UNIVERSITÄTSKLINIKUM ULM

KLINIK FÜR HALS-, NASEN- UND OHRENHEILKUNDE,

KOPF- UND HALSCHIRURGIE

Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. T. Hoffmann

PATHOLOGISCHE KIEFERORTHOPÄDISCHE BEFUNDE BEI KINDERN MIT RACHENMANDELHYPERPLASIE

DISSERTATION

Zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Ulm

Melanie Müller

Lörrach

2026

Amtierender Dekan:	Prof. Dr. Thomas Wirth
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Jörg Lindemann
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Dr. Bernd Lapatki
Tag der Promotion:	15.10.2026

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis V

1 Einleitung 1

1.1 Allgemeines 1

1.2 Rachenmandelhyperplasie 1

1.3 Kieferorthopädische Veränderungen infolge einer Rachenmandelhyperplasie 3

1.4 Adenotomie (AT) 9

1.5 Fragestellung 11

2 Material und Methoden 12

2.1 Grundlagen 12

2.2 Patientenkollektiv 13

2.3 Ablauf der Datenerhebung 16

2.4 Form der Befragung 16

2.5 Form der kieferorthopädischen Untersuchung 17

2.6 Form der HNO-ärztlichen klinischen Untersuchung 24

2.7 Fragebögen 24

2.8 Statistische Auswertung 26

3 Ergebnisse 27

3.1 Kieferorthopädische Modellauswertung 27

3.2 Fragebögen 31

3.3 HNO-Untersuchungsbefund 34

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse 39

4 Diskussion 41

4.1 Patientenkollektiv 45
4.2 Kieferorthopädische Untersuchung 45
4.3 Kieferorthopädischer Symptomfragebogen 47
4.4 HNO-ärztliche Untersuchung 49
4.5 HNO-ärztlicher Symptomfragebogen 51
4.6 Limitationen der Studie 53
4.7 Schlussfolgerung 53
5 Zusammenfassung 55
6 Literaturverzeichnis 57
Anhang 61
Danksagung 67
Lebenslauf 68

Abkürzungsverzeichnis

AT	Adenotomie
ePa	elektronische Patientenakte
FRS	Fernröntgenseitenbild
GHI	Gaumenhöhenindex
HNO	Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
hZBBo	hintere Zahnbogenbreite Oberkiefer
hZBBu	hintere Zahnbogenbreite Unterkiefer
hZBHo	hintere Zahnbogenhöhe Oberkiefer
hZBHu	hintere Zahnbogenhöhe Unterkiefer
MLV	Mittellinienverschiebung
OAE	Otoakustische Emissionen
OK	Oberkiefer
OSA	obstuktive Schlafapnoe
OSAS	obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
SAP	Datenverwaltungssystem der Firma SAP
SIOK	Summe Oberkiefer Incisivi
SIUK	Summe Unterkiefer Incisivi
UK	Unterkiefer
vZBBo	vordere Zahnbogenbreite Oberkiefer
vZBHo	vordere Zahnbogenhöhe Oberkiefer
vZBBu	vordere Zahnbogenbreite Unterkiefer
vZBHu	vordere Zahnbogenhöhe Unterkiefer

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Die Rachenmandel oder auch Tonsilla pharyngea bildet zusammen mit der paarigen Gaumenmandel Tonsilla palatina, der Tonsilla tubaria, der Tonsilla lingualis und den Seitensträngen den „Waldeyer Rachenring“, welcher das lymphatische Gewebe des Nasenrachenraumes umfasst [1, 4, 31].

Zu den Aufgaben des Rachenringes gehören der Schutz der Atemwege vor Krankheitserregern, sowie die Auslösung einer systemischen Immunreaktion [4].

1.2 Rachenmandelhyperplasie

Die Rachenmandel (Tonsilla pharyngea) kann in der Kindheit zum Ausgangspunkt adenoider Vegetationen (Adenoide), umgangssprachlich auch „Polypen“ genannt, werden. Adenoide stellen eine pathologische Hyperplasie der Rachenmandel dar, deren Ursache nach wie vor nicht ganz sicher geklärt ist [1]. Man geht jedoch davon aus, dass diese aufgrund einer chronischen Entzündung, welche durch Bakterien oder Viren ausgelöst wird, entstehen kann.

In der Literatur werden verschiedene Einteilungen der Hyperplasie vorgeschlagen, in der S1-Leitlinie „Adenoide Vegetationen/Rachenmandelhyperplasie“ (Wilhelm et al. 2012) wird jedoch keine bestimmte Einteilung bevorzugt [34]. Die Adenoide Hyperplasie wird an der Universitätsklinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie Ulm in Grad I-III eingeteilt. Hierbei bezieht sich die Einteilung auf das optische Ausmaß der Verlegung der Choanen. So bedeutet Grad I: frei, Grad II: teilweise verlegt, Grad III: komplett verlegt [31].

Die symptomatische Rachenmandelhyperplasie ist eines der häufigsten Krankheitsbilder im Vorschulalter [18].

Der Nasopharynx im Kindesalter ist relativ gesehen eng und somit führt eine Vergrößerung der Rachenmandel leicht zu funktionellen Beeinträchtigungen. Erst durch das Wachstum des Gesichtsschädels ab dem 6. Lebensjahr wird ein

besseres Größenverhältnis zwischen Nasopharynx und lymphatischem Gewebe erreicht [19].

Zu den typischen entzündlichen und chronisch obstruktiven Symptomen gehören z.B. Mundatmung, nasale Sprache und Schnarchen, da die Hyperplasie zu einer Verlegung der Choanen führen kann. Dies kann außerdem zu schlafbezogenen Atemstörungen bis hin zum obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) führen [1, 28, 34].

Weitere mögliche Folgen der Rachenmandelhyperplasie ist eine Schwellung der Tubenschleimhaut als Folge der chronischen Entzündung, wobei die Belüftung des Mittelohres gestört ist, welche zu einer Schallleitungsschwerhörigkeit führen kann. Ebenso kann eine Keimaszendenz zu wiederkehrenden Mittelohrentzündungen führen [1].

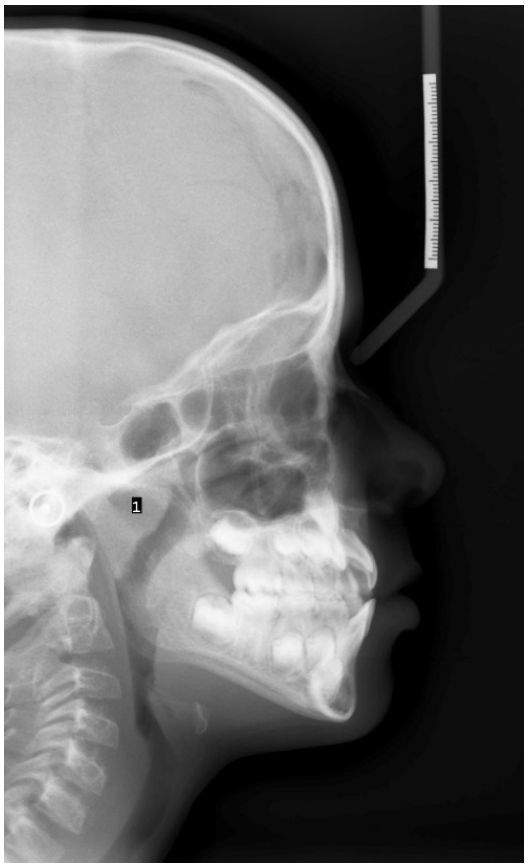

Abbildung 1: Fernröntgenseitenbild mit Adenoide

1=Rachenmandelhyperplasie (Adenoide)

Dargestellt ist ein Fernröntgenseitenbild (FRS) eines Schädels mit einer Rachenmandelhyperplasie eines 8-jährigen Patienten. (Quelle: Eigene Aufnahme, 2024)

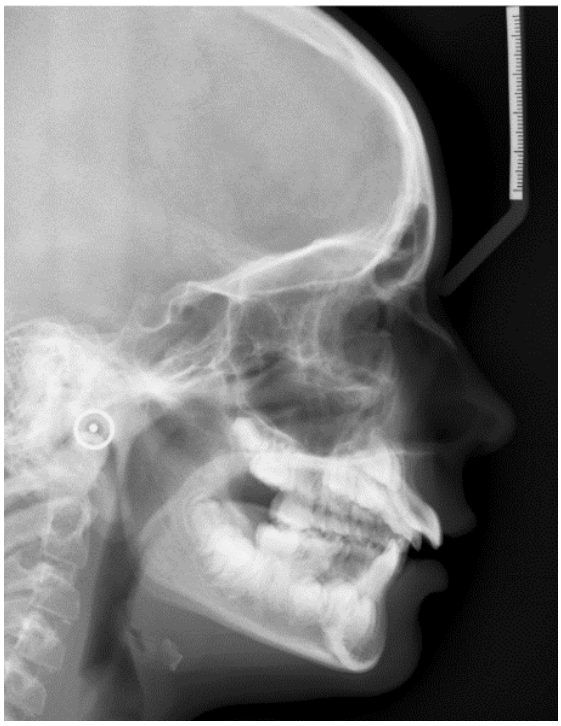

Abbildung 2: Fernröntgenseitenbild ohne Adenoide

Dargestellt ist im Vergleich zu Abbildung 1 ein Fernröntgenseitenbild eines Schädels ohne erkennbare Adenoide eines 9-jährigen Patienten. (Quelle: eigene Aufnahme, 2024)

1.3 Kieferorthopädische Veränderungen infolge einer Rachenmandelhyperplasie

Neben den entzündlichen und chronisch obstruktiven Symptomen werden vor allem in der älteren Literatur auch langfristige Veränderungen des Gesichtsschädels, wie die Entwicklung eines hohen, spitzbogigen Gaumens beschrieben [6, 17].

Ein typisches klinisches Bild dieser Mittelgesichtshypoplasie ist die „Facies adenoida“. Dies ist ein Sammelbegriff, welcher das typische Erscheinungsbild mit dauerhaft offenem Mund, sichtbare Zungenspitze und ggf. Zahnfehlstellungen wie etwa ein hoher spitzbogiger Gaumen beschreibt [1, 12, 17].

Da durch die Rachenmandelhyperplasie die Choanen verlegt sind, können die Kinder häufig nur durch den Mund atmen, somit steht der Mund offen und die Zunge liegt nicht wie üblich am Gaumen, sodass der Zungendruck am Gaumen fehlt. Durch die hierdurch reduzierte Stimulation des maxillären Längenwachstums können Kieferfehlstellungen wie ein schmaler Oberkiefer entstehen. Ebenfalls kann durch

die kaudale Zungenlage das Unterkieferwachstum gefördert und eine Progenie verstärkt werden [12, 17].

Desweiteren übt der M. buccinator Druck auf die Kiefer aus, dieser Druck kann zum Beispiel durch Mundatmung zu einer Veränderung der Muskelspannung und -funktion führen, sodass der Druck ungleich verteilt wird, was zu einer Schmalstellung des Oberkiefers führen kann [36].

Zusätzlich beeinträchtigt die fehlende Belüftung des Sinus maxillaris das Oberkieferwachstum. Eine chronische Störung der Belüftung kann zu einer Veränderung der Knochenstruktur durch verminderte Knochenresorption und -bildung führen. Dies kann zu Engstellungen oder Rücklagen des Oberkiefers führen [14].

Durch einen zu schmalen Oberkiefer kann auch eine Rücklage des Unterkiefers und somit auch eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe entstehen. Dies zeigt der Pantoffelvergleich nach Körbitz [17]. Hierbei muss ein Pantoffel (der Oberkiefer) groß genug sein um den Fuss (der Unterkiefer) aufzunehmen, da der Oberkiefer den Unterkiefer zirkulär umgreift. Die Unterkieferrücklage kann erst nach transversaler Erweiterung des Oberkiefers beseitigt werden [17].

Diese oben genannten Anomalien erfordern meist eine kieferorthopädische, bzw. kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung.



Abbildung 3: hoher, spitzgipfliger Gaumen

Dargestellt ist der hohe spitzgipflige Gaumen eines 8-jährigen Patienten, welcher aufgrund Mundatmung und die darauffolgende reduzierte Stimulation des maxillären Längenwachstums entstanden ist. (Quelle: eigene Aufnahme, 2023)



Abbildung 4: Lateraler Kreuzbiss

Dargestellt ist ein sogenannter lateraler Kreuzbiss eines 8-jährigen Patienten, welcher ebenfalls durch ein reduziertes Oberkieferwachstum entstand. (Quelle: eigene Aufnahme, 2023)



Abbildung 5: Reduziertes Oberkiefer- Wachstum

In dieser Perspektive sieht man das reduzierte Oberkieferwachstum des 8-jährigen Patienten in der sagittalen Ebene. (Quelle: eigene Aufnahme, 2023)



Abbildung 6: Lateraler Kreuzbiss

Darstellung eines lateralen Kreuzbisses einer 9- jährigen Patientin, ebenfalls aufgrund fehlender Stimulation des Oberkieferwachstums. (Quelle: Eigene Aufnahme, 2023)

In der Literatur liegen nur wenige und methodisch sehr heterogene Studien zu kieferorthopädischen Statuserhebungen bei Kindern mit Rachenmandelhyperplasie vor. Hierbei werden jedoch konsistent pathologische Veränderungen beschrieben.

Da es sich überwiegend um Untersuchungen an nicht-europäischen Kindern handelt, ist ein Bias durch die ethnische Herkunft nicht auszuschließen.

Die Auswirkungen der Adenoidhypertrophie in pädiatrischen Altersgruppen auf die Entwicklung und Position des Oberkiefers wurden in einer aktuellen Studie von Zhang et al. (2026) untersucht. In dieser retrospektiven Studie wurden 180 Kinder in 3 Altersgruppen zwischen 3-5, 5-8 und 8-11 Jahren aufgeteilt. In jeder Gruppe gab es Probanden mit und ohne adenoide und/ oder tonsilläre Hypertrophie. In der Gruppe der Kinder von 3-5 Jahren gab es keine signifikanten Unterschiede. Die anderen Gruppen zeigten Unterkieferretrusion, Zahnprotrusion und erhöhter Overjet [37].

In einer weiteren Studie von Jaiswal et al. (2025) wurden 78 Kinder im Alter von 4-12 Jahren in 2 Gruppen mit und ohne Adenoid- und/ oder Tonsillenhypertophie untersucht. Hierbei wurden Atemwegsobstruktionen, Infektionen und kieferorthopädische Befunde untersucht und aufgenommen. Im Vergleich der Gruppen gab es signifikante Unterschiede bei den cephalometrischen und kieferorthopädischen Parametern. Bei der Gruppe mit adenotonsillären Hypertrophie zeigten sich Lippeninkompetenz, ein verengter Kieferbogen, Klasse II Molarenrelation, hinterer Kreuzbiss, erhöhter Overjet, erhöhter Unterkieferwinkel und eine verringerte Gesichtshöhe [16].

In einer Literaturübersicht aus China von Ma et al. (2024) wurden die Auswirkungen von Adenoidhypertrophie und Mundatmung auf die Entwicklung des Gesichts- und Kieferbereichs zusammengefasst. Hierbei gab es Zusammenhänge zwischen Mundatmung, Adenoidhypertrophie und Tonsillenhypertrophie bei Kindern. Es wurde über einen vergrößerten vertikalen Gesichtsabstand, zurückliegendes Kinn, steiler Unterkiefer und labiale Neigung der unteren mittleren Schneidezähne berichtet [22].

Auch Zhang et al. (2024) fassten Forschungsartikel der letzten 20 Jahre bis einschließlich September 2024 zusammen. In dieser Zusammenfassung wurden Korrelationen zwischen Facies Adenoidea, adenoider Hypertrophie, Mundatmung und atypischer kraniofazialer Entwicklung beschrieben. Diese führten unter anderem zu Zahnfehlstellungen wie Überbiss, offenem Biss, Kreuzbiss und engem Zahnbogen [36].

In der Studie von Wang et al. (2021) in der die Auswirkungen der Adenoidhypertrophie auf die oberen Atemwege und den kraniomaxillofazialen Bereich untersucht wurden, wurden 73 Kinder im Alter zwischen 4 und 12 Jahren eingeschlossen. Die Untersuchungen zeigten eine Verengung der oberen Atemwege, Malokklusionen im Bereich der oberen und unteren Schneidezähnen und eine schlechtere Schlafqualität [33].

İnönü-Sakallı et al. (2021) bewerteten die Auswirkungen der adenotonsillären Hypertrophie auf die Mundgesundheit bei Kindern. Untersucht wurden unter anderem dentofaziale Veränderungen bei Patienten mit adenotonsillärer Hypertrophie im Zusammenhang mit Mundatmung. Untersucht wurden 40 Kinder im Alter von 3-14 Jahren mit adenotonsillärer Hypertrophie, 40 Kinder 1 Jahr nach Adenotonsillektomie und 40 Kinder einer Kontrollgruppe. Diese Studie zeigte, dass Mundatmung aufgrund adenotonsillärer Hypertrophie zu dentofazialen Veränderungen wie ein verengter Kieferbogen, Disstalbiss und zu Facies Adenoidea führen kann. Außerdem wurde festgestellt, dass sich die dentofazialen Veränderungen nach Adenotonsillektomie nicht in ausreichendem Maße zurückbildeten, sodass eine kieferorthopädische Behandlung empfohlen wurde [15].

In der Studie von Diouf et al. (2019) wurden bei 86 Kindern die Maße der Zahnbögen entsprechend dem Grad und obstruktivem Charakter der Adenoide verglichen. Die tonsilläre Hyperplasie wurde aus der Studie ausgeschlossen. Die senegalesischen Kinder waren zwischen 6 und 12 Jahren. Dabei zeigten Probanden mit Adenoiden

einen größeren Überbiss und eine kürzere hintere Unterkieferlänge. Ebenso eine größere Gaumenhöhe, sowie einen offenen Biss [8].

In den Studien von Lopatiene et al. (2002) [20], Nunes et al. (2010) [25], Osiatuma et al. (2015) [27], sowie auch bei Festa et al. (2021) [11] wurde die Beziehung zwischen Obstruktion durch hypertrophierte Gaumenmandeln oder Adenoide und einer Malokklusion untersucht. Bei den Ergebnissen zeigten sich bei allen ein signifikanter Zusammenhang zwischen Obstruktion, offenem Biss, Engstand im Oberkiefer, erhöhter Overjet, Distalbisse, sowie posteriore Kreuzbisse.

Gesichtsmorphologische Veränderungen mit muskulären, funktionellen und dentoskelettalen Veränderungen im Zusammenhang zwischen vergrößerten Adenoiden/Tonsillen wurden durch Valera et al. (2003) untersucht. Es zeigte sich eine signifikant erhöhte Inzidenz von Mundatmung und veränderter Zungenposition, Hypotonie der Gesichtsmuskulatur mit einer starken Beeinträchtigung des Kauens und des Schluckens sowie morphologische Veränderungen des Gesichtsschädels [32].

Des Weiteren finden sich in der Literatur Studien zur Statuserhebung, in welchen ein signifikanter Unterschied zwischen Kindern ohne operative Intervention und Kindern nach Adenotomie beschrieben wird.

In einer Studie durch Wysocki et al. (2009) [35], sowie in der retrospektiven Studie von Lysy et al. (2021) [21] wurde der Einfluss der Adenotomie auf die Malokklusion untersucht. Es konnte ein signifikant positiver Einfluss auf die Malokklusion nach Adenotomie festgestellt werden. Die Autoren folgern, dass bei einer Malokklusion, die im Zusammenhang mit einer adenoiden Hyperplasie besteht, eine frühzeitige Adenotomie durchgeführt werden sollte.

Außerdem finden sich in der Literatur longitudinale Studien mit Vergleich der prä- und postoperativen kieferorthopädischen Veränderungen. Dabei handelt es sich jedoch vorwiegend um Studien zur Adenotonsillektomie.

In Studien von Brunelli et al. (2016) [6] und Becking et al. (2017) [3] wurden Kinder zu Studienbeginn und ein Jahr nach Adenotonsilloektomie, sowie eine Kontrollgruppe ohne Intervention untersucht. Bei den Patienten mit Adenotonsillektomie zeigte sich, anders als bei der Kontrollgruppe, ein signifikanter Anstieg des Gaumenvolumens und der Vorverlagerung des Oberkiefers, ebenso die Abnahme des lateralen Kreuzbisses.

Die Literatur legt nahe, dass es einen Zusammenhang zwischen der Behandlung der adenotonsillären Hyperplasie und dentofazialen Veränderungen gibt. Die große Diversität zwischen den Studien lässt laut Autoren jedoch keine eindeutige Schlussfolgerung zu.

1.4 Adenotomie (AT)

Anamnese

Neben allgemeiner und spezieller Anamnese sind nächtliches Schnarchen, schlafbezogene Atemstörungen, Schlafstörungen, Mundatmung, allergische Beschwerden, Hörstörungen und Sprachentwicklung abzufragen [1].

Ebenso wird bei Erstvorstellung in der HNO-Ambulanz der Universitätsklinik für Hals-Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie standardmäßig bei Kindern mit V.a. Rachenmandelhyperplasie der etablierte und validierte OSA-18 und Brouillette Fragebogen durch die Eltern ausgefüllt, welcher in 18 bzw. 3 Fragen das Risiko einer kindlichen Schlafapnoe erfasst. Die Fragebögen sind im Anhang (» Anhang, S.56 und 57) zur Einsicht beigefügt.

Diagnostik

Bei der HNO-ärztlichen Untersuchung wird, sofern das Kind dies toleriert, eine transorale Nasenracheninspektion mittels Staboptik, eine Inspektion der Kieferstellung und Gesichtsmorphologie, eine Beurteilung der Tonsilla palatina

(Gaumenmandel), eine anteriore Rhinoskopie sowie eine Ohrmikroskopie durchgeführt. Ebenso wird standardmäßig zur Beurteilung der Mittelohrbelüftung eine Tympanometrie und ein altersentsprechender Hörtest (Tonschwellenaudiometrie) durchgeführt [1].

Differenzialdiagnose

Endonasale Fremdkörper, gutartige und bösartige Neubildungen, eine ausgeprägte Hyperplasie der Tonsillae palatinae, infektiöse und allergische Rhinitiden und auch Nasenmuschelhyperplasien können ein ähnliches Beschwerdebild zeigen und müssen ausgeschlossen werden. Diese sind jedoch generell sehr selten.

Indikation

Die Indikation zur Adenotomie ist gegeben bei

- Vier oder mehr wiederkehrende eitrige Rhinorrhoe innerhalb eines Jahres bei Kindern unter 12 Jahren
- Anhaltende Symptome einer Adenoiditis nach zwei antibiotischen Behandlungen
- Bei anamnestisch deutlicher obstruktiver Symptomatik, einer mittleren bis hohen Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer kindlichen Schlafapnoe im Brouillette- und OSA-18-Score
- Geschlossenes Näseln
- Mittelohrentzündung mit Paukenerguss, welche 3 Monate überdauert
- Zahnärztlich oder kieferorthopädisch dokumentierte Malokklusion oder orofaziale Wachstumsstörung
- Kardiopulmonale Komplikationen, die mit oberer Atemwegsobstruktion einhergeht
- Sekundäre Symptome wie facies adenoidea [1, 31]

Operative Therapie

Die Adenotomie (AT), also die operative Entfernung der Adenoide, wird häufig in Kombination mit einer Tonsillotomie und/oder mit der Parazentese/Paukendrainage durchgeführt.

Die instrumentelle Kürettage des Nasenrachenraumes ist hierbei die Standardoperationstechnik in Deutschland und wird auch an der Universitätsklinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie in Ulm durchgeführt. Sie kann ambulant oder stationär in Vollnarkose erfolgen. Nach Reklination des Kopfes und orotrachealer Intubation wird ein Mundsperrer eingesetzt. Es erfolgt eine Velotraktion, wobei der weiche Gaumen transnasal-oral zur besseren Sicht retrahiert wird. Der Nasenrachenraum wird mittels Spiegel oder Winkeloptik eingesehen. Anschließend wird die adenoide Vegetation unter Schonung der Nachbarstrukturen mit dem Ringmesser und speziellen Faßzangen abgetragen. Um Nachblutungen zu vermeiden, wird grundsätzlich das gesamte adenoide Gewebe entfernt. Im Anschluss erfolgt die intraoperative Blutstillung mittels Kompressionstupfer und bipolarer Kaustik. Nach erneuter Inspektion und Absaugung des Rachens wird das Kind extubiert und die postoperative ärztliche Überwachung erfolgt. Diese kann nach einer Stunde, wenn keine Komplikationen erscheinen, weiter zuhause durch die Eltern erfolgen [1, 31].

1.5 Fragestellung

Aus der aktuellen Datenlage geht hervor, dass es ältere Studien gibt, die die Prävalenz von pathologischen kieferorthopädischen Befunden bei Kindern mit ausschließlicher Rachenmandelhyperplasie beschreiben.

Auch in jüngeren Studien wurden diese kieferorthopädischen Veränderungen beschrieben, jedoch waren die Probanden meist älter als 7 Jahre und somit befanden sie sich schon in der Wechselgebissphase. Desweiterem wurden in diesen Studien überwiegend auch die tonsilläre Hypertrophie miteingeschlossen.

Nach Adenotomie wird häufig eine Verbesserung des kieferorthopädischen Befundes beschrieben, die meisten Studien untersuchten jedoch den Status nach

kombinierter Adenotonsillektomie, sodass der isolierte Einfluss der Adenotomie nicht sicher beurteilt werden kann.

Somit ist nicht deutlich ersichtlich, ob die Rachenmandelhyperplasie im Vorschulalter **aktuell** noch zu pathologischen kieferorthopädischen Befunden führt und es ist unklar, ob die in der Literatur beschriebenen Veränderungen, insbesondere die Kieferfehlstellungen, auch **aktuell** noch ein typisches sekundäres Symptom beschreiben oder ob heutzutage durch die gute und regelmäßige ärztliche Versorgung im Vorschulalter die rasche Indikationsstellung zur Adenotomie kieferorthopädische Veränderungen effektiv verhindern kann.

Mit der geplanten Studie soll die **aktuelle** Prävalenz von Kieferfehlstellungen und weiteren pathologischen KFO-Befunden untersucht werden und durch ein Kontrollkollektiv bei Kindern ohne Indikation zur Adenotomie verglichen werden.

Es soll untersucht werden, inwieweit sich der klinische kieferorthopädische Befund zwischen Kindern mit oder ohne Rachenmandelhyperplasie unterscheidet und inwieweit eine Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad der HNO-ärztlichen Befunde besteht. Als primäres Zielmerkmal wird dabei die Differenz zwischen Ober- und Unterkieferbreite (=hintere Zahnbogenbreite) herangezogen.

2 Material und Methoden

2.1 Grundlagen

Die prospektive Pilotstudie „Pathologische kieferorthopädische Befunde bei Kindern mit Rachenmandelhyperplasie“ erfolgte in der Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Ärztlicher Direktor Prof. Dr. med. T. Hoffmann) unter der Studienleitung von Prof. Dr. med. J. Lindemann und stellvertretende Studienleitung Dr. med. F. Stupp, sowie in Zusammenarbeit mit der Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie der Universität Ulm (Ärztlicher Direktor Prof. Dr. Dr. B. Lapatki) unter der Leitung von Oberärztin Dr. med. dent. J. Radeke.

Die Datenerhebung und Auswertung wurde im Rahmen dieser Dissertation durch Cand. med. dent. Melanie Müller durchgeführt. Sie stellte den erforderlichen Ethikantrag. Nach dessen Genehmigung entwarf sie die erforderlichen Unterlagen,

wie den kieferorthopädischen Symptomfragebogen und die Elterninformation mit der dazugehörigen Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme.

Parallel dazu betrieb sie Literaturrecherchen bisheriger vorhander Studien zu der Fragestellung dieser aktuellen Studie.

Anschließend rekrutierte sie selbständig die Probanden aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, hierbei selektierte sie systematisch die möglichen Studienteilnehmer und kontaktierte sie telefonisch. Sie klärte die Eltern der möglichen Probanden über die Studie, deren Ablauf und zeitlichen Aufwand auf. Nach mündlicher Einwilligung wurde ein Termin in der Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie der Universität Ulm vereinbart.

Bei diesem Termin wurden die Eltern der Probanden durch die Doktorandin nochmals ausführlich über die Teilnahme an der Studie informiert und die schriftliche Einwilligung eingeholt. Sie erhob gemeinsam mit den Probanden die Symptomfragebögen und führte daraufhin selbständig die dokumentierte prospektive Untersuchung mittels Intraoralscan durch.

Anschließend bearbeitete und wertete sie die erstellten Scans der Kiefer und die Fragebögen der KFO und HNO selbständig aus.

Die hier erhobenen Studiendaten wurden zusätzlich durch Patientendaten der „elektronischen Patientenakte“ (ePA) der HNO-Klinik ergänzt. Diese mussten zunächst nach Abschluss der Datenerhebung einander zugeordnet werden. Daraufhin wurden die Daten durch die Fragebogen-ID anonymisiert und digital in dem Programm „IBM SPSS Statistics“ gespeichert. Anschließend führte die Doktorandin die statistische Auswertung durch.

Die verantwortliche Ethikkommission erteilte ihre Zustimmung zur Durchführung dieser Studie mit Antrag Nr. 191/19 am 28.10.2019.

2.2 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv wurde konsekutiv aus Kindern rekrutiert, bei welchen aufgrund einer symptomatischen adenoiden Hyperplasie in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde die Indikation zur Adenotomie gestellt wurde. Es erfolgte die

Rekrutierung zwischen dem 10.03.2020 und 03.08.2021 von Patienten im Alter von 2-7 Jahren.

Das altersäquivalente Kontrollkollektiv wurde ebenfalls aus Patienten der HNO-Ambulanz rekrutiert, bei welchen jedoch keine relevante adenoide Hyperplasie vorlag.

Einschlusskriterien

Alle Kinder von 2-7 Jahren, die in der Hochschulambulanz der HNO-Universitätsklinik Ulm vorstellig waren, bei welchen eine Indikation, insbesondere bei anamnestisch deutlicher obstruktiver Symptomatik, einer mittleren bis hohen Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer kindlichen Schlafapnoe im Brouillette- und OSA-18-Score, zur Adenotomie gestellt wurde. Ebenso altersäquivalente Kinder, bei denen keine Indikation vorlag.

Ausschlusskriterien

- Kinder, die das 2. Lebensjahr noch nicht vollendet haben oder älter als 7 Jahre sind
- Kinder mit Voroperationen im Bereich des Pharynx/Gaumen
- Kinder mit symptomatischer Hyperplasie der Gaumenmandeln
- Kinder, die bereits kieferorthopädisch behandelt werden oder wurden
- Kinder mit schwerwiegenden anderen Grunderkrankungen oder Störungen
- Erziehungsberechtigte mit unzureichenden Deutschkenntnissen, wodurch das Verständnis und die sinnvolle Beantwortung der Fragebögen nicht gewährleistet ist
- Kinder, welche die HNO-ärztliche oder kieferorthopädische Untersuchung nicht freiwillig tolerieren, ängstlich erscheinen und insbesondere Kinder mit ausgeprägtem Würgereiz

Patientenzahl und Zeitraum der Datenerhebung

In der HNO-Klinik werden jährlich durchschnittlich ca. 300-400 Kinder adenotomiert. Geht man von einer Teilnahmebereitschaft von 1-2 Patienten pro Woche aus, sollte die Rekrutierungszeit ca. 12 Monate betragen.

Geplant war eine Rekrutierung von n = 50 Patienten mit Indikation zur Adenotomie und einem Kontrollkollektiv von n = 50 Patienten ohne adenoide Hyperplasie.

Die Gesamtfallzahl von n = 100 wurde über eine Poweranalyse ermittelt.

Aufgrund der Corona-Pandemie und den dadurch verbundenen Ängsten der Eltern der Patienten ist die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie geringer ausgefallen.

Von insgesamt 289 angefragten möglichen Probanden sind n = 6 Patienten mit Indikation zur Adenotomie erschienen und aus dem Kontrollkollektiv n = 27 Patienten. Somit konnten die geforderten Zahlen der Poweranalyse nicht eingehalten werden und daher ist dies eine Pilotstudie.

Die adenoide Gruppe hatte ein Alter zwischen 3-7 Jahren, im Durchschnitt 4,17 Jahre (2x 3 Jahre, 3x 4 Jahre und 1x 7 Jahre). Davon hatten 5 ein reines Milchgebiss und 1 befand sich in der frühen Wechselgebissphase. 5 Probanden waren männlich und 1 war weiblich.

Bei der Kontrollgruppe waren die Probanden im Alter zwischen 2 und 7 Jahre, im Durchschnitt 5,19 Jahre (1x 2 Jahre, 1x 3 Jahre, 5x 4 Jahre, 9x 5 Jahre, 7x 6 Jahre, 4x 7 Jahre). Davon hatten 17 ein reines Milchgebiss und 10 befanden sich in der frühen Wechselgebissphase. 16 Probanden waren männlich und 11 waren weiblich.

Beginn der prospektiven Untersuchungen war der 10.03.2020, welche jedoch durch die Corona-Pandemie und dem Lockdown vom 22.03.2020–04.05.2020 unterbrochen werden mussten. Durch Sicherheitsmaßnahmen der Universität Ulm und den somit verbundenen Zutrittsverboten zum Klinikum konnten die Untersuchungen erst am 19.08.2020 wiederaufgenommen werden, die dann am 03.08.2021 beendet wurden.

2.3 Ablauf der Datenerhebung

Die Eltern der Kinder wurden telefonisch, mündlich und schriftlich durch die ärztlichen Mitarbeiter der Studie über Art, Ablauf und Ziele der Studie aufgeklärt und zur Teilnahme eingeladen.

Am Tag des Studieneinschlusses erfolgte in der HNO-Ambulanz durch die Doktorandin die Aufnahme der Patientendaten (Alter, Geschlecht, Operationsindikation) der „elektronischen Patientenakte“ (ePA) und die Dokumentation des HNO-Status.

Zudem wurde ein Termin mit den Eltern vereinbart, um den kieferorthopädischen Status zusammen mit den Kieferorthopädischen Mitarbeitern der Studie zu erheben. Hierfür erfolgte in der Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie ein Intraoralscan. Außerdem wurde eine kurze kieferorthopädische Statuserhebung durch einen ärztlichen Mitarbeiter ergänzt, sowie Fragebögen (siehe unten) von den Eltern beantwortet.

2.4 Form der Befragung

- Kontaktblatt mit Patientendaten und Patienten-ID

Dieses dient der Zuordnung von klinischen Daten aus den abteilungsinternen Systemen SAP und ePA (elektronische Patientenakte der HNO). Nach Auswertung und Zuordnung mittels Fragebogen-ID werden die Daten anonymisiert. Eine Zuordnung zu bestimmten Personennamen ist dann nicht mehr möglich.

- Elterninformation und Einwilligungserklärung

Die teilnehmenden Eltern werden über die Freiwilligkeit der Befragung, die Rücktrittsmöglichkeit, die genaue Vorgehensweise und die Art der Studie aufgeklärt. Sie bestätigen durch ihre Unterschrift ihre Einwilligung und Teilnahme.

- OSA-18 und Brouillette Fragebogen

Bei Erstvorstellung in der HNO-Ambulanz wird bei Kindern mit V.a. Rachenmandelhyperplasie routinemäßig der etablierte und validierte OSA-18 und Brouillette Fragebogen durch die Eltern ausgefüllt, welcher in 18 bzw. 3 Fragen das Risiko einer kindlichen Schlafapnoe erfasst. Die Scorewerte werden ebenfalls

erfasst und dokumentiert. Die Fragebögen sind im Anhang (» Anhang, S.56 und 57) zur Einsicht beigefügt.

- Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Dieser selbst entworfene Fragebogen, welcher im Anhang (» Anhang, S.55) einzusehen ist, erfragt Symptome, die aus kieferorthopädischer Sicht zum Zeitpunkt der Befragung relevant sind.

2.5 Form der kieferorthopädischen Untersuchung

Es erfolgte in der Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie ein Intraoralscan der Zähne und Kiefer der Patienten. Hierbei saß der Patient auf dem Behandlungsstuhl und das Handstück des Scanners, Modell Trios3, 3shape, Kopenhagen, Dänemark, welcher in den *Abbildungen* 7 und 8 zu sehen ist, wurde in den Mund des Patienten eingeführt und die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers, sowie der Gaumen von allen Seiten gescannt. Zur Sicherung der Okklusion biss der Patient anschließend mit einer kleinen Wachsplatte im Mund zusammen und es erfolgte die Zuordnung des Oberkiefers zum Unterkiefer über Bukkalsscans. Der Scanpfad wurde nach Herstellerangaben eingehalten.

Der Scanner fügte die Einzelbilder zu vollständigen Kiefermodellen zusammen, *siehe Abbildung 9*. Die einzelnen Scans der Kiefer wurden im Anschluss zu einem digitalen Kiefermodell bearbeitet und ausgerichtet, wie in *Abbildung 10 und 11* dargestellt, und somit für die Auswertung vorbereitet.

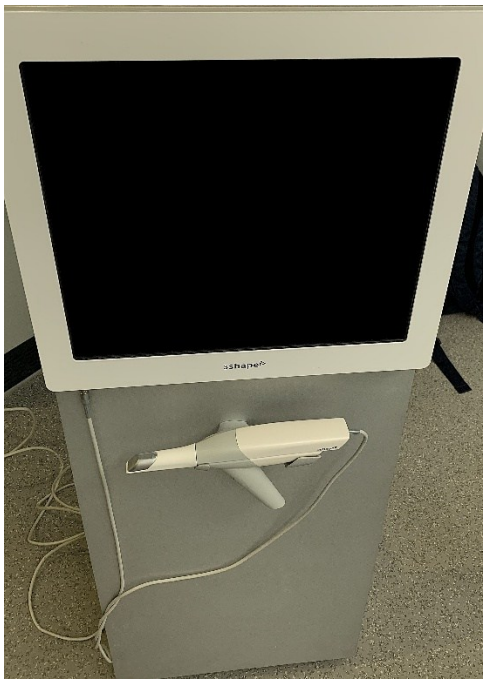

Abbildung 7: Intraoralscanner

Dargestellt ist ein Intraoralscanner (Modell Trios3, 3shape, Kopenhagen, Dänemark), bei dem ein Handstück für den Scan im Mund mit einem Bildschirm verbunden ist. Die einzelnen Bilder des Scans werden direkt zu Kiefermodellen zusammengefügt und auf den Bildschirm projiziert. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2020)



Abbildung 8: Bildschirm des Intraoralscanners

Dargestellt ist der Bildschirm des Intraoralscanners (Modell Trios3, 3shape, Kopenhagen, Dänemark). Die einzelnen Bilder des Scans werden direkt zu Kiefermodellen zusammengefügt und auf den Bildschirm projiziert. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2020)

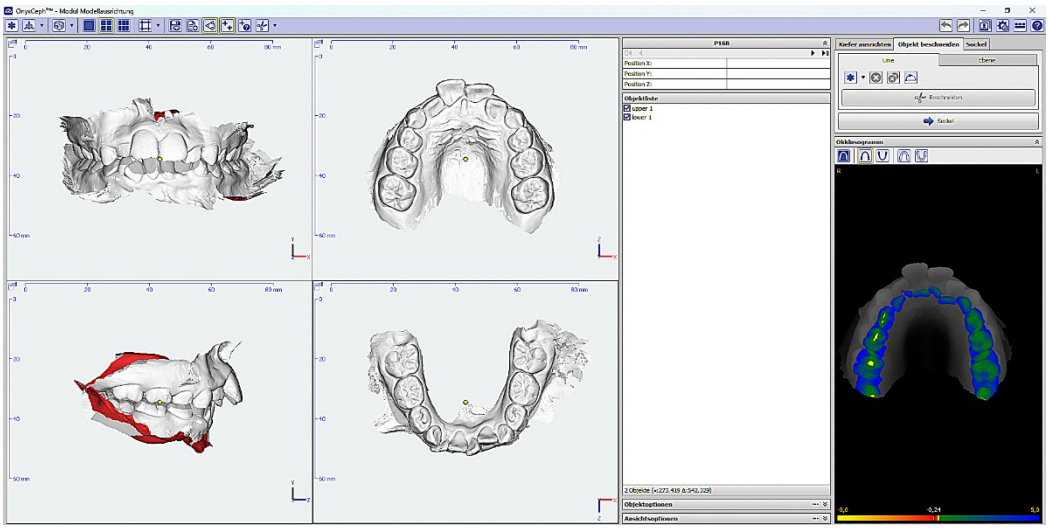

Abbildung 9: Kiefermodelle während der Ausrichtung und Bearbeitung

Dargestellt sind digitale Kiefermodelle, die in einem speziellen kieferorthopädischen Bearbeitungsprogramm (OnyxCeph^{3TM}, Image Instruments, Chemnitz, Deutschland) ausgerichtet und bearbeitet werden. In dieser Ansicht werden die Kiefer von frontal, lateral und okklusal dargestellt. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2020)

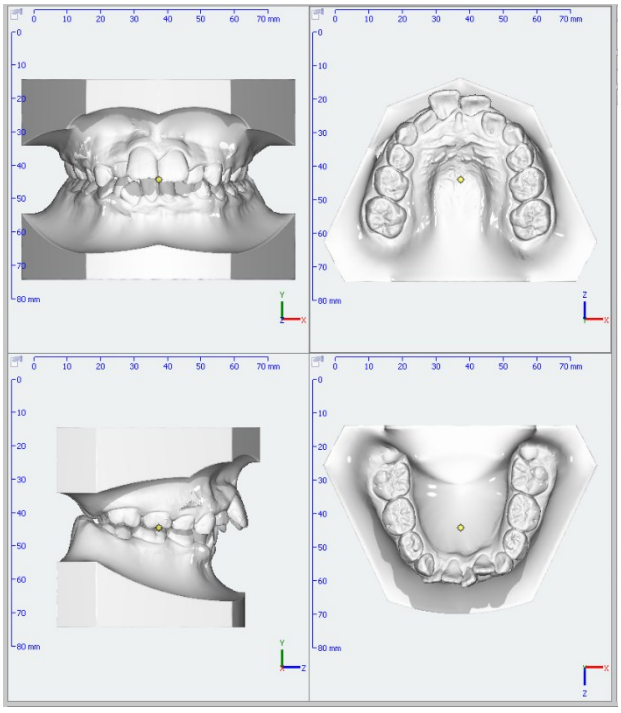

Abbildung 10: Digitales Kiefermodell

In dieser Darstellung ist ein fertig bearbeitetes digitales Kiefermodell zu sehen, welches nun ausgewertet werden kann. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2020)

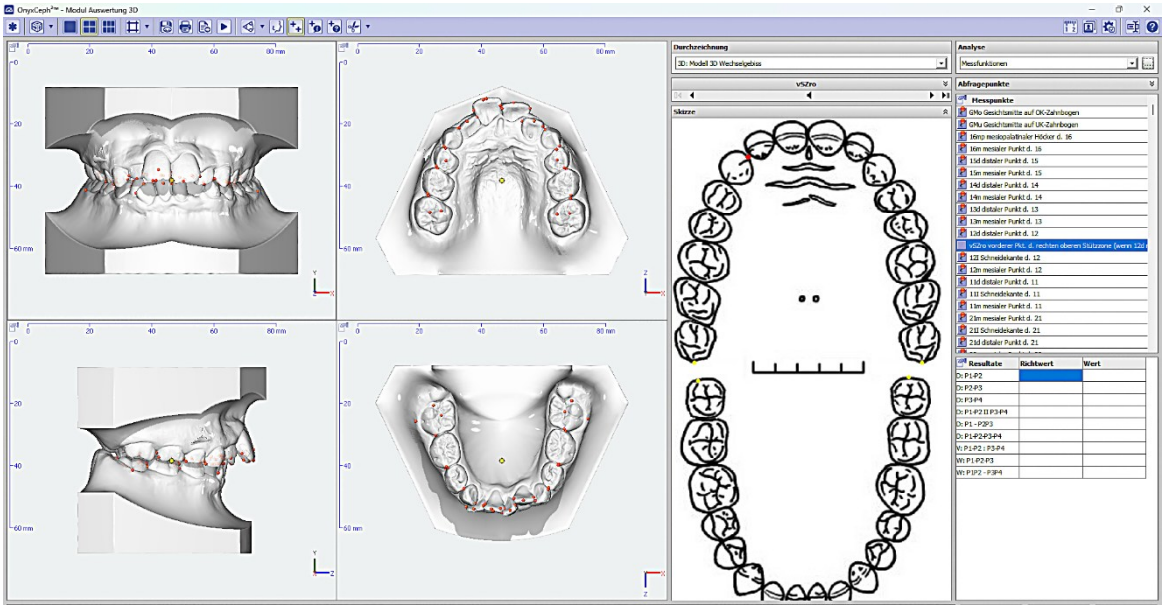

Abbildung 11: Auswertung der Modelle

Dargestellt ist die digitale Modellauswertung der Kiefer. Die Punkte werden manuell gesetzt und die Auswertung erfolgt automatisch durch das Programm. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2020)

Die Kiefermodellerstellung ist notwendig, um mögliche Kieferfehlstellungen zu registrieren und exakt ausmessen zu können.

Der Intraoralscan entspricht hierbei standardmäßig durchgeführten und etablierten Vorgängen bei zahnärztlichen Behandlungen.

Aus den erstellten Modellen wurden folgende Maße übernommen und deskriptiv ausgewertet: vordere und hintere Zahnbogenbreite (primärer Endpunkt der Studie), *siehe Abbildung 12 und 13*; vordere und hintere Zahnbogenhöhe, *siehe Abbildung 12 und 13*; Bestimmung der Gaumenhöhe, *siehe Abbildung 14*; Verzahnung der Milch-Eckzähne und ersten Molaren (sofern vorhanden). Waren die 6er noch nicht vorhanden zur Beurteilung der Bissstellung (Klassifizierung nach Angle), dann wurde die Verzahnung der IIIer zur Beschreibung der Distal-/ Neutral-/ Mesialverzahnung verwendet.

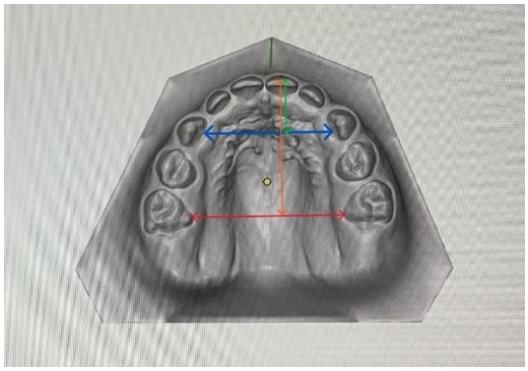

Abbildung 12: Modellanalyse Oberkiefer

Dargestellt ist ein Oberkiefermodell eines Milchgebisses. Eingezeichnet sind in blau die vordere Zahnbogenbreite (vZBB), rot die hintere Zahnbogenbreite (hZBB), grün die vordere Zahnbogenhöhe (vZBH) und orange die hintere Zahnbogenhöhe (hZBH). (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2021)

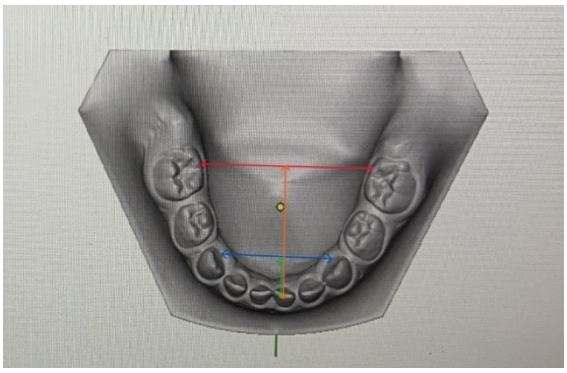

Abbildung 13: Modellanalyse Unterkiefer

Dargestelltist ein Unterkiefermodell eines Milchgebisses. Eingezeichnet sind in blau die vordere Zahnbogenbreite (vZBB), rot die hintere Zahnbogenbreite (hZBB), grün die vordere Zahnbogenhöhe (vZBH) und orange die hintere Zahnbogenhöhe (hZBH). (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2021)

Modellanalyse

Die Modellanalyse des Milchgebisses wird anhand des Tübinger Milchgebiss-Index nach Prof. Dr. D. Dausch-Neumann durchgeführt. Bei dieser Analyse werden die vordere und hintere Zahnbogenbreite, sowie die vordere und hintere Zahnbogenhöhe des Ober- und Unterkiefers ermittelt. Die Referenzpunkte der Zahnbogenbreiten sind wie in *Abbildung 12 und 13* zu sehen, jeweils die palatinalen, bzw. lingualen Ränder der Milcheckzähne, bzw. der 2. Milchmolaren. Bei der vorderen Zahnbogenhöhe sind die Referenzpunkte die vorderste Labialfläche der

mittleren Schneidezähne auf die Verbindungslinie der vorderen Zahnbogenbreite, sowie auf die Verbindungslinie der hinteren Zahnbogenbreite bei der hinteren Zahnbogenhöhe. Anhand der Summe der Milch-Incisivi im Ober- und Unterkiefer werden Sollwerte für die jeweiligen Zahnbogenbreiten und -höhen ermittelt. Die Sollwerte werden nun mit den von Dausch-Neumann und Stangenberg ermittelten Indexwerten verglichen und es wird analysiert, ob die Werte in der Norm sind oder ob es Differenzen gibt.

Gaumenhöhe

Die Bestimmung der Gaumenhöhe nach Korkhaus wird definiert durch den senkrechten Abstand der Raphe-Medianebene zur hinteren Zahnbogenbreite (welche die 6er verwendet), *siehe Abbildung 14*. Der Gaumenhöhenindex (GHI) wird wie folgt berechnet:

Gaumenhöhe (mm) x 100% / Hintere Zahnbogenbreite (mm) = Gaumenhöhenindex

Der GHI beträgt durchschnittlich 42%. Wenn der Ist-Wert weniger als 42% beträgt, spricht man von einem flachen Gaumen. Von einem tiefen Gaumen spricht man bei einem höheren GHI als 42% [24].

Da im reinen Milchgebiss die 6er zur Bestimmung der Gaumenhöhe nach Korkhaus nicht vorhanden sind, konnte der klinische Richtwert von 42% nicht verwendet werden. Aus diesem Grund wurde die Auswertung modifiziert und dabei die hintere Zahnbogenbreite mittels der Milchmolaren verwendet und die beiden Gruppen miteinander verglichen.

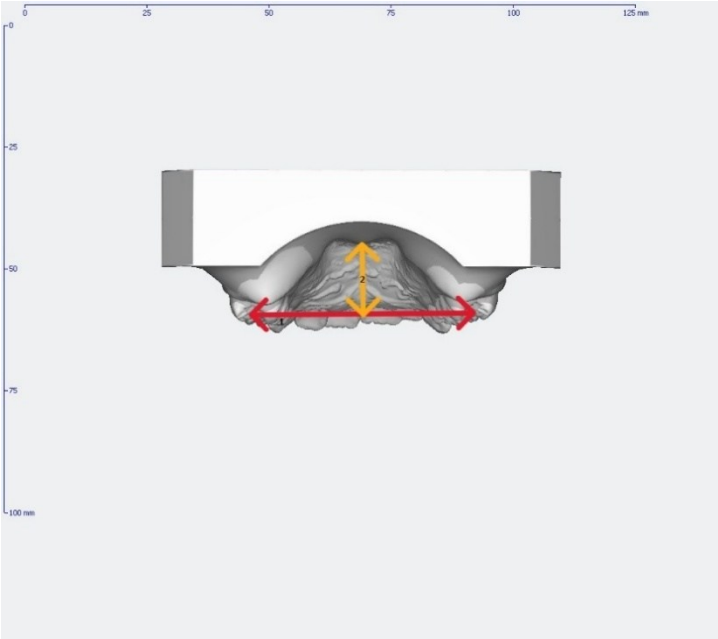

Abbildung 14: Bestimmung der Gaumenhöhe nach Korkhaus

Dargestellt ist ein Oberkiefermodell von dorsal betrachtet. Eingezeichnet sind in rot die hintere Zahnbogenbreite und in gelb der senkrechte Abstand der Raphe-Medianebene zur hinteren Zahnbogenbreite = Gaumenhöhe. (Quelle: Eigene Aufnahme, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie, 2021)

Beschreibung der Verzahnung / Bestimmung der Bisslage (nach Angle)

Die Klassifizierung nach Angle beschreibt die Bisslage der Kiefer zueinander. Sie basiert auf der Stellung des ersten oberen Molaren zum ersten unteren Molaren [2]. Dabei soll der mesiobukkale Höcker des ersten oberen Molaren in die bukkale Fissur des ersten unteren Molaren greifen.

Die Angle Klasse I, ist die Neutralokklusion, auch Regelbiss genannt, bei welcher die Seitenzähne abwechselnd ineinandergreifen und der Unterkiefer dem Oberkiefer im Eckzahnbreich eine halbe Prämolarenbreite vorausgeht [2, 24].

Bei der Angle Klasse II, auch Distalokklusion genannt, liegt der Unterkiefer zurück. Hierbei gibt es noch 2 Unterteilungen: Die Angle Klasse II/1, welche eine Distalokklusion mit einer protrudierenden, lückigstehenden Front kombiniert und die Angle Klasse II/2, bei welcher die Distalokkluson mit palatinal gekippter Front verbunden ist [2, 24].

Eine Mesialokklusion wird bei der Angle Klasse III beschrieben, in diesem Fall liegt der Unterkiefer weiter vorne [2, 24].

Da bei fast allen Probanden die 6er noch nicht vorhanden waren zur Beurteilung der Bissstellung, bzw. Bisslage, wurde die Verzahnung der IIIer zur Beschreibung der Distal-/ Neutral-/ Mesialverzahnung verwendet.

2.6 Form der HNO-ärztlichen klinischen Untersuchung

Im Rahmen der Vorstellung in der HNO-Klinik bei Verdacht auf eine Rachenmandelhyperplasie erfolgen routinemäßig die klinische Untersuchung des Kindes und die Dokumentation der Befunde in der elektronischen Patientenakte durch die Assistenzärzte der HNO-Ambulanz. Erfasst werden soll die inspektorische Größe der Rachenmandel, der Gaumenmandeln, der Ohrbefund in der Ohrmikroskopie bds. sowie die Gesichtsmorphologie und inspektorische Kieferstellung. Da routinemäßig zur weiteren Diagnostik eines Paukenergusses oder einer Tubenfunktionsstörung in Folge der Rachenmandelhyperplasie auch immer ein Hörtest und ein Tympanogramm erstellt werden, werden auch diese Befunde aus der elektronischen Patientenakte übernommen (» Anhang, S.58).

2.7 Fragebögen

Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Es wird eine deskriptive Auswertung der typischen Kieferorthopädischen Symptomen wie häufige Kopfschmerzen, Schmerzen im Gesichtsbereich, Schmerzen beim Kauen, Zähneknirschen, Zähnepressen, Lutschgewohnheiten, Lippenbeißen, Sprachfehler, Unfälle, familiäre Kiefer- oder Zahnfehlstellungen durchgeführt, um das Patientenkollektiv zu charakterisieren (» Anhang, S.55).

OSA-18-Quality of Life Survey (OSA-18)

In diesem Fragebogen (» Anhang, S.56) werden 18 Fragen zu körperlichen und psychischen Beschwerden oder Symptomen innerhalb der letzten 4 Wochen abgefragt. Zu diesen gehören die Kategorien Schlafstörungen, körperliche Beschwerden, emotionale Verstimmung, Beschwerden am Tage und Befürchtungen der Eltern. Diese werden nach der Likert-Skala (nie, vereinzelnd, gelegentlich, manchmal, oft, meistens, immer) ausgefüllt und die Punkte addiert.

Die Endwerte sagen aus, ob ein geringes, mäßiges oder hohes OSAS-Risiko besteht [13, 28, 30, 31].

OSAS ist das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom, welches schlafbezogene Atemstörungen oder Atemaussetzer beschreibt [28]. Mit diesen Fragebogen wurde eine deskriptive Auswertung durchgeführt und untersucht, ob ein Zusammenhang mit einer Rachenmandelhyperplasie und kindlichem OSAS besteht [31].

Brouillette-Score-Berechnung

Dieser Fragebogen (» Anhang, S.57) umfasst 3 Fragen zu lautem Schnarchen, Atemproblemen und Atemstillständen (Apnoen) in der Nacht. Die Fragen lautes Schnarchen und Atemprobleme können mit niemals, gelegentlich, oft und immer beantwortet werden, die Frage zu Apnoen mit ja und nein. Den Antworten wurden Werte zugeordnet und addiert. Auch hierbei werden die Endwerte in geringes, mäßiges oder hohes OSAS-Risiko eingeteilt und es erfolgte eine deskriptive Auswertung. Dieser Fragebogen erwies sich in mehreren Studien im Rahmen der prä- und postoperativen Diagnostik bei schlafbezogenen Atemstörungen und deren verbundenen Operationen als gut geeignet und zuverlässig, vor allem in Kombination mit dem OSA-18. [5, 23, 29, 31].

HNO-Status-Bogen

Während der Untersuchung bei der Erstvorstellung in der HNO-Ambulanz erfolgt die Untersuchung des Kindes und Erhebung des HNO-Status (» Anhang, S.58) durch einen HNO-Arzt der Universitätsklinik. Aus der elektronischen Patientenakte werden die Tonsillengröße, der Grad der Rachenmandelhyperplasie (Grad 0-III), der ohrmikroskopische Befund, die Ergebnisse der otologischen Diagnostik (Tonaudiogramm/Reaktionsaudiometrie, Tympanogramm) auf dem im Anhang beigefügten HNO-Status-Bogen übernommen und deskriptiv ausgewertet.

Die Gradeinteilung der Tonsillen erfolgt durch die Klassifizierung 0-III nach Brodsky. Dabei wird die Reduktion des oropharyngealen Durchmessers durch die Tonsillen gemessen. Grad I entspricht einer Reduktion von 25%, Grad II 50%, Grad III 75% und Grad IV mehr als 75% [7].

2.8 Statistische Auswertung

Die erhobenen Studiendaten aus den einzelnen Fragebögen, der dokumentierten Untersuchung sowie den elektronischen Patientenakten wurden zunächst einander zugeordnet, mit einer zugeteilten ID anonymisiert und digital in „Microsoft Office Excel“ und „IBM SPSS Statistics 29.0“ gespeichert. Anschließend wurden die Daten ebenfalls mit „IBM SPSS Statistics 29.0“ statistisch ausgewertet.

Es erfolgte eine deskriptive Datenanalyse aller stetigen Variablen jeweils unter der Angabe von Mittelwert und Standardabweichung sowie Konfidenzintervall des Mittelwertes. Kategoriale Variablen wurden über absolute und relative Häufigkeiten beschrieben. Alle Vergleiche zwischen den Probanden mit und ohne Adenoiden wurden mittels t-Test durchgeführt. Die Werte waren ausreichend normalverteilt, dies wurde graphisch überprüft. Der alpha-Fehler wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt, sodass p-Werte $< 0{,}05$ als signifikant gewertet wurden.

3 Ergebnisse

3.1 Kieferorthopädische Modellauswertung

Zahnbogenbreiten und Zahnbogenhöhen

Oberkiefer

Die **vordere Zahnbogenbreite im Oberkiefer (vZBBo)** lag bei der Kontrollgruppe ohne Adenoide im Mittel bei 24,14±1,68 KI [23,38-24,91]. Die Differenz zu den klinischen Richtwerten lag bei 0,19±2,52 KI [-0,96-1,34].

Bei der adenoiden Gruppe lag die vZBBo im Mittel bei 23,6±0,89 KI [22,49-24,71]. Hier lag die Differenz zu den klinischen Richtwerten bei -0,4±2,07 KI [-2,97-2,17].

Beim Vergleich der vorderen Zahnbogenbreite im Oberkiefer zwischen der Kontrollgruppe und der adenoiden Gruppe ergab sich kein signifikanter Unterschied (p=0,400). Auch die Differenz der vzBBo zu den klinischen Richtwerten der beiden Gruppen zeigte keinen signifikanten Unterschied (p=0,654).

Bei der nicht-adenoiden Kontrollgruppe lag die **hintere Zahnbogenbreite (hZBBo) im Oberkiefer** im Mittel bei 31,33±2,15 KI [30,35-32,31]. Die Differenz zu den klinischen Richtwerten lag bei 0,14±2,92 KI [-1,19-1,47].

Die hZBBo lag bei der adenoiden Gruppe bei 31,00±2,0 KI [28,52-33,48]. Hier gibt es eine Differenz zu den klinischen Richtwerten von 0,40±3,65 KI [-4,13-4,93].

Sowohl bei der hZBBo (p=0,71) als auch bei der Differenz der hZBBo zu den klinischen Richtwerten (p=0,85) gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Die **vordere Zahnbogenhöhe im Oberkiefer (vZBHo)** lag bei der Kontrollgruppe ohne Adenoide bei 10,71±0,85 KI [10,33-11,10]. Die Differenz zu den klinischen Richtwerten lag bei -0,43±1,08 KI [-0,92-0,06].

Bei der adenoiden Gruppe lag die vZBHo bei 11,20±0,45 KI [10,64-11,76]. Hier lag die Differenz der vZBHo zu den klinischen Richtwerten bei 0,20±0,84 KI [-0,84-1,24].

Beim Vergleich der beiden Gruppen ergab sich bei der vZBHo (p=0,233) und auch bei der Differenz zu den klinischen Richtwerten (p=0,213) kein signifikanter Unterschied.

Die **hintere Zahnbogenhöhe des Oberkiefers (hZBHo)** lag bei der nicht-adenoiden Kontrollgruppe bei 25,76±1,30 KI [25,17-26,35]. Die Differenz der hZBHo zu den klinischen Richtwerten lag bei -0,81±1,97 KI [-1,70-0,09].

Bei der adenoiden Gruppe lag die hZBHo im Mittel bei 26,60±0,89 KI [25,49-27,71]. Hierbei lag die Differenz der hZBHo zu den klinischen Richtwerten bei 0,40±2,41 KI [-2,59-3,39].

Weder bei der hZBHo (p=0,242), noch bei der Differenz zu den klinischen Richtwerten (p=0,254) gab es signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Unterkiefer

Die **vordere Zahnbogenbreite im Unterkiefer (vZBBu)** lag bei der Kontrollgruppe bei 19,14±1,28 KI [18,56-19,72]. Die Differenz der vZBBu zu den klinischen Richtwerten lag bei -0,81±1,72 KI [-1,59 - -0,03].

Bei der adenoiden Gruppe lag die vZBBu bei 18,40±0,55 KI [17,72-19,08]. Hier lag die Differenz zu den klinischen Richtwerten bei -1,20±1,48 KI [-3,04-0,64].

Bei der nicht-adenoiden Gruppe lag die **hintere Zahnbogenbreite im Unterkiefer (hZBBu)** im Mittel bei 28,52±1,54 KI [27,82-29,22]. Hierbei lag die Differenz zu den klinischen Richtwerten bei -1,43±2,54 KI [-2,59-0,27].

Die hZBBu lag bei der adenoiden Gruppe bei 28,00±1,41 KI [26,24-29,76] und die Differenz zu den klinischen Richtwerten bei -1,40±1,82 KI [-3,66-0,86].

Die **vordere Zahnbogenhöhe des Unterkiefers (vZBHu)** lag bei der nicht-adenoiden Gruppe bei 8,38±0,67 KI [8,08-8,67]. Die Differenz zu den klinischen Richtwerten lag bei 0,57±0,75 KI [0,23-0,91].

Bei der adenoiden Gruppe lag die vZBHu im Mittel bei 8,20±0,45 KI [7,64-8,76] und die Differenz zu den klinischen Richtwerten bei 0,60±0,55 KI [-0,08-1,28].

Bei der Kontrollgruppe lag die **hintere Zahnbogenhöhe im Unterkiefer (hZBHu)** bei 21,67±1,62 KI [20,93-22,41]. Hierbei lag die Differenz der hZBHu zu den klinischen Richtwerten bei -1,43±2,36 KI [-2,50 - -0,36].

Die hZBHu der adenoiden Gruppe lag im Mittel bei 21,20±1,48 KI [19,36-23,04] und die Differenz zu den klinischen Richtwerten lag hier bei -1,40±1,14 KI [-2,82-0,02].

Bei keiner der gemessenen Variablen gab es signifikante Unterschiede zwischen der adenoiden und nicht-adenoiden Gruppe.

Mittellinienverschiebung (MLV)

Beim Vergleich der **Mittellinienverschiebung im Oberkiefer** lag der Mittelwert bei der nicht-adenoiden Gruppe bei **0,13±0,63 KI [-0,15-0,41]** und bei der adenoiden bei **0,25±0,44 KI [-0,46-0,96]**. Im **Unterkiefer** lag die MLV bei der nicht-adenoiden Gruppe bei **0,32±0,66 KI [0,03-0,61]** und bei der adenoiden bei **0,15±1,01**

KI [-1,45-1,75].

Bei keiner der gemessenen Variablen gab es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

Verzahnung der Kiefer

Bei der nicht-adenoiden Gruppe war die Verzahnung der Kiefer bei 18 von 27 Patienten distal und bei 9 von 27 neutral. Eine Mesialverzahnung kam nicht vor.

Die Verzahnung der Kiefer bei der adenoiden Gruppe war bei 3 von 6 Patienten distal und bei 3 von 6 Patienten neutral, auch hier kam eine Mesialverzahnung nicht vor, *siehe Abbildung 15*.

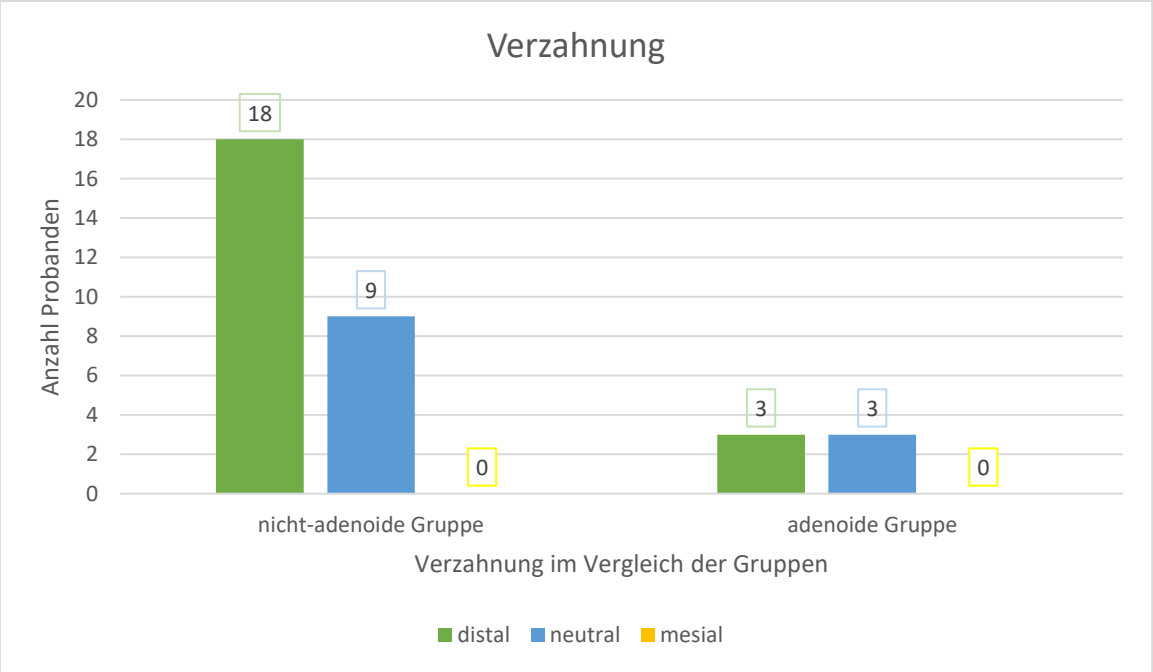

Abbildung 15: Balkendiagramm Verzahnung der Kiefer

Abgebildet sind in diesem Diagramm die Verzahnungen distal, neutral, mesial und der Vergleich dazu zwischen der nicht-adenoiden und der adenoiden Gruppe. Die Untersuchungen der Verzahnungen fanden zwischen dem 10.03.2020-03.08.2021 am Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie statt. (Quelle: Eigene Darstellung)

Mittels dem Chi-Quadrat-Test ergab sich im Vergleich der Verzahnung mit der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe keinen signifikanten Unterschied (p=0,643).

Gaumenhöhe

Im Vergleich der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe lag der Mittelwert der Gaumenhöhe bei der **nicht-adenoiden Gruppe bei 30,84±5,02 KI [28,51-32,85]** und der Gaumenhöhe der **adenoiden Gruppe bei 30,88±1,54 KI [28,42-33,33]**. Hierbei gab es keine signifikanten Unterschiede (p=0,723).

3.2 Fragebögen

Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Bei den Auswertungen der kieferorthopädischen Symptomfragebögen, *siehe Abbildung 16*, gab es signifikante Unterschiede zwischen den nicht-adenoiden und adenoiden Gruppen bei den Symptomen **Zähnepressen** und **Mund offen in der Nacht**.

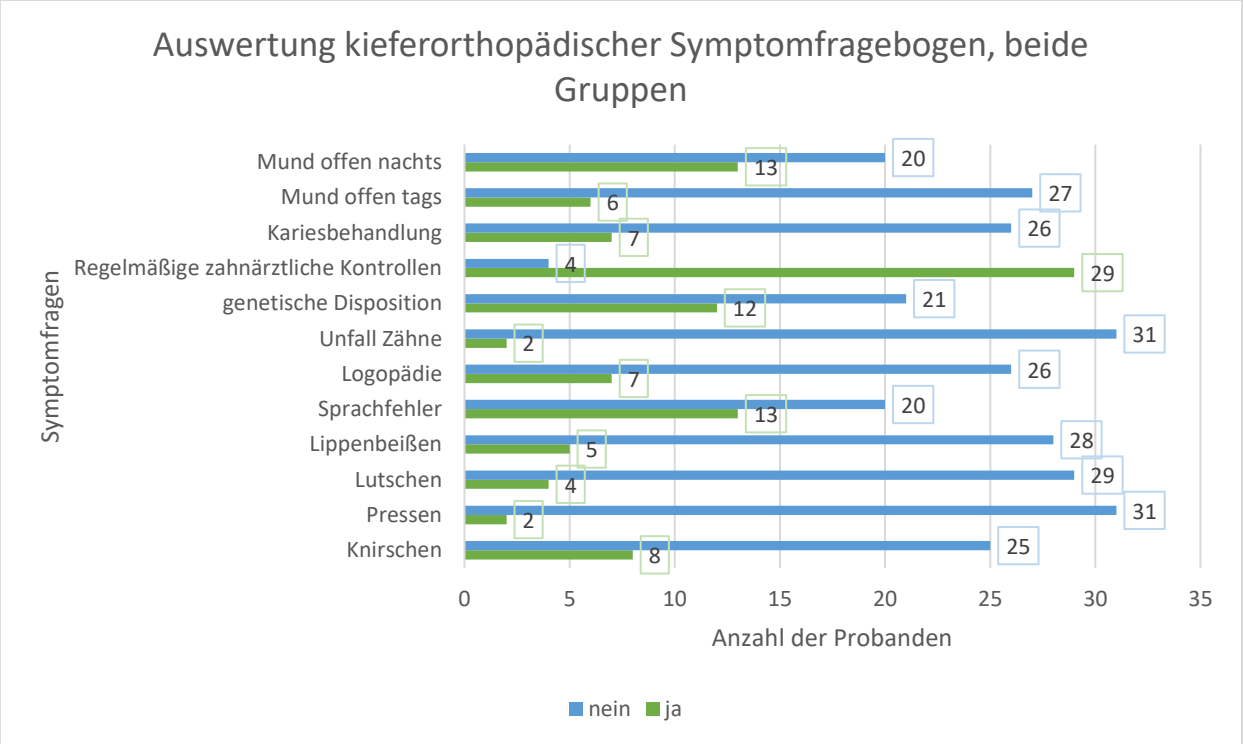

Abbildung 16: Auswertung Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Dargestellt ist ein Diagramm mit der Auswertung von 33 kieferorthopädischen Symptomfragebögen beider Gruppen zusammen, welche mit ja oder nein beantwortet wurden. Die Befragungen fanden zwischen dem 10.03.2020-03.08.2021 am Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie statt. (Quelle: Eigene Darstellung)

Das Ergebnis des **Zähnepressens** bei der nicht-adenoiden Gruppe lag bei den Nein-Angaben bei 27 von 27 Probanden, bei den Ja-Angaben 0 von 27.

Bei der adenoiden Gruppe lag das Ergebnis bei den Nein-Angaben bei 4 von 6 Probanden und bei den Ja-Angaben bei 2 von 6, hier besteht ein signifikanter Unterschied ***(p=0,028)***, *siehe Abbildung 17*.

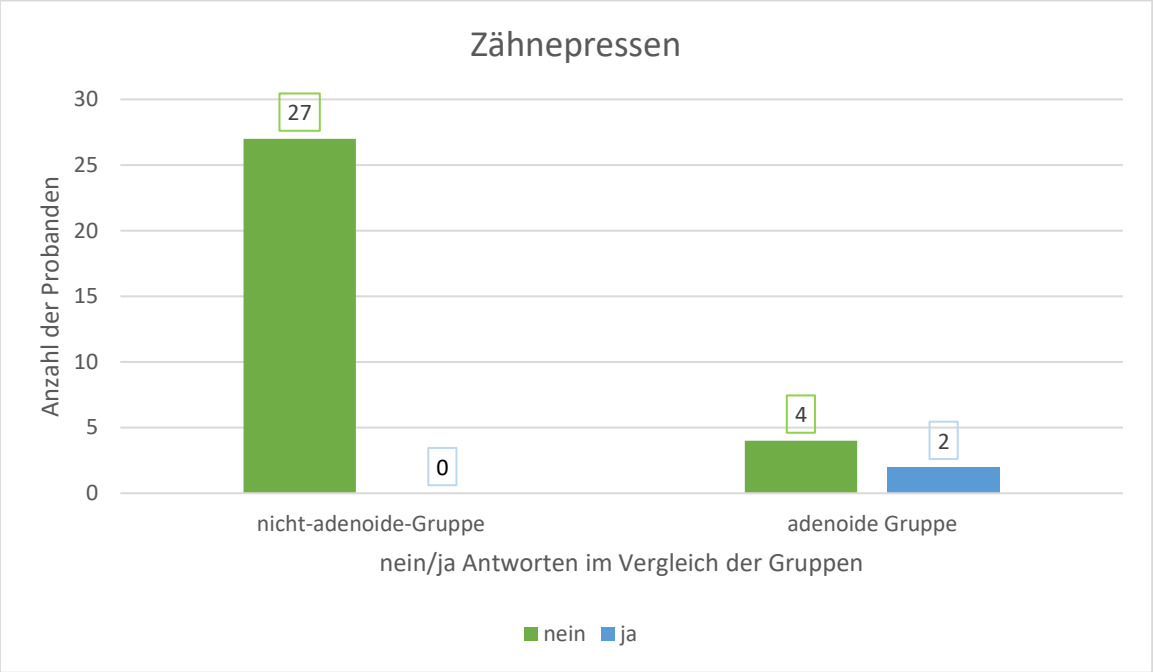

Abbildung 17: Zähnepressen, Vergleich der Gruppen

Dargestellt ist ein Diagramm, in dem das Vorhandensein des Zähnepressens der nicht-adenoiden Gruppe mit der adenoiden Gruppe verglichen wird. Die Befragungen fanden zwischen dem 10.03.2020-03.08.2021 am Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie statt. (Quelle: Eigene Darstellung)

Bei der Angabe, dass der **Mund in der Nacht offensteht**, gaben bei der nicht-adenoiden Gruppe 19 von 27 nein an und 8 von 27 ja. Bei der Gruppe der adenoiden Probanden gaben 1 von 6 nein an und 5 von 6 gaben ja an, dies macht einen signifikanten Unterschied ***(p=0,025)***, *siehe Abbildung 18*.

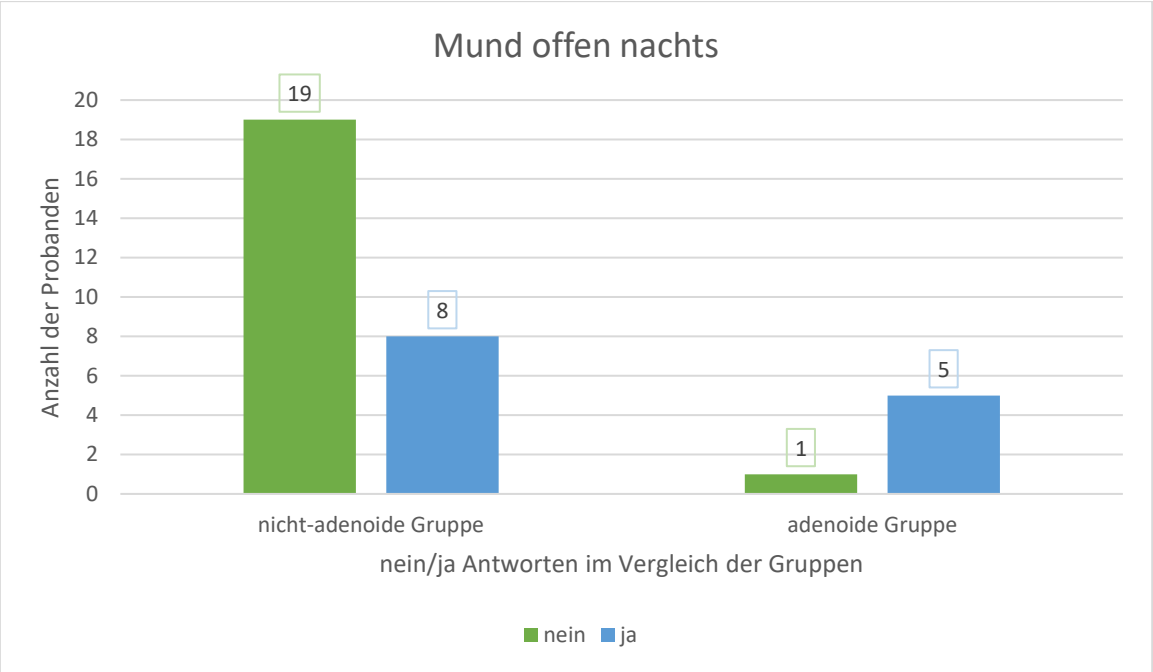

Abbildung 18: Mund offen nachts, Vergleich der Gruppen

Dargestellt ist der Vergleich der nicht-adenoiden Gruppe mit der adenoiden Gruppe bei den nein/ja Angaben zu der Frage, ob der Mund nachts offensteht. Die Befragungen fanden zwischen dem 10.03.2020-03.08.2021 am Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Kieferorthopädie und Orthodontie statt. (Quelle: Eigene Darstellung)

OSA-18 Score

Der OSA-Score lag bei der nicht-adenoiden Gruppe im Mittel bei 34,26±17,15 KI [26,84-41,68]. Bei der adenoiden Gruppe lag er bei 36,75±5,50 KI [27,99-45,50]. Hierbei gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe (*p=0,238)*.

Brouillette Score

Der Brouilette Score lag im Vergleich der beiden Gruppen bei der nicht-adenoiden im Mittel bei -3,12. Bei der adenoiden lag er bei -0,99. Hierbei ergibt sich ein **signifikanter Unterschied (*p=0,048)*.**

3.3 HNO-Untersuchungsbefund

Im HNO-Untersuchungsbefund wurden die Tonsillengröße, Trommelfell, Nasenrachen und ein Hörtest beurteilt.

Tonsillen

Die Tonsillen wurden nach ihrer Größe in der Einteilung Grad 0,1,2,3 nach Brodsky beurteilt. Im Vergleich der nicht adenoiden Gruppe mit der adenoiden Gruppe gab es bei der Gradeinteilung der Tonsillen keine signifikanten Unterschiede. Grad 0 kam bei beiden am häufigsten vor, *siehe Abbildung 19*.

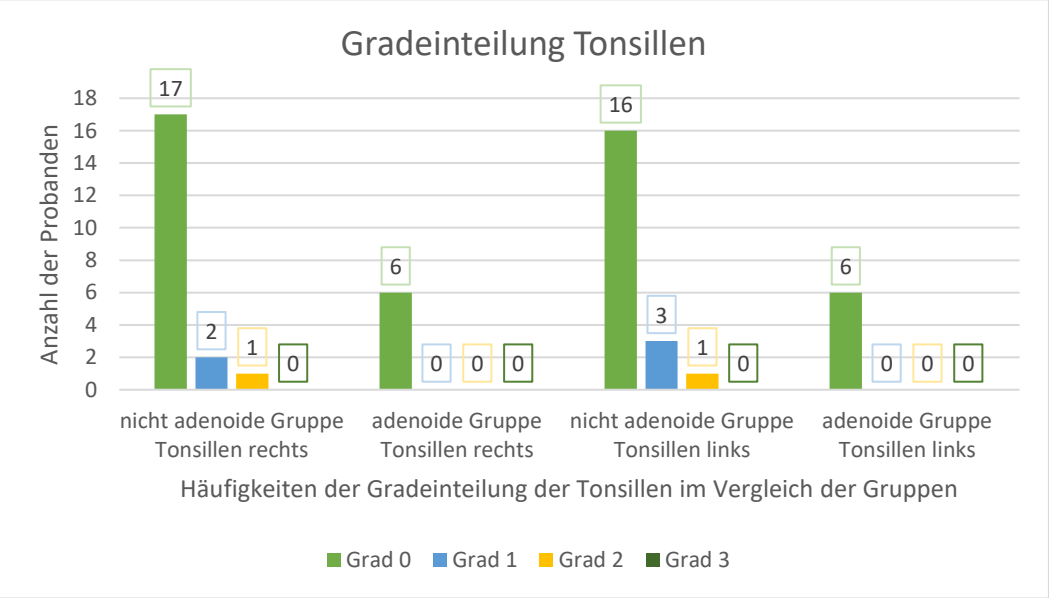

Abbildung 19: Gradeinteilung Tonsillen, Häufigkeitsdiagramm

Abgebildet sind die beiden Vergleichsgruppen nicht adenoide und adenoide. Verglichen werden die Häufigkeiten der Gradeinteilungen der Tonsillen von Grad 0-3. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

Trommelfell

Die Beurteilung des Trommelfells wurde eingeteilt in intakt, spiegelnd oder matt, verdickt. Bei beiden Vergleichsgruppen war es am häufigsten intakt, spiegelnd, *siehe Abbildung 20*.

Es gab keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der nicht adenoiden und adenoiden Gruppe.

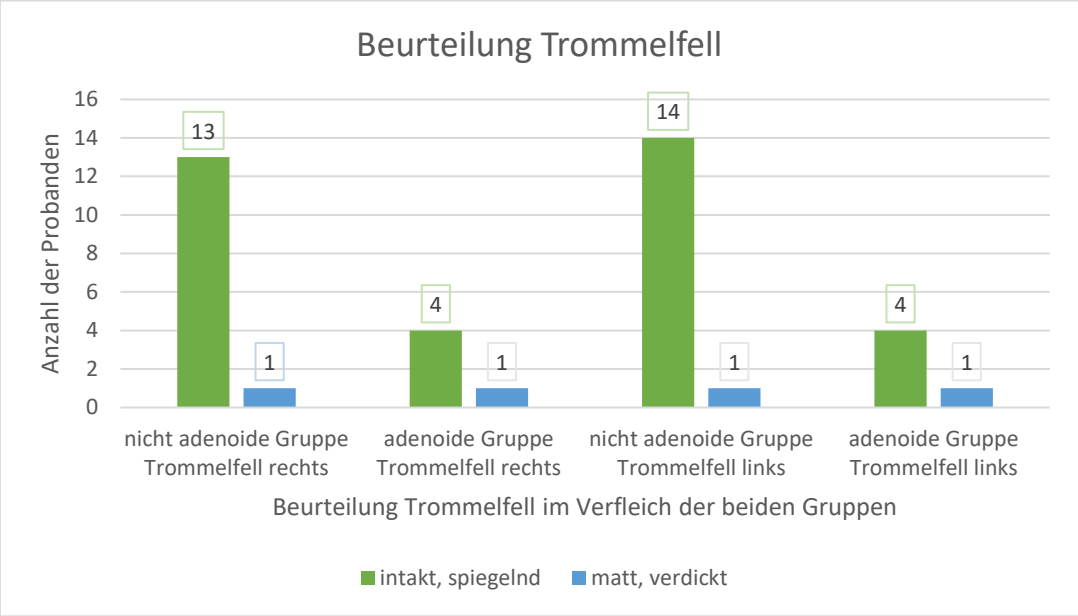

Abbildung 20: Beurteilung Trommelfell

Dargestellt ist die Beurteilung des Trommelfells rechts und links im Vergleich der beiden Gruppen. Beurteilt wird nach der Einteilung intakt, spiegelnd oder matt, verdickt. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

Nasenrachen

Der Nasenrachen wurde beurteilt nach nicht einsehbar, frei und Adenoide Grad 1-3. Er konnte bei 4 von 33 Probanden eingesehen werden, *siehe Abbildung 21.* Hierbei gab es keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der beiden Gruppen.

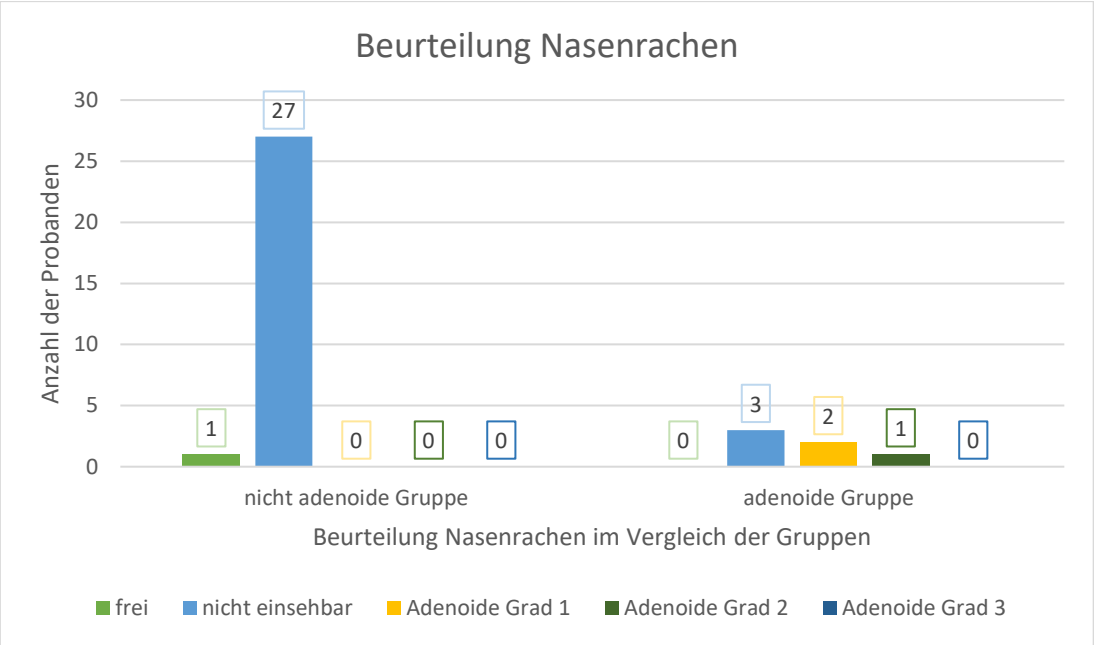

Abbildung 21: Beurteilung Nasenrachen

Dargestellt ist die Beurteilung des Nasenrachens in frei, nicht einsehbar, Adenoide Grad 1-3 der beiden Gruppen im Vergleich. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

Hörtests

Audiometrie

Die Audiometrie wurde bei 12 von 33 Probanden durchgeführt. Diese wurde eingeteilt in regelrecht, Schallleitungsstörung und sensorineurale Schwerhörigkeit. Dabei gab es am häufigsten regelrechte Ergebnisse *siehe Abbildung 22*.

Im Vergleich der beiden Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede.

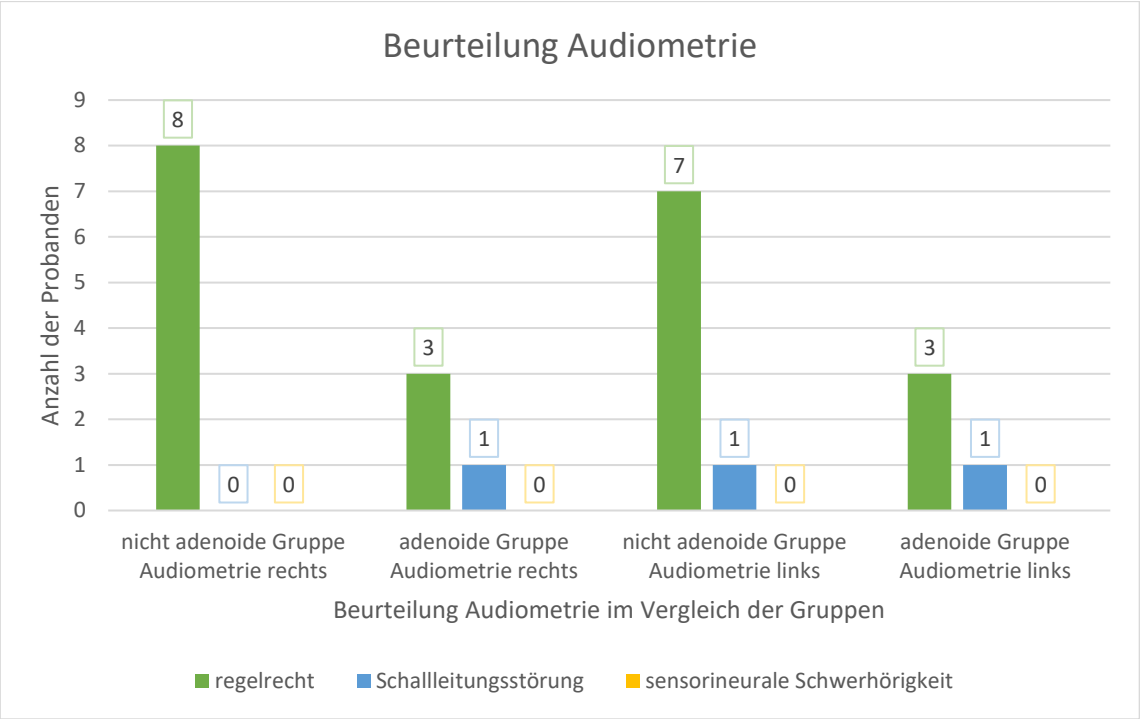

Abbildung 22: Beurteilung Audiometrie

Dargestellt ist die Beurteilung der Audiometrie im Vergleich der beiden Gruppen. Eigeteilt wurde in regelrecht, Schallleitungsstörung und sensorineurale Schwerhörigkeit. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

Tympanometrie

Das Ergebnis der Tympanometrie wird eingeteilt in spitzgipflig, Unterdruck und flach und wurde rechts bei 10 und links bei 11 von 33 Probanden durchgeführt. Die Häufigkeiten wurden im Diagramm in der *Abbildung 23* dargestellt.

Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede.

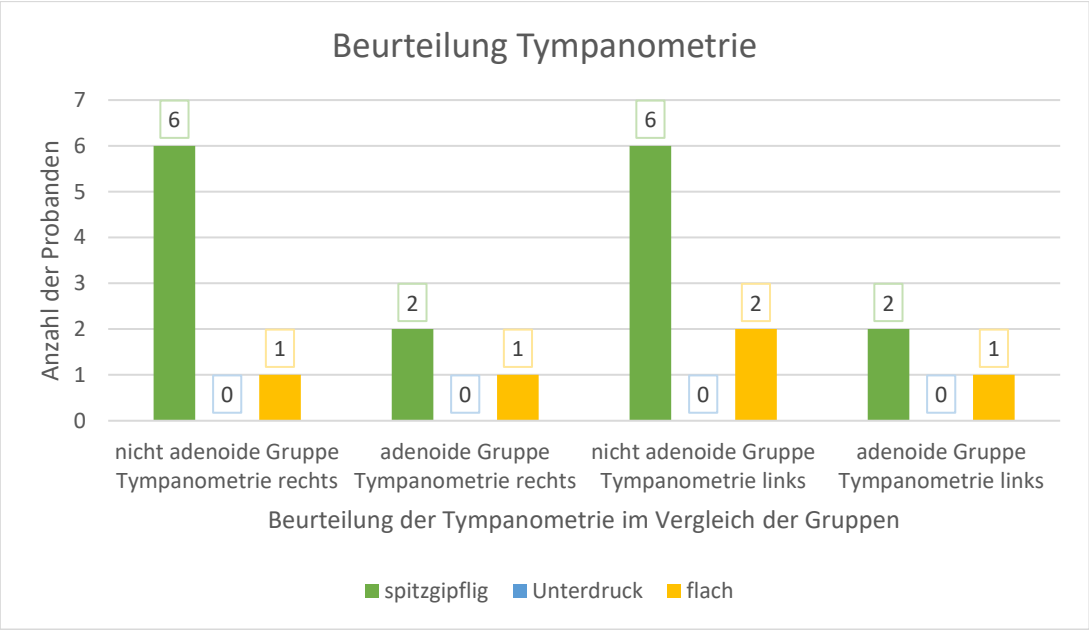

Abbildung 23: Beurteilung Tympanometrie

Dargestellt ist die Beurteilung der Tympanometrie, eingeteilt in spitzgipflig, Unterdruck und flach. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

OAEs

Der OAE-Hörtest (Otoakustische Emmissionen) wurde bei 9 von 33 Probanden durchgeführt. In allen Tests fiel er rechts und links regelrecht aus, *siehe Abbildung 24.* Auch hierbei gab es keine signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen im Vergleich.

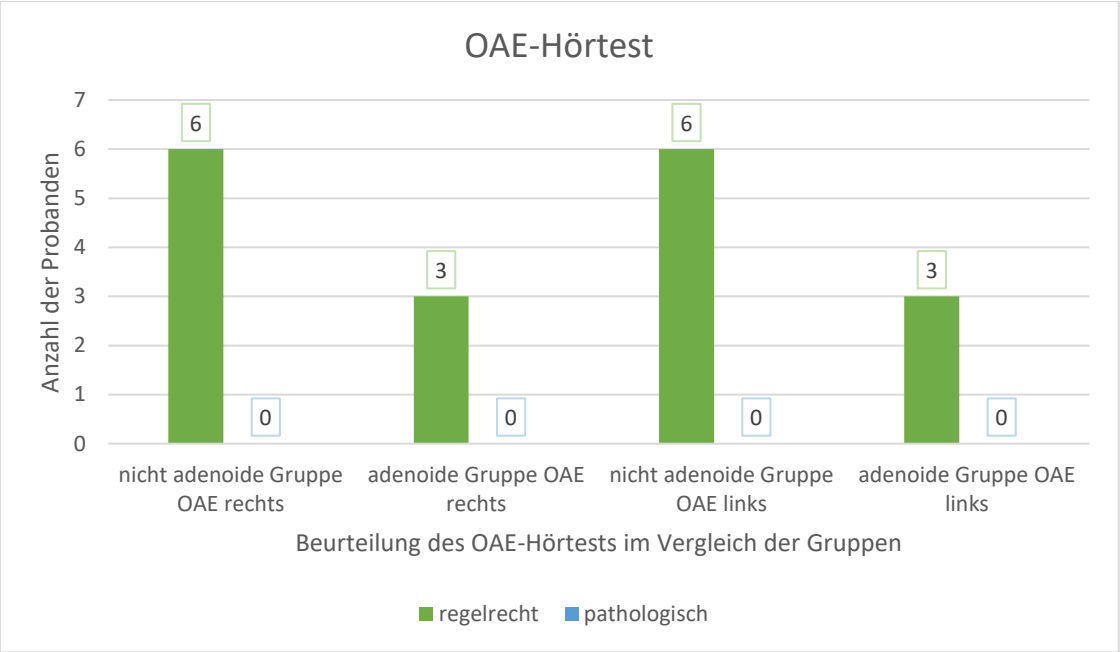

Abbildung 24: OAE-Hörtest

Dargestellt ist die Beurteilung des OAE-Hörtests der beiden Gruppen im Vergleich, Einteilung in regelrecht und pathologisch. Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Quelle: Eigene Darstellung)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen dieser Studie wurden insgesamt 33 Kinder im Alter von 2-7 Jahren untersucht. Davon hatten 6 Kinder eine Indikation zur Adenotomie und 27 gehörten einer Kontrollgruppe an.

Bei der **kieferorthopädischen Untersuchung** wurden die ausgewerteten Modelle analysiert. Es gab weder bei den Zahnbogenbreiten noch Zahnbogenhöhen, sowie Mittellinienverschiebung, Verzahnung, als auch bei der Gaumenhöhe signifikante Unterschiede zwischen der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe.

Bei den Auswertungen der **kieferorthopädischen Symptomfragebögen** gab es signifikante Unterschiede zwischen den nicht-adenoiden und adenoiden Gruppen bei den Symptomen Zähnepressen und Mund offen in der Nacht.

Hierbei verneinten bei der Kontrollgruppe 27 von 27 Patienten die Angabe, ob Zähnepressen vorliegt, Bei der adenoiden Gruppe gaben 2 von 6 Patienten an, dass **Zähnepressen** vorliegt. Hier besteht ein **signifikanter Unterschied (p=0,028)**.

Das der **Mund nachts offen** steht gaben bei der adenoiden Gruppe 5 von 6 Patienten an und bei der Kontrollgruppe 8 von 27. Dies macht einen **signifikanten Unterschied von (p=0,025).**

Bei der **HNO-ärztlichen Untersuchung** wurden die Tonsillengröße, das Trommelfell, der Nasenrachen und ein Hörtest beurteilt. Bei keiner der durchgeführten Untersuchungen gab es signifikante Unterschiede zwischen der nicht-adenoiden und der adenoiden Gruppe.

Bei den Auswertungen der **HNO-ärztlichen Symptomfragebögen** kam bei dem **OSA-18 Score** kein signifikanter Unterschied (p=0,238) im Vergleich der beiden Gruppen vor.

Der **Brouillette-Scores** lag im Vergleich der beiden Gruppen bei der nicht-adenoiden im Mittel bei -3,12. Bei der adenoiden lag er bei -0,99. Hierbei ergibt sich ein **signifikanter Unterschied (p=0,048).**

4 Diskussion

Mit dieser Studie wurde die **aktuelle** Prävalenz von Kieferfehlstellungen und weiteren pathologischen kieferorthopädischen Befunden in Zusammenhang mit einer Rachenmandelhyperplasie bei Kindern im Vorschulalter untersucht. Es wurde untersucht, inwieweit sich der klinische kieferorthopädische Befund zwischen Kindern mit und ohne Rachenmandelhyperplasie unterscheidet und inwiefern eine Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad der HNO-ärztlichen Befunde besteht.

In der Literatur gibt es ältere Studien, die die Prävalenz von pathologischen kieferorthopädischen Befunden mit reiner Rachenmandelhyperplasie beschreiben, jedoch waren die Probanden meist älter als 7 Jahre und somit schon in der Wechselgebissphase. Nach Adenotomie wurde häufig eine Besserung des kieferorthopädischen Befundes beschrieben. Jedoch wurde in den meisten Studien der Status nach kombinierter Adenotonsillotomie untersucht, sodass der isolierte Einfluss der Adenotomie nicht sicher beurteilt werden konnte.

Bei den folgenden Studien wurden pathologische kieferorthopädische Befunde beschrieben, jedoch wurde hierbei auch die tonsilläre Hypertrophie miteingeschlossen:

Die Auswirkungen der Adenoidhypertrophie in pädiatrischen Altersgruppen auf die Entwicklung und Position des Oberkiefers wurden in einer aktuellen Studie von Zhang et al. (2026) untersucht. In dieser retrospektiven Studie wurden 180 Kinder in 3 Altersgruppen zwischen 3-5, 5-8 und 8-11 Jahren aufgeteilt. In jeder Gruppe gab es Probanden mit und ohne adenoide und/ oder tonsilläre Hypertrophie. In der Gruppe der Kinder von 3-5 Jahren gab es keine signifikanten Unterschiede. Die anderen Gruppen zeigten Unterkieferretrusion, Zahnprotrusion und erhöhter Overjet [37].

In einer weiteren Studie von Jaiswal et al. (2025) wurden 78 Kinder im Alter von 4-12 Jahren in 2 Gruppen mit und ohne Adenoid- und/ oder Tonsillenhypertophie untersucht. Hierbei wurden Atemwegsobstruktionen, Infektionen und kieferorthopädische Befunde untersucht und aufgenommen. Im Vergleich der Gruppen gab es signifikante Unterschiede bei den cephalometrischen und kieferorthopädischen Parametern. Bei der Gruppe mit adenotonsillären Hypertrophie zeigten sich Lippeninkompetenz, ein verengter Kieferbogen, Klasse II Molarenrelation, hinterer Kreuzbiss, erhöhter Overjet, erhöhter Unterkieferwinkel und eine verringerte Gesichtshöhe [16].

In einer Literaturübersicht aus China von Ma et al. (2024) wurden die Auswirkungen von Adenoidhypertrophie und Mundatmung auf die Entwicklung des Gesichts- und Kieferbereichs zusammengefasst. Hierbei gab es Zusammenhänge zwischen Mundatmung, Adenoidhypertrophie und Tonsillenhypertrophie bei Kindern. Es wurde über einen vergrößerten vertikalen Gesichtsabstand, zurückliegendes Kinn, steiler Unterkiefer und labiale Neigung der unteren mittleren Schneidezähne berichtet [22].

Auch Zhang et al. (2024) fassten Forschungsartikel der letzten 20 Jahre bis einschließlich September 2024 zusammen. In dieser Zusammenfassung wurden Korrelationen zwischen Facies Adenoidea, adenoider Hypertrophie, Mundatmung und atypischer kraniofazialer Entwicklung beschrieben. Diese führten unter anderem zu Zahnfehlstellungen wie Überbiss, offenem Biss, Kreuzbiss und engem Zahnbogen [36].

In den Studien von Lopatiene et al. (2002) [20], Nunes et al. (2010) [25], Osiatuma et al. (2015) [27], sowie auch bei Festa et al. (2021) [11] wurde die Beziehung zwischen Obstruktion durch hypertrophierte Gaumenmandeln oder Adenoide und einer Malokklusion ebenfalls untersucht. Bei den Ergebnissen zeigten sich bei allen ein signifikanter Zusammenhang zwischen Obstruktion, offenem Biss, Engstand im Oberkiefer, erhöhter Overjet, Distalbisse, sowie posteriore Kreuzbisse.

Gesichtsmorphologische Veränderungen mit muskulären, funktionellen und dentoskelettalen Veränderungen im Zusammenhang zwischen vergrößerten Adenoiden/Tonsillen wurden durch Valera et al. (2003) bei Kindern im Alter von 3-6 Jahren untersucht. Es zeigte sich eine signifikant erhöhte Inzidenz von Mundatmung und veränderter Zungenposition, Hypotonie der Gesichtsmuskulatur mit einer starken Beeinträchtigung des Kauens und des Schluckens sowie morphologische Veränderungen des Gesichtsschädels [32].

Des Weiteren finden sich in der Literatur longitudinale Studien mit Vergleich der prä- und postoperativen kieferorthopädischen Veränderungen. Dabei handelt es sich jedoch vorwiegend um Studien zur Adenotonsillektomie:

In der retrospektiven Studie von Lysy et al. (2021) „The influence of mouth breathing on skeletal an dental features of splanchnocranium“ wurden dentofaziale Veränderungen im Zusammenhang mit Mundatmung und Adenoidektomie untersucht. An dieser Studie nahmen insgesamt 123 Probanden (57 Nasenatmer, 19 ehemalige Mundatmer mit erfolgter Adenoidektomie und 47 Mundatmer) teil. Die Gruppen wurden anhand von Fernröntgenbildern und Zahnabdrücken nach skelettalen und dentalen Merkmalen verglichen. Aus der Schlussfolgerung ging hervor, dass die Mundatmung das vertikale und transversale Wachstum des kraniofazialen Komplexes verändert. Sie ist mit einem verringertem oberen Intermolarenabstand, sowie einer längeren unteren vorderen Gesichtshöhe verbunden. Auf die sagittalen Parameter hatte sie keinen Einfluss. Die Adenoidektomie förderte die Normalisierung der vertikalen Parameter [21]. Allerdings ist in dieser Studie nicht ersichtlich, welches Alter die Probanden zu dieser Zeit erreicht hatten.

Aus den Niederlanden liegt eine Metanalyse durch Becking et al. (2017) zum Einfluss der Adenotonsillektomie auf dentofazialen Veränderungen vor. Es zeigte sich eine Normalisierung der Neigung der oberen und unteren Schneidezähne, sowie des horizontalen Wachstumsmuster des Unterkiefers. Auch die Zunahme der Oberkieferbogenbreite und die Abnahme des lateralen Kreuzbisses wurden

beobachtet. Bei dem vertikalen, bzw. sagittalen Wachstum gab es keine Veränderungen. Die Befunde von Overjet, Overbite und Unterkieferbogenbreite waren inkonsistent [3].

Brunelli et. al. (2016) publizierten eine aktuelle Studie mit dem Titel „Maxillary dentoskeletal changes 1-year after adenotonsillectomy" (n=70 Kinder). Es wurde von 35 Kindern zu Studienbeginn und ein Jahr nach Adenotonsillektomie sowie von einer Kontrollgruppe ohne Intervention Cephalogramme und Zahnabdrücke erstellt und nach okklusalen Veränderungen und dem Gaumenvolumen beurteilt. Bei den Patienten mit Adenotonsillektomie zeigte sich, anders als bei der Kontrollgruppe, ein signifikanter Anstieg des Gaumenvolumens und der Vorverlagerung des Oberkiefers [6].

Die retrospektive Analyse von Wysocki et al. (2009) schloss 148 Patienten im Alter von 9-11 Jahren ein. Hierbei wurde der mögliche Einfluss der Adenoidektomie auf die Malokklusion untersucht. Es konnte ein signifikant positiver Einfluss auf die Malokklusion nach Adenotomie festgestellt werden. Die Autoren folgern, dass bei einer Malokklusion, die im Zusammenhang mit einer adenoiden Hyperplasie besteht, eine frühzeitige Adenotomie durchgeführt werden sollte [35].

Die Literatur legt nahe, dass es einen Zusammenhang zwischen der Behandlung der adenotonsillären Hyperplasie und dentofazialen Veränderungen gibt. Die große Diversität zwischen den Studien lässt laut Autoren jedoch keine eindeutige Schlussfolgerung zu.

Somit ist nicht deutlich ersichtlich, ob eine **reine Rachenmandelhyperplasie** im Vorschulalter **aktuell** noch zu pathologischen kieferorthopädischen Befunden führt, oder ob heutzutage durch die regelmäßige und gute ärztliche Versorgung im Vorschulalter die rasche Indikationsstellung zur Adenotomie pathologische kieferorthopädische Veränderungen effektiv verhindern kann.

4.1 Patientenkollektiv

Untersucht wurden insgesamt 33 Patienten im Alter von 2-7 Jahren, 6 mit Indikation zur Adenotomie und 27 ohne Indikation. Geplant war eine Rekrutierung von n=50 je Gruppe, dies war jedoch aufgrund der Corona-Pandemie, die dadurch abgesagten Termine und Operationen zum Schutz aller Beteiligten nicht möglich. Die prospektive Studie begann am 10.03.2020 und endete mit Unterbrechung am 03.08.2021.

Bei der Beurteilung und Interpretation der erlangen Ergebnisse muss deshalb beachtet werden, dass das Kollektiv mit insgesamt 33 Patienten im Rahmen einer statistischen Analyse eher einer geringeren Teilnehmerzahl entspricht. Dennoch lag im Rahmen dieser Dissertation der Fokus auf reiner Rachenmandelhyperplasie bei Kindern im Vorschulalter, wie es bisher in älteren Studien nicht beschrieben wurde.

Dagegen ist die Kontrollgruppe mit 27 Probanden beachtenswert, da hierbei aktuelle Referenzwerte erhoben wurden, die für weiterführende Studien sinnvoll sein könnten.

4.2 Kieferorthopädische Untersuchung

Bei der Kieferorthopädischen Untersuchung erfolgte die Erstellung eines Zahnmodells und die Bissregistrierung durch einen Intraoralscanner.

Die Modellauswertung zeigte hinsichtlich der **Zahnbogenbreiten** (primäres Zielmerkmal der Studie) und **Zahnbogenhöhen** des Ober- und Unterkiefers im Vergleich der adenoiden Gruppe mit der nicht-adenoiden Kontrollgruppe, sowie im Vergleich zu den Normwerten keinen signifikanten Unterschied.

Die Auswertung der **Mittellinienverschiebung** der Kiefer ergab im Vergleich der beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.

Die nicht-adenoiden Gruppe, sowie die adenoide Gruppe zeigten jeweils eine **Distalverzahnung** als auch eine **neutrale Verzahnung**. Eine **Mesialverzahnung** kam bei beiden nicht vor. Mittels dem Chi-Quadrat-Test ergab sich im Vergleich der beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied (p=0,643).

In der Studie von Diouf et al. (2019) wurden bei 86 Kindern die Maße der Zahnbögen entsprechend dem Grad und obstruktivem Charakter der Adenoide verglichen. Kinder mit tonsillärer Hyperplasie wurden von der Studie ausgeschlossen. Die senegalesischen Probanden waren zwischen 6 und 12 Jahre alt. Die Ergebnisse zeigten bei Kindern mit obstruktiven Adenoiden signifikante Unterschiede zu der Kontrollgruppe ohne obstruktive Adenoide: einen vergrößerten Überbiss, eine verkürzte hintere Unterkieferlänge, eine erhöhte Gaumenhöhe, sowie das vermehrte Auftreten eines offenen Bisses. Die Untersuchung ergab in Bezug auf die hintere Zahnbogenbreite des Ober- und Unterkiefers der beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied [8].
In der gegenwärtigen Studie gab es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im Bezug der Zahnbogenbreiten. Außerdem zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei der Gaumenhöhe oder der hinteren Unterkieferlänge (bzw. hier genannt: hintere untere Zahnbogenhöhe). Da die Kinder in der Studie von Diouf et al. bereits älter als 7 Jahre alt waren, könnten sich bereits ein vergrößerter Überbiss oder ein offener Biss entwickelt haben.

In einer 2015 veröffentlichten Studie mit dem Titel „Occlusal characteristics of children with hypertrophied adenoids in Nigeria" untersuchten Osiatuma et al. den Einfluss von adenoider Hyperplasie und soziodemographischen Variablen auf die Okklusion von Kindern (n=180, Alter von 3-12 Jahren). Die Probanden wurden in 3 Altersgruppen aufgeteilt: 3-5 Jahre, 6-8 Jahre und 9-12 Jahre. Kinder mit Rachenmandelhyperplasie sowie eine gesunde Kontrollgruppe wurden kieferorthopädisch untersucht und die Okklusion mittels Abdrücken untersucht. Der Neutralbiss (Klasse I) kam bei beiden Probandengruppen am häufigsten vor. Der Distalbiss (Klasse II) war bei der adenoiden Gruppe im Alter von 3-5 Jahren signifikant höher, hintere Kreuzbisse traten bei der adenoiden Gruppe der 9- bis 12-Jährigen signifikant häufiger auf. [27].
In dieser Studie wurden Kinder über 7 Jahren miteingeschlossen. Daher ist es möglich, dass sich bereits hintere Kreuzbisse entwickelt hatten. In der jetzigen Studie zeigte sich bei der Bisslage kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Es kam auch kein Kreuzbiss vor.

In der Studie von Wang et al. (2021), welche die Auswirkungen einer Adenoidhypertrophie auf die oberen Atemwege sowie den kraniomaxillofazialen Bereich untersuchte, wurden 73 Kinder im Alter von 4-12 Jahren eingeschlossen. Die Ergebnisse zeigten eine Einengung der oberen Atemwege, Fehlstellung der oberen und unteren Schneidezähne sowie eine beeinträchtigte Schlafqualität [33]. Die Fehlstellung der oberen und unteren Schneidezähne wurden anhand einer FRS-Auswertung diagnostiziert, eine Modellanalyse wie in der jetzigen Studie wurde nicht durchgeführt.

Die **Gaumenhöhe** zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied im Vergleich der beiden Gruppen.

Keine der oben genannten Auswertungen zeigte einen Zusammenhang zwischen einer Rachenmandelhyperplasie und pathologischen kieferorthopädischen Befunden.

4.3 Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Bei den Auswertungen der kieferorthopädischen Symptomfragebögen gab es nur signifikante Unterschiede zwischen der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe bei den Symptomen **Zähnepressen** und **Mund offen in der Nacht**.

Das **Zähnepressen** (Bruxismus) gaben bei der nicht-adenoiden Gruppe 0 von 27 an. Bei der adenoiden Gruppe jedoch beantworteten 2 von 6 Patienten die Frage mit ja. Hier besteht ein signifikanter Unterschied **(p=0,028)**.

Dies zeigt eine Verbindung zu bereits bestehender Literatur. Schlafbruxismus kann als autonomer motorischer Reflex auf nächtliche Erregung auftreten. Auch die obstruktive Schlafapnoe (OSA) verursacht viele kurze Erregungen [9]. Die Studie von Ohayon et al. (2001) zeigt, dass OSA der stärkste Risikofaktor für nächtliches Zähneknirschen ist und deutete darauf hin, dass die Korrelation zwischen Schlafbruxismus und OSAS mit einer Erregungsreaktion zusammenhängt [26]. Die adenotonsilläre Hypertrophie ist die häufigste Ursache des kindlichen OSAS. In der Studie von Eftekharian et al. (2008) wurde ein Zusammenhang zwischen dem Bruxismus und der adenotonsillären Hypertrophie mit obstruktiven Symptomen bei Kindern beschrieben. Hierbei wurden 140 Kinder im Alter von 4-12 Jahren vor und

nach der Adenotonsillektomie untersucht. Die Häufigkeit des Bruxismus war vor der Operation signifikant höher [9].

Bei der Angabe, dass der **Mund in der Nacht offensteht**, gaben bei der nicht-adenoiden Gruppe 19 von 27 nein an und 8 von 27 ja. Bei der Gruppe der adenoiden Probanden gaben 1 von 6 nein an und 5 von 6 gaben ja an, dies macht einen signifikanten Unterschied **(p=0,025)**.

Hier zeigt sich ein schon beschriebener Zusammenhang, dass durch die Rachenmandelhyperplasie die Nasenatmung beeinträchtigt wird und somit vermehrt durch den Mund geatmet wird, was zu Kieferfehlstellungen aufgrund der fehlenden Stimulation des Oberkieferwachstums durch den fehlenden Zungendruck am Gaumen führen kann [1, 15, 21].

In der Studie von İnönü-Sakallı et al. (2021) wurde die Auswirkungen der adenotonsillären Hypertrophie auf die Mundgesundheit bei Kindern bewertet. Untersucht wurden unter anderem dentofaziale Veränderungen bei Patienten mit adenotonsillärer Hypertrophie im Zusammenhang mit Mundatmung. Untersucht wurden 40 Kinder im Alter von 3-14 Jahren mit adenotonsillärer Hypertrophie, 40 Kinder 1 Jahr nach Adenotonsillektomie und 40 Kinder einer Kontrollgruppe. Diese Studie zeigte, dass Mundatmung aufgrund adenotonsillärer Hypertrophie zu dentofazialen Veränderungen wie ein verengter Kieferbogen, Disstalbiss und zu Facies Adenoidea führen kann. Desweiterem war die Angabe, dass der Mund offen beim Schlafen war, bei der Gruppe mit der Hypertrophie signifikant höher. Außerdem wurde festgestellt, dass sich die dentofazialen Veränderungen nach Adenotonsillektomie nicht in ausreichendem Maße zurückbildeten, sodass eine kieferorthopädische Behandlung empfohlen wurde[15]. Allerdings wurden in dieser Studie Kinder miteingeschlossen, die das 7. Lebensjahr schon überschritten hatten und des Weiteren wurde nicht ausschließlich die reine Rachenmandelhyperplasie untersucht.

Lopatiene et al. (2002) untersuchten die Beziehung zwischen Obstruktion durch hypertrophierte Gaumenmandeln oder Adenoide und dem Schweregrad einer Malokklusion bei 49 Kindern im Alter von 7-15 Jahren. Es wurden Zahnabdrücke und Panoramaaufnahmen registriert und diese bewertet. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Obstruktion und erhöhtem Overjet, offenem

Biss, sowie Engstand im Oberkiefer. Ebenso wurde posteriorer Kreuzbiss beobachtet [20].

Allerdings waren in dieser Studie die Kinder schon älter als 7 Jahre und somit schon in der Wechselgebissphase. Außerdem wurde hier nicht nur die isolierte Rachenmandelhyperplasie, sondern auch die tonsilläre Hyperplasie miteingeschlossen, welche bei der jetzigen Studie ausgeschlossen wurde.

In einer dreiarmigen Studie durch Wysocki et. al. (2009) mit dem Titel „Patency of nasopharynx and a cephalometric image in the children with orthodontic problems" wurde der Einfluss der Adenotomie auf die Malokklusion untersucht (n=148, Alter von 9-12 Jahre). Es erfolgte der Vergleich zwischen einer präoperativen Gruppe mit symptomatischer Rachenmandelhyperplasie, einer postoperativen Gruppe nach Adenotomie und einer Gruppe mit rein veränderter Malokklusion. Es konnte ein signifikant positiver Einfluss auf die Malokklusion nach Adenotomie festgestellt werden. Die Autoren folgern, dass bei einer Malokklusion, die im Zusammenhang mit einer adenoiden Hyperplasie besteht, eine frühzeitige Adenotomie durchgeführt werden sollte [35].

Bei dieser Studie waren die Kinder ebenfalls schon älter als 7 Jahre und somit schon in der Wechselgebissphase. Wie auch die Autoren folgerten, könnten die Malokklusionen im Zusammenhang mit der adenoiden Hyperplasie verhindert werden, indem schon im Vorschulalter eine rasche Indikation zur Adenotomie gestellt wird.

4.4 HNO-ärztliche Untersuchung

Bei der HNO-ärztlichen Untersuchung wurden die Tonsillengröße, Trommelfell, Nasenrachen und ein Hörtest beurteilt.

Die **Tonsillen** wurden nach Brodsky in Grad 0-3 eingeteilt. Grad 0 kam bei beiden Gruppen am häufigsten vor. Hier gab es keinen signifikanten Unterschied im Vergleich der beiden Gruppen.

Auch bei der Untersuchung des **Trommelfels** zeigten sich bei der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe keine signifikanten Unterschiede. Bei beiden Gruppen war es meist intakt, spiegelnd.

Der **Nasenrachen** konnte bei 4 von 33 Patienten eingesehen werden. Er wurde beurteilt nach nicht einsehbar, frei und Adenoide Grad 1-3. Bei der adenoiden Gruppe kamen die Grade 1 und 2 vor. Bei der nicht-adenoiden Gruppe, war der Nasenrachen frei oder nicht einsehbar.

Die **Audiometrie** wurde bei 12 von 33 Patienten durchgeführt. Eingeteilt wurde das Ergebnis in regelrecht, Schallleitungsstörung und sensineurale Schwerhörigkeit. Bei beiden Gruppen war das Ergebnis am häufigsten regelrecht, somit besteht hier kein signifikanter Unterschied.

Die **Tympanometrie** wurde eingeteilt in spitzgipflig, Unterdruck und flach und konnte bei 10 rechts und 11 links von 33 Patienten durchgeführt werden. Die Ergebnisse waren bei beiden Gruppen ähnlich, daher ergibt sich auch hier kein signifikanter Unterschied.

Der **OAE-Hörtest** (Ottoakustische Emissionen) wurde bei 9 von 33 Patienten durchgeführt und fiel bei beiden Gruppen regelrecht aus. Ebenfalls gibt es hier keine Unterschiede zwischen der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe.

Durch die HNO-ärztlichen Untersuchungen Audiometrie, Tympanometrie, OAE-Hörtest, und Trommelfell konnte kein Zusammenhang zwischen pathologischen kieferorthopädischen Befunden und einer Rachenmandelhyperplasie festgestellt werden.

Die Untersuchung der Tonsillen ergab wie erwartet bei der adenoiden Gruppe den Befund Grad 0, da die symptomatische Hyperplasie der Tonsillen in dieser Studie ausgeschlossen wurde.

Bei den Untersuchungen des Nasenrachens konnte die Rachenmandelhyperplasie (Adenoide) bei der adenoiden Gruppe diagnostiziert werden und es wurde ein Zusammenhang mit der Angabe, dass der Mund nachts geöffnet ist, festgestellt.

4.5 HNO-ärztlicher Symptomfragebogen

Der **OSA-18 Score** lag bei der nicht-adenoiden Gruppe im Mittel bei 34,26±17,15 KI [26,84-41,68]. Bei der adenoiden Gruppe lag er bei 36,75±5,50 KI [27,99-45,50]. Bei beiden Gruppen waren die Werte <60, welches einem geringen OSAS Risiko entspricht [31]. Hierbei gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der nicht-adenoiden und adenoiden Gruppe (p=0,238).

Somit ergibt sich aus dem OSA-18 Score kein Zusammenhang zwischen der Rachenmandelhyperplasie und einem kindlichen OSAS. Dies ist möglicherweise dadurch erklärbar, dass auch in der adenoiden Gruppe ausschließlich Adenoide bestanden haben und keine relevante Hyperplasie der Gaumenmandeln, was letztlich zur Indikation einer zusätzlichen Tonsillotomie geführt hätte. Der OSA-18 Score wird erst auffällig, wenn obstruktive Symptome durch eine Tonsillenhypertrophie bestehen.

In der retrospektiven Studie von Feng et al. (2025) wurden 404 Patienten mit OSA, welche zwischen 2022 und 2024 diagnostiziert wurde, im Alter von 6-10 Jahren untersucht. Ziel war hierbei die Einflussfaktoren auf den Schweregrad der OSA bei Kindern zu analysieren und die Auswirkungen von Begleiterkrankungen der oberen Atemwege, Malokklusionen zusammen mit einer Adenoid- und Tonsillenhypertrophie auf die Effizienz der Atmung zu untersuchen. Unter anderem wurde die Adenoid- und Tonsillenhypertrophie des 3. Grades als Risikofaktor für einen erhöhten OSA-Wert identifiziert [10]. Doch bei dieser Studie wurde nicht der isolierte Einfluss der Rachenmandelhyperplasie untersucht, sondern in Kombination mit der Tonsillenhypertrophie.

Roy et al. (2023) analysierten postoperative Ergebnisse bei pädiatrischer adenotonsillärer Hypertrophie mit obstruktiver Schlafapnoe. Es wurden 30 Kinder im Alter zwischen 3-12 Jahren vor der Operation und 6 Wochen danach untersucht. Es gab eine signifikante Verbesserung nach Adenotonsilloektomie. Jedoch wurden bei dieser Studie keine Malokklusionen untersucht

Der **Brouilette Score** lag im Vergleich der beiden Gruppen bei der nicht-adenoiden im Mittel bei -3,12, welcher ein mäßiges OSAS-Risiko beschreibt. Bei der adenoiden lag er bei -0,99, dies entspricht einem hohen OSAS-Risiko [31]. Hierbei ergibt sich ein **signifikanter Unterschied (p=0,048)**.

Aus dem Brouilette Score geht hervor, dass bei der adenoiden Gruppe ein Zusammenhang zwischen der Rachenmandelhyperplasie und einem kindlichen OSAS besteht.

Auch in einer brasilianischen, durch Nunes et al. 2010 publizierten Studie mit dem Titel “Variation of patterns of malocclusion by site of pharyngeal obstruction in children“ wurde die Korrelation zwischen der Art der Malokklusion und der Art des hyperplasierten lymphatischen Gewebes, welches zu einer Obstruktion führte, untersucht. Bei 114 Kinder im Alter von 3-12 Jahren zeigte sich eine Mundatmung und Schnarchen aufgrund von adenoider oder tonsillärer Hyperplasie. Bei beiden Formen der Hyperplasie konnten Kreuzbisse, Distalbisslage und Mesialbisslage festgestellt werden. Als Ergebnis der Studie wurde dargelegt, dass Unterschiede zwischen der Lokalisation der Hyperplasie und der Art der Malokklusion vorhanden waren [25]. Auch bei dieser Studie wurden Kinder miteinbezogen, die das Vorschulalter schon überschritten hatten und auch eine tonsilläre Hyperplasie zeigten.

In einer neueren Studie von Festa et al. (2021) mit dem Titel „Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouthbreathing children“ sollte der Zusammenhang zwischen Obstruktion der oberen Atemwege und Malokklusionen bei mundatmenden Kindern untersucht werden. Eingeschlossen wurden 356 Kinder mit Beurteilung der adenoiden Hyperplasie, Tonsilleneinstufung und Vorliegen einer Nasenscheidewanddeviation. 221 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien, wovon 81,4% der Kinder, die zwischen 3 und 9 Jahre alt waren, eine Fehlstellung zeigten. Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Tonsillengrad 2 und 4 mit dem Vorliegen einer Malokklusion, Distalbisslage und erhöhtem Overjet. Die adenoide Hypertrophie und Nasenscheidewanddeviation zeigten jedoch keine Assoziation mit okklusalen Befunden [11].

4.6 Limitationen der Studie

Wir nahmen an, dass wir eine Zahl von n=50 je Gruppe rekrutieren würden. Diese Annahme war in der Realität jedoch so nicht umsetzbar aufgrund verschiedener Faktoren.

Der primäre Hauptgrund war die zu dem Zeitpunkt herrschende Corona-Pandemie und die damit verbundenen Einschränkungen, die zu Studienbeginn so nicht absehbar waren. Aufgrund dieser Ausnahmesituation wurde das gesellschaftliche Leben auf ein Minimum reduziert und alle Untersuchungen und Operationen, die nicht lebensnotwendig waren, verschoben oder komplett abgesagt. Daher ist auch die Fallzahl der adenoiden Gruppe durch die fehlende Indikation zur Adenotomie, durch die oben genannten fehlenden Untersuchungen sehr gering ausgefallen.

Es wurden sehr viele Probanden zur Studienteilnahme eingeladen, doch aufgrund der möglichen Gefahr einer Ansteckung, insbesondere in klinischen Einrichtungen durch persönliche Kontakte und allgemeine Belastungen ist die Bereitschaft der potenziellen Probanden sehr gering ausgefallen.

Ebenfalls war ein weiterer Grund das große Einzugsgebiet zur Universität, welches bis zu 100 km reichte und somit für die Studienteilnehmer einen großen zeitlichen und finanziellen Aufwand darstellte.

4.7 Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt, dass es eine Korrelation zwischen einer Rachenmandelhyperplasie, nächtlichem Mundoffenstehen, Zähnepressen und kindlichem OSAS (nach dem Brouilette Score) gibt.

Es konnte jedoch kein Zusammenhang zu pathologischen kieferorthopädischen Befunden festgestellt werden, wie in der älteren Literatur beschrieben. Allerdings muss dabei beachtet werden, dass aufgrund der Corona-Pandemie die Fallzahl der adenoiden Gruppe sehr gering war.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass durch die regelmäßigen HNO-ärztlichen Kontrolluntersuchungen und die rasche Indikationsstellung einer Adenotomie im Vorschulalter pathologische kieferorthopädische Befunde vermieden werden könnten.

Stellt der Kieferorthopäde oder auch der Zahnarzt anhand der Anamnese und klinischen Befunden fest, dass der Patient häufig durch den Mund atmet, schnarcht oder gar einen zu schmalen Oberkiefer hat, wäre es sinnvoll, diesen Patienten frühzeitig, also auch schon im Vorschulalter, zur Untersuchung mit Verdacht auf Adenoide zum Hals,- Nasen,- Ohrenarzt zu überweisen.

Entgegengesetzt dazu wäre es von Vorteil, wenn der Hals-, Nasen-, Ohrenarzt bei seiner klinischen Untersuchung z.B. einen zu schmalen Kiefer oder andere mögliche Zahnfehlstellungen feststellt, diesen Patienten frühzeitig zur kieferorthopädischen Abklärung überweist.

5 Zusammenfassung

Die symptomatische Rachenmandelhyperplasie (Adenoide Hyperplasie) ist eines der häufigsten Krankheitsbilder im Vorschulalter, die aufgrund chronischer Entzündungen entstehen kann. Neben entzündlichen und chronisch Obstruktiven Symptomen werden in der älteren Literatur auch pathologische kieferorthopädische Veränderungen beschrieben. Nach Adenotomie wird häufig eine Verbesserung des kieferorthopädischen Befundes beschrieben. Die meisten Studien untersuchten jedoch den Status nach kombinierter Adenotonsillektomie, sodass der isolierte Einfluss der Adenotomie nicht sicher beurteilt werden kann. Auch waren in diesen Studien die Probanden meist älter als 7 Jahre alt. Somit ist nicht deutlich ersichtlich, ob die Rachenmandelhyperplasie im Vorschulalter aktuell noch zu pathologischen kieferorthopädischen Befunden führt.

In dieser prospektiven Studie wurde die aktuelle Prävalenz zwischen der Rachenmandelhyperplasie, pathologischen kieferorthopädischen Befunden und hals-, nasen-, ohrenärztlichen (HNO) Befunden im Vorschulalter untersucht. Das Patientenkollektiv aus insgesamt 33 Probanden wurde zwischen dem 10.03.2020 und 03.08.2021 von Patienten im Alter von 2-7 Jahren konsekutiv aus Kindern rekrutiert, bei welchen aufgrund einer symptomatischen adenoiden Hyperplasie in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde die Indikation zur Adenotomie gestellt wurde und einer Kontrollgruppe ohne Adenoide. Die Kontrollgruppe bestand aus 27 und die adenoide Gruppe aus 6 Probanden. Durch die Corona-Pandemie ist die Fallzahl der adenoiden Gruppe geringer als geplant ausgefallen. Es wurden in dieser Studie kieferorthopädische und HNO-ärztliche Symptomfragebögen und Untersuchungen ausgewertet. Bei den kieferorthopädischen Untersuchungen wurden die Zähne und Kiefer der Probanden mittels Intraoralscan gescannt und ausgewertet. Die Auswertung zeigte bei den Zahnbogenbreiten und bei den Zahnbogenhöhen der jeweiligen Probandengruppen keine signifikanten Unterschiede. Auch bei der Mittellinienverschiebung, Verzahnung und der Gaumenhöhe gab es bei beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.

Bei den HNO-ärztlichen Untersuchungen wurden die Tonsillengröße, Trommelfell, Nasenrachen und ein Hörtest ausgewertet. Bei keiner der durchgeführten

Untersuchungen gab es signifikante Unterschiede zwischen der nicht-adenoiden und der adenoiden Gruppe.

Bei den Auswertungen der kieferorthopädischen Symptomfragebögen gab es signifikante Unterschiede zwischen den nicht-adenoiden und adenoiden Gruppen bei den Symptomen Zähnepressen und Mund offen in der Nacht. Hierbei verneinten bei der Kontrollgruppe 27 von 27 Patienten die Angabe, ob Zähnepressen vorliegt, Bei der adenoiden Gruppe gaben 2 von 6 Patienten an, dass Zähnepressen vorliegt. Hier besteht ein signifikanter Unterschied (p=0,028). Das der Mund nachts offen steht gaben bei der adenoiden Gruppe 5 von 6 Patienten an und bei der Kontrollgruppe 8 von 27. Dies macht einen signifikanten Unterschied von (p=0,025).

Bei den Auswertungen der HNO-ärztlichen Symptomfragebögen kam bei dem Obstruktivem-Schlaf-Apnoe (OSA) -18 Score kein signifikanter Unterschied (p=0,238) im Vergleich der beiden Gruppen vor. Der Brouillette-Score lag im Vergleich der beiden Gruppen bei der nicht-adenoiden im Mittel bei -3,12. Bei der adenoiden lag er bei -0,99. Hierbei ergibt sich ein signifikanter Unterschied (p=0,048).

Diese Studie zeigt, dass es eine Korrelation zwischen einer Rachenmandelhyperplasie, nächtlichem Mundoffenstehen, Zähnepressen und kindlichem obstruktivem Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) (nach dem Brouilette Score) gibt. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zu pathologischen kieferorthopädischen Befunden festgestellt werden, wie in der älteren Literatur beschrieben. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass durch die regelmäßigen HNO-ärztlichen Kontrolluntersuchungen und die rasche Indikationsstellung einer Adenotomie im Vorschulalter pathologische kieferorthopädische Befunde vermieden werden könnten.

Wenn der Kieferorthopäde oder Zahnarzt anhand von Anamnese und klinischer Untersuchung feststellt, dass der Patient oft durch den Mund atmet, schnarcht oder ein zu schmaler Oberkiefer vorliegt, ist eine frühzeitige Überweisung zur Abklärung auf Adenoide beim HNO-Arzt sinnvoll. Umgekehrt sollte der HNO-Arzt bei Befund eines schmalen Kiefers oder möglichen Zahnfehlstellungen den Patienten frühzeitig zur kieferorthopädischen Abklärung überweisen.

6 Literaturverzeichnis

1. Ahmad Z, Krüger K, Lautermann J, Lippert B, Tenenbaum T, Tigges M, Tisch M (2023) Adenoide Vegetationen – Diagnostik und Therapie – die neue S2k-Leitlinie. HNO 71:285–293. doi: 10.1007/s00106-023-01298-7

2. Angle EH (1899) Classification of Malocclusion. Dental Cosmos 41, 248-264

3. Becking BE, Verweij JP, Kalf-Scholte SM, Valkenburg C, Bakker EW, van Merkesteyn JR (2017) Impact of adenotonsillectomy on the dentofacial development of obstructed children: a systematic review and meta-analysis. European Journal of Orthodontics 39:509–518. doi: 10.1093/ejo/cjx005

4. Brandtzaeg P (2011) Potential of Nasopharynx-associated Lymphoid Tissue for Vaccine Responses in the Airways. Am J Respir Crit Care Med 183:1595–1604. doi: 10.1164/rccm.201011-1783OC

5. Brouilette R, Hanson D, David R, Klemka L, Szatkowski A, Fernbach S, Hunt C (1984) A diagnostic approach to suspected obstructive sleep apnea in children. J Pediatr 105:10–14. doi: 10.1016/s0022-3476(84)80348-0

6. Brunelli V, Lione R, Franchi L, Cozza P, Becker HMG, Franco LP, Souki BQ (2016) Maxillary dentoskeletal changes 1-year after adenotonsillectomy. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 86:135–141. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.04.027

7. Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. (2024) S3-Leitlinie 017-024 "Therapie der Tonsillo-Pharyngitis " https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/017-024, Abrufdatum: 01.05.2026

8. Diouf JS, Ouédraogo Y, Souaré N, Badiane A, Diop-Bâ K, Ngom PI, Zouaki A, Diagne F (2019) Comparison of dental arch measurements according to the grade and the obstructive character of adenoids. International Orthodontics 17:333–341. doi: 10.1016/j.ortho.2019.03.016

9. Eftekharian A, Raad N, Gholami-Ghasri N (2008) Bruxism and adenotonsillectomy. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 72:509–511. doi: 10.1016/j.ijporl.2008.01.006

10. Feng Y, Cai W, Xie Q, Ming X, Yang X, Chen X (2025) Impact of Upper Airway Comorbidities and Tonsil/Adenoid Synergistic Effects on Pediatric OSA Severity. Nat Sci Sleep 17:917–927. doi: 10.2147/NSS.S529463

11. Festa P, Mansi N, Varricchio AM, Savoia F, Calì C, Marraudino C, De Vincentiis GC, Galeotti A (2021) Association between upper airway obstruction and malocclusion in mouth-breathing children. Acta Otorhinolaryngol Ital 41:436–442. doi: 10.14639/0392-100X-N1225

12. Feștilă D, Ciobotaru CD, Suciu T, Olteanu CD, Ghergie M (2025) Oral Breathing Effects on Malocclusions and Mandibular Posture: Complex Consequences on Dentofacial Development in Pediatric Orthodontics. Children 12:72. doi: 10.3390/children12010072

13. Franco RA, Rosenfeld RM, Rao M (2000) First place--resident clinical science award 1999. Quality of life for children with obstructive sleep apnea. Otolaryngol Head Neck Surg 123:9–16. doi: 10.1067/mhn.2000.105254

14. Gungor AY, Turkkahraman H (2009) Effects of airway problems on maxillary growth: a review. Eur J Dent. 2009 Jul;3(3):250-254. PMID: 19756202; PMCID: PMC2741199.

15. İnönü-Sakallı N, Sakallı C, Tosun Ö, Akşit-Bıçak D (2021) Comparative Evaluation of the Effects of Adenotonsillar Hypertrophy on Oral Health in Children. Biomed Res Int 2021:5550267. doi: 10.1155/2021/5550267

16. Jaiswal V, Deshpande AN, Shah Y, Jain A (2025) Correlation of Hypertrophic Adenoids and Tonsils with Craniofacial Growth, Occlusion, and Breathing Habit in 4-12-year-old Children. Int J Clin Pediatr Dent 18:792–798. doi: 10.5005/jp-journals-10005-3162

17. Kahl-Nieke B (2017) Einführung in Die Kieferorthopädie: Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie, S. 98-101, S. 275 Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, GERMANY

18. Kamtsiuris P, Bergmann E, Rattay P, Schlaud M (2007) Inanspruchnahme medizinischer Leistungen. Bundesgesundheitsbl 50:836–850. doi: 10.1007/s00103-007-0247-1

19. Lin L, Zhao T, Qin D, Hua F, He H (2022) The impact of mouth breathing on dentofacial development: A concise review. Front Public Health 10:929165. doi: 10.3389/fpubh.2022.929165

20. Lopatiene K, Babarskas A (2002) Ortodontines anomalijos, nosies bei nosiarykles patologija [Malokklusion und obere Atemwegsverstopfung]. Medicina (Kaunas, Litauen), 38:277–283

21. Lysy J, Karkazi F, Stanko P, Novak B (2021) The influence of mouth breathing on skeletal and dental features of splanchnocranium. Bratisl Lek Listy 122:196–199. doi: 10.4149/BLL_2021_031

22. Ma Y, Xie L, Wu W (2024) The effects of adenoid hypertrophy and oral breathing on maxillofacial development: a review of the literature. J Clin Pediatr Dent 48:1–6. doi: 10.22514/jocpd.2024.001

23. Mohsen N, Susan A, Shahin B, Soheila D (2014) Sleep related quality of life before and after adenotonsillar surgery in pediatric population. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 78:330–333. doi: 10.1016/j.ijporl.2013.12.003

24. Nötzel F, Schultz C (2001) Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: Analysen und Tabellen für die Praxis, S. 20-21, S. 52, Dt. Zahnärzte-Verl., DÄV-Hanser, Köln

25. Nunes WR, Di Francesco RC (2010) Variation of patterns of malocclusion by site of pharyngeal obstruction in children. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 136:1116–1120. doi: 10.1001/archoto.2010.187

26. Ohayon MM, Li KK, Guilleminault C (2001) Risk factors for sleep bruxism in the general population. Chest 119:53–61. doi: 10.1378/chest.119.1.53

27. Osiatuma VI, Otuyemi OD, Kolawole KA, Ogunbanjo BO, Amusa YB (2015) Occlusal characteristics of children with hypertrophied adenoids in Nigeria. Int Orthod 13:26–42. doi: 10.1016/j.ortho.2014.12.009

28. Roy R, Banger S, Singh SK, Swami H, Gupta DK, Goyal S, Chugh R, Yadav S, Patel B, Mahesh R (2023) Post Surgical Outcomes in Paediatric Adenotonsillar Hypertrophy with Obstructive Sleep Apnea: Subjective and Objective Evaluation. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg 75:822–827. doi: 10.1007/s12070-022-03453-y

29. Smith E, Wenzel S, Rettinger G, Fischer Y (2008) [Quality of life in children with obstructive sleeping disorder after tonsillectomy, tonsillotomy or adenotomy]. Laryngorhinootologie 87:490–497. doi: 10.1055/s-2007-995627

30. Sohn H, Rosenfeld RM (2003) Evaluation of sleep-disordered breathing in children. Otolaryngol Head Neck Surg 128:344–352. doi: 10.1067/mhn.2003.4

31. Stupp F (2018) Lebensqualität und Elternzufriedenheit nach Adenotomie und Adenotonsillotomie im Kindesalter: eine prospektive Studie. Dissertation, Open Access der Universität Ulm, Ulm

32. Valera FCP, Travitzki LVV, Mattar SEM, Matsumoto MAN, Elias AM, Anselmo-Lima WT (2003) Muscular, functional and orthodontic changes in pre school children with enlarged adenoids and tonsils. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 67:761–770. doi: 10.1016/s0165-5876(03)00095-8

33. Wang H, Qiao X, Qi S, Zhang X, Li S (2021) Effect of adenoid hypertrophy on the upper airway and craniomaxillofacial region. Transl Pediatr 10:2563–2572. doi: 10.21037/tp-21-437

34. Wilhelm T, Hilger G, Begall K, Lautermann J, Kaschke O, Mir-Salim P, Zahnert T (2012) S1-Leitlinie „Adenoide Vegetationen/Rachenmandelhyperplasie“. HNO 60:746–752. doi: 10.1007/s00106-012-2555-5

35. Wysocki J, Krasny M, Skarzyński PH (2009) Patency of nasopharynx and a cephalometric image in the children with orthodontic problems. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 73:1803–1809. doi: 10.1016/j.ijporl.2009.10.001

36. Zhang J, Fu Y, Wang L, Wu G (2024) Adenoid facies: a long-term vicious cycle of mouth breathing, adenoid hypertrophy, and atypical craniofacial development. Front Public Health 12:1494517. doi: 10.3389/fpubh.2024.1494517

37. Zhang X-R, Zhang J-Y (2026) The impact of adenoid hypertrophy across pediatric age groups on maxillomandibular development and position. J Pediatr (Rio J) 102:101524. doi: 10.1016/j.jped.2026.101524

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fernröntgenseitenbild mit Adenoide 2
Abbildung 2: Fernröntgenseitenbild ohne Adenoide 3
Abbildung 3: hoher, spitzgipfliger Gaumen 4
Abbildung 4: Lateraler Kreuzbiss 5
Abbildung 5: Reduziertes Oberkiefer- Wachstum 5
Abbildung 6: Lateraler Kreuzbiss 5
Abbildung 7: Intraoralscanner 18
Abbildung 8: Bildschirm des Intraoralscanners 18
Abbildung 9: Kiefermodelle während der Ausrichtung und Bearbeitung 19
Abbildung 10: Digitales Kiefermodell 19
Abbildung 11: Auswertung der Modelle 20
Abbildung 12: Modellanalyse Oberkiefer 21
Abbildung 13: Modellanalyse Unterkiefer 21
Abbildung 14: Bestimmung der Gaumenhöhe nach Korkhaus 23
Abbildung 15: Balkendiagramm Verzahnung der Kiefer 30
Abbildung 16: Auswertung Kieferorthopädischer Symptomfragebogen 31
Abbildung 17: Zähnepressen, Vergleich der Gruppen 32
Abbildung 18: Mund offen nachts, Vergleich der Gruppen 33
Abbildung 19: Gradeinteilung Tonsillen, Häufigkeitsdiagramm 34
Abbildung 20: Beurteilung Trommelfell 35
Abbildung 21: Beurteilung Nasenrachen 36
Abbildung 22: Beurteilung Audiometrie 37
Abbildung 23: Beurteilung Tympanometrie 38

Abbildung 24: OAE-Hörtest 39

Patienten-ID:

Kieferorthopädischer Symptomfragebogen

Prävalenz von pathologischen kieferorthopädischen Befunden bei Kindern mit Rachenmandelhyperplasie

Liebe Eltern/Sorgeberechtigten,

wir bitten Sie hier alle Aussagen anzukreuzen, die auf Ihr Kind zutreffen: Mehrfachauswahl erlaubt!

Mein Kind hat …

- ☐ Kiefergelenksbeschwerden oder -knacken
- ☐ häufige Kopfschmerzen
- ☐ Schmerzen im Gesichtsbereich
- ☐ Schmerzen beim Kauen
- ☐ Zähneknirschen
- ☐ Zähnepressen
- ☐ Lutschgewohnheiten (Daumenlutschen, Schnuller)
- ☐ Lippenbeißen

- ☐ Sprachfehler (z.B. Lispeln)
- ☐ es wurde bereits logopädisch behandelt

- ☐ Es gab Unfälle mit Beteiligung der Zähne oder des Kiefers.
  Wenn ja, welche? _____
  Wenn ja, wann? _____

- ☐ Es gibt Kiefer- oder Zahnfehlstellungen in der Familie.
  Wenn ja, welche? _____

- ☐ Es werden regelmäßige zahnärztliche Vorsorgeuntersuchungen wahrgenommen.
- ☐ Es erfolgte bereits eine Behandlung aufgrund von Zahnkaries.
- ☐ Der Mund steht oft tagsüber offen.
- ☐ Der Mund ist oft in der Nacht beim Schlafen geöffnet.

Fragebogen erstellt von der Autorin

[OSA-18-Quality of Life Survey-Fragebogen] aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

[Brouillette Score-Fragebogen] aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

[Klinischer HNO-Untersuchungsbefund] aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Jörg Lindemann und Frau Dr. med. dent. Johanna Radeke für die Bereitstellung dieses Themas und die Möglichkeit, diese Dissertation zu schreiben, bedanken.

Ein besonderer Dank geht an Frau Dr. med. Franziska Stupp für die ausgezeichnete Betreuung, für die reibungslose Kommunikation, sowie den stetigen Gedankenaustausch und Motivierung.

Zudem bedanke ich mich bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der klinischen Studie, ohne deren Mithilfe die Durchführung so nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie, meinen Freunden und meinen Kollegen, die mich während des ganzen Studiums unterstützt haben, mir Rückhalt gegeben haben, mich motiviert haben und immer für mich da waren.

Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Datenschutzgründen entfernt.