Methode

### 3.2.1 Klinische Untersuchung aus kieferorthopädischer Sicht

Zunächst erfolgte eine klinische Untersuchung und anamnestische Befragung der Patienten. Alle Patienten wurden gemäß eines Anamnese – Fragebogens, der routinemäßig bei allen Patienten an der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München durchgeführt wird, untersucht. Dabei interessierte zunächst, ob der Patient an einer Allergie, unter Asthma oder Rhinitis allergica leidet, da bei diesen Krankheitsbildern eine Schwellung der Nasenmuscheln resultieren kann. Dies führt bei Patienten zwangsläufig zu einer Mundatmung, die auch nach erfolgter Gaumennahterweiterung aufgrund der Hypertrophie der Schleimhaut bestehen bleibt. Aus diesem Grund wurde 10 Minuten vor der rhinomanometrischen Untersuchung ein vasokonstringierender Alpha-Blocker (Privin®) verabreicht, um ein Abschwellen der Nasenschleimhaut zu gewährleisten und die tatsächliche Auswirkung der Gaumennahterweiterung auf die Nasenpassage objektiv beurteilen zu können.

Des Weiteren wurden die Eltern nach der habituellen Mundhaltung der Patienten befragt, da dieser wichtige Hinweise auf die Atemform geben kann. So deutet eine häufig offene Mundhaltung auf eine Mundatmung hin.

Zusätzlich war die Schlafhaltung in Zusammenhang mit der Kopfhaltung von Interesse. So begünstigt eine fehlerhafte Schlafposition mit nach dorsal geneigtem Kopf eine offene Mundhaltung, was in der Folge zu einer Mundatmung führen kann [141]. Nicht zuletzt waren Habits, wie Daumenlutschen, Schnuller oder sonstige Angewohnheiten von Interesse, die mit der Mundatmung in Beziehung stehen könnten.

### 3.2.2 Klinische Untersuchung aus HNO-ärztlicher Sicht

Vom HNO-Arzt wurde zunächst eine anteriore Rhinoskopie durchgeführt, um Auffälligkeiten im Bereich des Nasenseptums, der Septumleiste und der Nasenmuscheln diagnostizieren zu können. Pathologische Befunde, wie Septumdeviation und Muschelhyperplasie wurden vermerkt. Danach erfolgte eine Nasenendoskopie, wobei hier die Größe etwa vorhandener adenoider Wucherungen beurteilt wurde. Eine in der Vergangenheit durchgeführte Adenektomie wurde ebenfalls notiert.

Abschließend wurde bei der Inspektion der Mundhöhle die Größe der Tonsillen bewertet. Folgendes Schema zur Graduierung wurde herangezogen:

Grad 0: Z.n. Tonsillektomie

Grad 1: Keine Hyperplasie, Tonsillen zwischen den Gaumenbögen nicht sichtbar

Grad 2: Leichtgradige Hyperplasie, knappes Überschreiten der Gaumenbogengrenze

Grad 3: Mittelgradige Hyperplasie, bis Grenze zum mittleren Gaumendrittel

Grad 4: Hochgradige Hyperplasie, „kissing tonsils“

Patienten mit ausgeprägten Befunden und totaler Verlegung der Atemwege wurden aus dem Untersuchungskollektiv ausgeschlossen.

### 3.2.3 Die anteriore Rhinomanometrie

Eine quantitative Aussage über die Durchgängigkeit der Nasenpassage gibt die aktive anteriore Rhinomanometrie. Erstmals wurde dieses Messverfahren 1958 von SEMAREK vorgestellt [135]. Die rhinomanometrische Untersuchung stellt die erste Möglichkeit dar, die vom Patienten empfundene Nasenatmungsbehinderung objektiv zu erfassen. Der Patient atmet dabei über zwei Nasenoliven, die über zwei Schläuche mit dem Computer in Verbindung stehen, ein und aus. Es gibt dabei eine Druckolive und eine Strömungsolive (Flow - Sonde), die nach der ersten Messung jeweils auf das andere Nasenloch gesetzt werden, um beide Nasenhälften beurteilen zu können. Bei

dieser Beurteilung der nasalen Atempassage geben zwei Messwerte Auskunft über die Durchgängigkeit der Nase: die nasale Druckänderung (Differenzdruck  $\Delta p$ ) und die in einer Zeiteinheit ein- oder ausgeatmete Luftmenge (Atemstrom  $V$  in ml/s = Flow - Wert). Aus der Darstellung der Abhängigkeit des Atemstromes vom Differenzdruck ergibt sich die Atemwiderstandskurve (Nasenwiderstand  $W = \Delta p \times V^{-1}$ ) im x y - Diagramm.

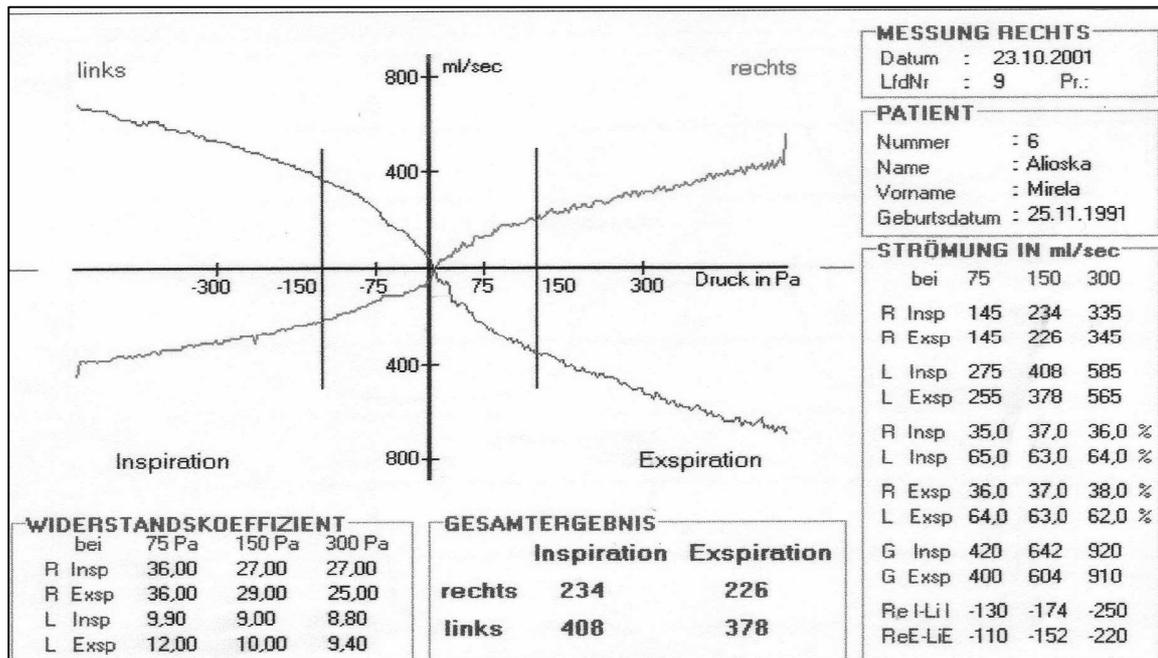


Abbildung 9

## Messkurven der anterioren Rhinomanometrie

Für die Bewertung der nasalen Obstruktion können in der Literatur bestimmte Richtwerte gefunden werden. Diese Werte sind für die vorliegende Untersuchung jedoch nur begrenzt aussagefähig, da diese für erwachsene Patienten gelten und das hier untersuchte Patientenkollektiv hauptsächlich aus Kindern und Jugendlichen im Alter von 8 -19 Jahren bestand. Dennoch können daraus Rückschlüsse über die Durchgängigkeit der Nasenpassage geschlossen werden.

Die in der Literatur gefundene Klassifizierung der Flow – Werte für die Summe beider Nasenlöcher ist wie folgt:

Keine Obstruktion: >800 ml/s  
Leichte Obstruktion: 500 – 800 ml/s  
Mittelgradige Obstruktion: 300 – 500 ml/s  
Schwere Obstruktion: 100 – 300 ml/s  
Verschlossen: < 100 ml/s

Die Messungen wurden immer am gleichen Gerät der Firma Homoth Medizinelektronik GmbH mit der Bezeichnung DC-F Rhinomanometrie-Modul durchgeführt. Das Gerät befand sich im Behandlungssaal der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München und stand uns für die Untersuchungen zur Verfügung. Alle Messungen wurden nur von mir nach einer Einweisung der Firma Homoth durchgeführt. Dabei erfolgten pro Untersuchungszeitpunkt mindestens zwei Messungen, wobei der Mittelwert bestimmt wurde. Dieser wurde für die weitere Auswertung herangezogen. In der vorliegenden Studie fanden insgesamt vier verschiedene Untersuchungszeitpunkte statt:

1. vor Einsetzen der GNE
2. direkt nach Diastemaöffnung, d.h. nach Öffnung der Sutura palatina mediana
3. am Ende der aktiven Dehnung
4. vier Wochen nach Dehnungsende

Das Öffnen der Knochennaht wurde mittels einer röntgenologischen Aufbissaufnahme sichergestellt. Die Patienten wurden gebeten, sich sofort in der Klinik einzufinden, nachdem sich eine deutliche Lücke (> 1mm) zwischen den Frontzähnen gebildet hat (Diastemaöffnung) und mit dem weiteren Aktivieren bis zur nächsten rhinomanometrischen Untersuchung zu warten. Die Patienten sollten jede Umdrehung und Veränderungen auf eine dafür entworfene Mitarbeiterkarte (MAK) notieren.

Der Zeitpunkt der Gaumennahtöffnung war bei jedem Patienten individuell verschieden. Abhängig vom Verknöcherungszustand der Sutura trat sie zwischen einer Aktivierung von 6-18 Umdrehungen auf (eine Umdrehung = 0,20 mm). In der Regel geht die Naht bei jüngeren Patienten früher auf als bei älteren. Der Mittelwert lag bei 11,65 Umdrehungen. Um etwa identische Bedingungen zum Zeitpunkt der Messung zu gewährleisten, erfolgte vor der rhinomanometrischen Untersuchung über einen Zeitraum von 10

Minuten ein maximales Abschwellen der Nasenschleimhaut mit einem alpha-Sympathomimetikum (Privin®).

### 3.2.4 Die Gaumennahterweiterung

Die Gaumennahterweiterung gehört zur Gruppe der zentral angreifenden Geräte, da ihr Ansatzpunkt an der Sutura palatina mediana liegt. Die Gaumennahterweiterung wirkt im Sinne einer Grünholzfaktur. Es findet eine Trennung der Sutura palatina mediana statt, ohne dass eine Schleimhaut- oder Periostverletzung verursacht wird. Über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen wird über den Weg der Kallusbildung eine knöcherne Ausheilung der Fraktur erreicht [38], [42]. Um ein Rezidiv zu vermeiden, verbleibt die Apparatur als Retentionsgerät ca. 6 Monate in situ.

#### 3.2.4.1 Herstellung der Gaumennahterweiterungsapparatur

Bei den hier untersuchten Patienten wurde die Hyrax - Schraube der Firma Forestadent zur forcierten Gaumennahterweiterung angewandt. Bei dieser Schraube handelt es sich um eine Spezialschraube, deren Retentionsarme an orthodontische Bänder angelötet werden. Die Apparatur besteht meistens aus vier Bändern, wobei im Wechselgebiss die Sechsjahrmolaren, die ersten Milchmolaren oder die Milcheckzähne oder auch die ersten Prämolaren beziehungsweise die bleibenden Eckzähne, je nach vorliegendem intraoralen Befund zur Verankerung herangezogen wurden. Wichtig ist, dass eine ausreichende Anzahl von Verankerungszähnen mit einbezogen werden, um die auftretenden Kräfte auf den Knochen übertragen zu können und nicht nur eine dentale Kippung zu erzielen.

Das Vorgehen bis zur Fertigstellung der GNE- Apparatur ist wie folgt:

Die Bänder werden im Oberkiefer beidseitig angepasst. Nach der Abdrucknahme mit Alginat werden die Bänder im Abdruck in der richtigen Position mit Wachs fixiert und mit Gips ausgegossen. Nach der Fertigstellung der Gipsmodelle sind die Bänder an den Gipszähnen befestigt und die Hyraxschraube kann in der Mitte der Raphe mediana auf Höhe der Prämolaren positioniert werden. Die Schraube wird nicht zu hoch in das Gaumengewölbe gelegt, um bei der zu erwartenden Absenkung des Gaumendaches keine Schleimhautirritation hervorzurufen. Die vier Retentionsarme werden dann ausgehend von der Hyraxschraube an die Bänder angeschweißt oder gelötet, wobei Innerhalb eines Quadranten zwischen den bebänderten Zähnen eine Art Verbindungssteg zur Abstützung und besseren Kraftübertragung zusätzlich befestigt wird. Nach der Fertigstellung der Apparatur wird sie am Patienten einprobiert und nach guter Passung mit Ketac-cem® fest eingesetzt.



Abbildung 10

Die Gaumennahterweiterungsapparatur mit Hyraxschraube

### 3.2.4.2 Therapeutisches Vorgehen bei der Gaumennahterweiterung

Die Schraube wird in den ersten Tagen dreimal täglich je eine Viertelumdrehung gedreht, was einer Öffnung pro Drehung um jeweils 0,20 mm entspricht. Ab dem Zeitpunkt der Knochentrennung erfolgte je zweimal täglich eine Viertelumdrehung. Die Eltern notierten jede Drehung in einer Mitarbeiterkarte (MAK) und erhielten die Anweisung, sofort nach Entstehung des Diastema mediale zur Kontrolle in die Poliklinik für Kieferorthopädie zu kommen und mit der weiteren Aktivierung zu warten. Um ein Öffnen der Knochennaht sicherzustellen, wurde zur Kontrolle eine röntgenologische Oberkieferaufnahme angefertigt. Anschließend wurde die rhinomanometrische Untersuchung durchgeführt. Die Aktivierung der Schraube erfolgte durch die Eltern nach einer genauen Unterweisung. Nach der rhinomanometrischen Untersuchung wurde täglich zweimal weitergedreht, bis die individuell optimale transversale Breite erreicht war. Am Ende der aktiven Dehnung erfolgte eine weitere rhinomanometrische Untersuchung.

### 3.2.5 Messungen am Fernröntgenseitenbild zur Bestimmung der Breite des Nasenrachenraumes

#### 3.2.5.1 Messmethode

Von 29 der 37 untersuchten Patienten wurden Fernröntgenseitenbilder vor der Gaumennahterweiterung und ca. ein Jahr später angefertigt (Variationsbreite +/- 2 Monate). Die Durchzeichnung erfolgte auf Acetatfolie, mittels eines 0,3 mm dicken Druckbleistiftes mit dem Härtegrad H, die auf dem Fernröntgenseitenbild befestigt wurde. Die eingezeichneten Strecken wurden mit Hilfe eines konventionellen Geodreieckes gemessen, die Messgenauigkeit bzw. Ablesegenauigkeit betrug 0,5 mm.

### 3.2.5.2 Kephalometrische Markierungspunkte und Strecken

Folgende Punkte nach LINDER-ARONSON wurden am FRS festgelegt:

Pterygomaxillare (Pm)	Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des harten Gaumens
Sella (S)	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica
Basion (Ba)	Der am weitesten posterior und kaudal gelegene Punkt des Clivus
S <sub>0</sub>	Der Mittelpunkt der Strecke Sella-Basion
ad <sub>1</sub>	Schnittpunkt mit der posterioren Nasopharyngealwand auf der Pm-Ba Linie
ad <sub>2</sub>	Schnittpunkt mit der posterioren Nasopharyngealwand auf der Pm-S <sub>0</sub> Linie

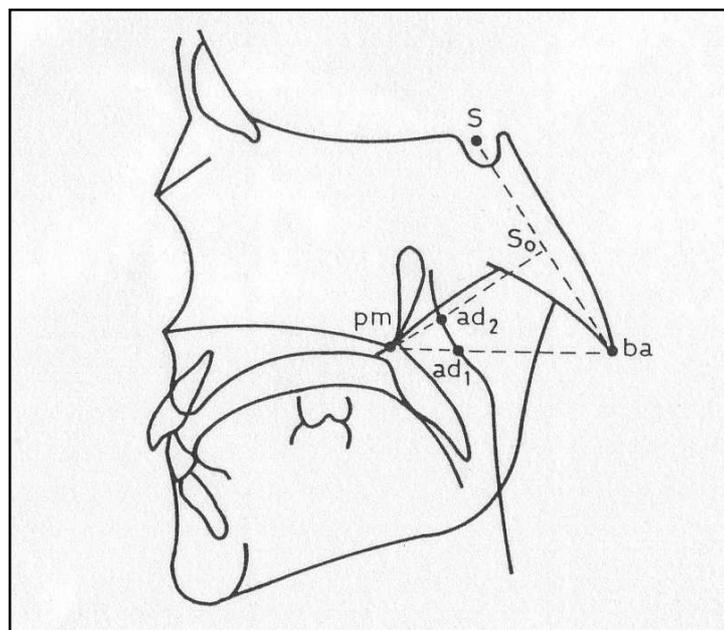


Abbildung 11

Referenzpunkte nach Linder-Aronson [96]

Folgende Strecken und Fläche wurden gemessen:

Pm-ad<sub>1</sub> in mm (Variabel A1)

Pm-ad<sub>2</sub> in mm (Variabel A2)

Pm-ad<sub>1</sub>-ad<sub>2</sub> in mm<sup>2</sup> (Variabel A3)

### 3.3 Statistisches Vorgehen

Die ermittelten Datenreihen aus den rhinomanometrischen Untersuchungen während der Gaumennahterweiterung und der röntgenologischen Messung wurden in einer Datenmatrix zusammengefasst und mit dem Statistikprogramm SPSS® ausgewertet.

Die statistische Auswertung der rhinomanometrischen Daten sowie der Daten aus der röntgenologischen Untersuchung erfolgten mit den nicht parametrischen Tests nach Wilcoxon oder Mann-Whitney-U, da die Auswertung mit dem Histogramm keine Normalverteilung für die ermittelten Werte ergab.

Als statistisches Signifikanzniveau wurde ein p-Wert von  $\leq 0.05$  angesetzt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Vergleich der Flow - Werte vor GNE und nach Diastemaöffnung

Um zu überprüfen, ob die Gaumennahterweiterung (GNE) bereits zum Zeitpunkt der Diastemaöffnung einen positiven Einfluss auf die Nasenatmung bewirkt, wurde eine Messung vor Einsetzen der GNE und eine Messung zum Zeitpunkt der Diastemaöffnung durchgeführt. Zu einer Öffnung des Diastema kam es im Median nach 12 Umdrehungen (Mittelwert 11,65 Umdrehungen; Range 6-18 Umdrehungen), was einer Erweiterung der Apparatur um ca. 2,4 mm entsprach. Vergleicht man die Anzahl der Umdrehungen bis Diastemaöffnung geschlechterspezifisch, so zeigt sich, dass bei den Mädchen mit einem Mittelwert von 12,26 Umdrehungen im Vergleich zu den Jungen mit 10,64 Umdrehungen eine vermehrte Anzahl von Drehungen bis zur Öffnung erforderlich war. Dieser Unterschied weist bei einem p-Wert von 0,067 auf eine deutliche statistische Tendenz hin, ist allerdings nicht statistisch signifikant. Aufgrund des bereits beschriebenen Altersunterschiedes zwischen Mädchen und Jungen im Patientenkollektiv können aber keine allgemeingültigen Rückschlüsse aus diesem Ergebnis gezogen werden.

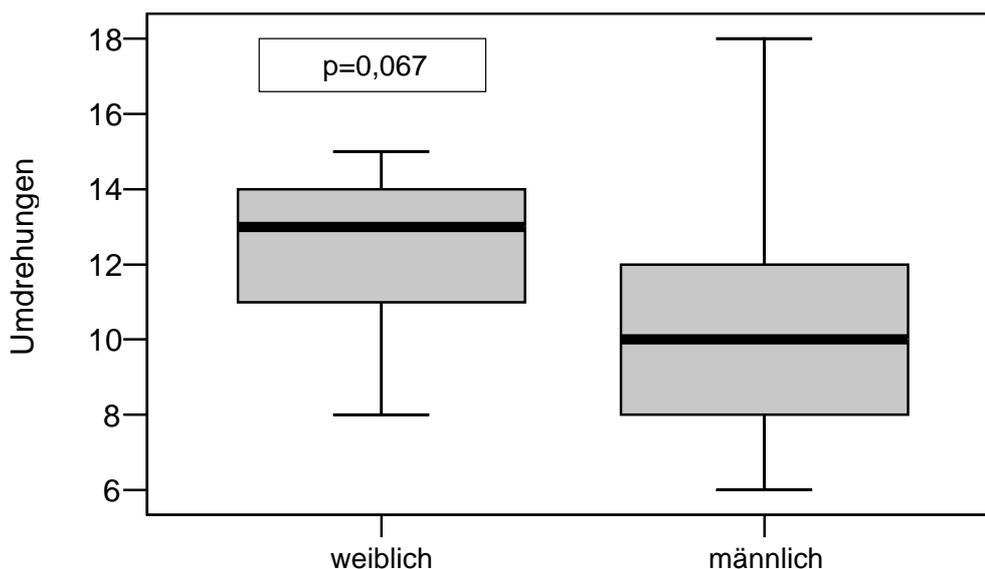


Abbildung 12

Vergleich der Umdrehungszahl bis zur Diastemaöffnung abhängig vom Geschlecht

Im Mittel kam es zu einer Verbesserung der Summe (rechtes + linkes Nasenloch) bei Inspiration von 64,89 ml/s (Range -55 – 200 ml/s) und bei Expiration von 63,32 ml/s (Range -21 - 206 ml/s). Das entspricht einer Verbesserung für die Inspiration von 7,5 % und für Expiration um 7,8%. Lediglich bei 2 Patienten bei Inspiration bzw. bei 5 Patienten bei Expiration kam es zu keiner messbaren Verbesserung.

Diese Verbesserung, der als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow - Werte, war mit  $p < 0,001$  statistisch signifikant.

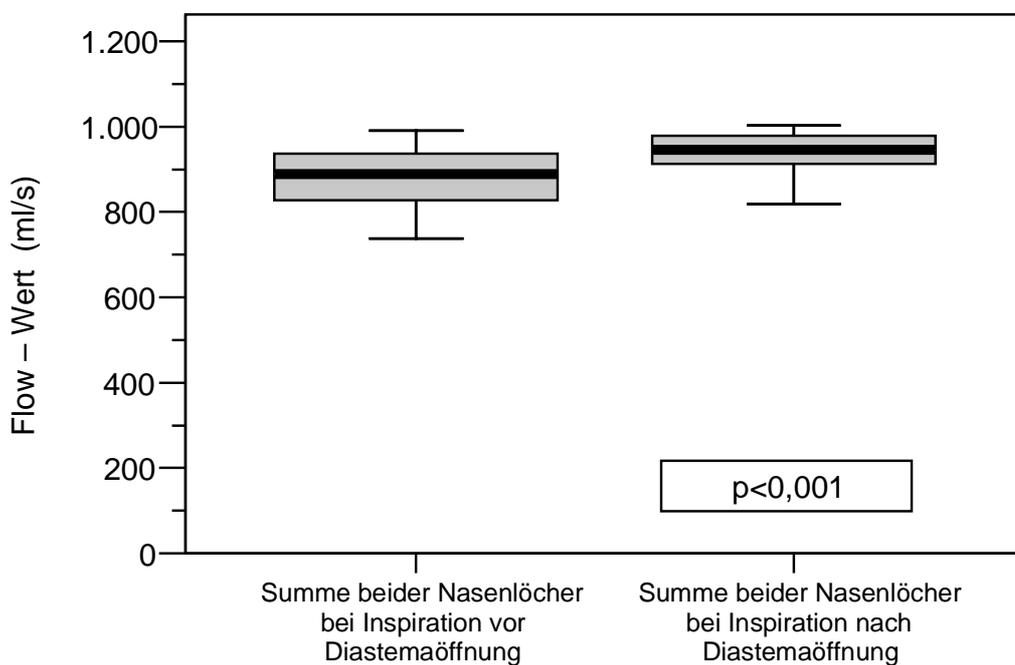


Abbildung 13

Vergleich der Summe der Flow - Werte (ml/s) beider Nasenlöcher vor und nach Diastemaöffnung bei Inspiration

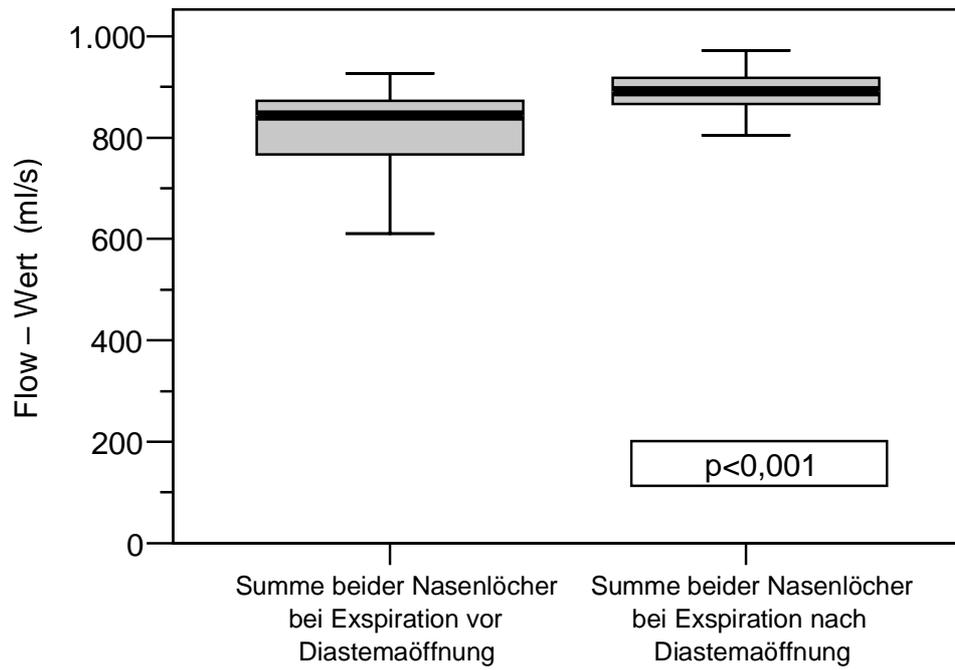


Abbildung 14

Vergleich der Summe der Flow - Werte (ml/s) beider Nasenlöcher vor und nach Diastemaöffnung bei Expiration

#### 4.2 Vergleich der Flow - Werte nach Diastemaöffnung und am Ende der aktiven Dehnung

Nach Diastemaöffnung wurde eine röntgenologische Oberkieferaufsichtsaufnahme angefertigt, um die tatsächliche Öffnung der Knochennaht sicherzustellen. Danach wurde aktiv weitergedreht. Die Anzahl der Umdrehungen wurde für jeden Patienten individuell festgelegt. Als Endpunkt für die Dehnungsweite wurden der palatinale Höcker des Oberkiefer Molaren (OK 6er) und der bukkale Höcker des Unterkiefer Molaren (UK 6er) in Okklusion herangezogen. Dabei berührte der palatinale Höcker des OK 6er den bukkalen Höcker des UK 6er. Eine zu starke Dehnung des Oberkiefers im Sinne einer bukkalen Nonokklusion sollte auf jeden Fall verhindert werden.

Bei Patienten mit sehr starker Verkleinerung der transversalen Breite im Oberkiefer wurde daher stärker gedehnt als bei Patienten mit moderater Oberkieferenge. Daher ist ein interindividueller Vergleich der Dehnungswerte einzelner Patienten nicht sinnvoll.

Somit wurden die Werte bei Diastemaöffnung mit den Werten nach Beendigung der aktiven Dehnung verglichen. Es wurden im Mittel 25,35 Umdrehungen (Median 26 Umdrehungen; Range 16-42 Umdrehungen) durchgeführt.

Die als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow - Werte der Rhinomanometrie ergaben bei Fortführung der aktiven Dehnung nach Diastemaöffnung eine weitere Verbesserung, so dass sich die Summe beider Nasenlöcher bei Inspiration nochmals um 26,73 ml/s (Median 26 ml/s; Range -72 – 150 ml/s) und bei Expiration um 25,86 ml/s (Median 23 ml/s; Range -48 – 172 ml/s) verbesserte. Diese Zunahme ist sowohl bei Inspiration als auch bei Expiration statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ). Zum Ausgangswert vor aktiver Dehnung erfolgte eine nochmalige Verbesserung von 3,1% bei Inspiration und um 3,2% bei Expiration. Insgesamt ergibt sich somit eine Verbesserung von 10,6% bei Inspiration und 11,0% bei Expiration.

Bis auf 5 Patienten (13,5%) profitierten alle anderen untersuchten Patienten von der weiteren aktiven Dehnung. 3 Patienten verschlechterten sich zum Wert bei Diastemaöffnung, bei den anderen 2 Patienten war keine weitere Verbesserung erkennbar.

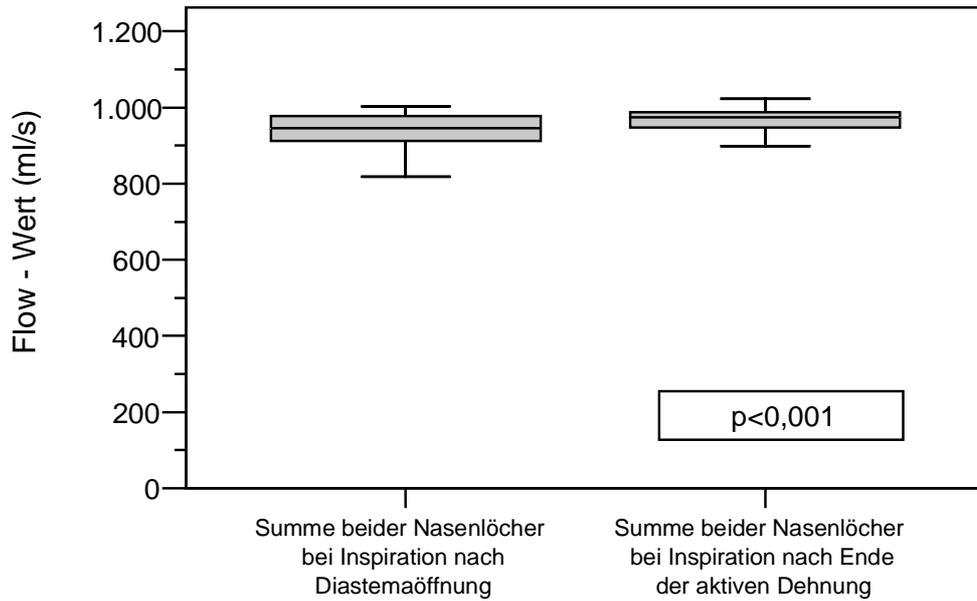


Abbildung 15

Vergleich der Summe der Flow - Werte (ml/s) beider Nasenlöcher nach Diastemaöffnung und Ende der aktiven Dehnung bei Inspiration

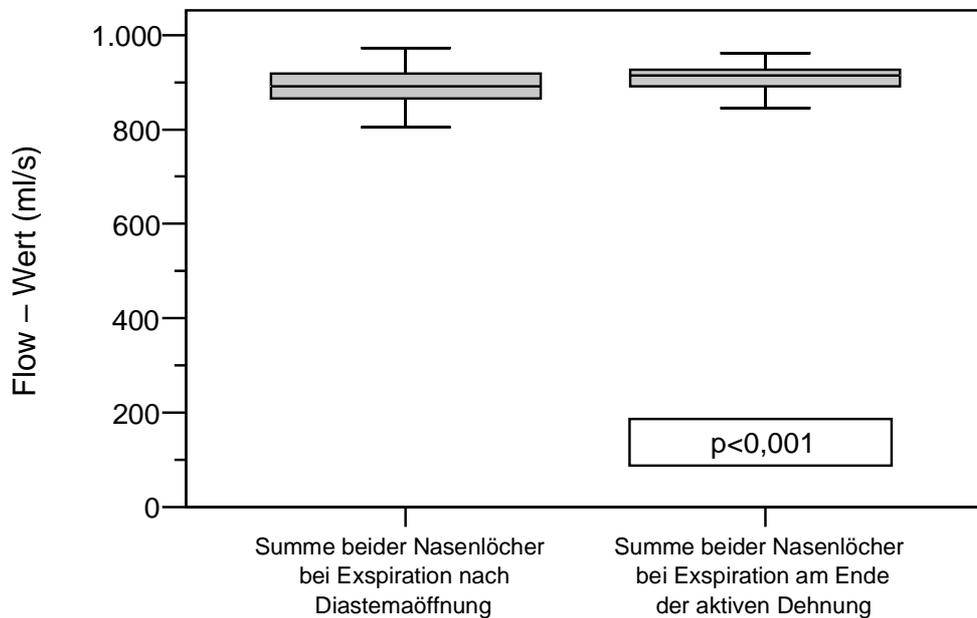


Abbildung 16

Vergleich der Summe der Flow - Werte (ml/s) beider Nasenlöcher nach Diastemaöffnung und Ende der aktiven Dehnung bei Expiration

Eine weitere Fragestellung war, ob ein direkter Zusammenhang zwischen der Umdrehungsanzahl und einer Verbesserung der Nasenatmung besteht.

Wie oben schon beschrieben ist ein interindividueller Vergleich einzelner Patienten nicht sinnvoll. Um dennoch eine Aussage treffen zu können, wurden zwei Gruppen gebildet. Eine Gruppe (18 Patienten) mit der Umdrehungszahl von 16-25 (Mittelwert 20,11 Umdrehungen; Median 20 Umdrehungen), die für die Patienten mit wenigen Umdrehungen steht, und eine zweite Gruppe (19 Patienten) mit der Umdrehungszahl 26-42 (Mittelwert 30,32 Umdrehungen, Median 30 Umdrehungen), die für die Patienten mit vielen Umdrehungen steht.

Es zeigte sich für die Gruppe mit weniger Umdrehungen eine mittlere Verbesserung der Flow - Werte bei Inspiration von 93,00 ml/s (Median 73,00 ml/s; Range -73 -250 ml/s) und für die Gruppe mit mehr Umdrehungen eine mittlere Verbesserung der Flow - Werte um 90,32 ml/s (Median 79,00 ml/s, Range 7 – 238 ml/s). Bei Expiration ergab sich eine mittlere Verbesserung der Flow - Werte der Gruppe mit wenigen Umdrehungen von 92,50 ml/s (Median 55,50 ml/s; Range 15 – 308 ml/s) und der Gruppe mit mehr Umdrehungen eine mittlere Verbesserung der Flow - Werte um 86,05 ml/s (Median 86,00 ml/s, Range 9 – 186 ml/s). Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied für die beiden Gruppen bei Inspiration ( $p=0,879$ ) und bei Expiration ( $p=0,595$ ). Die folgenden Box-Plot- Diagramm stellen den Vergleich der Summen bei Inspiration und Expiration der beiden Gruppen graphisch dar.

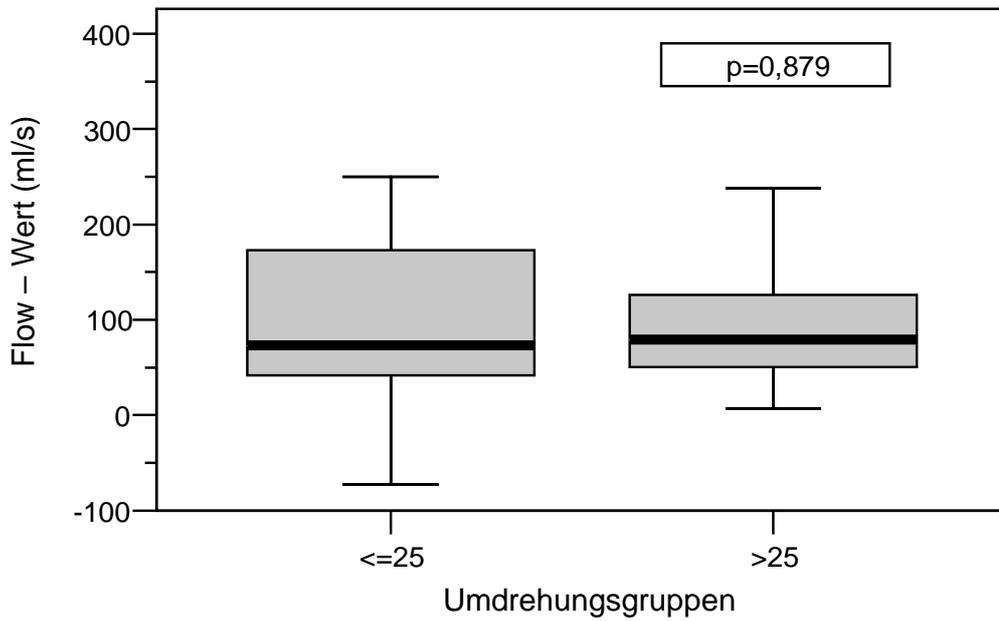


Abbildung 17

Vergleich der beiden Umdrehungsgruppen bei Inspiration

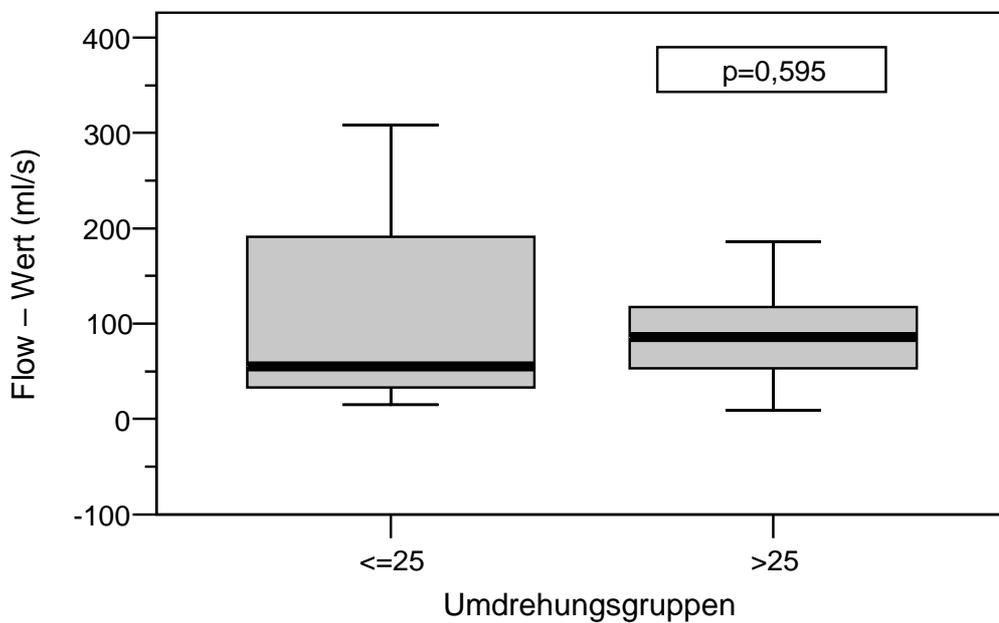


Abbildung 18

Vergleich der beiden Umdrehungsgruppen bei Expiration

Von weiterem Interesse war, ob bei Patienten, die vor Behandlung eine ausgeprägtere Obstruktion der Nasenwege aufzeigten, eine stärkere Verbesserung zu erwarten ist, als bei Patienten mit mittlerer bzw. leichter Obstruktion. Um repräsentative Gruppen bilden zu können, wurden die Patienten, abhängig von den Ausgangsdaten bei Inspiration und Expiration, in 3 verschiedene Gruppen eingeteilt. Die Gruppen waren wie folgt:

#### Inspiration:

Gruppe 1: stärkere Obstruktion (8 Patienten)

- Summe Inspiration von 465 – 799 ml/s
- Mittelwert 700,93 ml/s; Median 746,50 ml/s

Gruppe 2: mittlere Obstruktion (11 Patienten)

- Summe Inspiration von 800 – 899 ml/s
- Mittelwert 854,36 ml/s; Median 850,00 ml/s

Gruppe 3: geringe Obstruktion (18 Patienten)

- Summe Inspiration von 900 – 990 ml/s
- Mittelwert 939,50 ml/s; Median 938,50 ml/s

#### Expiration:

Gruppe 1: stärkere Obstruktion (8 Patienten)

- Summe Inspiration von 449 – 749 ml/s
- Mittelwert 667,88 ml/s; Median 701,00 ml/s

Gruppe 2: mittlere Obstruktion (11 Patienten)

- Summe Inspiration von 750 – 849 ml/s
- Mittelwert 802,27 ml/s; Median 807,00 ml/s

Gruppe 3: geringe Obstruktion (18 Patienten)

- Summe Inspiration von 850 – 990 ml/s
- Mittelwert 877,83 ml/s; Median 877,50 ml/s

In der Gruppe 1 bei Inspiration kam es im Mittel zu einer Verbesserung der Flow - Werte um 186 ml/s ( Range 113 – 250 ml/s, Median 188 ml/s ), in der Gruppe 2 im Mittel um 109,73 ml/s (Range 60 – 173 ml/s, Median 95 ml/s) und in der 3 Gruppe im Mittel um 38,61 ml/s ( Range -73 – 79 ml/s, Median 48 ml/s).

Bei Expiration erfolgte eine Verbesserung in der Gruppe 1 im Mittel um 173,25 ml/s (Range 86 – 308 ml/s, Median 188,5 ml/s) in Gruppe 2 im Mittel um 96,91 ml/s (Range 14 – 195 ml/s, Median 81 ml/s) und in der 3 Gruppe im Mittel um 47,11 ml/s (Range 9 – 94 ml/s, Median 47 ml/s).

Diese Werte in den 3 Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander ( $p < 0,001$ ), so dass daraus geschlossen werden darf, dass bei Patienten mit einer stärkeren Beeinträchtigung der Nasenatmung vor Behandlung eine größere Verbesserung zu erwarten ist als bei Patienten, die nur eine geringe Beeinträchtigung vor Behandlung aufwiesen.

Die Veränderungen sowohl für Inspiration, als auch für Expiration sind in den unten aufgeführten Box - Plot Diagrammen dargestellt.

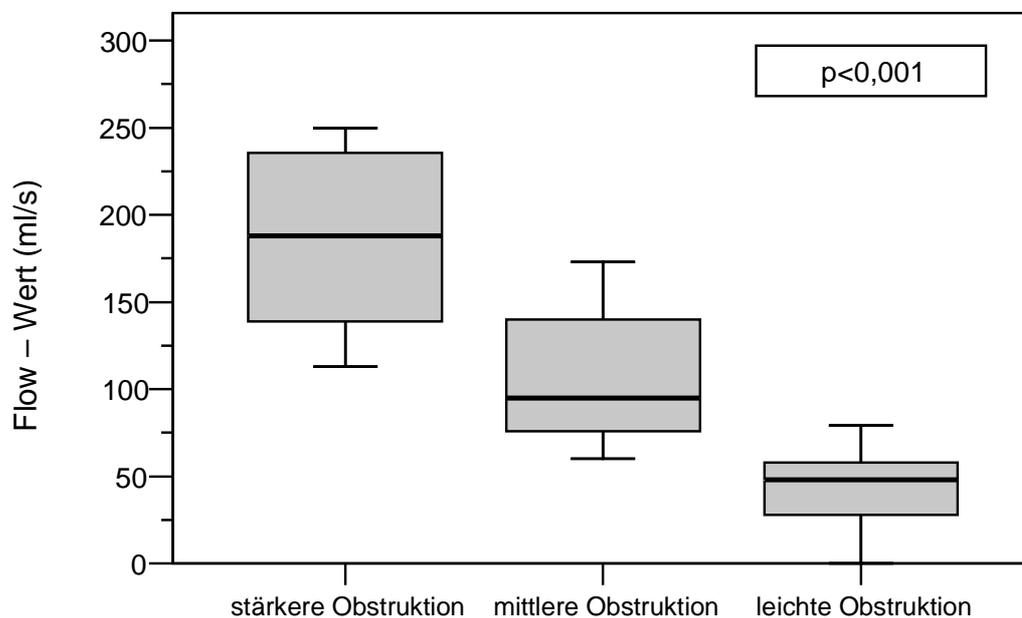


Abbildung 1

Verbesserung der Flow-Werte bei Inspiration in den verschiedenen Patienten-Gruppen

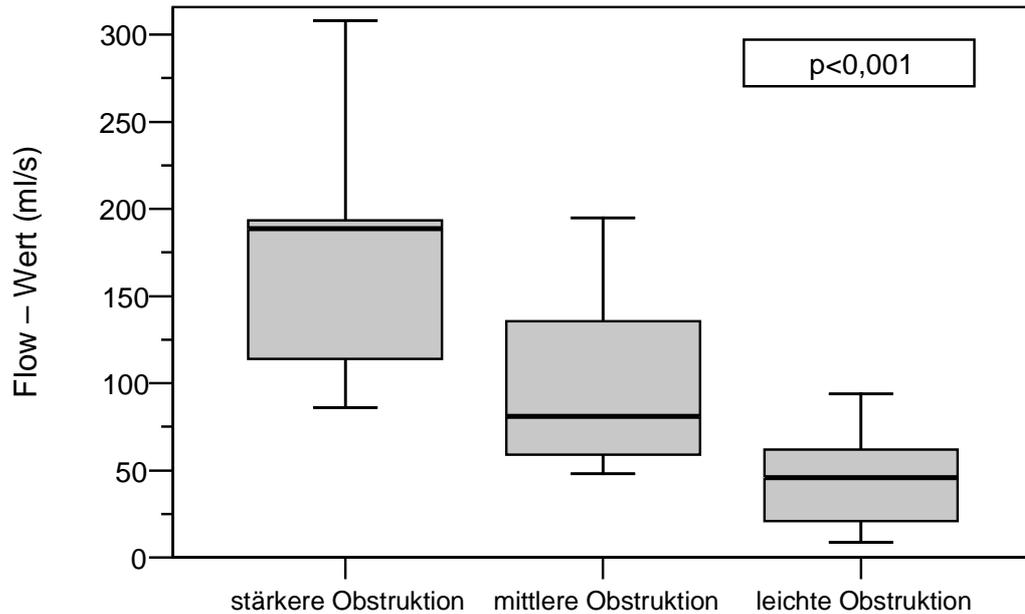


Abbildung 20

Verbesserung der Flow - Werte bei Expiration in den verschiedenen Patientengruppen

#### 4.3 Vergleich der Flow - Werte am Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen danach

Nachdem der Nachweis erbracht ist, dass sich die Nasenatmung durch die Weitung des Nasenbodens durch die GNE verbessert, gilt es zu klären, ob diese Verbesserung auch nach der aktiven Dehnung d.h. in der Retentions- und Heilungsphase, stabil bleibt oder ob sich der Flow - Wert in irgendeiner Form verändert. Hierzu sollten bei allen Patienten Kontrolluntersuchungen nach 4 Wochen durchgeführt werden, wobei jedoch nur bei 26 Patienten diese Daten erhoben werden konnten.

Die Auswertung der Ergebnisse hat ergeben, dass sich die Summen der Flow – Werte bei Inspiration bzw. Expiration zu den verschiedenen Zeitpunkten (1. Zeitpunkt: nach Ende der aktiven Dehnung, 2. Zeitpunkt: 4 Wochen nach Ende der aktiven Dehnung) sich nicht signifikant unterscheiden (Inspiration  $p=0,277$ , Expiration  $p=0,939$ ). Die erreichte Verbesserung der Nasenatmung bleibt auch nach Ende der aktiven Dehnung erhalten.

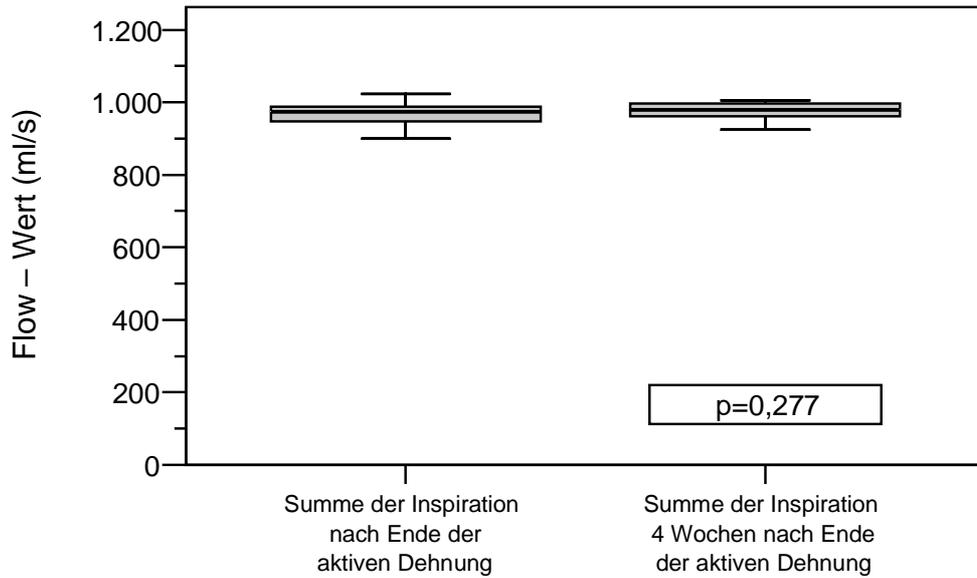


Abbildung 21

Summe der Inspiration nach Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen später

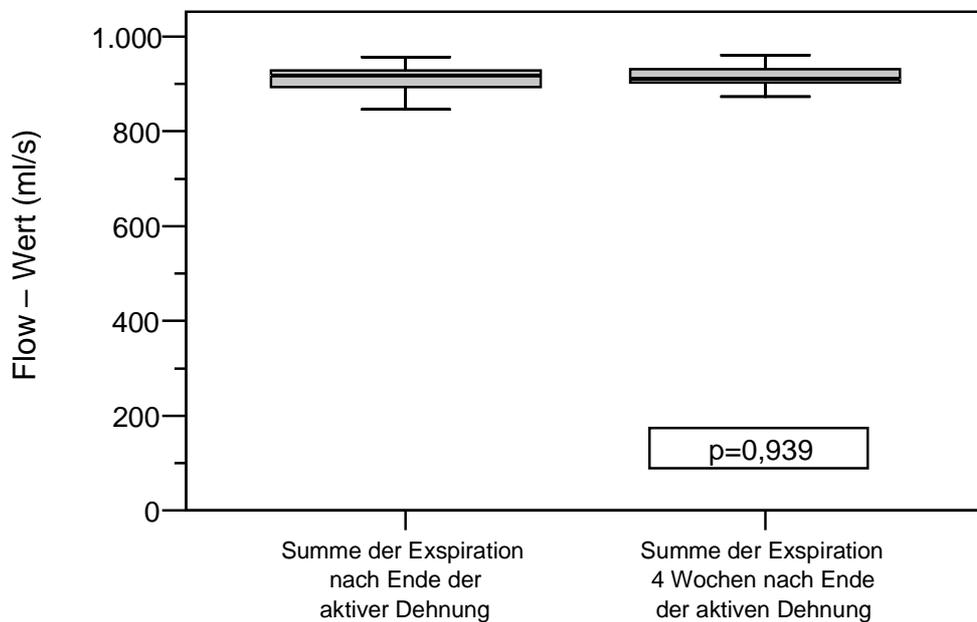


Abbildung 22

Summe der Expiration nach Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen später

#### 4.4 Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder zur Bestimmung der Breite des Nasenrachenraumes vor GNE und 1 Jahr danach

Um Veränderungen in der Ausdehnung des nasopharyngealen Raumes vor Anwendung der Gaumennahterweiterung und ein Jahr später darzustellen, wurden die Distanzen ad1-pm (A1) und ad2-pm (A2) an den vorliegenden 29 Fernröntgenseitenbildern gemessen und statistisch mit dem nicht parametrischen Test nach Wilcoxon ausgewertet. Die Strecke A1 vor GNE zur Strecke A1 nach GNE unterschieden sich im Rahmen einer Vergrößerung signifikant voneinander ( $p < 0,002$ ). Ebenfalls ergaben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich einer Vergrößerung für die Strecke A2 vor GNE zur Strecke A2 nach GNE ( $p < 0,001$ ).

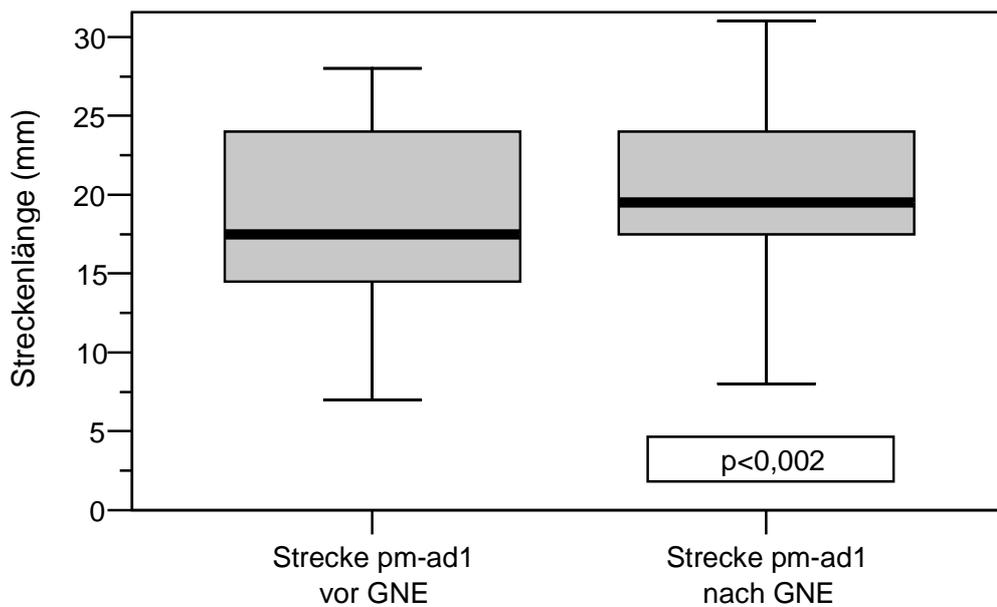


Abbildung 23

Strecke A1 vor GNE zu Strecke A1 nach GNE bei allen untersuchten Patienten (N=29)

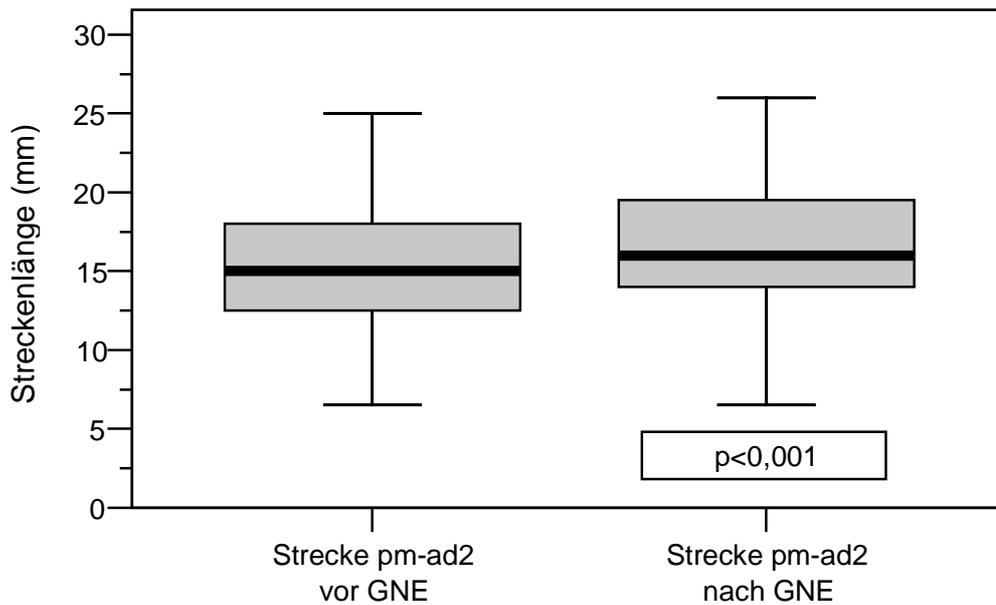


Abbildung 24

Strecke A2 vor GNE zu Strecke A2 nach GNE bei allen untersuchten Patienten (N=29)

Das hier untersuchte Patientengut umfasst ein Patientenkollektiv im Alter von 8-19 Jahren. Im Alter von 5-12 Jahren ist, wie bereits vorher beschrieben, eine stärkere physiologische Abnahme des lymphatischen Gewebes mit einer damit einhergehenden Vergrößerung des Nasenrachenraumes zu erwarten [95]. Ältere Patienten haben diesen Prozess bereits durchlaufen, weswegen von einer nur geringfügigen physiologischen Veränderung auszugehen ist. Um genauere Aussagen hinsichtlich einer Verringerung der adenoiden Wucherungen im nasopharyngealen Raum, indiziert durch die Gaumennahterweiterung zu erhalten, wurden zwei Patientengruppen gebildet; eine jüngere Patientengruppe  $\leq 12$  Jahre ( $n=21$ , Alter im Median = 10 Jahre) und eine ältere Patientengruppe  $> 12$  Jahre ( $n=8$ , Alter im Median = 14,5 Jahre). Bei der Patientengruppe  $\leq 12$  Jahre wurde ein signifikanter Unterschied hinsichtlich einer Vergrößerung der Strecken A1 ( $p < 0,007$ ) und A2 ( $p < 0,009$ ) vor und nach GNE festgestellt, was einer Vergrößerung des Nasenrachenraumes entspricht. Bei 7 Patienten verschlechterten sich die Werte A1 bzw. A2 zum Ausgangswert (Verschlechterung A1=4 Patienten; A2=3 Patienten). Bei der Patientengruppe  $> 12$  Jahre ergab sich keine signifikante Veränderung der Strecke A1 ( $p < 0,202$ ), aber eine signifikante Verbesserung von A2 ( $p < 0,017$ ) vor GNE zu den Werten nach GNE. Ein

Patient verschlechterte sich zum Ausgangswert bei der Strecke A1 und bei einem Patienten konnte keine Veränderung bei der Strecke A2 verzeichnet werden.

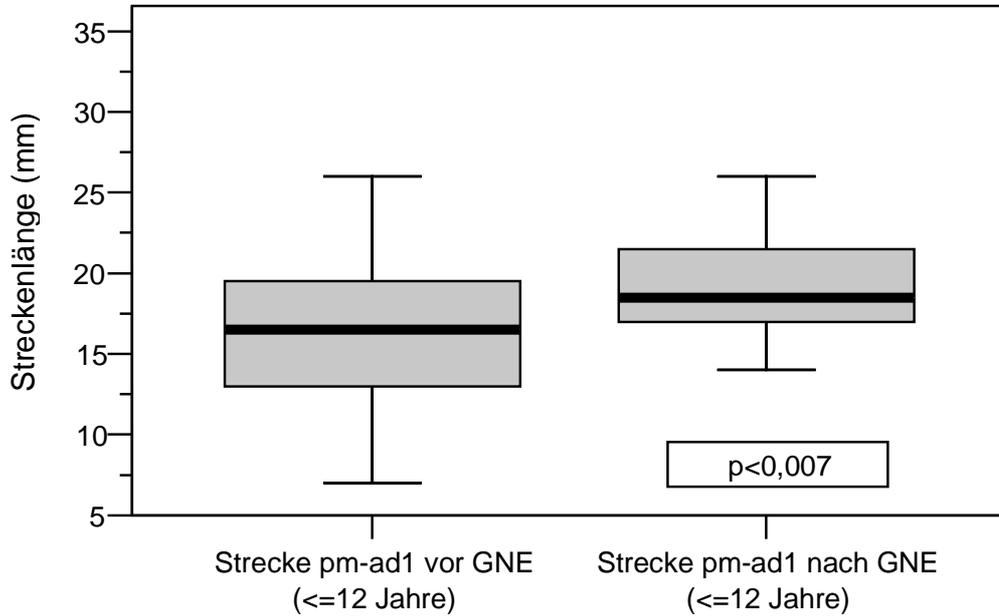


Abbildung 25

Strecke A1 vor GNE zu Strecke A1 nach GNE bei den untersuchten Patienten ≤ 12 Jahre (N=21)

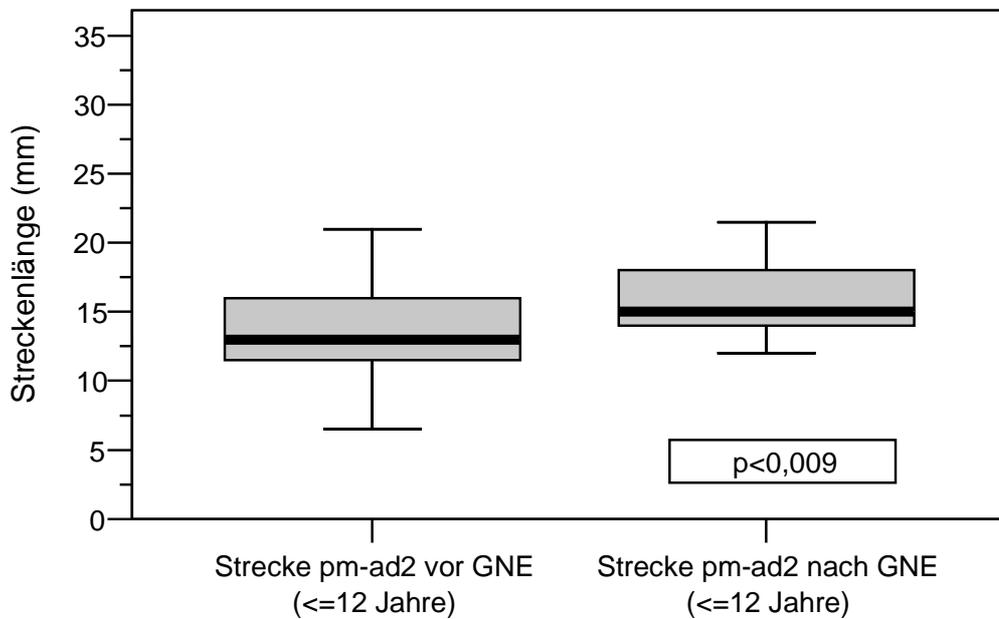


Abbildung 26

Strecke A2 vor GNE zu Strecke A2 nach GNE bei den untersuchten Patienten ≤ 12 Jahre (N=21)

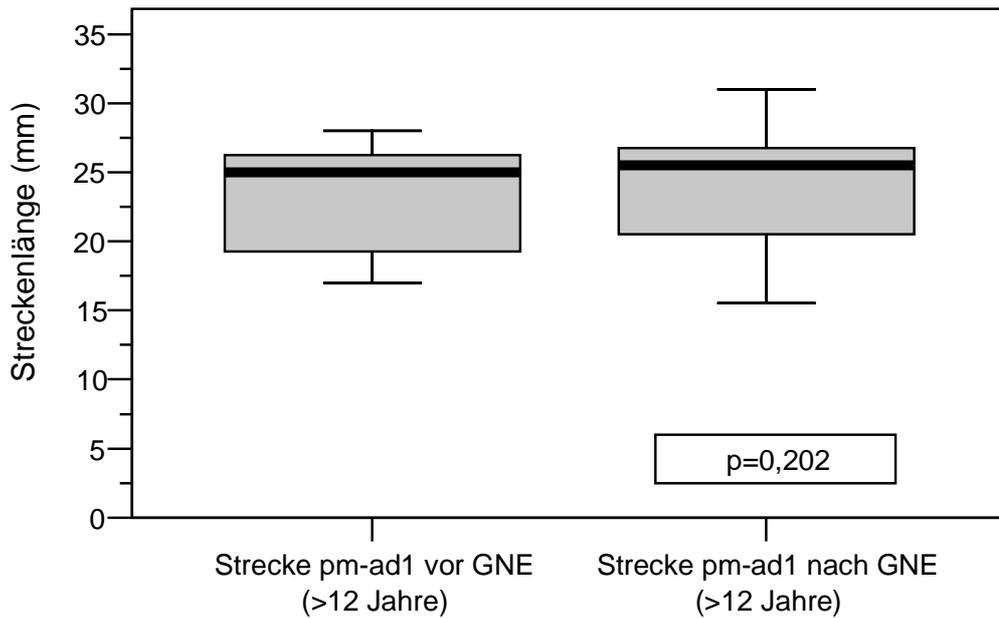


Abbildung 27

Strecke A1 vor GNE zu Strecke A1 nach GNE bei den untersuchten Patienten > 12 Jahre (N=8)

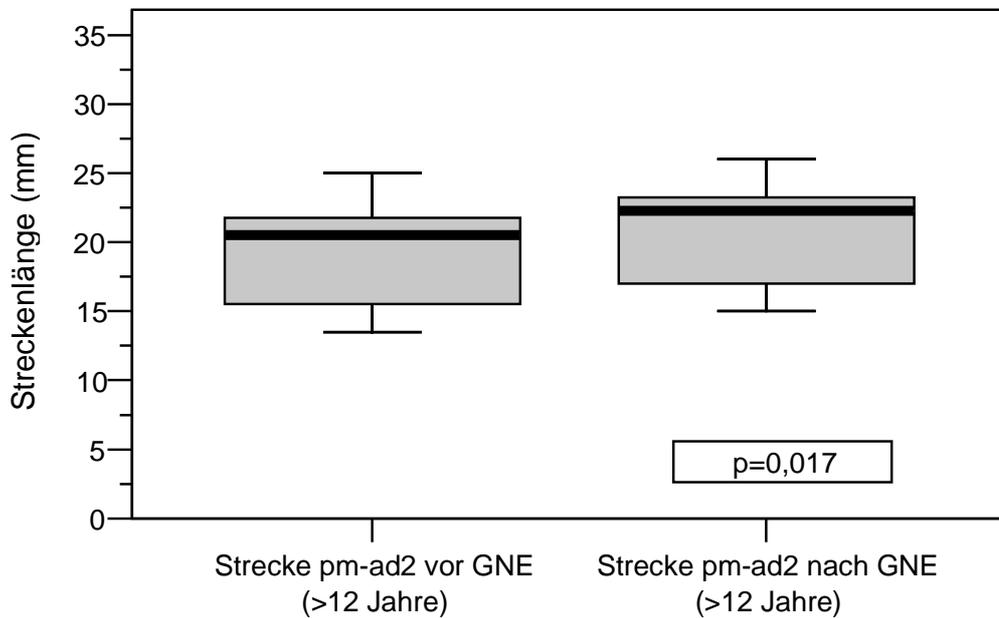


Abbildung 28

Strecke A2 vor GNE zu Strecke A2 nach GNE bei den untersuchten Patienten > 12 Jahre (N=8)

Eine weitere Untersuchung sollte klären, ob Unterschiede zwischen Mädchen (n=17, Alter im Median = 11 Jahre) und Jungen (n=12, Alter im Median 11 Jahre) bestehen. Die statistische Auswertung ergab bei den Jungen eine nicht signifikante Veränderung von A1 vor GNE zu A1 nach GNE ( $p < 0,212$ ), aber eine signifikante Veränderung von A2 vor GNE zu A2 nach GNE ( $p < 0,049$ ). Bei den Mädchen waren beide Werte A1 und A2 vor und nach GNE signifikant unterschiedlich (A1  $p < 0,04$  bzw. A2  $p < 0,03$ ). Bei den Mädchen lag demnach eine stärkere Veränderung hinsichtlich einer Vergrößerung des Nasenrachenraumes vor.

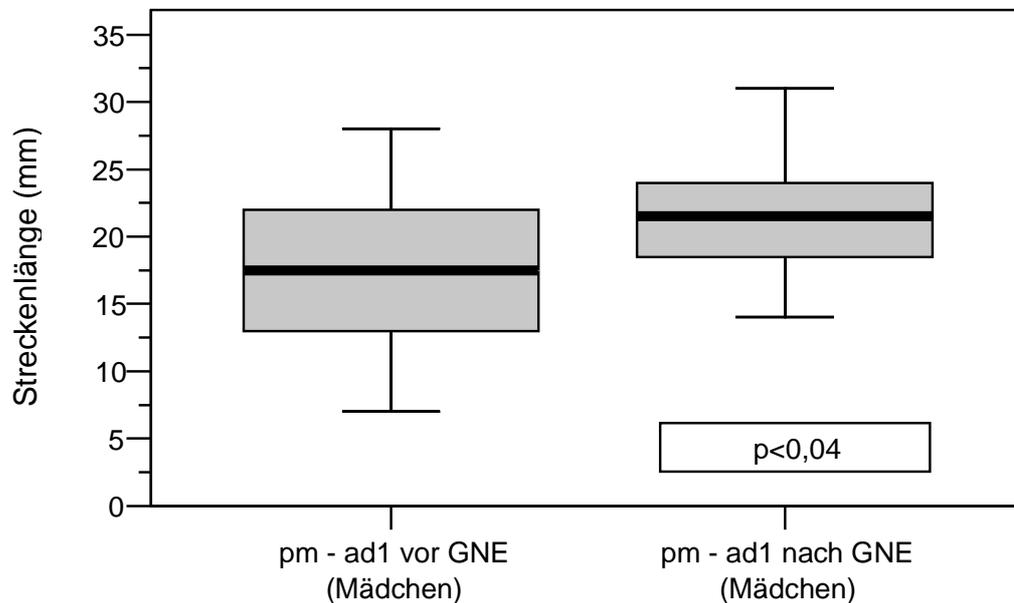


Abbildung 29

Strecke A1 vor GNE zu Strecke A1 nach GNE bei den untersuchten Mädchen (n=17)

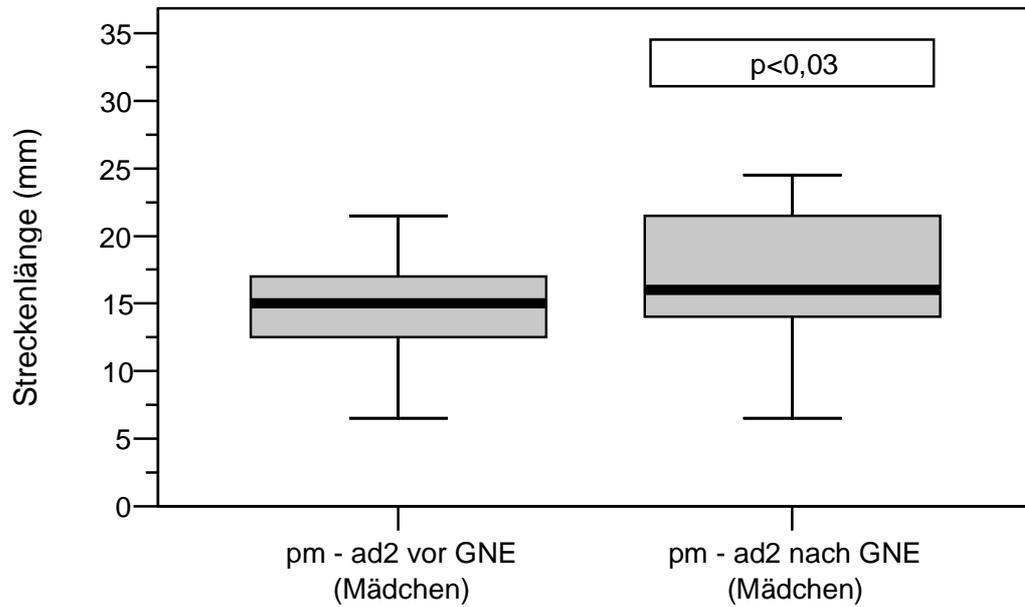


Abbildung 30

Strecke A2 vor GNE zu Strecke A2 nach GNE bei den untersuchten Mädchen (n=17)

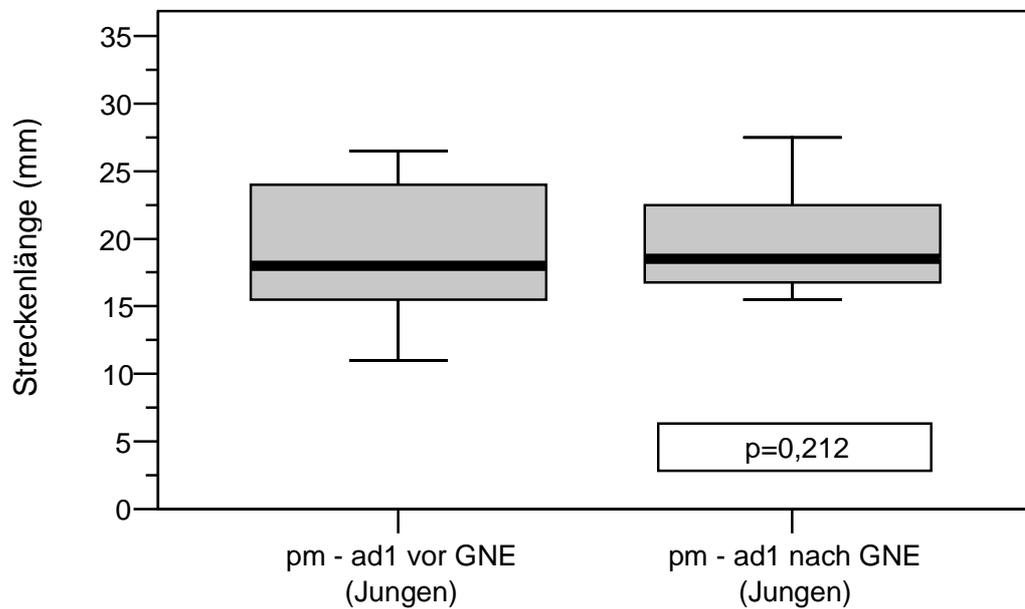


Abbildung 31

Strecke A1 vor GNE zu Strecke A1 nach GNE bei den untersuchten Jungen (n=12)

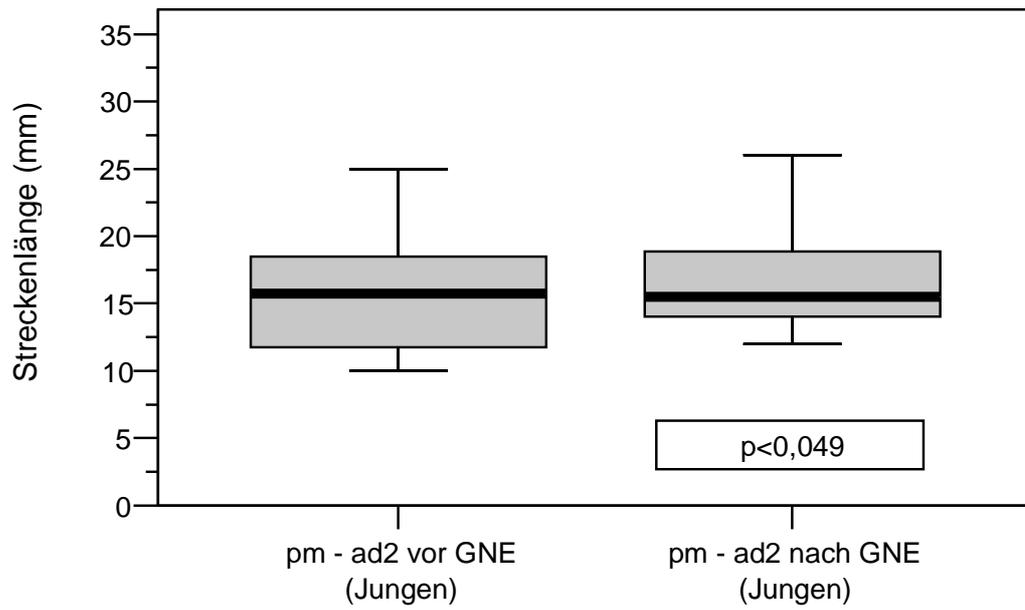


Abbildung 32

Strecke A2 vor GNE zu Strecke A2 nach GNE bei den untersuchten Jungen (n=12)

## 5 Diskussion

### 5.1 Methodenkritik

Patienten mit einer transversalen Enge im Oberkiefer, ein- und beidseitigen Kreuzbissen sowie eingeschränkter Nasenatmung bilden ein besonderes Kollektiv in der kieferorthopädischen Praxis. In mehreren Untersuchungen wurde der Zusammenhang einer Erweiterung des Oberkiefers mit der Verbesserung der Nasenatmung dargestellt. Die Ergebnisse dieser Veröffentlichungen basieren jedoch auf klinischen Beobachtungen bzw. klinischen Tests (wie Spiegel - und Wassertest oder Patientenbefragungen), wobei nur eine qualitative Bewertung der Verbesserung der Nasenatmung möglich war [22], [36], [37], [82], [84].

LORREILLE, TIMMS, WARREN, HERSHEY, HARDGERINK, FÄSSLER , DORUK und COMPADRETTI präsentierten quantitative Messergebnisse mit Hilfe von rhinomanometrischen Untersuchungen und berichteten von einer deutlichen Abnahme der Nasenatmungsbehinderung bei der Mehrzahl der Patienten [26], [45], [52], [64], [99], [146], [156].

Die intranasale Gabe eines vasokonstringierenden Alpha-Blockers, um einen gewissen „Standardzustand“ der Nasenschleimhaut zu gewährleisten und dadurch grobe Messfehler durch momentan bestehende leichte Rhinopathien auszuschließen, wurde auch von LORREILLE, TIMMS, HARTGERINK und FÄSSLER durchgeführt [99], [146], [64], [52]. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde ebenfalls allen Patienten 10 Minuten vor dem eigentlichen Test ein vasokonstringierendes Nasenspray (Privin®) verabreicht, um diesen Standardzustand zu erreichen. Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung an ausgeprägten Allergien oder Erkältung mit starker Schwellung der Nasenschleimhaut litten, wurden von der Untersuchungsgruppe ausgeschlossen.

Alle genannten Autoren sowie WERTZ und HERSHEY kamen bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass durch die Gaumennahterweiterung die nasale

Ventilation erleichtert wird und die Verbesserung auch nach Entfernung der GNE weitgehend stabil bleibt [161], [68].

HARTGERINK nimmt an, dass durch Wachstum, sowie durch die natürliche Verringerung des lymphatischen Gewebes während der Entwicklung, ein Einfluss auf die Verringerung des Nasenwiderstandes besteht [64].

Den physiologischen Rückgang des lymphatischen Gewebes mit einem positiven Einfluss auf die Nasenatmung, bestätigte auch schon SAITO [123]. Er untersuchte 397 japanische Kinder und Jugendliche im Alter von 5 bis 17 Jahren und stellte eine signifikante Abnahme des Nasenwiderstandes mit zunehmendem Alter fest.

In der hier vorliegende Arbeit wurden Patienten mit einer Altersstruktur von 8-19 Jahren (Median 11 Jahre) untersucht, jedoch war es hinsichtlich der rhinomanometrischen Untersuchung nicht zwingend erforderlich, den physiologischen Rückgang des lymphatischen Gewebes mit zu beachten, da die Untersuchungszeitpunkte nur wenige Wochen auseinander lagen und ein messbarer physiologischer Rückgang des lymphatischen Gewebes in so kurzer Zeit nicht zu erwarten war.

Hinsichtlich der röntgenologischen Untersuchung musste dies jedoch mit berücksichtigt werden, da die Untersuchungsintervalle mehr als 1 Jahr differierten. Deshalb wurden zwei Gruppen gebildet. Die eine Gruppe, in der eine physiologische Abnahme des Gewebes noch zu erwarten war, und die zweite Gruppe in der der physiologische Rückgang des lymphatischen Gewebes schon weitgehend als abgeschlossen angesehen werden konnte.

## 5.2 Ergebniskritik

### 5.2.1 Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung vor GNE und nach Diastemaöffnung

Zur Überprüfung ob und ab welchem Zeitpunkt eine Verbesserung der Nasenatmung durch die transversale Erweiterung stattgefunden hat, wurde die erste rhinomanometrische Untersuchung vor und die zweite Messung direkt nach Öffnung der Gaumennaht durchgeführt. Aufgrund des unterschiedlichen Alters und Konstitution der Patienten waren unterschiedliche Umdrehungszahlen bis zur Gaumennahtöffnung zu verzeichnen (Mittelwert 11,65 Umdrehungen; Range 6-18 Umdrehungen), was einer Erweiterung des oberen Nasenrachenraumes im Mittel um ca. 2,4 mm entsprach. Schon bei der Öffnung der Gaumennaht war eine sprunghafte und signifikante Verbesserung der als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow - Werte erkennbar. Im Mittel war bei Inspiration eine Verbesserung von 64,89 ml/s und bei Expiration von 63,32 ml/s zu verzeichnen. Dies entspricht einer Zunahme von 7,5% bei Inspiration bzw. einer Zunahme von 7,8% bei Expiration.

Lediglich 2 Patienten zeigten bei Inspiration keine messbare Verbesserung der Werte. Diese Patienten wiesen vor Gaumennahterweiterung nur eine leichte Obstruktion der Nasenpassage auf und es war nur eine geringere Dehnungsweite (8 bzw. 12 Umdrehungen) nötig, um die Gaumennaht zu öffnen. Wie schon WERTZ 1967 beschrieben hat, könnte bei diesen Patienten eine Obstruktion im posterioren Bereich der Maxilla bzw. des Nasenraumes vorliegen, so dass durch die Gaumennahterweiterung kaum ein Effekt hinsichtlich einer Verbesserung erzielt werden konnte [161]. Diese Vermutung kann jedoch aus dem vorliegenden Untersuchungs-material nicht eindeutig belegt werden.

Ein Zusammenhang zwischen einer spontanen Verbesserung der Nasenatmung auch bei geringer Dehnungsweite bzw. schon bei Öffnung der Sutura palatina scheint vorzuliegen. WEISE unterstützt diese Beobachtung. Er beschreibt, dass auch bei bestehendem flachen Gaumen und geringem transversalen Defizit Atmungs-

umstellungen durch die Gaumennahtdehnung zu beobachten sind. Diese Umstellung erfolgt bei den Patienten spontan und wird schon durch geringe Erweiterungswerte erzielt [158]. Die Ruptur der Gaumennaht, wie auch die damit zusammenhängenden Veränderungen anderer Schädelstrukturen hat hinsichtlich der gefundenen Ergebnisse einen Einfluss auf die Veränderung der Nasenwiderstände. Gegensätzlich beschreibt LOREILLE, dass nur durch eine sehr starke Erweiterung eine bemerkenswerte Verbesserung im Bereich der Luftströmung erhalten werden kann [99]. Die Umdrehungszahl verhält sich dabei nicht proportional zur Erweiterung der Sutur bzw. zur Vergrößerung der Nasenhöhlenbreite. Aufgrund einer V-förmigen Öffnung ergibt sich eine geringere Öffnung des Nasenbodens im Gegensatz zur Öffnung der Schraube.

Nicht allein die Dehnungsweite des Gaumens, sondern schon der Effekt der Gaumennahtöffnung erzielt eine sprunghafte Verbesserung der Nasenatmung. Dabei muss berücksichtigt werden, dass bei der vorliegenden Untersuchung ein selektioniertes Patientenklientel herangezogen wurde mit einer hauptsächlich leicht- bis mittelgradigen Verlegung der Nasenwege bzw. ein- oder beidseitigen Kreuzbissen. Die gefundenen Ergebnisse sind deshalb nicht auf Patienten übertragbar, die an einer vollständigen Verlegung oder anatomischen Fehlbildungen wie z.B. ausgeprägte Nasenscheidewandverkrümmungen leiden. Bei diesen Patienten ist eine Kombinationstherapie mit HNO-ärztlicher chirurgischer Korrektur und anschließender kieferorthopädischer Therapie mittels GNE sinnvoll.

#### 5.2.2 Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung nach Diastemaöffnung und am Ende der aktiven Dehnung

Schon bei Suturöffnung der Gaumennaht lässt sich eine deutliche Verringerung der Nasenatmungswiderstände feststellen. Bei allen untersuchten Patienten war eine weitere Dehnung der Gaumennaht notwendig. Durch die Fortführung der aktiven Dehnung war eine weitere Verbesserung zu verzeichnen. Die Summe beider Nasenlöcher bei Inspiration verbesserte sich zum Ausgangswert dabei um weitere 26,73 ml/s (3,1%) und bei Expiration um 25,86 ml/s (3,2%). Somit ergibt sich

insgesamt eine Verbesserung bei Inspiration von 10,6% bzw. Expiration von 11,0%. Eine ähnliche Gesamtverbesserung von 13,6% ergab sich in der Untersuchung von LOREILLE [99]. Dabei wurden Patienten vor und nach Öffnung der Suture sowie zur Kontrolle 3 Monate später untersucht. Als Maß für die Verbesserung hat LOREILLE die Expirationswerte herangezogen, da er sie als verlässlicher erachtete [99]. Er begründete sein Vorgehen mit der Tatsache, dass der ausgeatmete Luftstrom hinsichtlich seiner Temperatur und seines Wassergehaltes von einer zur anderen Messung ziemlich konstant bleibt, im Gegensatz zur Inspirationsluft, die stark von den klimatischen Bedingungen des Tages bezüglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängt.

In der Arbeit von FÄSSLER wurde von einer deutlich höheren Verbesserung von 31,6% nach 6 Monaten Retentionszeit berichtet [52]. Betrachtet man allerdings das von FÄSSLER untersuchte Patientenkollektiv, so wurden Patienten mit einem deutlich schlechteren Ausgangswert der als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow - Werte, von im Mittel 381,90 ml/s bei Inspiration untersucht. Werden Patienten, wie unter Punkt 4.2, die Gruppe für stärkere Obstruktion verglichen, so ergibt sich auch in unserem Patientengut eine deutlich höhere Verbesserung von 26,5% für eine solche Subpopulation. Eine Korrelation zwischen dem Ausmaß der anfänglichen Atmungsbehinderung und der durch die Dehnung verursachten Verbesserung scheint zu bestehen. Die gefundenen Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen diese Annahme. In der Gruppe 1 mit stärkerer Obstruktion kam es im Mittel zu einer Verbesserung der Flow - Werte bei Inspiration um 186 ml/s (26,5%), in der Gruppe 2 mit mittlerer Obstruktion im Mittel um 109,73 ml/s (12,84%) und in der 3. Gruppe mit nur leichter Obstruktion im Mittel um 38,61 ml/s (4,1%). WHITE beschrieb schon 1989 eine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Atmungsbehinderung und der Größe der Atmungsverbesserung. Je höher die Atmungsbehinderung war, desto größer war die Reduktion des Nasenwiderstandes [162].

Wie im Ergebnisteil unter Punkt 4.1 und 4.2 berichtet, waren im Median 12 Umdrehungen bis zur Diastemaöffnung notwendig, die aktive Dehnung erfolgte dann weiter bis insgesamt im Median 26 Umdrehungen. Somit waren im Mittel 45% der

Gesamtumdrehung bis Diastemaöffnung notwendig und 55 % fielen auf die weitere aktive Dehnung. Entgegen dieser Verteilung zeigte sich in den rhinomanometrischen Messungen die hauptsächlichste Verbesserung bei Inspiration bzw. Expiration mit 71% zum Zeitpunkt der Diastemaöffnung. Die anschließende weitere Aktivierung ergab nur eine weitere Verbesserung um 29%. Dies deutet darauf hin, dass keine klare Korrelation zwischen Dehnungsweite und Verbesserung der Nasenatmung besteht. HERSHEY und TIMMS unterstützen diese Annahme [68], [145].

Bis auf 5 Patienten (13,5%) profitierten alle Anderen 32 Patienten von der weiteren aktiven Dehnung. 3 Patienten verschlechterten sich zum Wert bei Diastemaöffnung, bei den anderen 2 Patienten war keine weitere Verbesserung erkennbar. Diese wiesen vor der Gaumennahterweiterung nur eine leichte bis fast gar keine Obstruktion der Nasenwege auf. Die Flow – Werte lagen bei Inspiration im Mittel bei 919,29 ml/s und 854,59 ml/s bei Expiration. Wie bereits vorher beschrieben ist bei einem Patientengut, das bereits vor GNE nur eine geringe bis fast gar keine Obstruktion der Nasenpassage verzeichnete auch nur eine geringere Verbesserung zu erwarten. Leichte Rhinopathien oder kleine Fehler bei der Messdurchführung können dabei schon ausschlaggebend für die erhaltenen Ergebnisse sein und oben beschriebene Verschlechterung mit sich führen.

### 5.2.3 Bewertung der rhinomanometrischen Untersuchung am Ende der aktiven Dehnung und 4 Wochen danach

Wie bereits beschrieben wurde, verringert sich der Nasenwiderstand im Verlauf der aktiven Dehnung. In der vorliegenden Arbeit konnte nun bestätigt werden, dass die erreichte Verbesserung auch 4 Wochen nach Ende der aktiven Dehnung stabil bleibt. Sowohl für Inspiration als auch für Expiration waren die Werte nicht signifikant unterschiedlich ( $p=0,277$  bei Inspiration,  $p=0,939$  bei Expiration), so dass keine Veränderung zu verzeichnen war. Diese Aussage bestätigte auch schon HERSHEY und WARREN, die Patienten mit Gaumennahterweiterung vor Beginn, am Ende der aktiven Dehnung und 3 Monate nach aktiver Dehnung untersuchten [156]. WHITE

fürhte 1989 eine ähnliche Studie durch. Auch seine Ergebnisse zeigten die Stabilität der Werte ein Jahr nach aktiver Dehnung [162].

#### 5.2.4 Bewertung der Fernröntgenseitenbildauswertung

Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder sollte Veränderungen des nasopharyngealen Raumes vor und nach GNE innerhalb eines Jahres aufzeigen. Dabei sollte geklärt werden, ob durch die Gaumennahterweiterung eine Verringerung der adenoiden Wucherungen induziert werden kann. Für die gesamte Untersuchungsgruppe (n=29, Alter im Median=10 Jahre) konnte eine signifikante Vergrößerung der Strecke A1 ( $p<0,002$ ) bzw. der Strecke A2 ( $p<0,001$ ) vor und nach GNE festgestellt werden. Auf eine zusätzliche Berechnung der Fläche pm-ad1-ad2-pm in mm<sup>2</sup> (A3) wurde verzichtet, da nach LINDER-ARONSON durch die Berechnung der Fläche keine genauere Aussage über die Veränderung des Nasenrachenraumes getroffen werden kann, und deswegen seiner Meinung nach unnötig ist [96].

Insgesamt wurde eine 9,7%ige Ausdehnung des respiratorischen Traktes festgestellt. Diese Werte sind mit den Werten von BASCIFTCI vergleichbar, der eine Zunahme von 12% beschreibt [10]. Ebenfalls beschreibt BUCCHERI eine Volumenzunahme des Nasenrachenraumes durch die Gaumennahterweiterung. Jedoch führt er die Zunahme nicht auf eine Verringerung der adenoiden Wucherungen zurück, sondern auf ein Wachstum mit Erweiterung des pharyngealen Lumens [23].

Da in der vorliegenden Studie, Patienten im Alter von 8-19 Jahren untersucht wurden, musste die physiologische Veränderung des lymphatischen Gewebes im Bereich des Nasopharyngealraumes mit berücksichtigt werden [95], [123]. LINDER-ARONSON hat in seiner Arbeit 1983 festgestellt, dass das lymphatische Gewebe des Nasenrachenraumes nicht der Scammon`schen Wachstumskurve folgt. Der Nasenrachenraum hat seine geringste Ausdehnung im Alter von 5 Jahren. Er wird dann stetig größer, bis er im 10.-11. Lebensjahr wieder verengt wird. Ab dem 12. Lebensjahr ist nur noch eine geringe Zunahme der Ausdehnung zu verzeichnen [95]. Nachfolgendes Diagramm stellt dies bildlich dar.

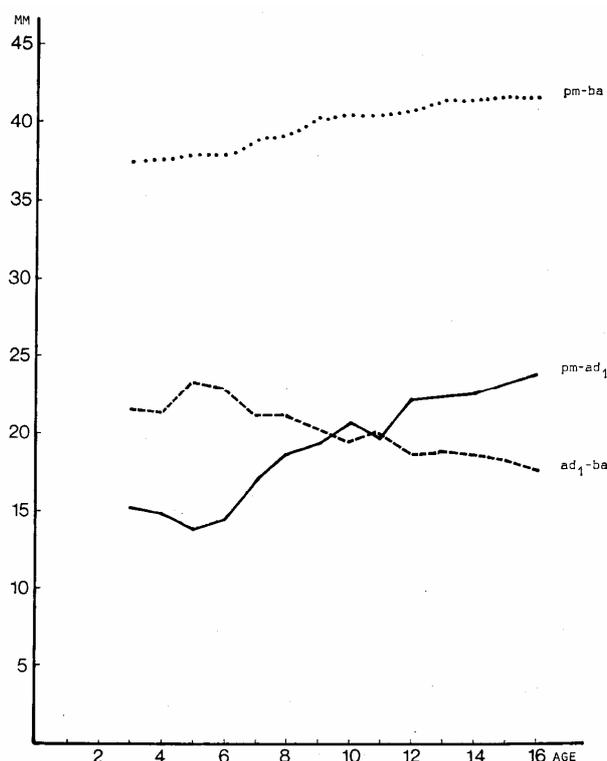


Abbildung 28

Distanz pm-ad<sub>1</sub> (nasopharyngealer Raum) und ad<sub>1</sub>-ba (Dicke des adenoiden Gewebes) nach LINDER-ARONSON [95]

Um dennoch eine Aussage über Veränderungen der Ausdehnung des Nasenrachenraumes induziert durch die GNE treffen zu können, wurden zwei Gruppen gebildet: Gruppe 1  $\leq 12$  Jahre (physiologischer Rückgang des lymphatischen Gewebes noch zu erwarten) und Gruppe 2  $> 12$  Jahre (kaum noch zu erwartende Veränderungen). Bei der Patientengruppe  $\leq 12$  Jahre ( $n=21$ , Alter im Median 10 Jahre) wurde ein signifikanter Unterschied hinsichtlich einer Vergrößerung der Strecken A1 und A2 vor und nach GNE festgestellt, was eine Vergrößerung des nasopharyngealen Raumes bedeutet. Eine genaue Aussage, ob sich der Rückgang des lymphatischen Gewebes durch die bessere Belüftung, induziert durch die GNE, eingestellt hat, oder ob er der natürlichen physiologischen Abnahme entspricht, kann dabei nicht eindeutig geklärt werden.

7 Patienten verschlechterten sich zum Ausgangswert. Das mittlere Alter dieser Patienten war 10,3 Jahre. Wie im oben stehenden Diagramm ersichtlich, erfolgt in diesem Alter eine Zunahme des lymphatischen Gewebes, das mit einer Abnahme der Strecken A1 und A2 resultiert, und somit den Nasenrachenraum wieder verengt.

In der 2. Patientengruppe >12 Jahre (n=8, Alter im Median 14,5 Jahre) ergab nur die Strecke A2 vor GNE zu A2 nach GNE mit  $p < 0,017$  eine signifikante Vergrößerung. Die Veränderung der Strecke A1 vor GNE zu A1 nach GNE war mit  $p < 0,202$  nicht statistisch signifikant. Kritisch zu bewerten ist, dass in dieser Gruppe nur 8 Patienten einbezogen werden konnten, weswegen dem Ergebnis, wegen der geringen Anzahl der untersuchten Patienten, auch nur eine geringere Aussagekraft zukommt.

Dennoch kann aus den gewonnenen Ergebnissen geschlossen werden, dass durch die Gaumennahtdehnung eine zwar geringe, aber eine Abnahme der adenoiden Wucherungen hervorgerufen werden konnte.

Bereits BASCIFTCI, bewies in seiner Studie, dass eine Vergrößerung des Nasenrachenraumes bei ausgewachsenen, GNE behandelten Patienten stattfindet [10]. In seiner Arbeit sollte der Effekt der GNE auf den nasopharyngealen Raum bei jüngeren Patienten (Alter 12,1 +/- 1,1 Jahre, n=15) und bei erwachsenen Patienten (Alter 18,4 +/- 1,4 Jahre, n=15) geklärt werden. Dabei wurde das jüngere Patientenkontinuum mit einer konventionellen GNE, und das erwachsene Patientenkontinuum mit einer chirurgischen GNE behandelt. Als Ergebnis stellte er in beiden Gruppen eine statistisch signifikante Vergrößerung des Nasenrachenraumes um 12% fest. Seine Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass durch die bessere Belüftung, induziert durch die Erweiterung des Gaumens, eine Reduktion des lymphatischen Gewebes zu Folge hat [10]. Ähnliche Erfahrungen hinsichtlich einer Rückbildung von adenoiden Hypertrophien durch die Gaumennahtdehnung wurden auch von CEYLAN, HERSHEY, PICCINI und WERTZ beschrieben [27], [68], [116], [161].

Da erfahrungsgemäß die Entwicklung der Mädchen im Vergleich zu den Jungen gleichen Alters weiter fortgeschritten ist, sollte in einer weiteren Analyse geklärt werden,

ob sich diese Entwicklungsunterschiede auch in den gefundenen Messergebnissen wieder spiegeln. Bei den Mädchen (Alter im Median 11 Jahre) ergaben sich sowohl für die Strecke A1 und A2 vor bzw. nach GNE signifikante Unterschiede ( $p < 0,04$  bzw.  $p < 0,03$ ). Bei den Jungen (Alter im Median 11 Jahre) konnte nur eine signifikante Vergrößerung der Strecke A2 ( $p < 0,049$ ) aufgezeigt werden. Die Vergrößerung der Strecke A1 war mit  $p < 0,212$  nicht statistisch signifikant. Werden diese Ergebnisse mit denen von LINDER-ARONSON im obigen Diagramm (siehe Abbildung 28) verglichen, kann die Vermutung der weiter fortgeschrittenen Entwicklung der Mädchen auch auf die hier gefundenen Ergebnisse übertragen werden.

### 5.2.5 Schlussfolgerungen

Als Schlussfolgerung der vorgestellten Untersuchungsergebnisse lässt sich im Sinne einer Beantwortung der eingangs gestellten Fragen folgendes feststellen:

1. Es tritt schon direkt nach Sutureöffnung eine signifikante Verbesserung der als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow - Werte auf.
2. Es besteht keine direkte Korrelation zwischen Dehnungsweite und Verbesserung der Nasenatmung.
3. Die durch die Gaumennahterweiterung erreichte Verbesserung der Flow – Werte bleibt auch 4 Wochen nach Dehnungsende stabil.
4. Die erleichterte Nasenatmung und die dadurch bewirkte bessere Belüftung der oberen Atemwege, zeigt einen positiven Einfluss auf den Nasopharyngealraum im Sinne einer Reduktion des lymphatischen Gewebes (Adenoide).

## 6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war zu überprüfen, inwieweit sich der Nasenwiderstand während der aktiven Dehnung mit einer Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE) verändert. Dabei wurden 37 Patienten im Alter von 8-19 Jahren (Mittelwert = 11,27 Jahre) untersucht, bei denen aufgrund einer skelettalen transversalen Diskrepanz des Oberkiefers eine Gaumennahterweiterung indiziert war.

Aussagefähige und objektive Ergebnisse über die Durchgängigkeit der Nasenpassage wurden mit Hilfe der anterioren Rhinomanometrie gewonnen (Flow – Wert in ml/s). Um einen gewissen „Standardzustand“ zu erreichen, erhielt jeder Patient zehn Minuten vor der eigentlichen Untersuchung einen vasokonstringierenden Alpha-Blocker (Privin®). Alle Untersuchungen wurden nur von mir, an immer dem gleichen Rhinomanometriegerät in der Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München, durchgeführt. Um die Öffnung der Sutura palatina media sicherzustellen, wurde bei allen Patienten eine röntgenologische Aufbissaufnahme angefertigt.

An folgenden Untersuchungszeitpunkten wurden Messungen durchgeführt:

1. vor Einsetzen der GNE
2. direkt nach Diastemaöffnung, d.h. nach Öffnung der Sutura palatina media
3. am Ende der aktiven Drehung
4. vier Wochen nach Dehnungsende

Zusätzlich zur rhinomanometrischen Messung wurde vor Einsetzen der Gaumennahterweiterungsapparatur und ein Jahr später ein Fernröntgenseitenbild (FRS) angefertigt. Dabei sollten Veränderungen hinsichtlich einer Abnahme der adenoiden Wucherungen, induziert durch die Gaumennahterweiterung, untersucht werden.

Folgende Ergebnisse sind aus den durchgeführten Untersuchungen gewonnen worden:

Es ist schon frühzeitig bei Sutureöffnung eine signifikante Verbesserung der Flow – Werte zu verzeichnen (Inspiration von 7,5 % und bei Expiration um 7,8%). Bei Fortführung der Dehnung erfolgte eine weitere Verbesserung der als Korrelat für die Nasenatmung geltenden Flow – Werte (Inspiration von 3,1%, Expiration von 3,2%). Eine Verbesserung von insgesamt 10,6% bei Inspiration und 11,0% bei Expiration konnte dabei verzeichnet werden. Eine im Verhältnis größere Verbesserung konnte bei Patienten mit stärkerer Obstruktion (Verbesserung von 26,5%) festgestellt werden. Je höher die Atmungsbehinderung war, desto größer war die Reduktion des Nasenwiderstandes, die durch die Gaumennahtdehnung hervorgerufen wurde. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Atmungsbehinderung und der Größe der Verbesserung. Hingegen konnte keine direkte Korrelation zwischen Dehnungsweite und Verbesserung der Flow – Werte gefunden werden. Die erreichte Verbesserung der Nasenatmung blieb auch vier Wochen nach Dehnungsende stabil.

Die Auswertung der Fernröntgenseitenbilder nach LINDER-ARONSON ergab eine 9,7%ige Volumenzunahme des posterioren Nasenrachenraumes bei den 29 untersuchten Patienten (Alter im Median 10 Jahre). Eine eindeutige Klärung, inwiefern die physiologische Verringerung des lymphatischen Gewebes oder die durch die Gaumennahtdehnung induzierte bessere Belüftung kausaler Faktor für die Zunahme des Respirationstraktes ist, war hierbei nicht möglich.

Um dennoch eine Aussage über die Ursache der Zunahme des Nasenrachenraumes treffen zu können, wurden zwei Untersuchungsgruppen gebildet. Eine Gruppe ( $\leq 12$  Jahre), in der die physiologische Veränderung des lymphatischen Gewebes noch zu erwarten war, und die zweite Gruppe ( $> 12$  Jahre) in der der physiologische Rückgang bereits als weitgehend abgeschlossen angesehen werden konnte. In beiden Gruppen konnte eine Vergrößerung der Ausdehnung des Nasenrachenraumes verzeichnet werden. Daraus kann geschlossen werden, dass durch die bessere Belüftung, induziert durch die GNE, eine Verringerung adenoider Wucherungen zu erwarten ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Gaumennahterweiterung schon frühzeitig einen positiven Effekt auf die Nasenatmung aufweist und eine effektive Behandlungsmethode zur Verbesserung der Nasenpassage mit Korrektur transversaler Diskrepanzen im Oberkiefer darstellt. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass eine effektive Verbesserung der Nasenatmung nur bei Patienten, die eine Verengung im anterioren und kaudalen Anteil der nasalen Strukturen aufweisen, erzielt werden kann. Bei Patienten, die unter nasalen Polypen, Hypertrophie der Nasenwege, ausgeprägten adenoiden Wucherungen und einer Septumdeviation mit totaler Verlegung der Atemwege leiden, ist eine alleinige Therapie mit einer Gaumennahterweiterung zur Verbesserung der Atmung nicht sinnvoll, sondern kann nur unterstützend zu einer HNO-ärztlichen Therapie angewendet werden. Eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäde und Hals-Nasen-Ohren-Arzt sollte somit angestrebt werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Akkaya S, Lorenzon S, Ucem TT: A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod* 21 (1999), 175-180
- [2] Andresen V, Häupl K., Petrik L: Funktionskieferorthopädie, 6. Auflage. Johann Ambrosius Barth München, 1957
- [3] Angell EC: The permanent or adult teeth. *San Fran Med Press* 1 (1860), 83 und 145
- [4] Angell EC: Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. *Dent Cosmos* 1, (1860), 540-544, 599-601
- [5] Angle, EH: Die Entwicklung der Orthodontie. *Zahnärztlich Orthopädie* 8 (1912), 257-268
- [6] Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg L.G.: Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod* 67 (1997), 15-22
- [7] Ascher F: Praktische Kieferorthopädie. Urban und Schwarzenberg, München, Berlin, Wien, 1968
- [8] Bahnemann F: Mundatmung als Krankheitsfaktor. *Fortschr Kieferorthop* 40 (1979), 117-36, 321-40
- [9] Balters, W: Allgemeines zur Atmung und zur Atmungsstörung Fortschritte der Kieferorthopädie 15 (1954), 193-200
- [10] Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Kucukkolbasi H.: Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002 Apr; 72(2): 118-23
- [11] Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellmann J: Cranio-facial morphology in children with and without enlarged tonsils. *European Journal of Orthodontics* 12 (1990), 233-43
- [12] Bentzen S: Beitrag zur Ätiologie des hohen Gaumens. *Arch Laryngol Rhinol*, 14 (1903), 203-56
- [13] Bhatt AK, Jacob PP: Skeletal and dental changes in rapid maxillary expansion *Journal of Indian Orthodontic Society* 10(1978), 10-21

- [14] Bibby RE: The hoid bone position in mouth breathers and tongue-thrusters American Journal of Orthodontic 85 (1984), 431-33
- [15] Biederman BC: Rapid correction of class III malocclusion by midpalatal expansion. Am J Orthod 63 (1973), 47-55
- [16] Biedermann W: An hygienic appliance for rapid expansion. J Pract Orthod 2 (1968), 67-70
- [17] Birt B: Zur Geschichte der kieferorthopädischen Gaumennahterweiterung unter besonderer Berücksichtigung der klinischen und wissenschaftlichen Arbeiten von Dr. Dr. Hans Derichsweiler, München. Med Diss München 1998
- [18] Black NM: The relation between deviation of nasal septum and irregularities of the teeth and jaw. J Am Med Assoc 52 (1909), 943-5
- [19] Bloch E: Ztschr.f. Ohrenh. u. Krankh. d. Luftwege 44 (1903), 1 ff
- [20] Bondi M: Orofaziale und craniocervikale Myotherapie. Quintessenz Verlags-GmbH (1994)
- [21] Brown G: The application of orthodontia principles to the prevention of nasal disease, Dent Cosmos 45 (1903), 765-777
- [22] Brown G: The pathologic and therapeutic possibilities of upper maxillary contraction and expansion, Dent Cosmos 56 (1914), 137-154
- [23] Buccheri A, Dilelli G, Stella R. Rapid palatal expansion and pharyngeal space. Cephalometric evaluation. Prog Orthod. 2004;5(2):160-71.
- [24] Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr.: Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 121 (2002), 129-135
- [25] Cathrop GT: Radiological demonstration of adenoids. Lancet 238: 1005 (1940).
- [26] Ceroni Compadretti G, Taska I, Alessandri-Bonetti G, Peri S, D'Addario A: Acoustic rhinometric measurements in children undergoing rapid maxillary expansion. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2005 Jun 12
- [27] Ceylan I, Oktay H, Demirci M: The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. Angle Orthod 66 (1996), 301-308
- [28] Chang JY, McNamara JA, Herberger T: A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacila Orthop 112 (1997), 330-337

- [29] Cistulli P: Treatment of snoring and obstructive sleep apnoea by rapid maxillary expansion. Aust NZ J Med (1996), 428-429
- [30] Cozza P, Giancotti A, Petrosino A: Rapid palatal expansion in mixed dentition using a modified expander: a cephalometric investigation. J Orthod 28 (2001), 129-134
- [31] Cross DL, McDonald JP: Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. Eur J Orthod 22 (2000), 519-528
- [32] Da Silva Filho OG, do Prado Montes LA, Torelly LF : Rapid maxillary expansion in the deciduous dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107 (1995), 268-275
- [33] Davis E.: The causes and effects of mouth breathing, Int J Orthod 10 (1924), 483-493
- [34] Davis WM, Kronman JH: Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. Angle Orthod 39 (1969), 126-132
- [35] Davis WM, Kronman H: Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. Am J Orthod 39 (1969), 126-131
- [36] Dean L.W.: The influence on the nose of widening the palatal arch, J Am Med Assoc 52 (1909), 941-943
- [37] Derichsweiler H: Die Gaumennaht-Erweiterung. Eur Orthod Soc 11 (1953), 597-600
- [38] Derichsweiler H.: Die Gaumennahtsprengung, Fortschr. Kieferorthop. 14 (1953), 5-23
- [39] Derichsweiler H.: Wichtige technische Einzelheiten bei der Herstellung der Gaumennahterweiterungsplatte, Dtsch zahnärztl. Zeitung 8 (1953d), 374-376,
- [40] Derichsweiler H: Die Umstellung der Mundatmung zur Nasenatmung durch die Gaumennahterweiterung. Fortschr der Kieferorthop 15 (1954), 234-241
- [41] Derichsweiler H.: Erfahrung mit der Gaumennahterweiterung, Dtsch zahnärztl. Z 9 (1954c), 59-64
- [42] Derichsweiler H: Gaumennahterweiterung. Carl Hanser Verlag, München 1956
- [43] Dickin H.O.: zit. nach Nord, Ch.F.L.: Die Vorhofplatte, Fortschr. Kieferorthop. 18 (1857), 122-128
- [44] Diedrich et al.: Praxis der Zahnheilkunde, Kieferorthopädie 2, 4. Aufl., Urban und Fischer, München 2000

- [45] Doruk C, Sokucu O, Sezer H, Canbay EI: Evaluation of nasal airway resistance during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry., Eur J Orthod. 2004 Aug;26(4):397-401.
- [46] Duyzings JA: Nasenatmung bzw. Mundatmung und ihre Folgen für die Form des Gesichtes wie auch die Form und Funktion des Gesamtkörpers. Fortschr. Kieferorthop. 24 (1963), 289-94
- [47] Eckert-Möbius: The importance of the tongue for nasal and oral respiration. Fortschr Kieferorthop. 1953; 14(4):229-39.
- [48] Eckert-Möbius: Normal and pathological physiology of nasal and oral respiration. Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl Gesamte. 1953;18(9-10):345-78.
- [49] Eirew HL: Rapid maxillary expansion. Dent Update (1976), 251-261
- [50] Ekström C, Henrikson CO, Jenson R: Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. Am J Orthod (1977), 449-455
- [51] Ervedi N, Okar I, Kucukkeles N, Arbak S: a comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorptions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 106 (1994), 47-51
- [52] Fässler Kathrin: Die Wirkung der Gaumennahterweiterung auf die Nasenatmung bei 8-14 jährigen Patienten, Dissertation 2000 an der LMU München
- [53] Frevert-Boelcke A: Die Gaumennaht-Sprengung. Dtsch Zahnärztl Z (1954), 511-517
- [54] Fürthauer U, Droschel H: Die Gaumennahtsprengung als interzeptive Maßnahme. Dtsch Zahnärztl Z (1980), 165-168
- [55] Gardner GE, Kronman JH : Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. Am J Orthod 2 (1971), 146-155
- [56] Gerlach H: Experimentaluntersuchung über die Korrelation von Mundatmung und Kieferanomalien. Fortschr der Kieferorthop 25 (1964), 311-7
- [57] Gerlach H: Die Gaumennahtsprengung. Fortschr der Kieferorthop 15 (1954), 243-248
- [58] Giacometti F: Die Vorhofplatte, ein Beitrag zur Therapie der Mundatmung und zur kausalen Therapie und Prophylaxe des Distalbisses. Med Diss, Zürich 1947
- [59] Goddard DL: Separation of the superior maxilla at the symphysis. Dent Cosmos 33, (1893), 880

- [60] Goldman J, Bachman A: Soft tissue roentgenography of the nasopharynx for adenoids. *Trans. amer. laryng. rhinol. otol. Soc.* 1958: 692
- [61] Haas AJ: Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970 Mar; 57(3): 219-55
- [62] Haas AJ: The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Am J Orthod* 35 (1965), 200-16
- [63] Haas AJ: Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Am J Orthod* 31 (1961), 73-89
- [64] Hartgerink DV, Vig PS, Abbott DW: The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Nov; 92(5):381-9
- [65] Harvold EP: Primate experiments on oral sensation and morphogenesis. *Trans Eur Orthod Soc.* (1973); 431-4
- [66] Herold, JS: Maxillary expansion: A retrospective study of three methods of expansion and their long-term sequelae. *Brith J Orthod* 16 (1989), 195-200
- [67] Herrmann H: Histologische Befunde der Schleimhaut des Oberkiefers nach der Gaumennahterweiterung bei Gaumenspalten. *Fortschr der Kieferorthop* 17 (1956), 214-17
- [68] Hershey HG, Stewart BL, Warren DW: Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 69 (1976), 274-84
- [69] Hicks EP: Slow maxillary expansion a clinical study of skeletal versus dental response to low magnitude force. *Am J Orthod* 86 (1984), 121-41
- [70] Holberg C: Effects of Rapid Maxillary Expansion on the Cranial Base-an FEM-Analysis\*. *J Orofac Orthop.* 2005 Jan; 66(1):54-66.
- [71] Hotz R: *Orthodontie in der täglichen Praxis.* Hans Huber Verlag. Bern, 1954
- [72] Ioannidou J., Kolokitha O: Rapid maxillary expansion: presentation of 3 clinical cases. *Orthod Fr* 71 (2000), 95-103
- [73] Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S: Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. A meta-analysis. *J Orofac Orthop* 62 (2001), 275-84
- [74] Jiang J, Ji C: Hard tissue changes in class III patients treated with maxillary protraction and rapid palatal expansion. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 36 (2001), 273-360

- [75] Kahl-Nieke B: Einführung in die Kieferorthopädie. Urban und Schwarzenberg, München 1995
- [76] Kanakawa M, Shimizu N: Age-related changes on bone regeneration in midpalatal suture during maxillary expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114 (1998), 646-53
- [77] Kantorowicz A: Die Bedeutung des Lutschen für die Entstehung erworbener Fehlbildungen. *Fortschr Kieferorthop* 16 (1955): 109ff
- [78] Klink-Heckmann U, Bredy: Kieferorthopädie. 3. Aufl. Haug-Verlag, Leipzig-Heidelberg 1990
- [79] Körbitz A: Die orthodontische Situation der Gegenwart. *Dtsch zahnärztl Wschr* 36 (1933), 89-94
- [80] Korkhaus G: Atmungsstörungen und Gebißanomalien. *Fortschr Kieferorthop* 1953; 14(3): 239-46
- [81] Krebs A: Midpalatal suture expansion, studied by the implant method over a seven year period. *Trans Eur Orthod Soc* 131 (1964), 131-42
- [82] Kressner A: Die Umstellung der Mundatmung zur Nasenatmung durch die Gaumennahterweiterung. *Fortschr Kieferorthop* 15 (1954), 228-34
- [83] Ladner PT; Muhl ZF: Changes concurrent with orthodontic treatment when maxillary expansion is a primary goal. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108 (1995), 184-190
- [84] Landsberger R.: Anatomische Veränderungen in Knochengewebe des Gaumens bei kieferorthopädischer Behandlung. *Korrespbl Zahnärzte* 38 (1909), 49-57
- [85] Landsberger R.: Das Weiten des Nasenbodens durch Kieferdehnung. *Korrespbl Zahnärzte* 37 (1908), 322-34
- [86] Lehnhardt E.: die Funktion der Zunge bezüglich der Breitenentwicklung des Oberkiefers. *Fortschr Kieferorthop* 20 (1959), 367-71
- [87] Linden van F.: Gesichtswachstum und fasziale Orthopädie. Quintessenz Verlags GmbH, 1984
- [88] Linder-Aronson S: Open bite in relation to breathing. *Fortschr Kieferorthop.* (1983); 44(1):1-11
- [89] Linder-Aronson S: Naso-respiratory function and craniofacial growth. In: Nasorespiratory function and craniofacial growth, J.A. McNamara, Jr. (ed.). Monograph No 9. Craniofacial growth series, Center of human growth and development The University of Michigan, Ann Arbor Michigan (1979), 121-47

- [90] Linder-Aronson S, Lindgren J: The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod.* (1979); 6(1):25-9
- [91] Linder-Aronson S: Effects of adenoidectomy on the dentition and facial skeleton over a period of five years. *Trans Third Int Orthod Congress (1975)*, Cook JT (ed.), 85-100
- [92] Linder-Aronson S: Adenoids — their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. *Acta Oto-laryng.*, Stockh., suppl. 265 (1970)
- [93] Linder-Aronson S, Aschan G: Nasal resistance to breathing and palatal height before and expansion of the median palatine suture. *Odontologisk Revy.* 14 (1963), 254-70
- [94] Linder-Aronson S.: Effects of adenoidectomy on mode of breathing, size of adenoids and nasal airflow, *ORL J*, 1973; 35 (5): 283-302
- [95] Linder-Aronson S.: The development of the posterior nasopharyngeal wall in boys girls between the age of 3-16 years. A longitudinal study, *Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl.* 1983; 71 (2): 149-60
- [96] Linder-Aronson, Henrikson C.O.: Radiocephalometric analysis of anteroposterior nasopharyngeal dimensions in 6-to 12-year-old mouth breathers compared with nose breathers, *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1973; 35(1):19-29.
- [97] Linder-Aronson, Holmberg H.: Cephalometric radiographs as a means of evaluating the capacity of the nasal and nasopharyngeal airway. *Am J Orthod.* 1979 Nov;76(5):479-90.
- [98] Lindsay PG: Rapid maxillary expansion and impaired nasal respiration. *Ear, Nose and Throat J* 66 (1987), 248-251
- [99] Loreille JP, Bery A: Changes in nasal respiration during palatal expansion. *Inf Orthod Kieferorthop* 14 (1982), 117-131
- [100] Markwardt AW: Vorläufige Erfahrungen über die Auswirkung der Gaumennahterweiterung auf das Hilfsschulkind. *Fortschr der Kieferorthop* 22 (1961), 359-364
- [101] Morrison WW: The interrelationship between nasal obstruction and oral deformities. *Dent Cosmos* 69 (1927), 453-458
- [102] McDonald JP: Airway Problems in children-Can the orthodontist help? *Ann Acad Med Singapore* 24 (1995), 158-162

- [103] Mommaerts MY: Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg* 37 (1999), 268-272
- [104] Moss ML, Salentijn L: The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod.* 1969 Jun; 55(6): 566-77
- [105] Moulinard J: Radiographie et curiethérapie des végétations adénoïdes. *J Radiol. Electrol.* 31: 430 (1950).
- [106] Murray JMCG, Cleall JF: Early tissue response to rapid maxillary expansion in the midpalatal suture of the Rhesus monkey. *J Dent* 50 (1971), 1654-60
- [107] Neumann D: Untersuchungen zur Frage der durch das Lutschen entstandenen Gebißschäden. *Zahn-Mund-Kieferhk. In Vorträgen* 1950
- [108] Newell H.: Appliance for the prevention of mouthbreathing, *Dent cosmos* 55 (1913), 456-457
- [109] Nord FL: Von der Orthodontie zur Mundorthopädie. *Fortschr Kieferorthop* 32 (1971); 291-6
- [110] Nord FL: Die Vorhofplatte. *Fortschr Kieferorthop* 18 (1957); 122-8
- [111] Northcroft G: Malocclusions of the deciduous teeth. *Int J Orthod* 16 (1930), 714
- [112] Northcroft G: James W: Valve buccale. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 37 (1927), 418
- [113] Northcroft G: Widening the median maxillary suture. *Dent Rec* 34 (1914), 512-14
- [114] Odenrick L, Karlander EL, Pierce A et al.: Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod* 13 (1991), 264-70
- [115] Öhler D, Skotnicky F: Die Gaumennahterweiterung. *Dtsch Zahnärztl Z* 13 (1958), 783-788
- [116] Piccini A, Biagini C, Sensini I et al.: Morpho-functional correlations in children with cross-bite. *Revue de Laryngologie* 113 (1992), 33-6
- [117] Rakosi TH, Jonas I, Burgert R: Vereinfachte Anfertigung von Gaumennaht-Sprengungsplatten. *Fortschr der Kieferorthop* 44 (1983), 71-4
- [118] Reichenbach E, Stock KH: Zur Frage der Zunge auf die Formgebung des Oberkiefers. *Fortschr Kieferorthop* 23 (1962); 179-83
- [119] Reichenbach E, Brückl H: *Kieferorthopädische Klinik und Therapie*, 2.Auflage. Lohann Ambrosius Verlag, Leipzig

- [120] Ricketts RM: Respiratory obstruction syndrome. Am J Orthod. 1968 Jul; 54(7):495-507
- [121] Ricketts RM: Respiratory obstructions and their relation to tongue posture. Cleft Palate Bull 8 (1958), 4-5
- [122] Robert M.A.: Bull gen de therapie 24 (1843),343
- [123] Saito A, Nishihata S: Nasal airway resistance in children. Rhinology. 1981 Sep; 19(3):149-54
- [124] Sandikcioglu M, Hazar S: Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. Am J Orthod Dentofac Orthop 111 (1997), 321-27
- [125] Schönherr E: Gaumennahterweiterung mit abnehmbaren Behelfen. Fortschr der Kieferorthop 16 (1955), 177-82
- [126] Schopf P: Curriculum Kieferorthopädie I. Quintessenz Verlags GmbH, 1994
- [127] Schopf P: Kieferorthopädie II, Praxis der Zahnheilkunde, 2. Auflage. Urban und Schwarzenberg. Wien , Innsbruck, Baltimore, 1988
- [128] Schopf P: Der Einfluss habitueller Faktoren auf das jugendlicher Gebiß. Fortschr Kieferorthop 34 (1973), 408-32
- [129] Schrader HK: Ein Fall von Gaumennahterweiterung. Schweiz Monatsschr Zahnmed (1958), 1154-58
- [130] Schroeder-Benseler, Die Mundatmung der Schulkinder und die orthopädische Behandlung derselben in der Schulzahnklinik, Zeitschrift für gesunde Jugend, Band 7, 1913
- [131] Schulze W: Zur Indikation und Prognose der Gaumennahterweiterung. Magazin für Zahnheilkunde, Management und Kultur 5 (1955), 249-59
- [132] Schwarz AM: Lehrgang der Gebißregelung II. Urban und Schwarzenberg. Wien , Innsbruck, 1956
- [133] Schwarz M: Über die Einwirkung kieferorthopädischer Geräte auf die Nasenhöhle. Fortschr der Kieferorthop 15 (1954), 248-69
- [134] Schwarz AM: Orthodontische Prophylaxe und Frühbehandlung. Z Stomat 27 (1929), 339-70
- [135] Semarek A.: Objektive Beurteilung der Nasendurchgängigkeit, Z. f. HNO-Heilkunde 37, 248-261
- [136] Skieller V: Expansion of the midpalatal suture by removable plates, analysed by the implant method. Trans Eur Orthod Soc (1964), 143

- [137] Spillane LM, McNamara JA Jr.: Maxillary adaptation to expansion in the mixed dentition. *Semin Orthod* 1 (1995), 176-87
- [138] Spolyar JL: The design, fabrication, and use of a full coverage-bonded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod* 86 (1984), 136-45
- [139] Stockfisch H: Possibilities and limitation of expanding the palatal suture. *Dtsch Stomatol Z* 21 (1971), 530-34
- [140] Stöckli P.W. und BenZur E.D., Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1994
- [141] Strumpf, B.: Über den Einfluss von Schlaflagen auf die Mundatmung bei Säuglingen und Kleinkindern, Med Diss Jena 1964
- [142] Thomson W: Extraoral high-pull forces with rapid palatal expansion in the *Macaca mulatta*. *Am J Orthod* 66, (1974), 302-15
- [143] Timms DJ: The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* (1999), 247-50
- [144] Timms DJ: Rapid maxillary expansion in the treatment of nasal obstruction and respiratory disease. *Ear Nose Throat J.* 1987 Jun; 66(6):242-7.
- [145] Timms DJ: The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Br J Orthod.* 1986 Oct; 13(4):221-8
- [146] Timms DJ: The reduction of nasal airway resistance by rapid maxillary expansion and its effect on respiratory disease. *J Laryngol Otol.* 1984 Apr; 98(4):357-62
- [147] Timms DJ: Rapid Maxillary Expansion. Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago, Berlin-Rio de Janeiro-Tokyo 1981
- [148] Timms DJ: A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980 May; 77(5):500-7
- [149] Timms DJ: Some medical aspects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod.* 1974 Jul; 1(4):127-32.
- [150] Timms DJ: Some Medical Aspects of Rapid Maxillary Expansion. *Br J Orthod* 1 (1973),127-32
- [151] Todd TW: Integral growth of face: nasal area. *Int. J. Orthodont.* 22: 231 (1936)
- [152] Valezquez P, Benito E, Bravo LA: Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109 ( 1996), 361-70

- [153] Vardimon AD, Brosh T, Spiegler A et al.: Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113 (1998), 371-80
- [154] Vig, P.S., Montgomery, W.M. and Coll.: Computed tomography: a three dimensional study of the nasal airway. *Amer. J. Orthodont.* 69: 363-375, 1979
- [155] Warren DW, Hairfield WM, Seaton D, Morr KE, Smith LR: The relationship between nasal airway size and nasal-oral breathing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988 Apr; 93(4):289-93
- [156] Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM: The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Feb;91(2):111-6
- [157] Weise W : Parodontopathien als Folge von kieferorthopädischer Behandlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 28 (1973), 143-8
- [158] Weise W: Beitrag zur Gaumennahterweiterung. *Zahnärztl.Welt/Reform* 65 (1964), 750-758
- [159] Wertz RA, Dreskin M: Midpalatal suture opening: A normative study. *Am J Orthod* 71 (1977), 367-81
- [160] Wertz RA: Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 58 (1970), 41-66
- [161] Wertz RA: Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 38 (1968), 1-10
- [162] White BC, Woodside DG, Cole P: The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *J Otolaryngol.* 1989 Jun;18(4):137-43
- [163] White JD: Expanding the jaw. *Dent Cosmos* 1 (1859), 281-2
- [164] White WA: A palatal suture opener for upper expansion. *Dent Cosmos* 57 (1915), 113-4
- [165] Wollens AG, Goffart Y, Lismonde P, Limme M: Therapeutic maxillary expansion. *Rev Belge Med Dent* 46 (1991), 51-8
- [166] [www. Uni-leipzig.de/kfo/GNE/histtext.htm](http://www.Uni-leipzig.de/kfo/GNE/histtext.htm)
- [167] Zwiefach E: The radiographic examination of the adenoid mass and the upper air passages. *J Laryng. Otol.* 68: 758 (1954)

## 8 Anhang

### 8.1 Untersuchungsdaten

Mittelwerte der Inspiration und Expiration in ml/s vor Behandlungsbeginn

Nr.	Name	Geburtsdatum	Geschlecht	Alter	Mittelwert (Inspiration) re. Nasenloch	Mittelwert (Inspiration) li. Nasenloch	Mittelwert (Inspiration) Summe	Mittelwert (Expiration) re. Nasenloch	Mittelwert (Expiration) li. Nasenloch	Mittelwert (Expiration) Summe
1	K.S.	14.12.88	m	14	412	394	806	395	373	767
2	G.S.	27.10.88	f	14	405	470	875	360	438	798
3	M.A.	11.07.91	m	11	371	385	756	349	365	713
4	M.S.	02.06.88	f	14	462	446	908	450	433	883
5	C.J.	18.12.94	m	8	477	479	956	411	406	817
6	M.R.	26.04.94	m	8	350	418	768	335	401	736
7	B.K.	31.10.91	m	11	411	422	833	429	402	831
8	H.J.	06.03.94	m	8	482	458	940	431	420	850
9	H.C.	17.06.92	m	10	455	382	837	424	339	763
10	H.C.	23.12.90	m	12	501	489	990	466	460	926
11	K.S.	18.02.91	f	11	490	478	964	455	448	903
12	K.C.	02.02.83	f	19	485	421	906	461	406	867
13	L.V.	30.11.91	f	11	405	441	846	373	405	778
14	H.L.	20.02.92	f	10	471	466	937	444	428	872
15	S.M.	16.01.92	f	10	388	349	737	389	348	736
16	L.J.	30.10.91	f	11	481	404	885	453	367	820
17	H.M.	20.09.90	m	12	480	466	946	464	446	910
18	B.C.	14.11.87	f	15	474	446	920	453	421	873
19	K.C.	12.08.88	f	14	498	427	925	476	382	857

20	D.B.	19.01.94	f	8	474	355	828	441	340	780
21	P.F.	26.04.92	m	10	395	356	750	360	322	682
22	K.J.	19.01.90	f	12	475	469	944	431	420	850
23	S.R.	24.02.92	m	10	355	393	748	352	375	727
24	S.C.	24.02.92	f	10	489	478	967	446	453	899
25	G.V.	01.11.90	f	12	454	434	888	426	418	844
26	P.S.	12.06.85	f	17	467	470	937	428	433	860
27	S.M.	13.08.92	f	10	474	403	877	446	409	856
28	L.K.	09.08.94	f	8	494	430	924	458	396	853
29	M.G.	11.07.93	f	9	493	427	920	460	429	889
30	S.D.	18.04.89	m	13	488	471	959	439	449	888
31	I.A.	27.11.91	f	11	491	382	873	444	376	820
32	F.A.	23.12.1993	m	9	340	405	745	301	388	689
33	W.M.	16.03.1994	m	8	488	415	903	466	416	882
34	A.M.	25.11.1991	f	11	232	404	636	229	382	611
35	K.I.	27.01.1993	f	9	482	484	965	440	443	883
36	F.S.	26.04.1986	f	16	446	404	850	425	382	807
37	S.P.	21.06.1991	f	11	263	202	465	264	186	449

## Mittelwerte der Inspiration und Expiration in ml/s und Umdrehungsanzahl bis Diastemaöffnung

Nr.	Name	Anzahl der Umdrehungen bis Diastema Öffnung	(Inspiration) re. Nasenloch	(Inspiration) li. Nasenloch	(Inspiration) Summe	(Expiration) re. Nasenloch	(Expiration) li. Nasenloch	(Expiration) Summe
1	K.S.	11	463	476	939	461	472	939
2	G.S.	6	417	403	820	417	407	824
3	M.A.	12	471	485	956	440	433	873
4	M.S.	15	436	486	922	408	459	867
5	C.J.	18	480	475	955	447	448	895
6	M.R.	6	384	435	818	354	414	768
7	B.K.	10	465	441	906	429	413	842
8	H.J.	7	490	488	978	463	457	921
9	H.C.	9	506	481	987	460	444	904
10	H.C.	9	488	504	992	452	466	918
11	K.S.	10	497	496	993	489	483	972
12	K.C.	8	483	443	926	464	429	893
13	L.V.	11	476	470	946	445	440	884
14	H.L.	14	504	499	1003	477	453	930
15	S.M.	13	441	418	859	434	409	843
16	L.J.	16	490	446	936	477	437	913
17	H.M.	11	495	499	994	461	465	926
18	B.C.	9	493	464	957	476	462	938
19	K.C.	13	500	457	957	467	424	890
20	D.B.	13	486	411	897	457	393	850
21	P.F.	8	481	404	885	435	370	805
22	K.J.	14	494	491	983	457	453	910
23	S.R.	15	444	502	946	439	452	891
24	S.C.	14	503	480	983	475	444	920
25	G.V.	12	458	483	941	434	449	883

26	P.S.	15	499	466	965	452	451	903
27	S.M.	8	482	411	893	447	400	847
28	L.K.	11	485	489	974	447	450	897
29	M.G.	11	496	472	968	443	426	868
30	S.D.	10	497	495	991	468	460	927
31	I.A.	16	501	411	912	463	403	866
32	F.A.	15	480	445	925	462	433	895
33	W.M.	8	501	461	962	454	418	872
34	A.M.	12	352	423	775	351	399	747
35	K.I.	13	490	499	989	455	465	920
36	F.S.	14	473	462	935	460	431	890
37	S.P.	14	308	239	547	300	231	481

### Mittelwerte der Inspiration und Expiration in ml/s nach aktiver Dehnung

Nr.	Name	Anzahl der Umdrehungen gesamt	(Inspiration) re. Nasenloch	(Inspiration) li. Nasenloch	(Inspiration) Summe	(Expiration) re. Nasenloch	(Expiration) li. Nasenloch	(Expiration) Summe
1	K.S.	20	476	503	979	475	487	962
2	G.S.	34	478	492	970	440	488	928
3	M.A.	30	434	465	899	410	441	851
4	M.S.	25	483	476	959	460	456	916
5	C.J.	25	447	436	883	442	423	865
6	M.R.	26	438	465	903	401	419	822
7	B.K.	19	493	504	997	452	460	912
8	H.J.	40	499	448	947	481	450	937
9	H.C.	27	491	497	988	465	465	921
10	H.C.	16	496	493	989	467	474	944
11	K.S.	20	491	501	992	464	464	924

12	K.C.	28	508	477	985	458	434	892
13	L.V.	30	498	472	970	479	439	919
14	H.L.	26	500	504	1004	488	468	956
15	S.M.	30	485	490	975	461	461	922
16	L.J.	30	487	484	971	447	448	894
17	H.M.	28	493	501	994	472	484	956
18	B.C.	18	498	475	973	474	453	927
19	K.C.	31	503	485	988	482	469	951
20	D.B.	21	494	408	901	464	383	846
21	P.F.	22	470	461	931	435	438	873
22	K.J.	20	499	487	986	462	446	907
23	S.R.	20	501	497	998	466	453	919
24	S.C.	21	502	486	988	472	443	914
25	G.V.	17	501	466	967	463	431	894
26	P.S.	28	500	469	969	471	448	920
27	S.M.	30	483	454	937	454	416	870
28	L.K.	27	493	484	977	454	455	899
29	M.G.	27	483	485	968	448	450	898
30	S.D.	30	502	502	1004	483	467	950
31	I.A.	16	485	461	946	440	432	872
32	F.A.	21	489	489	978	428	454	884
33	W.M.	24	497	480	977	461	445	907
34	A.M.	21	407	424	831	457	462	919
35	K.I.	16	512	512	1023	474	473	947
36	F.S.	42	484	495	979	444	468	912
37	S.P.	32	331	247	578	314	226	539

## Mittelwerte der Inspiration und Expiration in ml/s 4 Wochen nach aktiver Dehnung

Nr.	Name	(Inspiration) re. Nasenloch	(Inspiration) li. Nasenloch	(Inspiration) Summe	(Expiration) re. Nasenloch	(Expiration) li. Nasenloch	(Expiration) Summe
1	G.S.	479	502	981	437	466	903
2	M.A.	459	466	925	418	447	857
3	M.S.	496	502	998	453	455	907
4	C.J.	453	450	903	396	421	817
5	M.R.	482	464	945	445	464	909
6	B.K.	488	509	997	452	471	923
7	H.J.	496	485	981	466	465	931
8	H.C.	481	490	971	461	490	951
9	H.C.	501	505	1006	484	473	957
10	K.C.	507	490	997	477	467	944
11	L.V.	491	481	972	457	449	906
12	H.L.	491	505	996	438	463	900
13	S.M.	483	488	971	453	463	916
14	L.J.	491	485	976	456	444	904
15	H.M.	487	492	978	463	458	921
16	B.C.	504	479	983	483	451	934
17	K.C.	507	498	1005	489	472	961
18	D.B.	495	407	902	460	388	848
19	K.J.	484	483	966	438	436	873
20	S.R.	484	478	962	453	450	903
21	S.C.	502	491	993	466	454	920
22	M.G.	501	492	993	458	447	905
23	A.M.	408	419	827	455	458	913
24	K.I.	502	501	1003	467	465	932
25	F.S.	481	498	979	438	454	923
26	S.P.	357	290	547	364	272	563

## Auswertung der Fernröntgenseitenbilder nach Linder-Aronson

Nr.	Name	Geschlecht	Alter	Linder-Aronson Messung		Linder-Aronson Messung	
				Vor GNE		Nach GNE	
				ad1-pm (mm)	ad2-pm (mm)	ad1-pm (mm)	ad2-pm (mm)
1	K.S.	m	14	17	14	15,5	15
2	G.S.	f	14	21,5	17	22,5	18
3	B.C.	f	15	17	13,5	18,5	16
4	M.A.	m	11	20	19	20	19,5
5	M.S.	f	14	26	20	26	23
6	P.D.	m	20	26,5	25	27,5	26
7	C.J.	m	8	14	10	16	16
8	B.K.	m	11	16,5	17,5	18,5	17
9	H.J.	m	8	25,5	18	26	18,2
10	H.C.	m	12	24	18	16,5	14
11	L.V.	f	11	17,5	13	18,5	14
12	H.L.	f	10	19,5	15	19	18
13	S.L.	f	11	22	16	24,5	19
14	H.M.	m	12	17	12	17,5	14
15	B.C.	f	15	28	21	31	23
16	D.B.	f	8	15,5	15	17	13
17	P.F.	m	10	11	10	17	13
18	S.R.	m	10	19	11,5	18,5	12
19	S.C.	f	10	11	10	18	14
20	G.V.	f	12	15	12,5	23,5	15
21	S.M.	f	10	13	12,5	24	24,5
22	L.K.	f	8	19	13	19,5	15
23	M.G.	f	9	11,5	15	21,5	15

24	S.D.	m	13	24	22	25	23,5
25	F.A.	m	9	14,5	13,5	19,5	15
26	A.M.	f	11	11,5	11,5	14	12
27	K.I.	f	9	26	21	24	21,5
28	F.S.	f	16	26	21,5	26	21,5
29	S.P.	f	11	7	6,5	8	6,5

## Kieferorthopädisches Anamnese und Untersuchungsblatt

POLIKLINIK FÜR KIEFERORTHOPÄDIE  
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Jahr Seite

1

Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_ Geburtsdatum \_\_\_\_\_

KO

-

-

**Analysen**

Datum: \_\_\_\_\_

**I. Vordiagnose**

Alter: \_\_\_\_\_

**II. Erfahrungskriterien zum speziellen Malokklusionstyp****III. Klinische Analysen****1. Anamnese****1.1 Anlaß zur kieferorthopädischen Behandlung**

- Aussehen/Ästhetik
- Angst vor Zahnverlust
- Schmerzen
- Verbesserung der Kauleistung
- Aussprache
- Überweisung durch: Hauszahnarzt  
Schulzahnarzt  
Kieferorthopäden  
Kieferchirurgen  
ZMK-Klinik (KONS, PROTH, CHIR)  
Sonstige

**1.2 Familienanamnese**

- Vater
- Mutter
- Geschwister
- sonstigen Familienangehörige

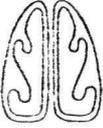
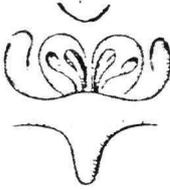
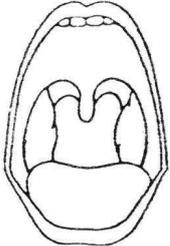
**1.3 Eigenanamnese – allgemein**

- Allgemeiner Zustand
- Ernährungszustand
- Infektionskrankheiten: Hepatitis Tbc  
Sonstige HIV
- Herz-, Kreislaufkrankungen:
- Stoffwechselerkrank.: Diabetes  
Schilddrüsenerkrankung  
Sonstige
- Osteopathien:
- Bluterkrankungen: Anämie Leukämie  
Hämophilie Sonstige
- Allergien: ja/nein Allergen: Penicillin  
Ekzeme Kunststoff  
Asthma Nickel  
Heuschnupfen Sonstige
- Epilepsie
- Neurologische/Psychische Erkrankungen
- Kinderkrankheiten: Keuchhusten Röteln  
Masern Scharlach  
Mumps Windpocken  
Rachitis Sonstige
- sonstige Erkrankungen:
- Menarche: • Gravidität/Monat:
- laufende ärztliche Behandlung  
ja/nein Diagnose:  
Behandelnder Arzt:
- Medikation:
- letzte Röntgenuntersuchung:  
Datum: Organ:

**1.4. Eigenanamnese – speziell**

- Pränataler Status (Schwangerschaftsverlauf der Mutter):  
Krankheiten  
Medikamente  
Ernährungsstörungen  
Unfälle  
seelische Belastungen
- Geburt: Zwilling  
Zange  
Kaiserschnitt  
Frühgeburt  
angeborene Zähne
- Dysplasien: LKG rechts Lippe  
links harter Gaumen  
bilateral weicher Gaumen
- Syndrome
- Säuglingsernährung: Brust bis  
Flasche ab/bis  
Sondenernährung
- spezielle HNO-Anamnese: Atresien  
Synechien  
Septumdeviation  
Adenoide  
Nasenscheidewandoperation  
Tonsillektomie/Adenotomie  
Muschelschwellung  
Rhinitis acuta  
Rhinitis chronica  
Rhinitis allergica
- Atmung: Nasenatmung:  
frei erschwert  
Mundatmung:  
gelegentlich permanent
- Schlafgewohnheit: Lage  
offener/geschlossener Mund  
Schnarchen
- Habits  
(Dauer/Intensivität): Lutschen  
Schnuller  
Beißen (Nägel, Stifte u.a.)  
Blasinstrumente
- Para-/Dysfunktionen: Mentalis  
Lippen, Wangen  
Zunge  
Knirschen, Pressen
- lateraler Zwangsbiß / sagittaler Zwangsbiß
- Traumata im Kopf-Kinnbereich, Kinnnarbe:  
Zeitpunkt  
Umstände  
mit Zahnbeteiligung  
Therapie:
- Fluorprophylaxe (Zeitpunkt):
- frühzeitiger Verlust von Milchzähnen  
bleibenden Zähnen
- frühere KFO-Behandlung: ja/nein  
Gerät  
Alter/Zeitraum
- frühere kieferchirurgische Behandlung:  
OP-Lokalisation  
OP-Technik

## HNO-Untersuchungsblatt

	<b>Nase:</b>
	<b>Nasenrachenraum:</b>
	<b>Mundhöhle:</b>

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich Frau Professor Dr. Ingrid Rudzki -Janson, Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie für die freundliche und hilfsbereite Unterstützung und die gute Zusammenarbeit während der Erstellung dieser Arbeit herzlichst danken.

Ebenso gilt mein besonderer Dank Herrn Priv. Doz. Dr. med. Dr. med. habil. Andreas Riederer für die Betreuung der Patienten und für die Erstellung der Untersuchungsergebnisse.

Für die ständige Motivation sowie für die Betreuung und Unterstützung hinsichtlich der statistischen Auswertungen möchte ich meinem Mann von ganzen Herzen danken.

Ganz besonders danke ich meinen lieben Eltern, die mich immer gefördert und unterstützt haben und ohne deren Hilfe das Studium und diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Ihnen widme ich diese Arbeit.

**10 Lebenslauf**

**Name:** Steffi Bössner (geb. Schulz)

**Geburtsdatum:** 13.03.1973

**Geburtsort:** Leipzig

**Staatsangehörigkeit:** deutsch

**Eltern:** Arnold Schulz, Diplomsportlehrer  
Karin Schulz, Hausfrau

**Schulbildung:** 1979-1984 Bertold-Brecht-Oberschule in Leipzig  
  
1984-1993 Carl-Orff-Gymnasium in Unterschleißheim  
  
1993 Allgemeine Hochschulreife

**Beruflicher Werdegang:** 1993-1999 Studium der Zahnheilkunde an der  
Ludwig-Maximilian-Universität München  
  
1999-2000 Assistenz Zahnärztin in freier Praxis  
in München ( Dr. Wolferstätter)  
  
2000-2002 Weiterbildungsassistentin an der  
Poliklinik für Kieferorthopädie der LMU München  
  
2003-2004 Weiterbildungsassistentin in freier Praxis  
in Starnberg (Dr. Grüner)  
  
2004 Facharztprüfung  
  
2005 Neugründung einer eigenen Praxis in Ottobrunn