

Aus der Klinik und den Polikliniken für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Universität Würzburg

Poliklinik für Kieferorthopädie

Direktorin: Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

---

**Strukturmerkmale der Melodie und des Rhythmus  
in vorsprachlichen Lautäußerungen–  
Eine Untersuchung von Säuglingslauten orofazialer Spaltträger  
der 13. bis zur 25. Lebenswoche**

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Susanne Dirauf

aus Kraisdorf

Würzburg, April 2010

**Referentin:** Prof. Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

**Koreferent:** Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip Bill

**Dekan:** Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 08.09.2010

Die Promovendin ist Zahnärztin.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Material und Methode</b> .....	<b>10</b>
2.1 Patientenkollektiv.....	10
2.1.1 OFS-Gruppe .....	10
2.1.2 Kontrollgruppe .....	16
2.2 Datenbasis .....	16
2.3 Datenaufbereitung .....	18
2.4 Datenanalyse .....	21
2.4.1 Kategorisierung nach Strukturmerkmalen der Melodie und des Rhythmus .....	21
2.4.2 Bestimmung des Melody-Complexity-Index (MCI).....	22
2.4.3 Differenzierung nach Vokalisationstypen.....	22
2.5 Statistische Analyse .....	23
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>25</b>
3.1 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur unabhängig vom Vokalisationstyp.....	25
3.2 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur in Abhängigkeit vom Vokalisationstyp.....	29
3.2.1 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur bei Lauten des Vokalisationstyps C .....	30
3.2.2 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur bei Lauten des Vokalisationstyps BU.....	36
3.3 Analyse der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL in Abhängigkeit zusätzlicher medizinischer Parameter.....	42
<b>4 Diskussion</b> .....	<b>45</b>
4.1 MCI der KG- und der OFS-Gruppe.....	45
4.2 Art der komplexen Strukturen.....	48
<b>5 Zusammenfassung</b> .....	<b>54</b>
<b>6 Literaturverzeichnis</b> .....	<b>58</b>
<b>7 Anhang</b> .....	<b>62</b>
<b>8 Danksagung</b>	
<b>9 Lebenslauf</b>	

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schmalbandspektrogramm der segmentierten Lautäußerung aus Abbildung 2 im unteren Fenster (Frequenz/ Zeit) und Darstellung desselben Signals im Zeitbereich (Amplitude/ Zeit) im oberen Fenster .....	20
Abbildung 2:	Melodie-/Intensitätsgraphik einer segmentierten Lautäußerung; Darstellung des Grundfrequenzverlaufs (blau) und Intensitätsverlaufs (rot) mit CDAP .....	20
Abbildung 3:	Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in den drei Zeitabschnitten.....	25
Abbildung 4:	Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	29
Abbildung 5:	Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	29
Abbildung 6:	Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C in den drei Zeitabschnitten .....	31
Abbildung 7:	Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C für den Altersabschnitt der 13. bis zur 16. Lebenswoche, KG-Gruppe gegen OFS-Gruppe .....	33
Abbildung 8:	Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps C in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	35
Abbildung 9:	Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps C in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	35
Abbildung 10:	Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU in den drei Zeitabschnitten.....	36
Abbildung 11:	Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU für den Altersabschnitt der 13. bis zur 16. Lebenswoche, KG-Gruppe gegen OFS-Gruppe ....	39
Abbildung 12:	Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	41

Abbildung 13: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf.....	41
Abbildung 14: Boxplot Diagramm der Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU im Zeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche innerhalb der OFS-Gruppe in Abhängigkeit weiterer medizinischer Parameter.....	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Probanden der OFS-Gruppe.....	13
Tabelle 2:	Übersicht über invasive medizinische Eingriffe bei Kindern der OFS-Gruppe während des Untersuchungszeitraumes .....	14
Tabelle 3:	Pädaudiologische Befunde der OFS-Gruppe.....	15
Tabelle 4:	Übersicht über die Probanden der OFS-Gruppe, Geschlecht, jeweilige Anzahl der Aufnahmetermine und Anzahl der vorliegenden Lautäußerungen pro Zeitabschnitt.....	17
Tabelle 5:	Übersicht über die Probanden der KG-Gruppe, Geschlecht, jeweilige Anzahl der Aufnahmetermine und Anzahl der vorliegenden Lautäußerungen pro Zeitabschnitt.....	18
Tabelle 6:	Übersicht über die Kategorien der Melodie- und Rhythmusstruktur.....	22
Tabelle 7:	Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in den drei Zeitabschnitten.....	26
Tabelle 8:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp zwischen den Zeitabschnitten innerhalb beider Gruppen .....	27
Tabelle 9:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume .....	28
Tabelle 10:	Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C in den drei Zeitabschnitten.....	31
Tabelle 11:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C zwischen den Zeitabschnitten innerhalb beider Gruppen .....	32
Tabelle 12:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume.....	33
Tabelle 13:	Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU in den drei Zeitabschnitten .....	37
Tabelle 14:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU zwischen den Zeitabschnitten innerhalb der OFS-Gruppe.....	38

---

Tabelle 15:	Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume.....	39
Tabelle 16:	Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU im Zeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche innerhalb der OFS-Gruppe in Abhängigkeit weiterer medizinischer Parameter.....	43
Tabelle 17:	Verhältnis MB/SL der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe über alle drei Zeiträume gemittelt.....	62
Tabelle 18:	MCI der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe über alle drei Zeiträume gemittelt, abhängig vom Vokalisationstyp .....	62
Tabelle 19:	Übersicht über die monatlichen MCI (Medianwerte) der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe ergänzt durch Angaben aus der Arbeit von Birr (2009, vokalisationstypunabhängige MCI) für die 1. bis zur 12. Lebenswoche .....	62
Tabelle 20:	Übersicht über den Quotienten MB/SL ergänzt durch Angaben aus Arbeiten von Birr (2009) und Steck-Walter (2007), alle Werte errechnet aus Lauten mit eingesetzter Oberkieferplatte .....	62

**Abkürzungsverzeichnis**

APGAR	Activity/ Pulse/ Grimace/ Appearance/ Respiration
1B	Melodisch-rhythmischer Strukturtyp Einfachbogen (s. Kapitel 2.4.1)
CDAP	Cry-Data-Analysis-Program
dB	Dezibel
Hz	Hertz
KG-Gruppe	Kontrollgruppe
LW	Lebenswoche
MB	Melodisch-rhythmischer Strukturtyp Mehrfachbogen (s. Kapitel 2.4.1)
MCI	Melody-Complexity-Index (s. Kapitel 2.4.2)
n	Anzahl der in die Untersuchung eingegangenen Kinder
OFS-Gruppe	Gruppe aus den hier untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen
p	Signifikanzniveau, nach dem jeweilig angegebenen Test ermittelt
SL	Melodisch-rhythmischer Strukturtyp Segmentierter Laut (s. Kapitel 2.4.1)
Vokalisationstyp BU	Vokalisationstyp „Übergangs- und Babbellaute“ (s. Kapitel 2.4.3)
Vokalisationstyp C	Vokalisationstyp „Cry“ (s. Kapitel 2.4.3)
vSSW	vollendete Schwangerschaftswoche
ZVES	Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörung der Poliklinik für Kieferorthopädie Würzburg

## 1 Einleitung

Kinder mit orofazialen Spaltbildungen verfügen häufig trotz intensiver interdisziplinärer Behandlungskonzepte über eine mehr oder weniger eingeschränkte Sprech- und Sprachkompetenz. Ein auffälliges Symptom ist die so genannte Hyperrhinophonie, ein offenes Näseln, das durch Entweichen der Luft durch die Nase aufgrund einer velopharyngealen Insuffizienz entsteht. Weiterhin lassen die Fehlbildungen die regelrechte Artikulation einiger Laute nicht zu und es treten artikulatorische Kompensationsmuster auf. So werden beispielsweise statt /b/ oder /p/ bei fehlendem Lippenschluss /m/- ähnliche nasale Stoßgeräusche produziert. Die Artikulation ist häufig nach hinten verlagert, zum Beispiel beim Ersatz von /g/ und /k/ durch pharyngeale und laryngeale Explosionen. Bei der Bildung mancher Laute können die mimischen Muskeln mit eingesetzt werden; so sollen zum Beispiel die nasal verklingenden Reibelaute wie /w/ oder /s/ durch Zusammenziehen der Nasen- und Gesichtsmuskeln verstärkt werden. Die aus der Spalte resultierende komplexe Sprachstörung bezeichnet Wirth (2000) als Palatolalie, die oft typische Stimmklangveränderung als Palatophonie. Stimmbildungsfehler entstehen unter anderem durch eine Erhöhung des subglottischen Drucks und einer verstärkten Spannung der Stimmlippen, um die erhöhte Impedanz im Nasenraum auszugleichen. Typisch sind auch der Rückwärtszug der Zunge und die Kehlverengung mit einer daraus resultierenden gepressten Stimmgebung (Wirth, 2000). Ein oftmals eingeschränktes Hörvermögen der betroffenen Säuglinge kann ebenfalls über eine mangelhafte auditive Rückkopplung und unzureichende Wahrnehmung der Umgebungssprache zu Sprech- und Sprachstörungen führen (Wirth, 2000).

Sprech- und Sprachauffälligkeiten von Kindern mit orofazialen Spaltbildungen zeigen sich nicht erst, wenn das Kind mit der Wortproduktion beginnt, sondern bereits in der vorsprachlichen Entwicklung (Hauschildt, 2006; Steck-Walter, 2007; Wermke et al., 2007; Kempf, 2008; Birr, 2009).

Der Spracherwerb setzt neben gewissen biologischen Prädispositionen, wie neuroanatomischen Strukturen und neurophysiologischen Reifungsvorgängen,

auch eine vorsprachliche Trainingsphase voraus (z. Bsp. Wermke, 2002). Diese beginnt unmittelbar nach der Geburt, auf Seiten der Perzeption sogar schon intrauterin.

In der vorsprachlichen Entwicklung trainiert der Säugling die Kontrollmechanismen für die Phonation und beginnt mit ca. drei Monaten auch mit Artikulationsübungen. Dies sind essentielle Voraussetzungen für den Sprech- und Spracherwerb. Auch der späteren Koordination von Phonation und Artikulation liegen neurophysiologische Mechanismen zugrunde, die der Säugling bereits in der vorsprachlichen Entwicklung trainiert (Wermke et al., 2002; Kempf, 2008).

Das Training der Lautproduktion beginnt also faktisch mit dem ersten Schrei. Schon in seinen Wehlauten übt der Säugling, Melodie, Rhythmus und Intensität der Stimmgebung zu variieren und trainiert somit wichtige prosodische Merkmale der späteren Sprache. Der Ablauf dieses Trainings wird durch ein angeborenes Entwicklungsprogramm bestimmt, das von Wermke und Mende (Wermke & Mende, 1994; Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2009) beschrieben wurde. Danach ist die Erzeugung einiger bestimmter, zunächst sehr einfacher melodischer Muster, die als Protomodule gelten, angeboren. Diese werden im Verlauf der vorsprachlichen Entwicklung zu komplexen Mustern kombiniert. Für diese Kombination ist ein Reifungsprozess erforderlich. Anfänglich werden daher nur einfache Melodiebögen erzeugt. Mit zunehmender Erfahrung werden Melodiemuster stabilisiert, Protomodule teilweise modifiziert und auf diese Weise Module entwickelt, die dann intentional eingesetzt werden können, um muttersprachliche Prosodiemuster nachahmen zu können. Die Module können dann wie einzelne Bausteine beliebig miteinander kombiniert werden, um komplexere Muster zu erzeugen. Die hier dargestellte Entwicklung des Schreis entspricht dem Prinzip der modularen Komposition von Komplexität und folgt einem universalen Entwicklungsprogramm.

„Die einzelnen Schritte dieses Weges [der vorsprachlichen Entwicklung] sind in Form eines für Lernprozesse offenen Programms im Gehirn gespeichert [...]“ (Wermke, 2002, S. 126). Wermke betont, dass die vorsprachliche Entwicklung

„in einem fein abgestimmten Entfaltungsprozess [besteht], der sowohl auf genetischen Faktoren als auch auf Lernprozessen beruht“ (Wermke, 2002, S. 1). Für letztere benötigt der Säugling Rückkopplungsmechanismen, wie die sensorische und die auditive Kontrolle. Die Besonderheiten von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen bezüglich dieser Mechanismen könnten ein Grund für die beobachtete Abweichung in ihrer vorsprachlichen Entwicklung sein.

Die vorsprachliche Entwicklung wird in verschiedene Phasen unterteilt, deren Einteilung zwischen verschiedenen Autoren gut übereinstimmt (Stark, 1980; Koopmanns-van Beinum & van der Stelt, 1986; Oller, 2000).

Im Folgenden wird die vorsprachliche Entwicklung von der Einteilung Ollers (2000) ausgehend geschildert. Danach beginnt diese mit dem Phonationsstadium, das die ersten zwei Lebensmonate andauert. Es treten Vokalisationen mit weichem Stimmeinsatz auf, bei denen der Vokaltrakt leicht offen oder geschlossen sein kann; es werden noch keine speziellen Artikulationsstellungen beobachtet. Diese Laute werden als Quasivokale bezeichnet. Im primitiven Artikulationsstadium zwischen einem und vier Monaten verändern Säuglinge ihren Vokaltrakt; Zungenrücken und Zungenwurzel stoßen beim Lautieren an Rachen und Gaumen. Dabei entsteht das so genannte Gurren, ein Vokalisationstyp, der noch vorwiegend laryngeal gebildet wird.

Es folgt das Expansionsstadium, das sich vom dritten bis achten Lebensmonat erstreckt. In dieser Zeit senkt sich, beginnend etwa im dritten Monat, der Kehlkopf ab, wodurch sich der Vokaltrakt vergrößert und die für das Sprechen erforderlichen Resonanzräume entstehen (Butzkamm, 2004). Parallel dazu reifen die der Artikulation zugrunde liegenden Kontrollmechanismen. Der Säugling probiert in dieser Zeit neue Artikulationsbewegungen aus und produziert zahlreiche neue Laute. Unter anderem sind darunter die so genannten „vollen Vokale“ (full vowels), die spezifische Resonanzphänomene aufweisen. Der Säugling öffnet dabei den Mund; Lippe und Zunge werden zur Artikulation herangezogen. Diese Laute werden mit Lauten, die bei geschlossenem Vokaltrakt entstehen, kombiniert, wodurch primitive Silben

entstehen (Babbellaute). Diese Lautbildung wird marginales Babbeln genannt und zeigt noch einen relativ langsamen Übergang zwischen Schließen und Öffnen des Vokaltraktes im Unterschied zum späteren kanonischen Babbeln (zehnter bis zwölfter Monat). Die Intonation der Babbellaute wird zunehmend variiert und der Säugling erlangt eine immer bessere Kontrolle über Phonation und Artikulation. Beginnend zwischen dem fünften und zehnten Monat folgt das Kanonische Stadium. Silben werden als kanonisch bezeichnet, wenn sie aus einem supraglottal gebildeten Konsonanten und einem vollen Vokal bestehen. Die Kinder bilden Sequenzen aus reduplizierten Silben, wobei Verschluss- und Öffnungsbewegungen des Vokaltrakts zeitlich gut organisiert sind und das Ergebnis sehr sprachähnlich klingt (Oller, 2000). Die phonetischen Eigenschaften der Silben entsprechen jetzt denen der Zielsprache.

Es ist zu beachten, dass die genannten Stadien keine starren Stufen darstellen, sondern fließend ineinander übergehen. Zudem gibt es eine relativ große interindividuelle Variabilität in der Dauer der einzelnen Phasen (Vihman, 1996).

In der vorliegenden Arbeit wird der Zeitraum von der 13. bis zur 25. Lebenswoche, also im Wesentlichen die vorsprachliche Phase der Expansion, untersucht. In dieser Phase treten, wie oben beschrieben, erste sprachähnliche Lautäußerungen, die so genannten „Babbellaute“ auf. Daneben werden aber auch Laute beobachtet, die noch keine typischen Merkmale von Babbellauten zeigen (wie z. Bsp. Konsonant-Vokal-Kombinationen), aber andererseits auch nicht als Säuglingsschreie wahrgenommen werden. Diese Laute werden in der vorliegenden Arbeit als „Übergangslaute“ bezeichnet. Sie gehören zum regulären Lautrepertoire der Expansionsphase.

Die oben genannten Stadien repräsentieren eine universale Entwicklungssequenz, die auch bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen beobachtet wird. Allerdings zeigen diese Säuglinge sehr früh schon Besonderheiten in ihrer vorsprachlichen Entwicklung.

So konnte Hauschildt (2006) mit ihrer Arbeit dokumentieren, dass bei den vorsprachlichen Lauten der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen in ihrem ersten Lebenshalbjahr vermehrt phonatorisches Rauschen und eine höhere Kurzzeitvariabilität der Grundfrequenz auftreten. Für diese Dysphonationen sind laryngeale Anregungsprozesse verantwortlich, die sich zunächst als unabhängig von der Funktion des Vokaltraktes darstellen. Möglicherweise aber wollen die betroffenen Säuglinge die durch die offene oronasale Verbindung veränderten Resonanzverhältnisse im Vokaltrakt durch Nachregulieren am Stimmgenerator ausgleichen. Dadurch könnten erste kompensatorische Phänomene „eingeübt“ werden.

Birr (2009) und Steck-Walter (2007) weisen in ihren Arbeiten nach, dass Spaltträger in der ersten bis zur zwölften Lebenswoche bzw. im zweiten Lebenshalbjahr Unterschiede in der Melodie- und Rhythmusstruktur ihrer Lautäußerungen gegenüber einer Kontrollgruppe von Säuglingen ohne orofaziale Spaltbildungen zeigen.

Diese und weitere Studien (z. Bsp. Chapman, 1991; Lohmander-Agerskov et al., 1994; Mühler, 1996a; Harding/ Grunwell, 1996, 1998; Chapman et al., 2001) belegen, dass die für Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen typischen Funktionsbeeinträchtigungen das komplexe Zusammenspiel der einzelnen Elemente des orofazialen Systems, das für eine normgerechte Sprech- und Sprachentwicklung unabdingbar ist, stören. Verzögerungen der Sprech- und Sprachentwicklung wurden in zahlreichen Studien auch bei älteren Kindern mit orofazialen Spaltbildungen nachgewiesen und reichen von phonologischen Entwicklungsverzögerungen bis zu Störungen des Schriftspracherwerbs (Herrmann & Bittner, 1991; Schönweiler et al., 1995, 1999; Jocelyn et al., 1996; Kuehn & Moller, 2000; Chapman et al., 2003; Richman & Ryan, 2003). Es ist denkbar, dass eingeschränkte Vokalisationsmöglichkeiten, Hörprobleme sowie notwendige Operationen die Sprech- und Sprachentwicklung der betroffenen Kinder verzögern. Auch die spezifische sozio-emotionale Situation in Familien mit betroffenen Säuglingen kann die kommunikative Entwicklung belasten. Eine Rolle spielt hierbei möglicherweise die Mutter-Kind-Interaktion, die durch das

beeinträchtigte Aussehen des Kindes belastet sein kann (Störung des biologisch wirksamen Kindchenschemas). Die vorsprachlichen und frühen sprachlichen Entwicklungsbesonderheiten der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen sind bisher noch nicht vollständig verstanden, da sie auf ein multifaktorielles Ursachengefüge zurückzuführen sind. Neuere Arbeiten postulieren jedoch einen engen Zusammenhang zwischen Verzögerungen bzw. Besonderheiten in der vorsprachlichen Entwicklung und späteren Sprech- und Sprachauffälligkeiten dieser Patienten (Chapman et al., 2003; Wermke et al., 2005; Lohmander et al., 2008). Um diese vermuteten Zusammenhänge zu belegen, sind umfangreiche Längsschnittstudien von den frühen Säuglingslauten bis zur Produktion von Wörtern und Sätzen erforderlich. Die vorliegende Arbeit liefert einen Mosaikstein für solche Untersuchungen, indem sie gezielt die bisher bestehende Lücke zwischen dem dritten und dem siebten Lebensmonat schließt und dabei ein den Studien benachbarter Zeiträume vergleichbares, teilweise identisches Patientenkollektiv untersucht. Es werden Lautäußerungen von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen von der 13. bis zur 25. Lebenswoche auf melodisch-rhythmische Strukturbesonderheiten hin untersucht. Die Untersuchungsgruppe wird einer geeigneten Kontrollgruppe gegenübergestellt und mit den entsprechenden Untersuchungsergebnissen von Birr (2009) und Steck-Walter (2007) verglichen.

Birr (2009) findet Besonderheiten bezüglich der melodisch-rhythmischen Struktur der Lautäußerungen von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen in ihrem Untersuchungszeitraum der ersten bis zur zwölften Lebenswoche. Sie untersucht unter anderem den relativen Anteil an komplexen Lautäußerungen anhand des von Wermke et al. (2007) definierten Melody-Complexity-Index (s. Kapitel 2.4.2). Die Autorin zeigt, dass die von Wermke und Mende (Wermke & Mende, 1994; Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2009) postulierte Komplexitätszunahme der Lautäußerungen in der vorsprachlichen Entwicklung entsprechend dem oben erläuterten Prinzip der modularen Komposition von Komplexität ebenso wie bei den Säuglingen ohne, auch bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen zu finden ist. Bei letzteren findet sie jedoch

diesbezüglich eine Entwicklungsverzögerung. In der vorliegenden Arbeit wird die postulierte Komplexitätszunahme ebenfalls anhand des Melody-Complexity-Index untersucht.

Sowohl in den Untersuchungen von Birr (2009) als auch von Steck-Walter (2007) war die Auftrittshäufigkeit besonders solcher Melodiemuster verändert, die durch intentionale phonatorische Unterbrechung zustande kommen, so genannte „segmentierte Strukturen“ (s. Kapitel 2.4.1). Die Auftrittshäufigkeit war altersentsprechend variabel und zwischen den untersuchten Kontrollkindern und den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen verschieden.

Steck-Walter (2007) fand bei der Untersuchungsgruppe mit orofazialen Spaltbildungen für den Zeitraum der 26. bis zur 61. Lebenswoche verglichen mit der Kontrollgruppe eine deutlich seltenere Produktion von intentional segmentierten Lauten im Verhältnis zur Auftrittshäufigkeit der nicht segmentierten komplexen Laute, die sich aus mehreren Melodiebögen ohne phonatorische Pause zusammensetzen (s. Kapitel 2.4.1, s. Anhang Tabelle 20). Dies trifft für beide von ihr untersuchten Vokalisationstypen der Schreilaute und der Übergangs- und Babbellaute zu. Birr (2009) dagegen erhebt den Befund, dass im Zeitraum der ersten bis zur zwölften Lebenswoche verglichen mit der Kontrollgruppe im Verhältnis mehr segmentierte Laute als nicht segmentierte komplexe Strukturen gebildet werden (s. Anhang Tabelle 20).

Beide Autorinnen interpretieren ihre Ergebnisse als Entwicklungsverzögerung in der von ihnen untersuchten Gruppe von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen. Darauf wird in der Diskussion näher eingegangen. In der vorliegenden Arbeit wurden daher spezifisch solche Auftrittsunterschiede untersucht, um den Zeitraum zwischen beiden genannten Studien zu analysieren.

Ungefähr mit Beginn des hier gewählten Untersuchungszeitraumes treten die oben definierten Übergangs- und Babbellaute auf, wenn mit drei bis vier Monaten die Abstimmung zwischen Phonation und Artikulation beginnt (Wermke et al., 2002). Kempf (2008) konnte in ihrer Arbeit zeigen, dass die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen ebenso in der Lage sind, die in

diesem Alter bei Säuglingen ohne orofaziale Spaltbildungen beobachteten prä-artikulatorischen Übungen durchzuführen. Allerdings fand Kempf (2008) auch deutliche Unterschiede in der frühen artikulatorischen Aktivität zwischen ihrer Untersuchungs- und Kontrollgruppe. Diese Unterschiede bestehen darin, dass die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen einfachere Artikulationsmuster zeigen und diese auch seltener auftreten. Daraus kann man ableiten, dass die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen bezüglich ihrer prä-artikulatorischen Entwicklung gegenüber der Kontrollgruppe entwicklungsverzögert sind.

Nach dem universellen Entwicklungsprogramm werden die bereits in den Schreilauten eingeübten prosodischen Elemente mit den in den Übergangs- und Babbellauten neu einsetzenden prä-artikulatorischen Bewegungen kombiniert. In den Lauten des Untersuchungszeitraumes werden diese bereits geübten prosodischen Muster nun auf die Übergangs- und Babbellaute, die hier erstmals auftreten, übertragen und in Verbindung mit den prä-artikulatorischen Bewegungen und in Koordination mit denselben (Wermke et al., 2002; Kempf, 2008) eingeübt. Die Komplexitätszunahme der Melodiestructur in den Schreien während der ersten drei Lebensmonate (Birr, 2009) wird daher analog dazu für die Übergangs- und Babbellaute im Zeitraum der vorliegenden Arbeit erwartet.

Entwicklungsverzögerungen manifestieren sich besonders deutlich, wenn eine neue Entwicklungsstufe beginnt. Daher wird erwartet, dass die potentiell auftretenden melodisch-rhythmischen Auffälligkeiten der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen neben den Schreilauten besonders bei den im Untersuchungszeitraum neu auftretenden Übergangs- und Babbellauten zu finden sind.

Folgende Hypothesen liegen damit der hier vorliegenden Untersuchung zugrunde:

H1: In den Weinlauten findet gemäß dem universellen Entwicklungsprogramm während der ersten drei Lebensmonate eine Komplexitätszunahme der Melodiestructur statt (Birr, 2009). Diese wird in ähnlicher Weise im Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit für die Übergangs- und Babbellaute erwartet.

- H2: Die Weinlaute (Schreilaute) zeigen daher keine wesentliche Veränderung bezüglich der Melodiekomplexität in diesem Untersuchungszeitraum mehr. Die Melodieentwicklung im Weinlaut ist bezüglich der Komplexitätszunahme im Prinzip „abgeschlossen“, wenn die intentionale Artikulation beginnt.
- H3: Zwischen den Säuglingen mit und ohne orofaziale Spaltbildungen wurden Unterschiede bezüglich der melodisch-rhythmischen Struktur in den Lautäußerungen für den Zeitraum der ersten bis zur zwölften Lebenswoche (Birr, 2009) und für den Zeitraum der 26. bis zur 61. Lebenswoche (Steck-Walter, 2007) beobachtet. Diese Strukturunterschiede finden sich ebenfalls in den Lautäußerungen des dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungszeitraums der 13. bis zur 25. Lebenswoche.
- H4: Vorsprachliche Entwicklungsbesonderheiten der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen werden im Untersuchungszeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche vor allem für die Übergangs- und Babbellaute erwartet.

## **2 Material und Methode**

Die vorliegende Studie orientiert sich in ihrer Methodologie an den Arbeiten von Birr (2009) und Steck-Walter (2007). Sie schließt bezüglich des Untersuchungszeitraumes die Lücke zwischen beiden vorangegangenen Arbeiten. In der vorliegenden Arbeit werden Melodie- und Rhythmusstrukturen spontaner Säuglingslaute untersucht, die in einem Alter von der 13. bis zur 25. Lebenswoche geäußert wurden. Damit schließt sie unmittelbar an den von Birr (2009) untersuchten Zeitraum (1.-12. Lebenswoche) an und erstreckt sich bis zu dem von Steck-Walter (2007) (26.-60. Lebenswoche). Um die Ergebnisse vergleichen und damit Aussagen über Entwicklungsverläufe machen zu können, sind die Analysen in ähnlicher Weise durchgeführt worden. Ein wesentlicher Unterschied zur Arbeit von Birr (2009) besteht darin, dass die Säuglinge in dem hier untersuchten Altersbereich neben Schreilaute auch Übergangs- und einfache Babbellaute geäußert haben. Dadurch waren Modifizierungen bzw. Erweiterungen in der Analysemethodik erforderlich.

### **2.1 Patientenkollektiv**

Die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen wurden zu einer Untersuchungsgruppe zusammengefasst, die nachfolgend als OFS-Gruppe bezeichnet wird, und einer geeigneten Kontrollgruppe (KG-Gruppe) gegenübergestellt wird. Die Charakteristika beider Gruppen sind im Folgenden aufgeführt.

#### **2.1.1 OFS-Gruppe**

Diese Untersuchungsgruppe besteht aus 17 Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen, davon sind neun weiblich und acht männlich (s. Tabelle 1). Es wurden Säuglinge ausgewählt, von denen Aufzeichnungen spontaner Lautäußerungen im Alter von der 13. bis zur 25. Lebenswoche in der Datenbank des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörung (ZVES) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. A. Stellzig-Eisenhauer) vorhanden waren.

Mit vier Ausnahmen (AD: 27, DA: 34, EM: 36, LO: 36 vSSW) sind die ausgewählten Säuglinge termingerecht geboren (37- 42 vSSW). Bis auf Kind

AD zeigen sie in ihren APGAR-Werten nach fünf und zehn Minuten sowie im Nabelschnur-pH-Wert keine Auffälligkeiten. Mit zwei Ausnahmen (TI, AN) sind die Säuglinge so genannte AGA-Säuglinge (appropriate for gestational age), also auch bezüglich ihrer somatischen Daten normal. Bezüglich des gestationsaltersabhängigen Geburtsgewichtes liegt TI oberhalb der 90. Perzentile und ist somit ein LGA-Säugling (large for gestational age). AN ist ein SGA-Säugling (small for gestational age).

Bei dem Kind AD handelt es sich um eine Frühgeburt nach 27 vollendeten Schwangerschaftswochen. Die bei ihm vorliegende Pierre-Robin-Sequenz (orofaziale Spaltbildungen, Glossoptosis, Retrogenie) zeigt eine ausgeprägte Spaltbildung bei einer moderaten Retrogenie. Der APGAR-Wert nach fünf Minuten betrug fünf, nach zehn Minuten sechs. Mit Unterbrechungen wurde er bis zur fünften Lebenswoche intubiert und bis zur elften Woche über Sonde ernährt. Des Weiteren fanden Darmoperationen und eine Phototherapie wegen Hyperbilirubinämie statt. Die Perzentilen seines Geburtsgewichtes (70.), seiner Geburtslänge (85.) und seines Kopfumfanges (40.) sind unauffällig. Kind AD wurde trotz seiner extremen Frühgeburt und postnatalen medizinischen Besonderheiten miteinbezogen, da es sich in seiner Lautentwicklung nicht auffällig von den anderen Säuglingen der OFS-Gruppe unterscheidet.

Bei Durchsicht der Probandenakten zeigte sich, dass neben AD auch SA nach der Geburt eine phototherapiepflichtige Hyperbilirubinämie aufwies. Dies wird bei der Dateninterpretation berücksichtigt, da Hyperbilirubinämie die Schreieigenschaften beeinflussen kann (Koivisto et al., 1970).

Bei dem Patienten MA liegt das „van der Woude-Syndrom“ vor, welches häufig mit Unterlippenfisteln und Spaltbildung auftritt (Opitz, Wittkowski, 2002). Die Patientin NI weist einen Anophtalmus rechts und ein Iris- und Netzhautkolobom (Spaltbildung der Iris und der Netzhaut) links auf.

Da die genannten Kinder mit zusätzlichen medizinischen Auffälligkeiten für die vorliegende Untersuchung keine relevanten Entwicklungsauffälligkeiten zeigten, wurden sie ebenfalls in die Untersuchungsgruppe miteinbezogen. Sie unterscheiden sich bezüglich der hier untersuchten Parameter nicht von den anderen Säuglingen der OFS-Gruppe. Dies wurde zudem in einer statistischen

Analyse nachgewiesen, in der die Gruppen der Säuglinge mit und ohne zusätzliche medizinische Auffälligkeiten auf Unterschiede bezüglich der für diese Arbeit relevanten Parameter untersucht wurden (s. Kapitel 3.3).

Die Ausprägung der Spalte ist bei den untersuchten Kindern sehr unterschiedlich (s. Tabelle 1). In der OFS-Gruppe weisen drei Kinder eine beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte auf, acht Kinder eine einseitige Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte, und sechs Kinder eine isolierte Gaumen-Segelspalte.

15 der 17 Patienten wurden gemäß des Behandlungskonzeptes an der Poliklinik für Kieferorthopädie von ihren ersten Lebenstagen an mit einer Oberkieferplatte versorgt (kieferorthopädische Frühbehandlung). Dieses passive kieferorthopädische Gerät liegt dem Alveolarkamm und dem Gaumen auf und verschließt die Spalte relativ gut. Bei den Kindern LA und EM, beide Spaltträger des Typs hSh, wurde auf die Versorgung mit einer Oberkieferplatte verzichtet, da aufgrund der geringen Größe des Defekts dafür keine Indikation bestand.

Von allen kieferorthopädisch frühbehandelten Kindern wurden hier nur Aufnahmen von Lauten ausgewertet, die mit eingesetzter Platte erzeugt wurden.

Tabelle 1: Probanden der OFS-Gruppe

Kind	LAHS-Code <sup>1</sup>	Geschlecht	KFO-Frühbehandlung durch Oberkieferplatte
AN	LAHSHAL	w	ja
MA*	LAHSHAL	m	ja
NE	LAHSHAL	w	ja
LU	LAHSH--	w	ja
NI**	LAHSH--	w	ja
TI	--HSHAL	m	ja
DA	LAHSh--	m	ja
AA	--hSHAL	m	ja
DO	--hSHAL	m	ja
MI	--hSHAL	w	ja
SA	--hSHAL	w	ja
AD***	--HSH--	m	ja
EM	--hSh--	w	nein
LA	--hSh--	w	nein
LO	--hSh--	m	ja
MR	--hSh--	m	ja
TA	--hSh--	w	ja

\*van der Woude-Syndrom

\*\*Anophtalmus rechts, Iris- und Netzhautkolobom links

\*\*\*Pierre-Robin-Sequenz (orofaziale Spaltbildungen, Glossoptosis, Retrogenie)

<sup>1</sup>Cleft-LAHS-Code nach Koch et al. (2003)

Großbuchstaben geben komplette Spaltbildungen, Kleinbuchstaben geben inkomplette Spaltbildungen des jeweiligen Abschnitts wieder.

Die Abschnitte werden in der Reihenfolge von rechts nach links aufgezählt:

L=lip, A=alveolar, H= hard palate, S=soft palate

Invasive medizinische Eingriffe stellen zumindest kurzfristige Traumata dar, die die Kinder in ihren Lautbildungen beeinflussen können. Bei Betrachtung der gewonnenen Daten wurde allerdings kein Einfluss dieser Eingriffe auf die hier untersuchten Parameter sichtbar. Sie werden im Folgenden daher nicht berücksichtigt, sollen aber der Vollständigkeit halber aufgeführt werden. Tabelle 2 zeigt, welche Kinder sich innerhalb des Untersuchungszeitraumes einer Operation unterzogen haben. In der 13. Lebenswoche fand bei AD eine Darmoperation statt, bei NI in der 14. Lebenswoche eine Augenoperation, bei SA in der 17. Lebenswoche eine Operation an der Prämaxilla.

Lippenverschlussplastiken wurden durchgeführt bei AN in der 19. Lebenswoche, bei NE zwischen der 19. und 20. Lebenswoche, bei AA in der 23. Lebenswoche und bei NI in der 24. Lebenswoche. Die Kinder, bei denen in Tabelle 2 kein Zeitpunkt für die Lippenverschlussplastik aufgeführt ist, wurden erst nach dem Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit operiert bzw. die Operation entfällt, da die Lippe nicht von der Spaltbildung betroffen ist.

**Tabelle 2: Übersicht über invasive medizinische Eingriffe bei Kindern der OFS-Gruppe während des Untersuchungszeitraumes**

Kind	L e b e n s w o c h e												
	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
AN							LVP						
MA													
NE							LVP						
LU													
NI		2										LVP	
TI													
DA													
AA											LVP		
DA													
MI													
SA					3								
AD	1												
*EM													
*LA													
*LO													
*MR													
*TA													

LVP: Lippenverschlussplastik

1. Operation am Darm

2. Operation am Auge

3. Operative Entfernung eines überzähligen Zahnes im Bereich der Prämaxilla

\*keine Lippenpalte, daher keine LVP notwendig

Einen wesentlichen Einfluss auf die Sprachentwicklung haben auch Hörbeeinträchtigungen der Kinder. Die Inzidenz von Hörstörungen bei Spaltbildung mit Beteiligung des Velums beträgt fast 80% (Böhme, 1997, S. 79), bei Spaltbildung ohne Beteiligung des Velums und submukösen Spalten beträgt sie etwa 65% (Schönweiler et al., 1994). Die hier untersuchten

Säuglinge wurden im Rahmen eines interdisziplinären Behandlungskonzeptes pädaudiologisch betreut.

Die Befunde der pädaudiologischen Untersuchungen sind in Tabelle 3 dargestellt und beziehen sich auf das erste Lebenshalbjahr. Die Daten sind nicht vollständig, dennoch wird deutlich, dass bei den meisten Kindern aus der OFS-Gruppe geringe oder mittelgradige Hörstörungen bei zumindest einer Untersuchung vorliegen. Paukendrainagen wurden nach den vorhandenen Unterlagen bei den Kindern der OFS-Gruppe bis Ablauf des Untersuchungszeitraumes keine gelegt, dies erfolgte aber oft unmittelbar danach bei der Lippenverschlussplastik beziehungsweise innerhalb der ersten 1,5 Lebensjahre.

**Tabelle 3: Pädaudiologische Befunde der OFS-Gruppe\***

Kind	Einstufung der Hörleistung <sup>1</sup>	Art der Untersuchung
AN	?	?
MA	1	?
NE	?	?
LU	1	BERA
NI	0	?
TI	2	BERA
DA	1	Freifeld
AA	0	BERA
DO	1	Freifeld
MI	?	?
SA	1	BERA
AD	?	?
EM	1	BERA
LA	1	BERA
LO	1 oder 2	?
MR	1	BERA
TA	2	Freifeld

Legende:

<sup>1</sup> Einstufung der Hörleistung:	Hörvermögen	BERA	Freifeld
0	regelrecht	0-40 dB	0-60 dB
1	geringgradige Hörminderung	40-60 dB	60-80 dB
2	mittelgradige Hörminderung	60-70 dB	80-100 dB

\*ermittelt aus den Daten des ersten Lebenshalbjahres

### **2.1.2 Kontrollgruppe**

Die Kontrollgruppe, nachfolgend auch als KG-Gruppe abgekürzt, besteht aus 23 Kindern, davon 11 Mädchen und 12 Jungen, deren Lautaufnahmen ebenfalls aus dem Archiv des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörung (ZVES) der Poliklinik für Kieferorthopädie Würzburg stammen. Es handelt sich um Lautaufnahmen altersentsprechender, gesunder AGA-Säuglinge (appropriate for gestational age).

## **2.2 Datenbasis**

Die Lautaufnahmen der Kinder lagen im Archiv am ZVES in Form digitaler Audiofiles vor. Als eine einzelne Lautäußerung (Schrei, Übergangslaut, Babbellaut) werden hier Vokalisationen betrachtet, die während einer einzigen Expirationsphase geäußert werden. Inspirationslaute, die sich anschließen können, werden nicht analysiert.

Der Untersuchungszeitraum, der sich von der 13. bis zur vollendeten 25. Lebenswoche erstreckt, wird in drei Abschnitte von jeweils vier bzw. fünf Wochen unterteilt. Der erste Zeitraum umfasst die 13. bis einschließlich 16., der zweite Zeitraum die 17. bis einschließlich 20. und der dritte Zeitraum die 21. bis einschließlich 25. Lebenswoche. Die Laute aus den Aufnahmetermi-  
nen innerhalb jedes der drei Zeitabschnitte werden bei der Auswertung zusammengefasst, so dass pro Zeitabschnitt eine größere Anzahl von Daten zur Auswertung vorliegt.

In der OFS-Gruppe liegen insgesamt 4812 Lautäußerungen vor, die ausgewertet wurden.

Mit Ausnahme von LO, NI und TI liegen von jedem Kind mindestens 10 Lautäußerungen pro Zeitabschnitt vor (Tabelle 4).

Es handelt sich hier um spontane Lautäußerungen der Säuglinge, die in einer ruhigen Atmosphäre aufgezeichnet wurden, um das jeweilig repräsentative Lautrepertoire zu erfassen. Ein Großteil der Laute besteht allerdings in diesem Alter noch in mitigierten Weinlauten (klangvolle Nicht-Schmerzschreilaute). Neben spontanem Weinen sind aber auch viele, teilweise in direkter Mutter-Kind-Interaktion entstandene, spielerische vorsprachliche Äußerungen in Form von Übergangs- und Babbellauten ausgewertet worden.

**Tabelle 4: Übersicht über die Probanden der OFS-Gruppe, Geschlecht, jeweilige Anzahl der Aufnahmetermine und Anzahl der vorliegenden Lautäußerungen pro Zeitabschnitt**

Kind	Geschlecht	Anzahl der Aufnahmetermine	Anzahl der Lautäußerungen			
			13.-16. LW	17.-20. LW	21.-25. LW	13.-25. LW
<b>AN</b>	w	25	121	147	99	367
<b>MA</b>	m	10	19	35	86	140
<b>NE</b>	w	25	123	138	122	383
<b>LU</b>	w	19	263	355	509	1127
<b>NI</b>	w	2	95		107	202
<b>TI</b>	m	6	45	16	3	64
<b>DA</b>	m	14	88	27	126	241
<b>AA</b>	m	12	75	331	284	690
<b>DO</b>	m	13	94	92	120	306
<b>MI</b>	w	5	18	21	73	112
<b>SA</b>	w	4	57	48	21	126
<b>AD</b>	m	6	50	64	26	140
<b>EM</b>	w	6	65	27	103	195
<b>LA</b>	w	8	26	33	137	196
<b>LO</b>	m	3	5	35	48	88
<b>MR</b>	m	6	47	13	94	154
<b>TA</b>	w	14	86	92	103	281
<b>OFS-Gruppe</b>			1277	1474	2061	4812

In der Kontrollgruppe liegen insgesamt 3883 Lautäußerungen zur Analyse vor. Es fanden sich im Archiv 13 Kinder, für die in jedem der drei gewählten Zeitabschnitte Aufnahmedaten zur Verfügung standen. Da insbesondere der dritte Zeitabschnitt von der 21. bis zur 25. Lebenswoche als wichtige Entwicklungsphase angesehen wird, wurden weitere 10 Kinder in die KG-Gruppe miteinbezogen. Von diesen Kindern liegen allerdings nur Daten aus dem dritten Zeitabschnitt vor, bei einem Kind zusätzlich noch aus dem ersten Zeitabschnitt (s. Tabelle 5).

Diese besondere Datenkonstellation wurde bei der statistischen Auswertung adäquat berücksichtigt.

**Tabelle 5: Übersicht über die Probanden der KG-Gruppe, Geschlecht, jeweilige Anzahl der Aufnahmetermine und Anzahl der vorliegenden Lautäußerungen pro Zeitabschnitt**

Kind	Geschlecht	Anzahl der Aufnahmetermine	Anzahl der Lautäußerungen			
			13.-16. LW	17.-20. LW	21.-25. LW	13.-25. LW
AB	m	7	101	49	111	261
AE	w	12	118	210	177	505
AK	w	8	93	278	27	398
AL	m	7	55	39	40	134
AR	w	6	125	48	53	226
AS	m	6	53	91	19	163
BE	w	4	60	27	52	139
BF	w	7	143	11	27	181
BM	m	8	159	81	24	264
BO	w	4	32	67	52	151
BR	m	7	92	58	202	352
BY	m	6	40	93	22	155
BZ	m	11	138	199	99	436
CU	w	3	71		28	99
GF	m	1			47	47
GK	m	1			49	49
GL	w	1			39	39
GU	m	1			45	45
HA	m	1			46	46
HE	w	1			42	42
HG	w	1			49	49
HH	m	1			47	47
HI	w	2			55	55
<b>KG-Gruppe</b>			1280	1251	1352	3883

### 2.3 Datenaufbereitung

Ein Teil der auszuwertenden Laute lag bereits in aufbereiteter Form als Frequenzspektren und Melodiedaten im ZVES vor. Für alle übrigen Lautaufnahmen wurden von der Autorin der vorliegenden Arbeit alle nachfolgend beschriebenen Auswerteschritte nach den vorgegebenen Routinen des ZVES selbst durchgeführt. Über das Digitalkassetten-Lesegerät Tascam DA-302 und das professionelle Sprachanalysesystem CSL 4400 der Firma KAY Elemetrics Corp. (USA) wurden die Aufnahmen in den PC eingelesen und manuell editiert. In einem Editierprotokoll wurden Besonderheiten zu einzelnen Lauten oder Aufzeichnungsterminen notiert.

Zu allen editierten, einzelnen Lautäußerungen wurden Frequenzspektren berechnet. Die graphische Darstellung der Spektren in Abhängigkeit von der

Zeit (Schmalbandspektrogramme) zeigt die Grundfrequenz und ihre Harmonischen. Durch eine Abstufung von Grauwerten wird ihre jeweilige Energiedichte angegeben. Im Laut enthaltene Subharmonische, Rauschbanden und Frequenzsprünge können anhand der Spektrogramme gut visualisiert werden. Abbildung 1 zeigt im unteren Fenster ein solches Schmalbandspektrogramm. Die x-Achse gibt die Zeit in Sekunden an, die y-Achse die Frequenz im Bereich von 0-4 kHz auf einer linearen Skala. Die unterste Linie stellt die Grundfrequenz, die darüber liegenden ihre Harmonischen dar. Im oberen Fenster ist das Signal im Zeitbereich (Amplitude/Zeit) dargestellt.

Im weiteren Verlauf wurde ebenfalls mit dem genannten CSL-Sprachanalysesystem die Intensitätskontur des Signals und mittels des Programm-Moduls MDVP (Multi-Dimensional-Voice-Program) der Verlauf der Grundfrequenz (Melodie) berechnet. Die Darstellung und weitere Analyse von Strukturmerkmalen erfolgte mit dem Programm CDAP (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma „pw-project“. Abbildung 2 zeigt die Darstellung eines Säuglingslautes in einem Melodie- und Intensitätsdiagramm in CDAP. Die x-Achse gibt die Zeit in Sekunden an; die y-Achse links zeigt den Logarithmus der Frequenz, die Intervalle der Frequenzachse bezeichnen Ganztonabstände. Der Grundfrequenzverlauf (Melodie) des Säuglingslautes ist als eine blaue Linie dargestellt. Die y-Achse rechts zeigt den Intensitätsverlauf in Dezibel, der im Diagramm als rote Linie dargestellt wird.

Für Details der Frequenz- und Melodieanalyse verweise ich auf die Arbeiten von Wermke (2002), Wermke et al. (2007) und Lind (2007).

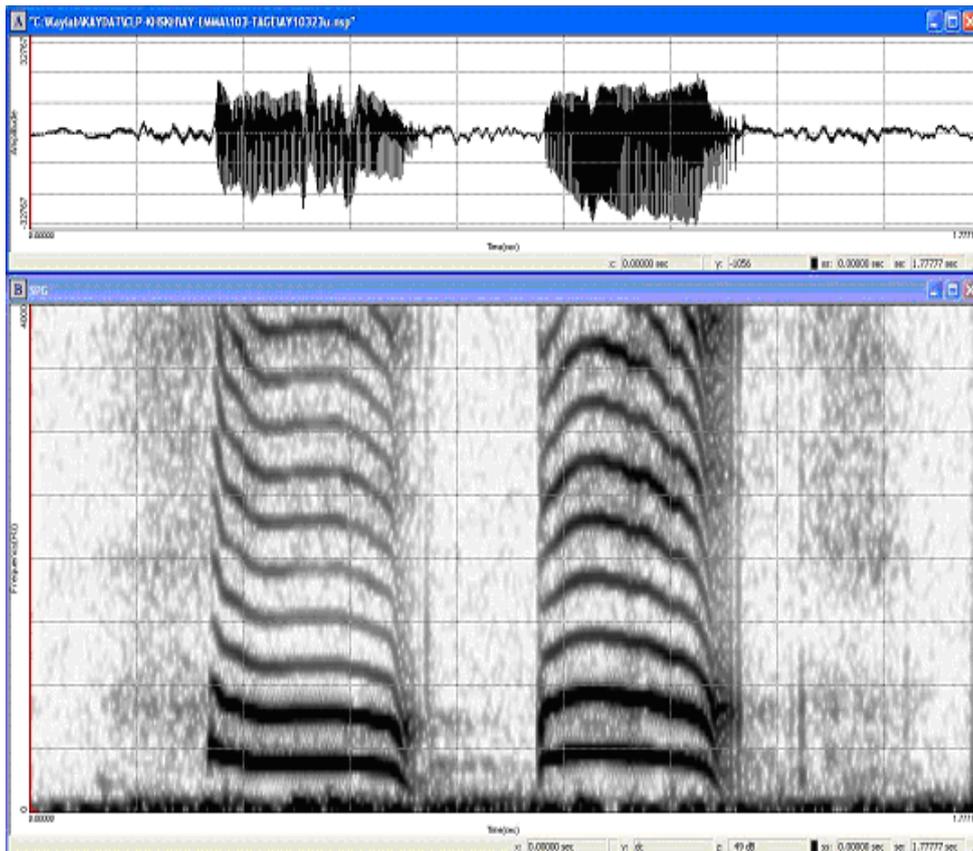


Abbildung 1: Schmalbandspektrogramm der segmentierten Lautäußerung aus Abbildung 2 im unteren Fenster (Frequenz/ Zeit) und Darstellung desselben Signals im Zeitbereich (Amplitude/ Zeit) im oberen Fenster

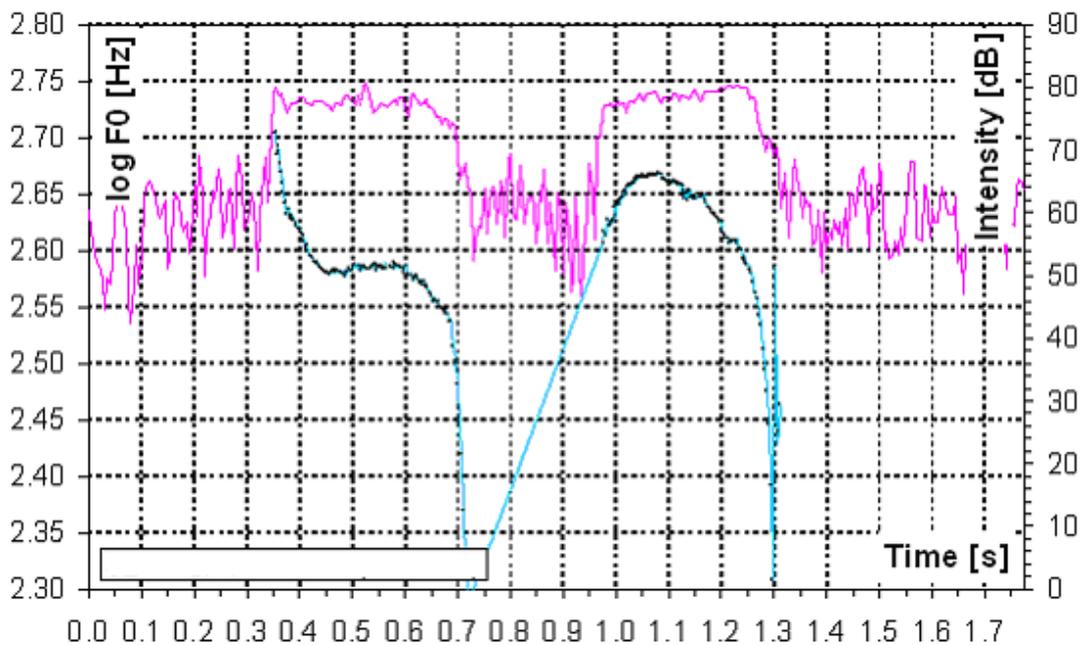


Abbildung 2: Melodie-/Intensitätsgraphik einer segmentierten Lautäußerung; Darstellung des Grundfrequenzverlaufs (blau) und Intensitätsverlaufs (rot) mit CDAP

## 2.4 Datenanalyse

Hauptanliegen der Arbeit war es, die Lautäußerungen der Säuglinge anhand ihrer melodisch-rhythmischen Struktur in festgelegte Kategorien einzuordnen und dabei entsprechend der spektralen Eigenschaften und Klanggestaltung des Lautes nach Vokalisationstypen zu differenzieren. Diese Kategorisierung und Identifizierung erfolgte mit Hilfe des CDAP-Systems.

### 2.4.1 Kategorisierung nach Strukturmerkmalen der Melodie und des Rhythmus

Für die Zielstellung der vorliegenden Arbeit wurde die melodisch-rhythmische Struktur jedes einzelnen der insgesamt 4812 Laute von der Autorin bestimmt und kategorisiert. Für die ermittelten Kategorien (vgl. Lind, 2007) wurde nachfolgend der Anteil an Lauten mit Einfacher Melodiestructur (Einfachbögen) und Komplexer Melodiestructur berechnet. Letztere wurden nach Rhythmus weiter in segmentierte (Segmentierte Laute) und nicht segmentierte komplexe Strukturen (Mehrfachbögen) differenziert.

Zur Differenzierung zwischen einfachen und komplexen Strukturen diente die Anzahl der Melodiebögen pro Laut (ein versus mehr als ein Bogen). Unter einem Bogen versteht man ein Ansteigen und nachfolgendes Abfallen der Melodie. Für die vorliegende Klassifizierung ist er definiert durch einen Mindesthub von drei Halbtonschritten und einer Mindestlänge von 300ms bei einem einzelnen Bogen (Schreilaute); bei den Übergangs- und Babbellauten konnte das Hubkriterium auch verletzt werden, da diese typischerweise geringere Frequenzmodulationsamplituden zeigen.

Liegt mindestens eine Segmentierung innerhalb einer Vokalisation vor, wird der Laut den segmentierten komplexen Melodiestructuren, „Segmentierten Lauten“ (SL), zugeordnet. Unter einer Segmentierung versteht man eine phonatorische Pause innerhalb einer Vokalisation, ohne dass eine Inspiration erfolgt. Für die vorliegende Klassifizierung wird eine Segmentierung als ein abrupter Abfall der Intensität um mindestens 10 dB definiert. In Abbildung 2 zeigt ein Diagramm die Melodie (den Grundfrequenzverlauf, blaue Linie in log [Hz]) und den Intensitätsverlauf (rote Linie in [dB]) einer segmentierten Lautäußerung. Der Einbruch der Intensität bei 0,7 bis etwa 0,97 Sekunden ist durch die

phonatorische Pause bedingt. Die Lautäußerung besteht aus zwei durch eine Segmentierung getrennte Melodiebögen.

In diese Einteilung nicht miteinbezogen werden so genannte Kurzlaute mit einer Länge von weniger als 300ms, weiterhin Signale, die zu mehr als zwei Dritteln verrauscht sind, d.h. die Harmonischenstruktur durch Instabilität der Stimmbänder oder durch Hintergrundgeräusche zerstört ist; außerdem Laute, die keiner der genannten Kategorien zugeordnet werden können.

Um die Laute entsprechend ihrer Komplexität zu klassifizieren, werden die Einfachbögen als Einfache Strukturen (ES) definiert und die Summe aus Mehrfachbögen und segmentierten Lauten als Komplexe Strukturen (KS).

**Tabelle 6: Übersicht über die Kategorien der Melodie- und Rhythmusstruktur**

ohne Segmentierung	Einfachbögen (1B)	Einfache Strukturen (ES)
	Mehrfachbögen (MB)	Komplexe Strukturen (KS)
mit Segmentierung	Segmentierte Laute (SL)	

#### 2.4.2 Bestimmung des Melody-Complexity-Index (MCI)

Der Melody-Complexity-Index (MCI) (Wermke et al., 2007) dient dazu, den Grad der jeweils erreichten Komplexität in den erzeugten Melodiestructuren durch eine einfache Maßzahl zu charakterisieren. Er ist definiert als der Quotient aus der Anzahl der Komplexen Strukturen (KS) durch die Summe aus den Einfach (ES)- und Komplexen Strukturen (s. Tabelle 6).

$$\text{MCI} = \text{KS} / (\text{ES} + \text{KS})$$

#### 2.4.3 Differenzierung nach Vokalisationstypen

Die Lautäußerungen im Untersuchungszeitraum wurden den folgenden drei Vokalisationstypen zugeordnet: Schreilaut-Cry (C), Übergangslaut (Ü) und Babbellaut (B). Zur Auswertung wurden die Gruppen Ü und B zu BU zusammengefasst, um eine größere Datenbasis zur Verfügung zu haben. Die Einteilung erfolgte vorwiegend durch akustische Analyse.

Cry-Laute können der Phase des Phonationsstadiums nach Oller (2000) zugeordnet werden. Übergangslaute sind Vokalisationen, die den Übergang von Schrei- zu Nicht-Schrei-Lauten repräsentieren. Häufig äußert der Säugling diese Laute im Kontext eines Übergangs vom Weinen zu „freundlicher“

Kommunikation (Gurren, Babbeln). Diese Laute fallen in das primitive Artikulationsstadium (Primitive Articulation Stage; erster bis vierter Lebensmonat) nach Oller (2000). Hier bewegen die Säuglinge bei weicher Phonation ihren Vokaltrakt, so dass Zungenrücken und Zungenwurzel an Rachen oder Gaumen stoßen. Neben ihrem charakteristischen Klang zeigen die Übergangslaute in den Spektrogrammen typische Merkmale, wie z. Bsp. die Verstärkung einzelner Harmonischer.

Babbellaute enthalten klare Vokale und Konsonanten. Die ersten Babbler entstehen nach Oller im Expansionsstadium (Expansion stage; dritter bis achter Lebensmonat). Das Kind produziert vokalähnliche Laute, bei denen der Mund geöffnet ist und die Lippen und die Zunge artikulatorisch tätig sind. Diese Vokale werden „volle Vokale“ genannt und zeigen „volle Resonanz“ (Oller, 2000). Durch veränderte Resonanzverhältnisse entstehen typische Formanten.

## **2.5 Statistische Analyse**

Die ermittelten Strukturtypen wurden in Exceltabellen (Microsoft Excel 2002) gespeichert und zunächst in ihrer relativen Häufigkeit bestimmt, um sie der statistischen Auswertung zugänglich zu machen. Die relativen Häufigkeiten und der MCI wurden dabei für die einzelnen Kinder im jeweils angegebenen Zeitraum berechnet (Mindestzahl der Werte, aus denen die entsprechenden Größen ermittelt werden: fünf). Anschließend wurden die Kindmittelwerte über die Gruppe gemittelt.

Bei den statistischen Analysen wurde für jede Testgröße zunächst stets die Normalverteilung geprüft. Hierzu wurde neben den Q-Q Plots der Test nach Shapiro Wilk verwendet, da die Anzahl der zu prüfenden Werte unter 40 lag. Bei einem Signifikanzniveau von  $p > 0,05$  wurde von hinreichender Normalverteilung ausgegangen. In diesem Fall wurden als parametrische Tests die T-Tests auf Mittelwertunterschiede angewendet und zwar entsprechend der Situation der Test bei abhängigen Stichproben (Vergleich des MCI von derselben Gruppe zu verschiedenen Zeitabschnitten) oder die Testung bei unabhängigen Stichproben (Vergleich des MCI der einen Gruppe mit dem der anderen Gruppe). War keine hinreichende Normalverteilung der zu prüfenden Werte gegeben, folgten als nichtparametrische Tests der Wilcoxon Test bei

zwei abhängigen Stichproben oder bei mehr als zwei abhängigen Stichproben der Friedman Test; als nichtparametrischer Test für zwei unabhängige Stichproben wurde der U-Test nach Mann-Whitney gewählt.

Die Medianwerte und die Verteilung des MCI wurden in Boxplots dargestellt.

In statistische Analysen oder graphische Darstellungen, die abhängige Stichproben vergleichen, gehen nur die Probanden in die Berechnung mit ein, die auch Werte in beiden Stichproben aufweisen. Da nicht alle Kinder in den jeweiligen Zeitabschnitten Werte aufweisen, muss dies berücksichtigt werden. Stellen also die Boxplot-Diagramme die MCI Verteilungen von derselben Gruppe zu verschiedenen Zeiträumen dar, fehlen hier die Kinder, bei denen nicht in allen dargestellten Zeiträumen ein MCI berechnet werden konnte. Aus demselben Grund erfolgte die statistische Analyse für den MCI von derselben Gruppe im Vergleich zwischen nur zwei und nicht drei verschiedenen Zeiträumen. Die deskriptiven Daten zu den Boxplots abhängiger MCI wurden in unabhängigen Analysen erstellt und entsprechen somit nicht genau der Graphik. Es wurde stets kontrolliert, inwiefern sich die Ergebnisse durch Berechnungen aus vergrößerten Datensätzen ändern und ob sich die beobachteten Trends bestätigen.

Die Gegenüberstellung der 1B, MB und SL erfolgte in Balkendiagrammen, um die Abhängigkeit der drei Parameter zu berücksichtigen. Die Darstellung zum Vergleich der nach weiteren medizinischen Parametern unterteilten OFS-Gruppe erfolgte als Boxplot, um die Streuung der Werte darzustellen. Um hier zu prüfen, ob sich die Gruppen der unterteilten OFS-Kinder statistisch signifikant unterscheiden, wurde die Differenz zwischen den prozentualen Auftrittswahrscheinlichkeiten der MB zu denen der SL-Laute für jedes Kind bestimmt und die Gruppen nach dem Mann-Whitney Test miteinander verglichen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur unabhängig vom Vokalisationstyp

Die melodisch-rhythmische Struktur wurde zunächst anhand aller Laute eines Kindes unabhängig vom Vokalisationstyp untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind nachfolgend durch MCI-Werte (s. Kapitel 2.4.2) und Häufigkeitsdiagramme dargestellt.

##### Analyse anhand des MCI

Der MCI (s. Kapitel 2.4.2), ermittelt aus allen Lauten eines Kindes, unabhängig vom Vokalisationstyp, wurde für jeden der drei Untersuchungszeiträume berechnet und anschließend über die Kinder der OFS- bzw. der KG-Gruppe gemittelt.

Im Vergleich des MCI über die drei Zeiträume ergibt sich sowohl für die KG-Gruppe ( $p=0,794$ , Test nach Friedman) als auch für die OFS-Gruppe ( $p=0,109$ , Test nach Friedman) keine signifikante Änderung.

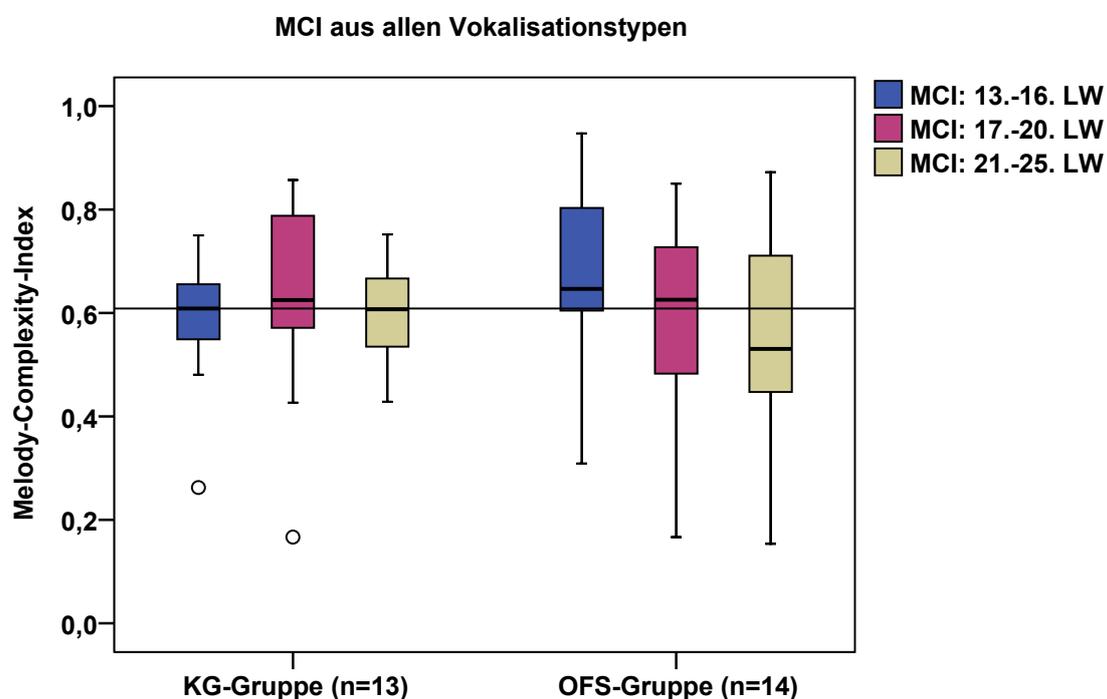


Abbildung 3: Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in den drei Zeitabschnitten

Da nicht jedes Kind in allen drei Zeiträumen mit Daten vertreten ist und somit im Boxplot Diagramm erscheint, wurden die deskriptiven Daten unter Einbeziehung auch dieser Kinder ermittelt und dargestellt (s. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in den drei Zeitabschnitten**

Gruppe	Anzahl der Kinder	Zeitraum [LW]	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum
KG	14	13.-16.	0,57	0,14	0,61	0,26	0,75
	13	17.-20.	0,63	0,19	0,63	0,17	0,86
	23	21.-25.	0,65	0,14	0,63	0,43	0,92
OFS	16	13.-16.	0,66	0,16	0,62	0,31	0,95
	16	17.-20.	0,58	0,22	0,63	0,09	0,85
	16	21.-25.	0,54	0,22	0,53	0,09	0,87

In der KG-Gruppe bleibt sowohl im Diagramm als auch unter Berücksichtigung aller Kinder der Gruppe der Median des MCI über die drei Zeiträume relativ konstant. Vom 1. zum 2. Zeitraum zeichnet sich in der KG-Gruppe eine leichte Zunahme des Medians sowohl im Diagramm als auch in der Tabelle ab.

In der OFS-Gruppe bleibt der Median des MCI vom 1. zum 2. Zeitraum hin ebenfalls relativ stabil, zeigt aber im Diagramm einen tendenziellen Abfall. Vom 2. zum 3. Zeitraum ist in der OFS-Gruppe eine deutliche Abnahme um 10% gefunden worden.

Die arithmetischen Mittelwerte des MCI steigen vom 1. zum 3. Zeitraum in der KG-Gruppe kontinuierlich an, während sie in der OFS-Gruppe abnehmen.

Die Standardabweichung und das Boxplot Diagramm zeigen, dass die MCI-Werte innerhalb der OFS-Gruppe, insbesondere im 3. Zeitabschnitt, stärker variieren als in der KG-Gruppe.

Obwohl die Friedman-Tests bereits keine signifikante Änderung des altersabhängigen MCI bestätigt haben, wurde die Testung noch einmal im Paarvergleich wiederholt (Einbeziehung mehrerer Kindern möglich).

Da die MCI-Werte innerhalb der jeweiligen Zeiträume für alle Gruppenzusammenstellungen nach dem Shapiro Wilk Test hinreichend normalverteilt sind, wird für die Vergleiche der Mittelwerte der T-Test für abhängige Stichproben verwendet. Auch hier zeigte sich wiederum, dass sich der MCI des 1. zu dem des 2. Zeitraums, ebenso wie der des 2. zu dem des 3.

Zeitraums, statistisch nicht signifikant unterscheidet, sowohl in der KG-Gruppe als auch in der OFS-Gruppe (s. Tabelle 8).

**Tabelle 8: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp zwischen den Zeitabschnitten innerhalb beider Gruppen**

			Signifikanzniveau des T-Tests auf Mittelwertunterschiede bei abhängigen Stichproben		Signifikanzniveau des Shapiro Wilk Tests	
KG - G r u p p e	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=13	0,54	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,10	13.-16. LW
					0,14	17.-20. LW
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=13	0,50	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,14	17.-20. LW
					0,46	20.-21. LW
OFS - G r u p p e	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=15	0,46	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,52	13.-16. LW
					0,41	17.-20. LW
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=15	0,62	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,25	17.-20. LW
					0,67	20.-21. LW

Des Weiteren wurde getestet, ob sich der MCI der KG-Gruppe altersabhängig signifikant von dem der OFS-Gruppe unterscheidet.

Nach dem Shapiro Wilk Test sind die Werte für den MCI der entsprechenden Gruppen hinreichend normalverteilt. Der T-Test auf Mittelwertunterschiede liefert beim Vergleich des MCI zwischen den Gruppen innerhalb eines Zeitraumes keine Signifikanz. Im Zeitraum von der 21. bis zur 25. Woche ist allerdings aufgrund des geringen Signifikanzniveaus eine deutliche Tendenz dahingehend sichtbar, dass die OFS-Gruppe einen geringeren MCI aufweist als die Kontrollgruppe (s. Tabelle 9).

**Tabelle 9: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume**

Vergleich KG- versus OFS-Gruppe	Signifikanzniveau des T-Tests auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben			Signifikanzniveau des Shapiro Wilk Tests	Gruppe	
13.-16. LW	0,14	kein statistisch signifikanter Unterschied	n=14	0,20	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=16	0,36	OFS	
17.-20. LW	0,56	kein statistisch signifikanter Unterschied	n=13	0,14	KG	
			n=16	0,15	OFS	
21.-25. LW	0,06	deutliche Tendenz sichtbar	n=23	0,64	KG	
			n=16	0,63	OFS	

### **Relative Auftrittshäufigkeit segmentierter und nicht segmentierter komplexer Melodiestrukturen im zeitlichen Verlauf**

Die bezüglich des MCI gefundenen Resultate wurden in einem nächsten Schritt durch eine weitere, differenzierte Analyse ergänzt. Dazu wurden die komplexen Strukturen in segmentierte und nicht segmentierte Strukturen (vgl. Kapitel 2.4.1) unterteilt und bezüglich ihrer Auftrittshäufigkeit analysiert. Auch hierbei wurde zunächst der Vokalisationstyp nicht berücksichtigt. Die relativen Häufigkeiten wurden für jedes Kind bestimmt und nachfolgend über die Kinder für jede Gruppe arithmetisch gemittelt (s. Abbildung 4, Abbildung 5).

In der KG-Gruppe nimmt von der 13. bis zur 25. Lebenswoche der Melodiestrukturtyp 1B stetig ab, während der Typ SL stetig zunimmt und der Typ MB relativ konstant bleibt. In der OFS-Gruppe zeigt sich ein gegenläufiger Trend: 1B nimmt kontinuierlich zu, während MB und SL abnehmen. Der höhere Mittelwert des MCI der OFS-Gruppe im 1. Zeitraum (s. Tabelle 7) ist durch den höheren Anteil an SL bedingt, während die Häufigkeit der MB relativ gleich ist. Die gegenläufige Entwicklung bei der Auftrittshäufigkeit von SL zusammen mit der Abnahme der MB in der OFS-Gruppe bedingen den kleineren MCI-Mittelwert der OFS-Gruppe im 2. und 3. Zeitraum (s. Tabelle 7).

Betrachtet man alle drei Zeiträume zusammengefasst, beträgt der Quotient MB/SL in der Kontrollgruppe 1,1; in der OFS-Gruppe 1,0. Nicht segmentierte

und segmentierte komplexe Laute treten also in beiden Gruppen in einem ausgeglichenen Verhältnis auf (s. Anhang Tabelle 17).

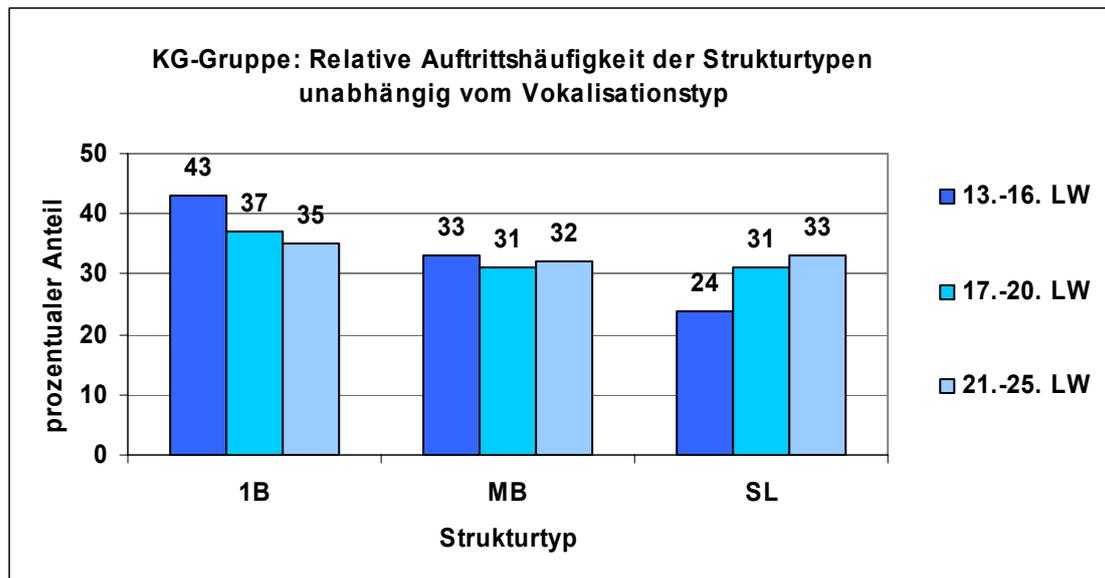


Abbildung 4: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf

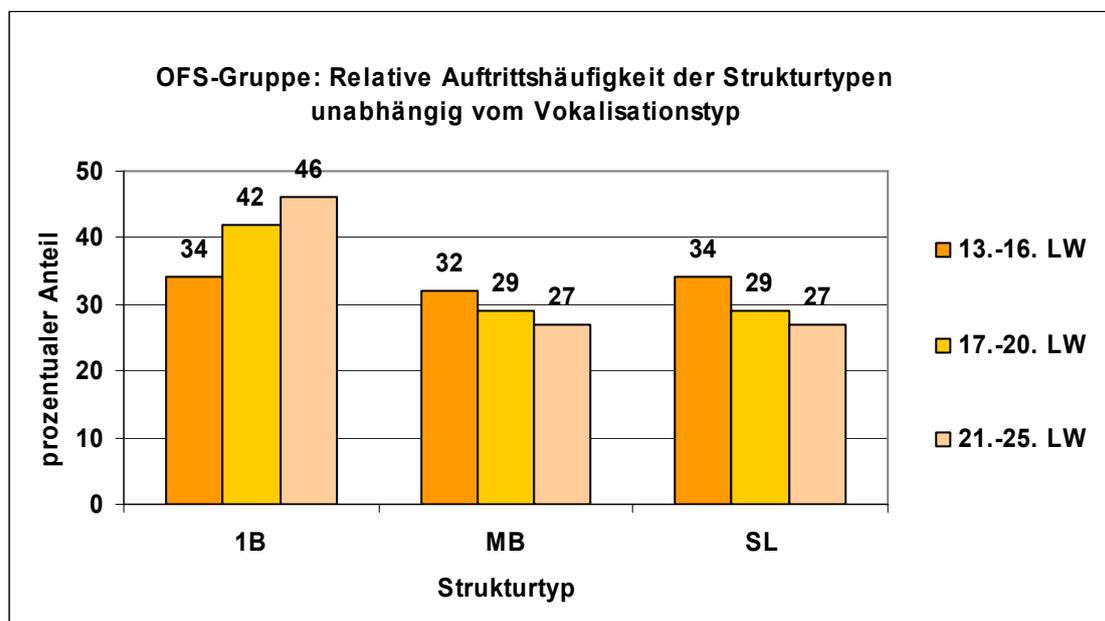


Abbildung 5: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei allen Lauten unabhängig vom Vokalisationstyp in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf

### 3.2 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur in Abhängigkeit vom Vokalisationstyp

Es wird angenommen, dass die melodisch-rhythmische Struktur vom Vokalisationstyp (s. Kapitel 2.4.3) abhängig ist. Daher ist es aufschlussreich, die

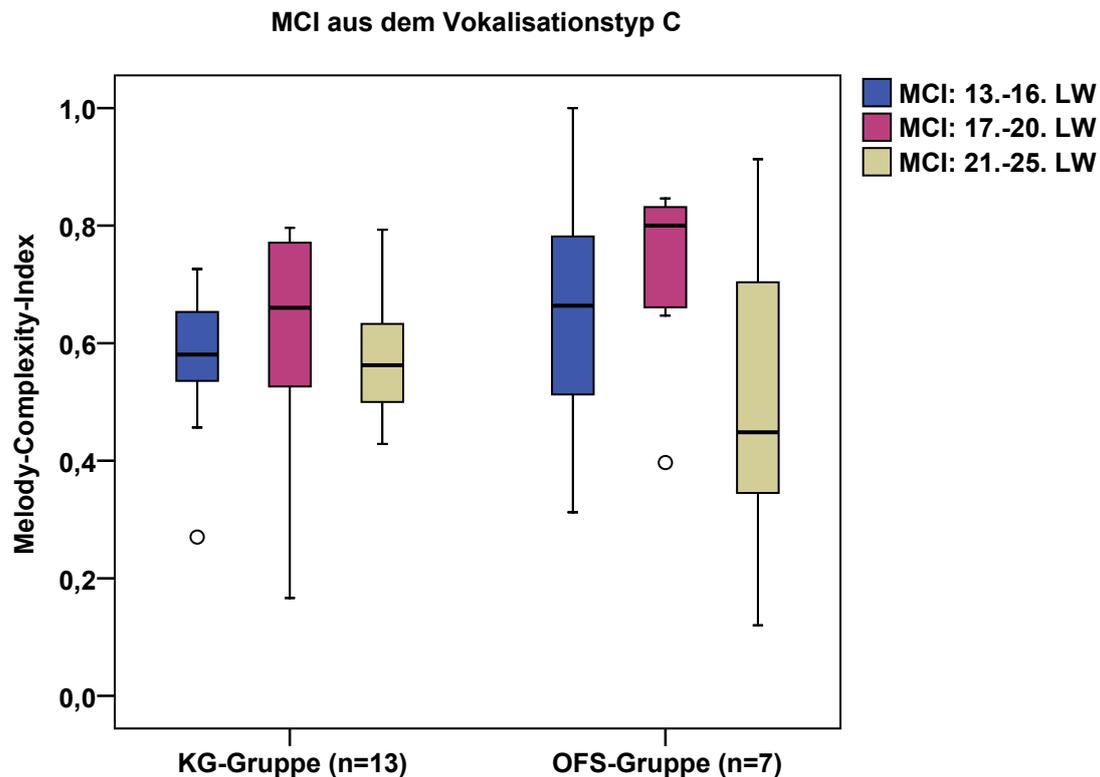
melodisch-rhythmische Struktur für die jeweiligen Vokalisationstypen getrennt aufzuzeigen und differenzierter zu analysieren, ob und inwiefern sich die OFS-Gruppe darin von der KG-Gruppe unterscheidet. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass die Vokalisationstypen in den Untersuchungsgruppen unterschiedlich stark vertreten sind. Während in der KG-Gruppe der Vokalisationstyp C mit 91% (13.-16. Lebenswoche), 83% (17.-20. Lebenswoche) und 86% (21.-25. Lebenswoche) überwiegt, liegt er in der OFS-Gruppe, in derselben Reihenfolge genannt, nur mit 44%, 30% und 26% vor.

### **3.2.1 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur bei Lauten des Vokalisationstyps C**

Die melodisch-rhythmische Struktur wird im Folgenden nur für die Laute des Vokalisationstyps C untersucht (s. Kapitel 2.4.3).

#### **Analyse anhand des MCI**

Der MCI (s. Kapitel 2.4.2), ermittelt aus den Lauten des Vokalisationstyps C, wird für jeden der drei Zeiträume über die Kinder und nachfolgend über die Gruppen gemittelt. Der Friedman Test ergibt im Vergleich über die drei Zeiträume sowohl in der KG-Gruppe ( $p=0,368$ ) als auch in der OFS-Gruppe ( $p=0,368$ ) keine signifikante Änderung des MCI.



**Abbildung 6: Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C in den drei Zeitabschnitten**

Da nicht von jedem Kind in allen drei Zeitabschnitten Daten vorliegen, wurden neben dem Boxplot auch die deskriptiven Daten unter Einbeziehung auch derjenigen Kinder ermittelt, die nur in einzelnen Zeiträumen Daten aufweisen.

**Tabelle 10: Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C in den drei Zeitabschnitten**

Gruppe	Anzahl der Kinder	Zeitraum [LW]	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum
KG	14	13.-16.	0,56	0,13	0,57	0,27	0,73
	13	17.-20.	0,62	0,18	0,66	0,17	0,80
	23	21.-25.	0,64	0,14	0,61	0,43	0,92
OFS	15	13.-16.	0,72	0,20	0,68	0,31	1,00
	8	17.-20.	0,63	0,28	0,74	0,05	0,84
	15	21.-25.	0,55	0,28	0,53	0,12	0,91

Im Diagramm wird deutlich, dass in beiden Untersuchungsgruppen der MCI in der 2. Altersperiode höher liegt als davor und danach. Bezieht man alle Kinder mit ein (s. Tabelle 10) liegt der Medianwert in diesem Alter ebenfalls am höchsten. Bei beiden Betrachtungen, auch unter Berücksichtigung des

arithmetischen Mittelwertes, liegt der MCI der OFS-Gruppe im 1. Zeitraum deutlich über dem der KG-Gruppe und fällt dann im 3. Zeitraum wieder deutlich unter das Niveau der KG-Gruppe. Statistisch signifikante Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen konnten nicht gefunden werden (s. Tabelle 11; sehr kleine Stichprobe).

Ein großer Interquartilrange des MCI liegt innerhalb der KG-Gruppe im 2. Zeitraum und innerhalb der OFS-Gruppe im 1. und 3. Zeitraum vor.

**Tabelle 11: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C zwischen den Zeitabschnitten innerhalb beider Gruppen**

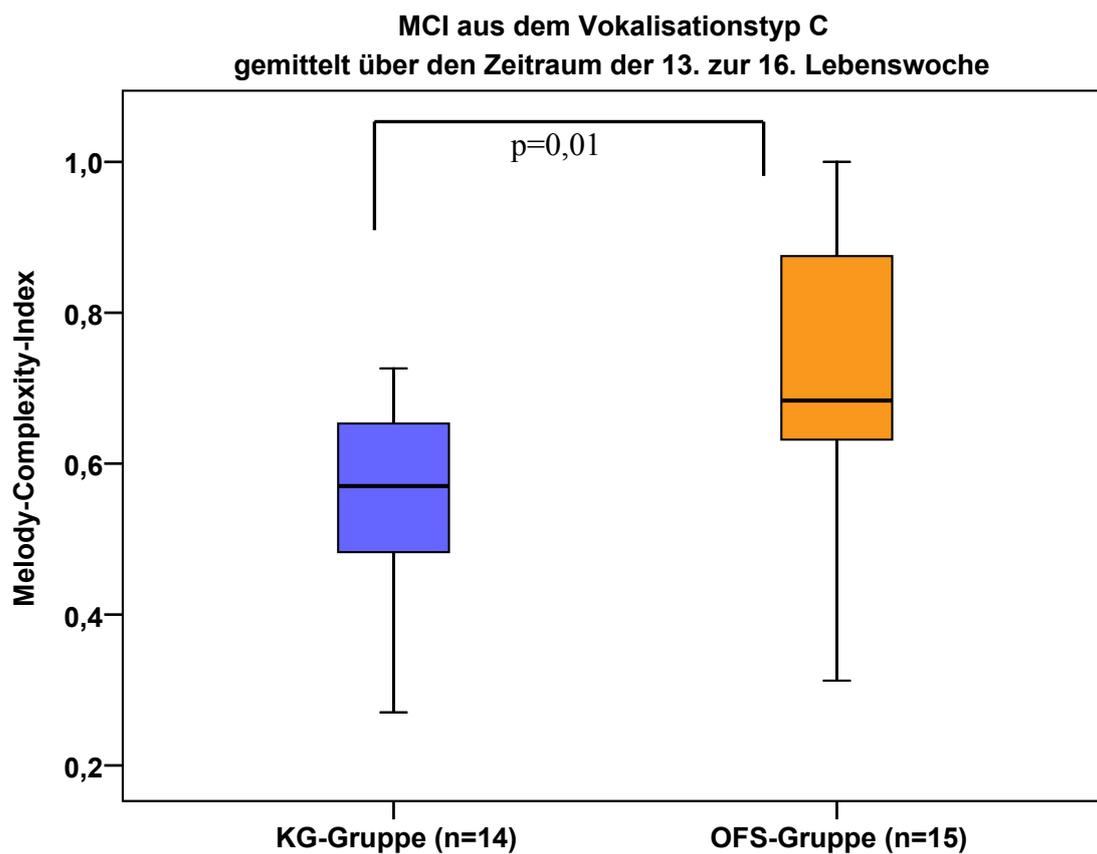
			Signifikanzniveau des Wilcoxon Tests		Signifikanz- niveau des Shapiro Wilk Tests	
KG - G r u p p e	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=13	0,51	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,26	13.-16. LW
					0,05	17.-20. LW
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=13	0,28	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,05	17.-20. LW
					0,55	20.-21. LW
OFS - G r u p p e	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=7	0,50	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,98	13.-16. LW
					0,05	17.-20. LW
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=8	0,26	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,02	17.-20. LW
					0,18	20.-21. LW

Unterschiede fanden sich jedoch im Vergleich der Gruppen miteinander. Der T-Test auf Mittelwertunterschiede liefert beim Vergleich des MCI der KG-Gruppe gegen den der OFS-Gruppe im Zeitraum von der 13. bis zur 16. Woche Signifikanz ( $p=0,01$ ; hinreichende Normalverteilung nach Shapiro Wilk,  $p=0,33$  in der KG-Gruppe,  $p=0,62$  in der OFS-Gruppe). Der MCI der OFS-Gruppe (0,72) ist signifikant höher als der MCI der Kontrollgruppe (0,56).

In den darauf folgenden Zeiträumen der 17. zur 20. Woche und der 21. zur 25. Lebenswoche unterscheiden sich die MCI der beiden Gruppen statistisch nicht signifikant voneinander (s. Tabelle 12).

**Tabelle 12: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume**

Vergleich KG- versus OFS-Gruppe	Signifikanzniveau			Signifikanzniveau des Shapiro Wilk Tests	Gruppe	
13.-16. LW	0,01 (T-Test)	hoch signifikant	n=14	0,33	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=15	0,62	OFS	
17.-20. LW	0,27 (Mann-Whitney Test)	kein statistisch signifikanter Unterschied	n=13	0,05	KG	keine hinreichende Normalverteilung
			n=8	0,02	OFS	
21.-25. LW	0,30 (T-Test)	kein statistisch signifikanter Unterschied	n=23	0,43	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=15	0,22	OFS	



**Abbildung 7: Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps C für den Altersabschnitt der 13. bis zur 16. Lebenswoche, KG-Gruppe gegen OFS-Gruppe**

**Relative Auftrittshäufigkeit segmentierter und nicht segmentierter komplexer Melodiestructuren bei Lauten des Vokalisationstyps C im zeitlichen Verlauf**

Die bezüglich des MCI gefundenen Resultate für den Vokalisationstyp C werden nachfolgend durch eine weitere Analyse ergänzt. Dazu werden die komplexen Strukturen in segmentierte und nicht segmentierte Strukturen (s. Kapitel 2.4.1) unterteilt und bezüglich ihrer Auftrittshäufigkeit analysiert, wobei nur Laute des Vokalisationstyps C berücksichtigt werden. Die relativen Häufigkeiten werden für jedes Kind und nachfolgend über die Kinder für jede Gruppe arithmetisch gemittelt (s. Abbildung 8, Abbildung 9).

Die stetige Abnahme der 1B in der KG-Gruppe, bzw. die stetige Zunahme der 1B in der OFS-Gruppe mit dem Alter, sowie die gegenläufigen Entwicklungstrends der Auftrittshäufigkeiten der SL-Struktur entsprechen den Befunden, die bereits bei der Analyse unabhängig vom Vokalisationstyp gemacht wurden (s. Kapitel 3.1). In der ersten Altersperiode tritt der Strukturtyp SL in der OFS-Gruppe um durchschnittlich 19% häufiger auf als in der KG-Gruppe. Der Strukturtyp MB tritt dagegen durchschnittlich 2% seltener auf. Dem signifikant höheren MCI der OFS-Gruppe in diesem Zeitraum (s. Tabelle 12) liegt also nur eine höhere Anzahl an SL, nicht aber an MB zugrunde. In den folgenden zwei Altersperioden nähern sich die mittleren Auftrittshäufigkeiten von SL in beiden Gruppen an, im letzten Zeitabschnitt fällt in der OFS-Gruppe der Anteil der MB deutlich unter das Niveau der KG-Gruppe ab. Der beobachtete, aber statistisch nicht signifikant geringere MCI der OFS-Gruppe im 3. Zeitraum ist also hauptsächlich durch einen geringeren Anteil an MB bedingt, während der Strukturtyp SL in beiden Gruppen ähnlich oft vertreten ist. Betrachtet man die drei Untersuchungszeiträume zusammengefasst, ergibt sich in der KG-Gruppe ein Quotient der MB/SL von 1,0, in der OFS-Gruppe dagegen von nur 0,7. Während das Verhältnis in der KG-Gruppe ausgeglichen ist, treten in der OFS-Gruppe SL-Strukturen deutlich häufiger als MB-Strukturen auf (s. Anhang Tabelle 17).

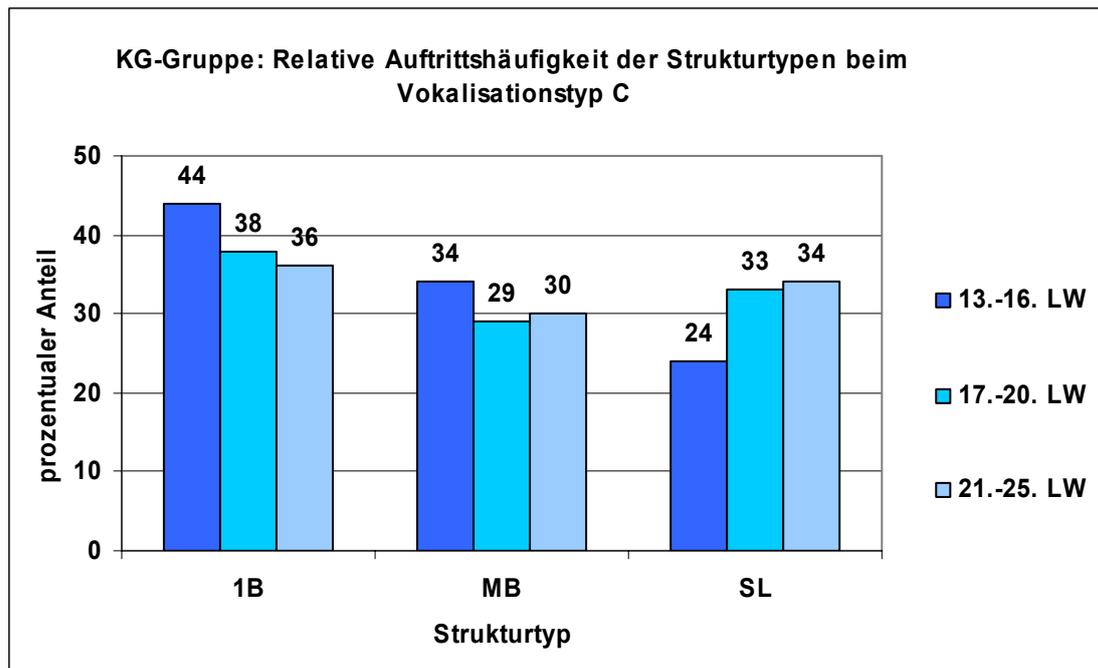


Abbildung 8: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps C in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf

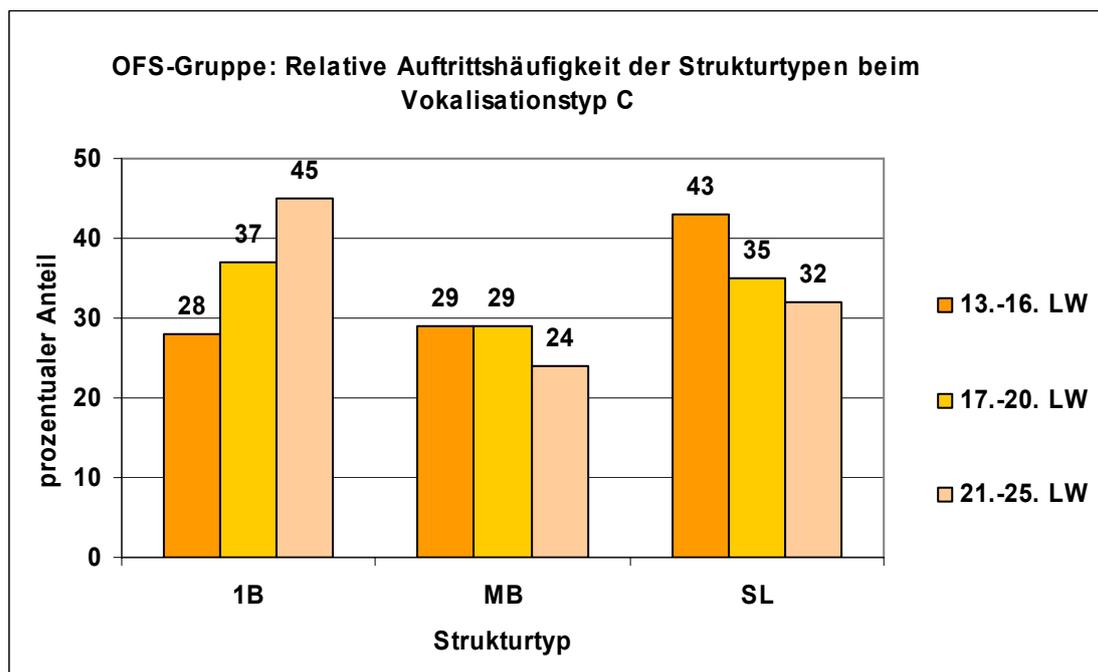


Abbildung 9: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps C in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf

### 3.2.2 Analyse der Melodie- und Rhythmusstruktur bei Lauten des Vokalisationstyps BU

Die melodisch-rhythmische Struktur wird im Folgenden nur für die Laute des Vokalisationstyps BU untersucht (s. Kapitel 2.4.1).

#### Analyse anhand des MCI

Der MCI (s. Kapitel 2.4.2), ermittelt aus den Lauten des Vokalisationstyps BU, wird für jeden der drei Zeiträume über die Kinder und nachfolgend über die Gruppen gemittelt.

Nach dem Friedman Test ergibt sich sowohl für die Kontrollgruppe ( $p=0,717$ ) als auch für die OFS-Gruppe ( $p=0,497$ ) keine signifikante Änderung des MCI über die drei Zeiträume.

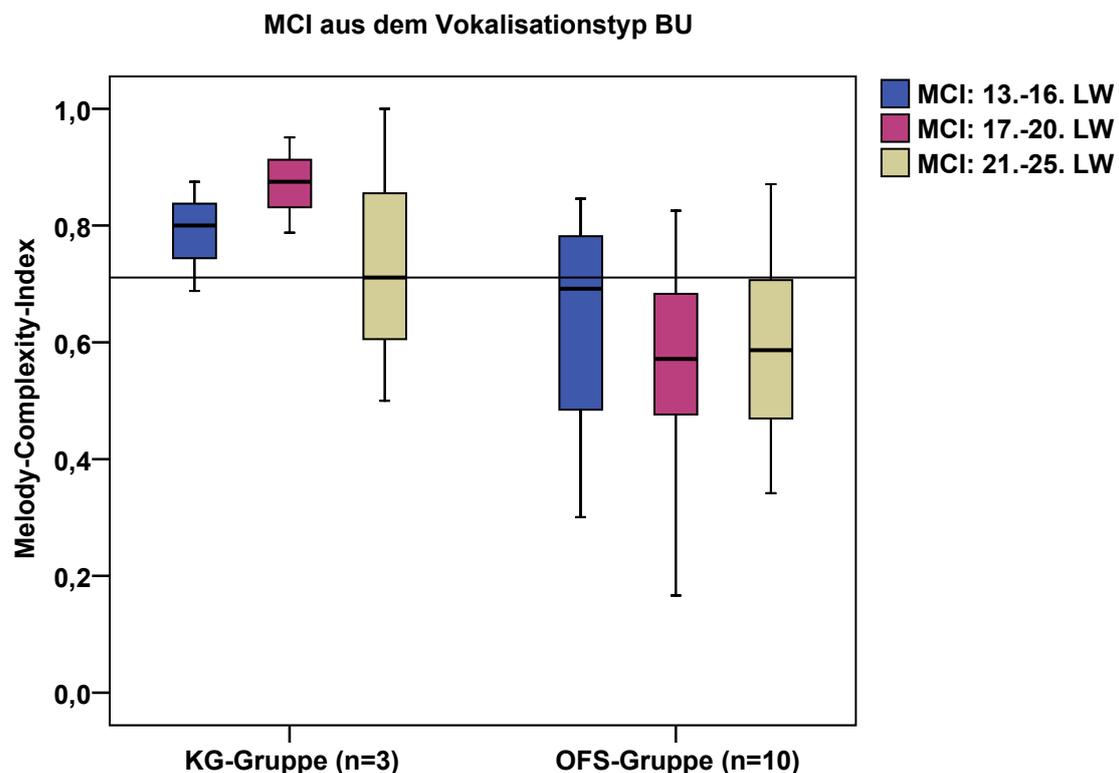


Abbildung 10: Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU in den drei Zeitabschnitten

Da auch hier nicht von jedem Kind Daten in allen drei Zeiträumen vorliegen, wurden neben dem Boxplot die deskriptiven Daten unter Einbeziehung auch derjenigen Kinder ermittelt, die nur in einzelnen Zeiträumen Daten aufweisen (s. Tabelle 13).

**Tabelle 13: Deskriptive Analyse des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU in den drei Zeitabschnitten**

Gruppe	Anzahl der Kinder	Zeitraum [LW]	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum
KG	6	13.-16.	0,62	0,25	0,68	0,17	0,88
	6	17.-20.	0,80	0,17	0,83	0,50	0,95
	9	21.-25.	0,73	0,18	0,73	0,50	1,00
OFS	14	13.-16.	0,62	0,18	0,61	0,30	0,85
	15	17.-20.	0,58	0,22	0,59	0,15	0,86
	14	21.-25.	0,57	0,21	0,59	0,07	0,87

Medianwerte und Mittelwerte zeigen vom 1. zum 3. Zeitraum hin einen vergleichbaren Trend.

In der KG-Gruppe steigt der MCI vom 1. zum 2. Zeitraum deutlich an, um dann vom 2. zum 3. Zeitraum wieder abzufallen.

In der OFS-Gruppe sinkt der MCI vom 1. zum 2. Zeitraum ab und bleibt dann zum 3. Zeitraum annähernd stabil.

Mit Ausnahme eines gemeinsamen Mittelwertes im 1. Zeitabschnitt liegen alle MCI der OFS-Gruppe unter dem niedrigsten Niveau der MCI der KG-Gruppe.

Für den Vergleich zwischen dem MCI der 13. bis 16. Woche und dem MCI der 17. bis 20. Woche innerhalb der KG-Gruppe ergibt sich nur eine Anzahl von drei Kindern, die in den jeweiligen beiden Zeiträumen einen MCI aufweisen. Für den entsprechenden Vergleich des MCI der 17. bis 20. Woche und dem MCI der 20. zur 21. Woche stehen nur vier Probanden zur Verfügung. Aufgrund der geringen Datenmenge verzichte ich hier auf eine statistische Signifikanzuntersuchung.

In der OFS-Gruppe sind die Werte nach Shapiro Wilk normalverteilt; der Test auf Mittelwertunterschiede bei abhängigen Stichproben liefert keine Signifikanz (s. Tabelle 14).

**Tabelle 14: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU zwischen den Zeitabschnitten innerhalb der OFS-Gruppe**

			Signifikanzniveau des T-Tests auf Mittelwertunterschiede bei abhängigen Stichproben		Signifikanzniveau des Shapiro Wilk Tests	
KG-Gruppe	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=3				
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=4				
OFS-Gruppe	13.-16. LW versus 17.-20. LW	n=12	0,47	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,20	13.-16.LW
					0,63	17.-20.LW
	17.-20. LW versus 20.-21. LW	n=13	0,74	kein statistisch signifikanter Unterschied	0,25	17.-20.LW
					0,61	20.-21.LW

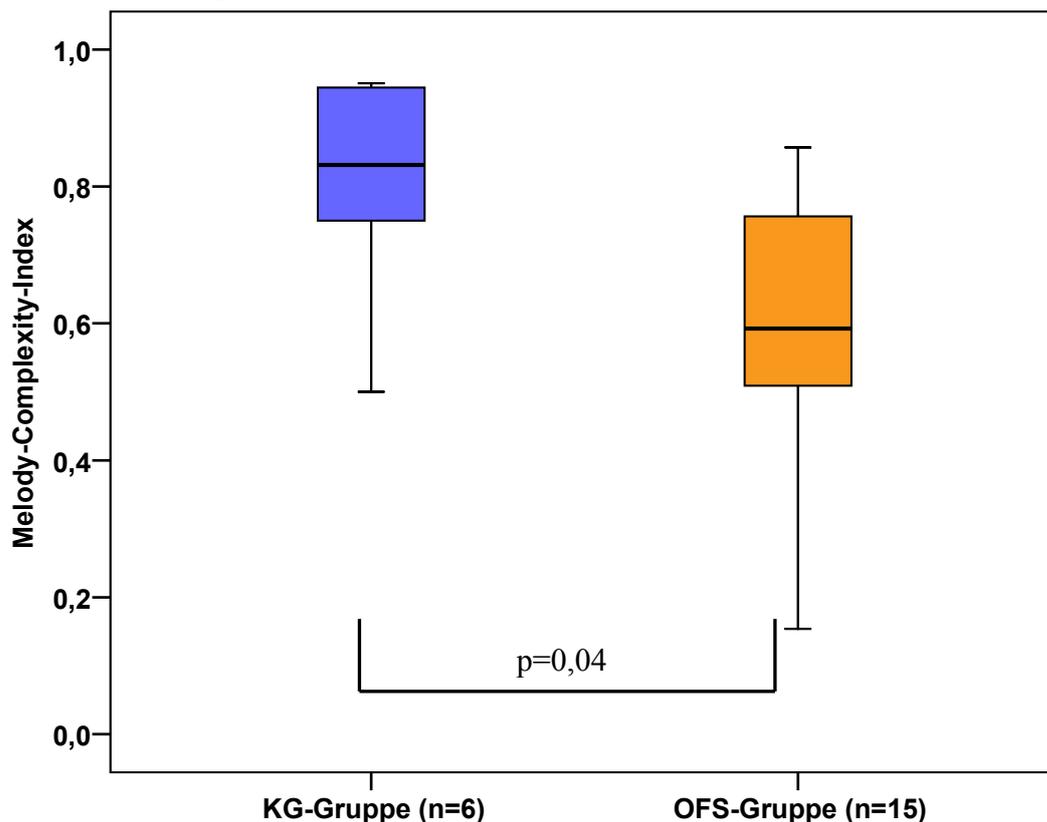
Beim Vergleich der MCI zwischen den Untersuchungsgruppen in den jeweiligen Zeitabschnitten handelt es sich nach Shapiro Wilk um hinreichend normalverteilte Stichproben (s. Tabelle 15); daher kann der T-Test für die Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben angegeben werden.

Zwischen dem MCI der KG-Gruppe und dem der OFS-Gruppe liegt im Zeitraum von der 13. zur 16. Lebenswoche kein signifikanter Unterschied vor. In der 17. zur 20. Lebenswoche wird das Signifikanzniveau ( $p=0,04$ ) erreicht. Die Kinder der OFS-Gruppe haben hier einen signifikant niedrigeren MCI (0,58) als die der KG-Gruppe (0,80) (s. Abbildung 11). Im nächsten Zeitabschnitt der 21. zur 25. Woche ist der deutliche Trend sichtbar, dass auch hier die Kinder der OFS-Gruppe einen niedrigeren MCI aufweisen als die Kinder der KG-Gruppe (s. Tabelle 15).

**Tabelle 15: Ergebnisse der statistischen Analyse auf Mittelwertunterschiede des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU zwischen der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe innerhalb der drei Zeiträume**

Vergleich KG-versus OFS-Gruppe	Signifikanzniveau des T-Tests auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben			Signifikanzniveau des Shapiro Wilk Tests	Gruppe	
13.-16. LW	0,96	kein statistisch signifikanter Unterschied	n=6	0,40	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=14	0,32	OFS	
17.-20. LW	0,04	signifikant	n=6	0,24	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=15	0,15	OFS	
21.-25. LW	0,06	deutliche Tendenz sichtbar	n=9	0,66	KG	hinreichende Normalverteilung
			n=14	0,50	OFS	

**MCI aus dem Vokalisationstyp BU  
gemittelt über den Zeitraum der 17. bis 20. Lebenswoche**



**Abbildung 11: Boxplot Diagramm des MCI berechnet aus den Lauten des Vokalisationstyps BU für den Altersabschnitt der 13. bis zur 16. Lebenswoche, KG-Gruppe gegen OFS-Gruppe**

**Relative Auftrittshäufigkeit segmentierter und nicht segmentierter komplexer Melodiestructuren bei Lauten des Vokalisationstyps BU im zeitlichen Verlauf**

Auch für den Vokalisationstyp BU werden die bezüglich des MCI gefundenen Resultate durch eine differenzierte Analyse ergänzt und die Auftrittshäufigkeiten der komplexen Strukturtypen MB und SL verglichen. Die relativen Häufigkeiten wurden nur aus den Lauten BU zunächst für jedes Kind berechnet und nachfolgend über die Kinder der Gruppe arithmetisch gemittelt (s. Abbildung 12, Abbildung 13).

Im ersten Zeitabschnitt von der 13. bis zur 16. Lebenswoche ist der Anteil an komplexen Strukturen insgesamt in beiden Gruppen gleich. Er setzt sich in der KG-Gruppe aus mehr als doppelt so vielen MB wie SL zusammen, während in der OFS-Gruppe ein etwas geringerer Anteil an MB als an SL vorliegt. Im zweiten Zeitabschnitt ist der im Vergleich zur KG-Gruppe signifikant niedrigere MCI der OFS-Gruppe in einem nur leicht geringeren Anteil an SL (4%) und einem deutlich geringeren Anteil an MB (17%) begründet. Im dritten Zeitabschnitt bleibt der Anteil an SL in beiden Gruppen ähnlich, wohingegen der deutlich geringere Anteil der MB der OFS-Gruppe im Vergleich zur KG-Gruppe bestehen bleibt.

Der Quotient MB/SL aus allen drei Zeiträumen berechnet beträgt in der Kontrollgruppe 1,9; in der OFS-Gruppe dagegen nur 1,1. Während in der Kontrollgruppe fast doppelt so viele MB wie SL auftreten, ist das Verhältnis in der OFS-Gruppe ausgeglichen.

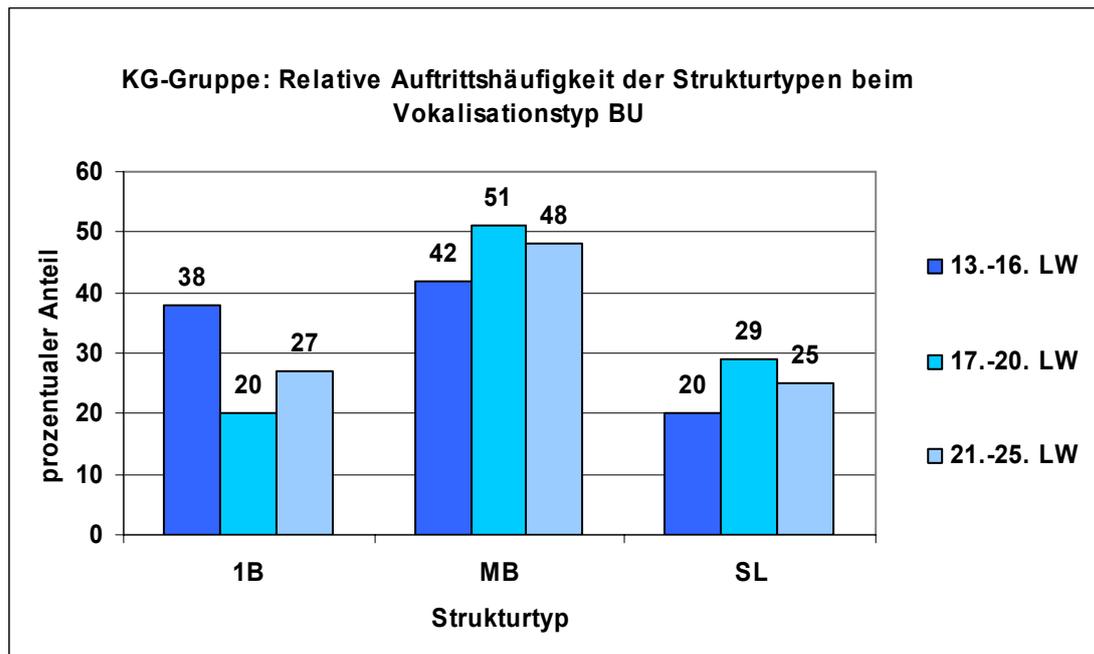


Abbildung 12: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU in der KG-Gruppe im zeitlichen Verlauf

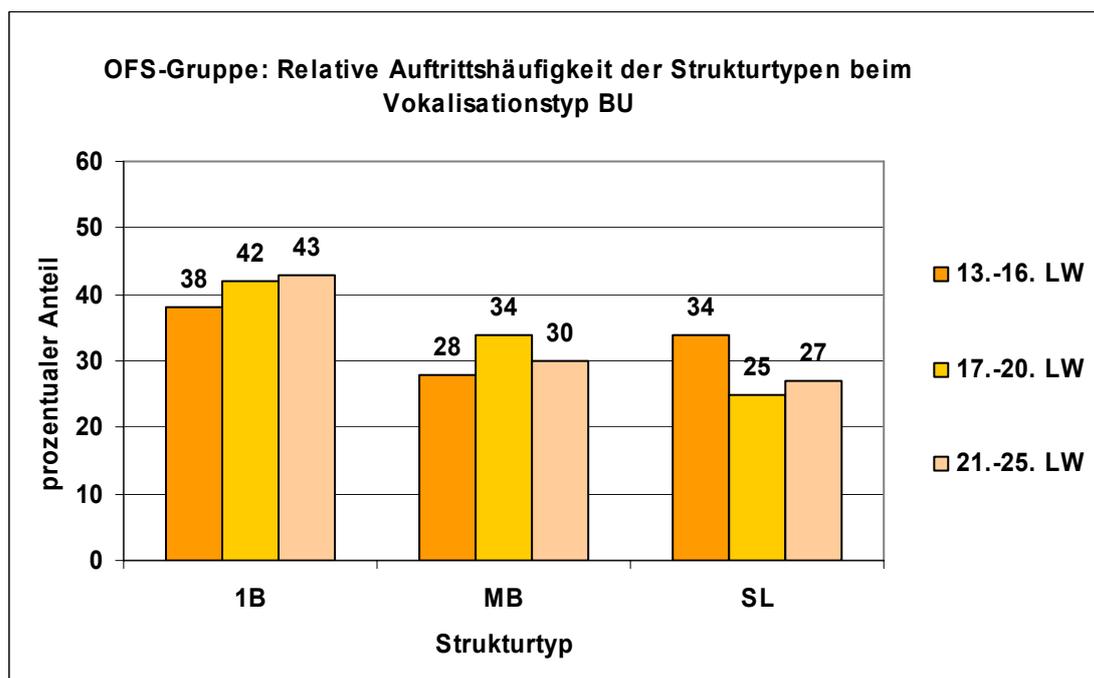
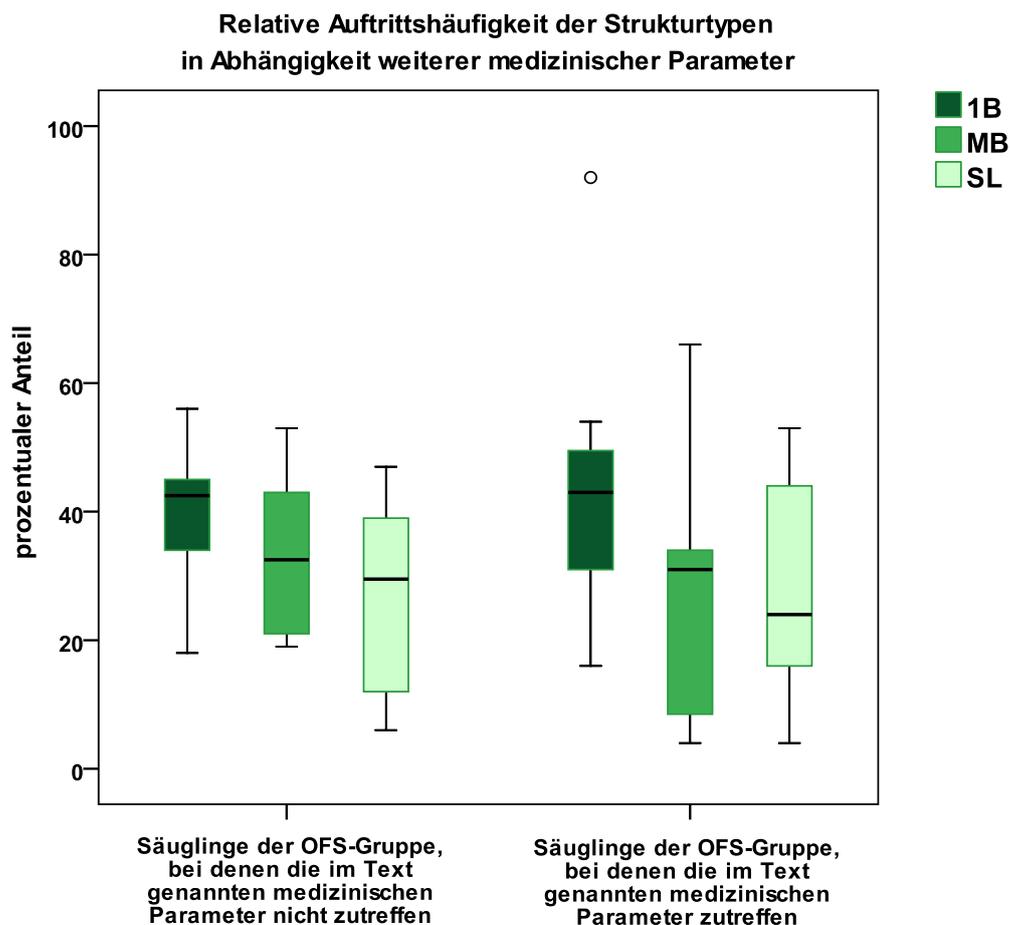


Abbildung 13: Balkendiagramm der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU in der OFS-Gruppe im zeitlichen Verlauf

### **3.3 Analyse der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL in Abhängigkeit zusätzlicher medizinischer Parameter**

Im Folgenden werden innerhalb der OFS-Gruppe die Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL in Abhängigkeit ausgewählter medizinischer Faktoren untersucht. Dazu wird die OFS-Gruppe bezüglich dieser Faktoren, die anschließend aufgelistet sind, weiter unterteilt: Frühgeburt, phototherapiepflichtige Hyperbilirubinämie, Anophthalmus mit gleichzeitigem Netzhautkolobom des anderen Auges, van der Woude-Syndrom und Pierre-Robin-Sequenz (s. Kapitel 2.1.1). Die Auftrittshäufigkeiten beziehen sich auf die während des gesamten Zeitraumes der 13. zur 25. Lebenswoche für jedes Kind vorliegenden Lautäußerungen des Vokalisationstyps BU. Es wurde bei den hier untersuchten Kindern ebenfalls analysiert, inwieweit sich die zusätzlichen medizinischen Parameter auf die Verteilungseigenschaften auswirken und welche interindividuellen Unterschiede sich zeigen. Der Vokalisationstyp BU erweist sich als besonders sensibel, um Besonderheiten aufzuzeigen, da hier die geringe Auftrittshäufigkeit der MB in der OFS-Gruppe gegenüber der KG-Gruppe als konsistenter Befund erhoben wurde. Der benannte Zeitraum stellt eine ausreichend große Datenmenge zur Verfügung. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot Diagramm.



**Abbildung 14: Boxplot Diagramm der Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU im Zeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche innerhalb der OFS-Gruppe in Abhängigkeit weiterer medizinischer Parameter**

**Tabelle 16: Deskriptive Analyse der Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen 1B, MB und SL bei den Lauten des Vokalisationstyps BU im Zeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche innerhalb der OFS-Gruppe in Abhängigkeit weiterer medizinischer Parameter**

Gruppe	Anzahl der Säuglinge	Strukturtyp	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Minimum	Maximum
Säuglinge der OFS-Gruppe <b>ohne</b> weitere medizinische Parameter	10	1B	39,20	11,39	42,5	18	56
		MB	33,70	11,80	32,5	19	53
		SL	26,80	15,00	29,5	6	47
Säuglinge der OFS-Gruppe <b>mit</b> weiteren medizinischen Parametern	7	1B	44,57	24,92	43,0	16	92
		MB	26,57	21,79	31,0	4	66
		SL	28,71	18,72	24,0	4	53

In beiden Gruppen sind die Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen annähernd gleich verteilt und spiegeln das Ergebnis des Säulendiagramms in Abbildung 13

wieder. Im Vergleich der beiden Gruppen miteinander fällt auf, dass bei den Kindern mit weiteren medizinischen Auffälligkeiten besonders im 3. Zeitraum der Medianwert der Auftrittshäufigkeit der SL geringer ist als der entsprechende Wert der anderen Gruppe. Dies bestätigt sich allerdings nicht bei Betrachtung des Mittelwertes (s. Tabelle 16). Weiterhin fällt auf, dass bei den Kindern mit weiteren medizinischen Auffälligkeiten die Standardabweichungen der Auftrittshäufigkeiten der MB deutlich größer sind als die entsprechenden Werte der anderen Gruppe.

Um zu prüfen, ob sich die Gruppen statistisch signifikant unterscheiden, wird der Mann-Whitney Test angewendet (s. Kapitel 2.5). Es besteht bei einem  $p=0,417$  keine Signifikanz.

Dies belegt die Berechtigung der Einbeziehung dieser Kinder in die OFS-Gruppe.

## 4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde eine spezifische Phase der vorsprachlichen Entwicklung untersucht, die durch das Auftreten von Weinlauten und deren Übergang zu Nichtschreilaute (Übergangslauten) und Babblern geprägt ist. Der Zeitraum der 13. bis zur 25. Lebenswoche, in dem sich die Melodie- und Rhythmusmerkmale der Schreie auch in Übergangs- und Babbellauten zeigen, ist bisher bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen bezüglich melodisch-rhythmischer Besonderheiten nicht untersucht worden. Da Melodie und Rhythmus wesentliche Elemente der späteren Sprachprosodie sind, gelten ihre Strukturveränderungen in der vorsprachlichen Trainingsphase als wichtiger Indikator einer ungestörten Entwicklung. Obwohl noch weitgehend unbekannt ist, inwieweit vorsprachliche Entwicklungsstörungen mit späteren Störungen des Sprech- und Spracherwerbs eines Kindes zusammenhängen (Chapman et al., 2003; Chapman et al., 2004; Lohmander et al., 2008), gibt es zahlreiche wissenschaftliche Hinweise für die Bedeutung der vorsprachlichen Trainingsprozesse (Wermke et al., 2005; Wermke et al., 2007; Wermke, 2008). Gerade in dem hier untersuchten Altersbereich finden oft die ersten Verschlussoperationen der Lippe, bei manchen Behandlungskonzepten auch die des Gaumens statt. Um die interdisziplinäre und individuelle Betreuung der Patienten zu optimieren, ist es daher unerlässlich, Erkenntnisse über die vorsprachlichen Entwicklungsverläufe zu sammeln.

### 4.1 MCI der KG- und der OFS-Gruppe

Wie im Einleitungsteil begründet, wurde bei der Analyse der melodisch-rhythmischen Struktur zwischen dem Vokalisationstyp „C“ (Weinlaute, Säuglingsschreie) und „BU“ (Übergangs- und Babbellaute) unterschieden. Die hier untersuchte Fragestellung beruht auf der Hypothese, dass sich im Untersuchungszeitraum vor allem die Nichtschreilaute, also die Übergangs- und Babbellaute, in ihrer Komplexität verändern. Diese Hypothese beruht wiederum auf dem von Wermke und Mende (Wermke & Mende, 1994; Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2009) postulierten Entwicklungsprogramm der Melodie. Nachdem in den ersten Lebensmonaten vor allem eine Komplexitätszunahme der Melodie von einböigen zu mehrböigen Strukturen im Weinen erfolgt,

werden analoge Entwicklungen für die Übergangs- und Babbellaute ab dem vierten Lebensmonat erwartet. Hier entstehen viele neuartige Laute, die das Vokalisationsrepertoire erweitern. Oller (2000) bezeichnet diese Phase daher als „Expansionsphase“. Um die hier beobachteten spezifischen Entwicklungsverläufe der OFS-Gruppe besser verständlich zu machen, diskutiere ich zunächst die Befunde der Kontrollgruppe.

Die Analyse der aufgetretenen Melodiestrukturen (s. Kapitel 2.4.1) in den Lauten der hier untersuchten Kinder der Kontrollgruppe von der 13. zur 25. Lebenswoche lieferte für Weinlaute, also den Vokalisationstyp C („Cry“), keine signifikanten Veränderungen bezüglich des Anteils der Lautäußerungen mit komplexen Strukturen. Der mittlere MCI lag zwischen 0,57 und 0,66 (Medianwerte). Im Prinzip bleibt das Verhältnis an komplexen Melodien zu einfachen, einbögigen Melodien auf einem Niveau, das bereits in den Monaten davor erreicht wurde. Die Daten von Birr (2009) zeigen Werte von 0,58 (Median, 2. Monat) und 0,56 (Median, 3. Monat). Sie fand einen sprunghaften signifikanten Anstieg des MCI der Kontrollgruppe vom 1. zum 2. Monat. Einen leichten, wenn auch nicht statistisch signifikanten Anstieg zeigen auch die Daten der hier untersuchten Kontrollgruppe vom Altersabschnitt der 13. zur 16. Lebenswoche zu dem der 17. zur 21. Lebenswoche von 0,57 auf 0,66 (Medianwerte). Allerdings scheint der Anteil von Weinlauten mit komplexer Melodiestruktur sich nicht wesentlich weiter zu erhöhen. Nimmt man die Daten der Kontrollgruppe von Steck-Walter (26. bis 60. Lebenswoche), dann bleibt der mittlere MCI bis zur 60. Lebenswoche bei einem Wert von 0,63 bei vergleichbaren Standardabweichungen. Der Anstieg im Abschnitt der 17. bis 20. Lebenswoche ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass das Auftreten prä-artikulatorischer Aktivitäten von der 9. bis zur 16. Lebenswoche nach Wermke et al. (2002) nachfolgend einen spezifischen Trainingsprozess auslöst, der eine erneute Komplexitätszunahme mit sich bringt.

Demgegenüber ist zu erwarten (vgl. Hypothese 1), dass die eigentliche Melodiekomplexitätszunahme in der hier untersuchten Expansionsphase vor allem bei den Übergangs- und Babbellauten zu beobachten ist. Dies ist in der Kontrollgruppe auch der Fall. Beginnend mit einem mittleren MCI von 0,68

(Medianwert) im Untersuchungsabschnitt der 13. zur 16. Lebenswoche konnte eine sprunghafte Zunahme bei der Erzeugung komplexer Übergangs- und Babbellaute in den darauf folgenden Wochen beobachtet werden (0,83, Medianwert). Damit werden im Altersabschnitt der 13. zur 16. Lebenswoche bereits durchschnittlich 68%, und im Altersabschnitt der 17. zur 20. Lebenswoche durchschnittlich 83% aller Übergangs- und Babbellaute mit einer komplexen Melodiestruktur erzeugt. Das ist ein deutlich höherer Anteil als bei den Weinlauten. Die Komplexität der Melodie wird also vorrangig bei den sprachähnlichen Übergangs- und Babbellauten beobachtet. Mit den Befunden bestätigt sich die Hypothese 1 für die Kontrollgruppe. In deren Übergangs- und Babbellauten erfolgt im Untersuchungszeitraum eine Komplexitätszunahme ähnlich zu derjenigen in den Weinlauten während des Zeitraumes der 1. zur 12. Lebenswoche. Hypothese 2 bestätigt sich für die Kontrollgruppe ebenfalls, da die Weinlaute im Untersuchungszeitraum keine wesentliche Veränderung zeigen; die Melodieentwicklung ist hier abgeschlossen.

Die Entwicklung der Melodie in den Vokalisationen der hier untersuchten OFS-Gruppe verläuft nicht in dieser Weise. Wie Birr (2009) berichtet, bleibt bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen bereits der Komplexitätszuwachs vom 1. zum 2. Monat in den Weinlauten aus; er erfolgt mit einer Verzögerung von etwa 4 bis 8 Wochen. Diese Entwicklung bestätigt sich durch die hier ermittelten Daten. Der MCI der OFS-Gruppe, der bei Birr (2009) im Altersabschnitt der 9. zur 12. Lebenswoche einen Wert von 0,60 (Medianwert) hatte, liegt bei den Weinlauten in den hier untersuchten Daten bei 0,68 (Medianwert) im Altersabschnitt der 13. zur 16. Lebenswoche und bei 0,74 (Medianwert) im Altersabschnitt der 17. zur 20. Lebenswoche. Damit zeigt sich eine Komplexitätszunahme vom Zeitraum der 9. zur 12. Lebenswoche zum Zeitraum der 17. zur 21. Lebenswoche in den Weinlauten von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen. Erst im Altersabschnitt der 21. zur 25. Lebenswoche geht der Wert auf 0,53 (Medianwert) zurück. Dieser Befund demonstriert einen entscheidenden Unterschied zwischen den Säuglingen mit und ohne orofaziale Spaltbildungen: Während die Melodieentwicklung bei den

Säuglingen ohne orofaziale Spaltbildungen in den ersten Lebenswochen intensiv und erfolgreich absolviert wurde, „trainieren“ die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen noch bis zum 5. Lebensmonat weiter. Dabei legen sie einen großen Eifer in dieses Training, was dazu führt, dass sie bis zu 74% aller geäußerten Weinlaute mit einer komplexen Melodiestructur erzeugen. Das ist ein Wert, den die Kontrollgruppe zu keinem Zeitpunkt erreicht.

Die für die Übergangs- und Babbellaute postulierte Komplexitätszunahme im Untersuchungszeitraum bleibt dagegen bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen aus. Beginnend mit einem MCI von 0,61 (Medianwert) im Altersabschnitt von der 13. zur 16. Lebenswoche, bleibt dieser auch im Abschnitt der 17. bis zur 25. Lebenswoche nahezu unverändert bei einem Wert von 0,59 (Medianwert). Damit wird Hypothese 1 für die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen nicht bestätigt. Gleiches gilt für Hypothese 2, denn die Melodieentwicklung in den Weinlauten läuft bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen auch in der hier untersuchten Expansionsphase weiter.

Die Daten von Steck-Walter (2007) von der 26. zur 60. Lebenswoche zeigen für die Übergangs- und Babbellaute der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen einen mittleren MCI von 0,74, ein Wert, den die Säuglinge der Kontrollgruppe bereits im 5. und 6. Lebensmonat erreichen. Die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen zeigen also eine deutliche Entwicklungsverzögerung, wie sie auch bei anderen Autoren postuliert wurde (Dieckmann, 1996; Hochmuth/Schaedler, 2000; Chapman et al., 2001).

## **4.2 Art der komplexen Strukturen**

Neben der Analyse des Komplexitätsgrads melodischer Strukturen war es auch Ziel der Arbeit, rhythmische Komponenten in ihrer Auftrittshäufigkeit zu untersuchen. Dazu wurde der Anteil an nicht segmentierten (MB) und segmentierten (SL) komplexen Strukturen für alle Vokalisationstypen zusammen und voneinander getrennt berechnet. In Hypothese 3 ist formuliert, dass basierend auf vorhergehenden Untersuchungen Abweichungen im Verhältnis dieser beiden Strukturkategorien bei der OFS-Gruppe erwartet werden.

Zwischen den beiden Gruppen wurde daher verglichen, welchen relativen Anteil die Strukturtypen MB und SL an der Zusammensetzung der komplexen Laute haben. Dazu wurde die relative Auftrittshäufigkeit der drei Strukturtypen 1B, MB und SL zueinander bestimmt.

Folgendes lässt sich dazu zusammenfassen: Während des gesamten Untersuchungszeitraumes treten in der OFS-Gruppe MB deutlich seltener auf als in der KG-Gruppe, SL sind zu Beginn deutlich häufiger und nachfolgend ähnlich oft vertreten wie in der KG-Gruppe.

Bis auf wenige Ausnahmen (alle Laute unabhängig vom Vokalisationstyp/ 2. Zeitraum (2%), 3. Zeitraum (6%); Vokalisationstyp C/ 3. Zeitraum (2%); Vokalisationstyp BU/ 2. Zeitraum (4%)) ist der Anteil an segmentierten Lauten in der OFS-Gruppe immer höher als in der Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu stehen die MB, die in der OFS-Gruppe, bis auf einen gleichen Anteil beim Vokalisationstyp C im 2. Zeitraum, stets einen niedrigeren Anteil als in der Kontrollgruppe aufweisen. Am deutlichsten ist das Fehlen der MB in der OFS-Gruppe beim Vokalisationstyp BU (s. Abbildung 12, Abbildung 13).

Besonders im Zeitabschnitt der 13. zur 16. Lebenswoche fällt in der OFS-Gruppe bei beiden Vokalisationstypen C und BU der stark erhöhte Anteil an SL im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. Auch in den Daten von Birr (2009) zeigt sich bereits ein Vorherrschen von SL gegenüber MB-Strukturen in den ersten drei Monaten (s. Anhang Tabelle 20). In diesem Alter, von der 9. bis zur 16. Lebenswoche, beginnen sich prä-artikulatorische Fähigkeiten zu entfalten (Wermke et al., 2002). Wie Kempf (2008) gezeigt hat, sind diese Entfaltungsprozesse bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen verzögert. Das ist gut verständlich, denn Abstimmungen zwischen Phonationsmechanismen (Melodieproduktion) und den im Vokaltrakt entstehenden Resonanzfrequenzen (Artikulation) bedürfen relativ lang anhaltender kontinuierlicher Melodien. Segmentierungen, die durch phonatorische Stopps der Stimmlippenbewegung entstehen und Melodieunterbrechungen erzeugen, sind hier kein geeignetes Mittel für das Erlernen abgestimmter Artikulationsmechanismen. Die Kontrollgruppe zeigt

demzufolge auch gerade im Zeitraum dieser prä-artikulatorischen Entwicklungsphase (13.- 16. Lebenswoche) einen besonders hohen Anteil an MB-Strukturen in den Übergangs- und Babbellauten (s. Anhang Tabelle 20). Der hohe Anteil an segmentierten Lautäußerungen in der OFS-Gruppe könnte das Erlernen abgestimmter Artikulationsmechanismen erschweren und damit auch ein Grund dafür sein, dass auch die Entwicklung von Babbellauten, die eine bestimmte Artikulationsbeherrschung voraussetzen, bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen verzögert ist (s. Kapitel 4.1).

Wie wichtig MB-Strukturen für das Erlernen der Abstimmung zwischen Phonation und Artikulation sind, zeigt sich daran, dass in der Kontrollgruppe die MB-Laute im gesamten Untersuchungszeitraum in den Übergangs- und Babbellauten überwiegen. Erst nachdem ein gewisses Trainingslevel erreicht ist, werden die erlernten Mechanismen auch auf segmentierte Strukturen angewandt – der Quotient von MB/SL beträgt nach den Angaben von Steck-Walter (2007) 1,2 in der 26. bis 60. Lebenswoche. Segmentierungen können jetzt intentional in Übergangs- und Babbellauten eingesetzt werden. Damit beginnt die nächste Entwicklungsphase in Ollers (2000) Phasenmodell, das kanonische Babbeln.

Hypothese 3 ist somit bestätigt, da die bei Steck-Walter (2007) für den Zeitraum der 26. bis zur 61. Lebenswoche und bei Birr (2009) für den Zeitraum der ersten bis zur zwölften Lebenswoche gefundenen Unterschiede bezüglich der melodisch-rhythmischen Struktur auch in dem hier untersuchten Zeitraum von der 13. bis zur 25. Lebenswoche gefunden werden. Hypothese 4 wird ebenfalls bestätigt, da vorsprachliche Entwicklungsbesonderheiten vor allem bei den Übergangs- und Babbellauten auffallen.

Bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen ist die oben geschilderte vorsprachliche Entwicklung offenbar verzögert. Die Gründe dafür sind nach wie vor unklar und können beim derzeitigen Forschungsstand nicht geklärt werden. Die Entwicklung der Übergangs- und Babbellaute erfordert neben den hier untersuchten Vorgängen auch das Training der beginnenden artikulatorischen Fähigkeiten, das durch die Malformation des Vokaltraktes erschwert wird. Das Legen der Zunge in die Spalte führt zu einer Dysbalance der

Zungenmuskulatur. Die Oberkieferplatte wirkt dem postnatal entgegen, bedingt aber gleichzeitig eine eingeschränkte sensorische Rückkopplung über die Schleimhaut des Oberkiefers und verursacht somit Veränderungen der sensorischen Wahrnehmung im orofazialen Bereich. Das Velum ist durch Spaltbildung und unzureichende Funktion der entsprechenden Muskulatur ebenfalls in seiner Funktion gestört. Diese anatomisch-physiologischen Beeinträchtigungen verhindern die reguläre Fortsetzung des universellen Entwicklungsprogramms. Es scheint somit verständlich, dass die Malformationen des Vokaltrakts nicht nur die Resonanzeigenschaften der Laute beeinträchtigen, sondern auch das vorsprachliche Entwicklungsprogramm „aus dem Konzept“ bringen. Es ist nicht verwunderlich, dass dadurch Kompensationsstrategien beobachtet werden.

Zusammen mit den von Steck-Walter (2007) gefundenen Veränderungen in der Zeitorganisation der Phonation (Segmentierungen, Rhythmusunterschiede) liefern die Arbeit von Birr (2009) und vorliegende Arbeit weitere Hinweise dafür, dass bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen Besonderheiten im zentralen Rhythmusgenerator der Lautproduktion vorliegen können. Wie auch Birr (2009) und Steck-Walter (2007) verweise ich an dieser Stelle auf die Befunde von Cheour et al. (1999), die bei Säuglingen mit Gaumenspalten wenige Tage nach der Geburt in hirnhysiologischen Studien Besonderheiten der Zeitorganisation bei der Verarbeitung auditiver Signale nachweisen konnten. Die bezüglich der Zeitorganisation veränderte Perzeption könnte mit den in den oben genannten Arbeiten gefundenen Abweichungen des Rhythmus bei der Produktion in Zusammenhang stehen.

Ceponiene et al. (2002) beschreibt ebenfalls im Ergebnis hirnhysiologischer Studien Besonderheiten bei Kindern mit orofazialen Spaltbildungen. Diese betreffen eine verminderte Diskriminationsleistung von Tonhöhen jeweils nach der Geburt und im Alter von sechs Monaten sowie ein verkürztes auditives sensorisches Gedächtnis im Schulalter.

Der Rhythmusgenerator der Lautproduktion, so wird vermutet, könnte im Kleinhirn liegen, wo die Koordination der Sprache stattfindet (Callan et al., 2007; Ackermann, 2008). Unter dieser Annahme korrespondieren die

Abweichungen der rhythmischen Gestaltung vorsprachlicher Laute mit den motorischen Auffälligkeiten von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen (Wunderlich-Schmitt). Allerdings sind solche Vermutungen bei dem jetzigen Stand der Forschung noch rein spekulativ.

Es stellt sich außerdem die Frage, inwiefern die aus einer Gruppenanalyse entstandenen Ergebnisse auf individuelle Fälle anwendbar sind. Bei Betrachtung einzelner Kinder wurde festgestellt, dass es starke interindividuelle Unterschiede gibt. In dieser Arbeit wurde kein Hinweis darauf gefunden, dass diese von zusätzlichen medizinischen Parametern, wie sie bei den hier untersuchten Säuglingen aufgetreten sind, bedingt werden. Dabei handelte es sich um die Frühgeburt, das van der Woude-Syndrom, die Pierre-Robin-Sequenz, einen Anophthalmus mit gleichzeitigem Iris- und Netzhautkolobom des anderen Auges und die phototherapiepflichtige Hyperbilirubinämie. Die hier dargestellten Abweichungen der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen bezüglich der Melodie- und Rhythmusstruktur scheinen von solchen zusätzlichen medizinischen Parametern unabhängig zu sein.

Es müsste in weiterführenden Arbeiten untersucht werden, ob die interindividuellen Unterschiede bezüglich der Melodie- und Rhythmusstruktur tatsächlich mit den späteren Sprech- und Sprachleistungen in Zusammenhang stehen. Zum Beispiel müsste man hier der Frage nachgehen, ob die verminderte Auftrittshäufigkeit von MB bei Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen im Alter von drei bis fünf Monaten später mit einer schlechteren Sprech- und Sprachleistung zusammenhängt.

Zur Klärung dieser und vieler weiterer offener Fragen sind detaillierte Längsschnittstudien an bedeutend größeren Stichproben nötig, die die Besonderheiten der vorsprachlichen Entwicklung bis zum Beherrschen der Grundbausteine der Sprache dokumentieren. Die Ergebnisse aus diesen Forschungen würden einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, geeignete Therapiekonzepte zur vorsprachlichen Frühförderung zu entwickeln. Ein besseres Verständnis der Entwicklung vorsprachlicher und sprachlicher

Auffälligkeiten könnte darüber hinaus auch das Management der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen weiter optimieren und die interdisziplinäre Therapie mit Pädaudiologen und Logopäden verbessern.

## 5 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die vorsprachliche Entwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen während des Zeitraumes der 13. bis zur 25. Lebenswoche untersucht. Gegenstand der Analysen waren die Melodie- und Rhythmusstruktur der vorsprachlichen Lautäußerungen. Diesbezüglich wurden Lautaufnahmen einer Untersuchungsgruppe aus 17 Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen ausgewertet und den jeweiligen Daten einer altersentsprechenden, sich unauffällig entwickelnden Kontrollgruppe gegenübergestellt.

Die Analyse der Vokalisationen erfolgte auditiv und visuell anhand von Spektrogrammen und Grundfrequenz- und Intensitätsdiagrammen mittels des Programms CDAP (Cry-Data-Analysis-Program). Vorher wurden die vorliegenden Audiofiles mit dem Sprachanalysesystem CSL 4400 und mit dem Programm-Modul MDVP aufbereitet.

Melodie und Rhythmus sind wesentliche Bestandteile der Prosodie einer Sprache. Die ungestörte Entwicklung von melodisch-rhythmischen Strukturen in den vorsprachlichen Lauten ist notwendig, um wichtige Bausteine für den späteren Sprech- und Spracherwerb zur Verfügung zu stellen. Die Melodie entwickelt sich nach einem universellen Programm, nach dem angeborene einfache Melodiemuster eingeübt und modifiziert werden und diese dann als Module zu komplexeren melodisch-rhythmischen Strukturen kombiniert werden können. Es erfolgt in der vorsprachlichen Trainingsphase der Lautproduktion also eine Komplexitätszunahme der Melodiestructur (Wermke & Mende, 1994; Wermke, 2002; Wermke & Mende, 2009).

Der Untersuchungszeitraum fällt in den Beginn der Expansionsphase nach Oller (2000), in der die Säuglinge nicht mehr nur Schreilaute sondern auch Übergangslaute bilden, die durch beginnende prä-artikulatorische Aktivität typische Resonanzfrequenzen aufweisen und nicht mehr den Schreilaute zugeordnet werden können. Auch weiter fortgeschrittene Lautäußerungen, so genannte Babbellaute, die aus einer Konsonant-Vokal-Kombination bestehen, treten auf.

Die Analyse der vorsprachlichen Lautäußerungen bezog sich auf ihre Melodie und damit auf den Verlauf ihrer Grundfrequenz sowie auf ihren Rhythmus, der durch Segmentierungen, also phonatorische Stopps innerhalb einer Vokalisation ohne darauf folgende erneute Inspiration, gebildet wird. Die Säuglingslaute wurden damit in drei Strukturkategorien eingeteilt: Einfachbögen, die alle Laute aus einer ansteigenden und nachfolgend wieder abfallenden Melodie umfassen; Mehrfachbögen, die alle Laute beinhalten, die sich aus mindestens zwei aufeinander folgenden Einfachbögen zusammensetzen; und Segmentierte Laute, die innerhalb einer Vokalisation mindestens eine Segmentierungspause enthalten. Da sich Mehrfachbögen und Segmentierte Laute aus mehreren Modulen zusammensetzen, wurden sie zu komplexen Strukturen zusammengefasst, während Einfachbögen, bestehend aus nur einem Modul, als einfache Strukturen gelten. Nach der Definition von Wermke et al. (2007) wurde der MCI (s. Kapitel 2.4.2) bestimmt, der den Anteil an komplexen Strukturen ermittelt. Des Weiteren wurden die Laute nach ihren unterschiedlichen Vokalisationstypen differenziert und entweder den Schreilaute oder den Übergangs- und Babbellauten zugeordnet.

Mit Beginn der Expansionsphase, in der erstmals Übergangs- und Babbellaute auftreten, ist die Melodieentwicklung in den Schreilaute weitgehend abgeschlossen. Der MCI der Schreilaute bleibt daher ab der 13. Lebenswoche (0,57; Medianwert) bis zum zweiten Lebenshalbjahr (0,63; Medianwert, entnommen aus der Arbeit von Steck-Walter, 2007) in der Kontrollgruppe im Wesentlichen konstant. In der Gruppe der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen dagegen erfolgt hier noch während der Expansionsphase eine Komplexitätsentwicklung (0,46; Medianwert für den Zeitraum der 5.-8. Lebenswoche, entnommen aus der Arbeit von Birr, 2009/ 0,74; Medianwert für den Zeitraum der 17.-20. Lebenswoche).

Bei den Übergangs- und Babbellauten erfolgt in der Kontrollgruppe eine Komplexitätszunahme in dem vorliegenden Untersuchungszeitraum (0,68; 0,83; 0,73; Medianwerte des MCI für die jeweiligen Zeitabschnitte) analog zur Komplexitätszunahme bei den Schreilaute in den ersten drei Lebensmonaten (Birr, 2009) (s. Anhang Tabelle 19). Die in den Schreilaute eingeübten

melodisch-rhythmischen Strukturen werden auf die im Untersuchungszeitraum neu einsetzenden Übergangs- und Babbellaute übertragen und ihre Koordination mit den hier stattfindenden prä-artikulatorischen Bewegungen eingeübt. Bei den Säuglingen mit orofazialen Spaltbildungen ist auch bei den Übergangs- und Babbellauten eine verzögerte Entwicklung festgestellt worden. Im Untersuchungszeitraum wurde für diese Gruppe keine Komplexitätszunahme bei den Übergangs- und Babbellauten festgestellt (0,61; 0,59; 0,59; Medianwerte des MCI für die jeweiligen Zeitabschnitte); diese erfolgt nach den Untersuchungen von Steck-Walter (2007) erst im zweiten Lebenshalbjahr mit deutlicher Verzögerung (0,74; Medianwert des MCI für den Zeitraum der 26. bis zur 61. Lebenswoche).

Neben dem Komplexitätsgrad wurde auch der Anteil an rhythmischen Komponenten in den Vokalisationen beider Gruppen untersucht. Dazu wurden die relativen Anteile der Strukturkategorien Einfachbögen, Mehrfachbögen und Segmentierte Laute bestimmt, und zwar sowohl unabhängig vom Vokalisationstyp als auch getrennt jeweils für die Schreilaute und für die Übergangs- und Babbellaute. Es wurde ersichtlich, dass in der Gruppe der Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen im Vergleich zur Kontrollgruppe der Strukturtyp der Mehrfachbögen deutlich seltener gebildet wird. Besonders auffällig ist dies bei den Übergangs- und Babbellauten, da diese als neue Entwicklungsstufe im Untersuchungszeitraum auftreten und sich hier Entwicklungsbesonderheiten deutlich manifestieren. In den Übergangs- und Babbellauten treten prä-artikulatorische Bewegungsübungen auf, die mit den jeweiligen melodisch-rhythmischen Strukturen kombiniert und koordiniert werden müssen. Dafür eignet sich besonders die melodisch-rhythmische Struktur der Mehrfachbögen. Dies zeigt sich darin, dass in der Kontrollgruppe bei den Übergangs- und Babbellauten die Mehrfachbögen deutlich vorherrschen. Die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen dagegen produzieren bei diesem Vokalisationstyp zunächst deutlich weniger Mehrfachbögen als die Kontrollgruppe und holen diese Entwicklung erst im zweiten Lebenshalbjahr, aber dafür überproportional intensiv auf (nach Werten von Steck-Walter, 2007; MB/SL: 3,2; MCI: 0,74, Medianwert). Die verspätete

Produktion der für die prä-artikulatorischen Bewegungsübungen geeigneten melodisch-rhythmischen Struktur schränkt die Säuglinge mit orofazialen Spaltbildungen in der Entwicklung der Übergangs- und Babbellaute ein. Diese ist auch durch die anatomischen Malformationen des Vokaltraktes und der damit verbundenen beeinträchtigten Artikulation eingeschränkt. Damit wird die reguläre Fortsetzung des vorsprachlichen Entwicklungsprogramms verhindert.

Es bleibt zu prüfen, inwiefern die gefundenen melodisch-rhythmischen Besonderheiten, vor allem das Fehlen der Mehrfachbögen, mit der Leistung im weiteren Sprech- und Spracherwerb zusammenhängen. Zur Klärung dieser und weiterer Fragen sind detaillierte Längsschnittstudien an bedeutend größeren Stichproben nötig.

## 6 Literaturverzeichnis

Ackermann H (2008). Cerebellar contributions to speech production and speech perception: psycholinguistic and neurobiological perspectives. *Trends Neurosci* 31(6):265-72

Birr M (2009). Melodiekomplexität – ein geeigneter Frühindikator in der Diagnostik von Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten? Melodiestrukturanalysen in Weinlauten der ersten 12 Lebenswochen. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Böhme G (1997). Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen, Band 1: Klinik. 3. Auflage. G. Fischer, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm

Butzkamm W&G (2004). Wie Kinder sprechen lernen. Kindliche Entwicklung und die Sprachlichkeit des Menschen. 2. Auflage. A. Francke, Tübingen

Callan DE, Kawato M, Parsons L, Turner R (2007). Speech and Song: The role of the cerebellum. *Cerebellum* 8:1-7

Ceponiene R, Haapanen ML, Ranta R, Näätänen R, Hukki J (2002). Auditory sensory impairment in children with oral clefts as indexed by auditory event-related potentials. *J Craniofac Surg* 13(4):554-66

Chapman KL (1991). Vocalizations of Toddlers with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 28(2):172-7

Chapman KL, Hardin-Jones M, Schulte J, Halter KA (2001). Vocal development of 9-month-old-babies with cleft palate. *J Speech Lang Hear Res* 44(6):1268-83

Chapman KL, Hardin-Jones M, Halter KA (2003). The relationship between early speech and later speech and language performance for children with cleft lip and palate. *Clin Linguist Phon* 17(3):173-97

Chapman KL (2004). Is presurgery and early postsurgery performance related to speech and language outcomes at 3 years of age for children with cleft palate? *Clin Linguist Phon* 18(4-5):235-57

Cheour M, Ceponiene R, Hukki J, Haapanen ML, Naatanen R, Alho K (1999). Brain dysfunction in neonates with cleft palate revealed by the mismatch negativity. *Clin Neurophysiol* 110(2):324-8

Dieckmann O (1996). Sprachentwicklung bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten aus sprachheilpädagogischer Sicht. In: Andrä A, Neumann HJ (Hrsg.): Lippen-Kiefer-Gaumenspalten – Entstehung, Klinik, Behandlungskonzepte. S. 253-279. Einhorn-Press, Reinbeck

Harding A, Grunwell P (1996). Characteristics of cleft palate speech. *Eur J Disord Commun* 31(4):331-57

Harding A, Grunwell P (1998). Active versus passive cleft-type speech characteristics. *Int J Lang Commun Disord* 33(3):329-52

Hauschildt S (2006). Akustische Eigenschaften von Säuglingslauten bei eingesetzter versus nicht eingesetzter Oberkieferplatte – ein Beitrag zur Untersuchung des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die vorsprachliche Entwicklung. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Herrmann W, Bittner K (1991). Der Spracherwerb des Kindes mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte. III. Ergebnisse. *Z Mund Kiefer Gesichts Chir* 15(5):382-92

Hochmuth M, Schaedler A (2000). Sprachliche Rehabilitation von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. In: Drossel K, Gaumer-Becker E (Hrsg.): *Charité-Gespräche. Frühförderung im Dialog*. Berlin

Jocelyn LJ, Penko MA, Rode HL (1996). Cognition, communication, and hearing in young children with cleft lip and palate and in control children: a longitudinal study. *Pediatrics* 97(4):529-34

Kempf A (2008). Untersuchung des Beginns artikulatorischer Vorgänge in den Lautproduktionen von Säuglingen mit orofazialen Spalten. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Koch J, Koch H, Grzonka M, Gundlach KK (2003). Facial Clefts and their coding with LAHS nomenclature. *Mund Kiefer Gesichtschir* 7(6):339-44

Koivisto M, Wasz-Höckert O, Vuorenkoski V, Partanen TJ, Lind J (1970). Cry studies in neonatal Hyperbilirubinemia. *Acta Paediatr Scand Suppl* 206:26+

Koopmans-van Beinum FJ, Van der Stelt JM (1986). Early stages of speech movements. In: Lindblom B, Zetterström R (Hrsg.): *Precursors of Early Speech*. S.37-50. Stockton Press, New York

Kuehn DP, Moller KT (2000). Speech and language issues in the cleft palate population: the state of art. *Cleft Palate Craniofac J* 37(4):348-83

Lind K (2007). Untersuchung spektraler und melodischer Eigenschaften von Säuglingsschreien - Eine Longitudinalstudie über die ersten 16 Lebenswochen im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie. Dissertationsschrift. Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

Lohmander-Agerskov A, Söderpalm E, Friede H, Persson EC, Lilja J (1994). Pre-speech in children with cleft lip and palate or cleft palate only: phonetic

analysis related to morphologic and functional factors. *Cleft Palate Craniofac J* 31(4):271-79

Lohmander A, Persson C (2008). A longitudinal study of speech production in Swedish children with unilateral cleft lip and palate and two-stage palatal repair. *Cleft Palate Craniofac J* 45(1):32-41

Mühler G (1996a). Die Schreiperiode von Säuglingen mit Gaumen- und Segelspalten. *Sprache Stimme Gehör* 20:66-71

Oller DK (2000). *The Emergence of the speech Capacity*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, NJ

Opitz C, Witowski R (2002). Genetisch bedingte Fehlentwicklungen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich. *ZM* 9:64+

Richman LC, Ryan SM (2003). Do the reading disabilities of children with cleft fit into current models of development dyslexia? *Cleft Palate Craniofac J* 40(2):154-7

Schönweiler R, Schönweiler B, Schmelzeisen (1994). Hörvermögen und Sprachleistung bei 417 Kindern mit Spaltbildungen. *HNO* 42:691-6

Schönweiler R, Schönweiler B, Schmelzeisen R, Ptok M (1995). Sprach- und Sprechleistungen bei 417 Kindern mit Spaltbildungen. *J Orofacial Orthopaedics/ Fortschritt Kieferorthopädie* 56(1):1-6

Schönweiler R, Lisson JA, Schönweiler B, Eckardt A, Ptok M, Tränkmann J, Hausamen JE (1999). A retrospective study of hearing, speech and language function in children with clefts following palatoplasty and veloplasty procedures at 18-24 month of age. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 50(3):205-17

Stark RE (1980). Stages of speech development in the first year of life. In: Yeni-Komshian GH, Kavanagh JF, Ferguson CA (Hrsg.): *Child Phonology*, Bd. 1. Academic Press, New York (u.a.)

Steck-Walter SM (2007). Quantitative Strukturanalyse vorsprachlicher Vokalisationen von Säuglingen mit orofazialen Spalten im zweiten Lebenshalbjahr bei kieferorthopädischer Frühbehandlung. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Vihman M (1996). *Phonological Development. The origins of Language in the Child*. Blackwell Publishers, Cambridge

Wermke K, Mende W (1994). Ontogenetic development of infant cry- and non-cry vocalization as early stages of speech abilities. In Aulanko R, Korpijaakko-Huuttka AM, eds. *Proceedings of the Third congress of the International Clinical*

Phonetics and Linguistics Association. Helsinki/ Finnland: Publications of the Department of Phonetics University of Helsinki:181-9

Wermke K (2002). Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten. Habilitationsschrift. Humboldt-Universität zu Berlin. <http://edoc.hu-berlin.de>

Wermke K, Mende W, Manfredi C, Brusciaglioni P (2002). Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Med Eng Phys* 24(7-8):501-14

Wermke K, Mende W, Kempf A, Manfredi C, Brusciaglioni P, Stellzig-Eisenhauer A (2005). Interaction patterns between melodies and resonance frequencies in infants' pre-speech utterances. *Proceedings of the 4th International Workshop. Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications*. Florenz/ Italien:187-90

Wermke K, Leising D, Stellzig-Eisenhauer A (2007). Relation of melody complexity in infants' cries to language outcome in the second year of life: A longitudinal study. *Clin Linguist Phon* 21(11-12):961-73

Wermke K (2008). Melodie und Rhythmus in Babylauten und ihr potenzieller Wert zur Frühindikation von Sprachentwicklungsstörungen. *Interdisziplinär* 16(3):190-5

Wermke K, Mende W (2009). Musical elements in human infants' cries: In the beginning is the melody. *Musicae Scientiae, Special issue 2009-2010*:151-75

Wirth G (2000). Sprachstörungen, Sprechstörungen, kindliche Hörstörungen. Lehrbuch für Ärzte, Logopäden und Sprachheilpädagogen. 5. Auflage. Deutscher Ärzte Verlag, Köln

Wunderlich-Schmitt M. Eine, die Patienten mit orofazialen Spaltbildungen betreuende Kinderphysiotherapeutin, persönliche Mitteilung

## 7 Anhang

**Tabelle 17: Verhältnis MB/SL der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe über alle drei Zeiträume gemittelt**

über alle drei Zeiträume gemittelt (13.-25. LW)	Vokalisationstyp		
	unabhängig	C	BU
<b>MB/SL</b>			
KG-Gruppe	1,1	1,0	1,9
OFS-Gruppe	1,0	0,7	1,1

**Tabelle 18: MCI der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe über alle drei Zeiträume gemittelt, abhängig vom Vokalisationstyp**

über alle drei Zeiträume gemittelt (13.-25. LW)	Vokalisationstyp		
	unabhängig	C	BU
<b>MCI</b>			
KG-Gruppe	0,62	0,61	0,72
OFS-Gruppe	0,59	0,63	0,59

**Tabelle 19: Übersicht über die monatlichen MCI (Medianwerte) der KG-Gruppe und der OFS-Gruppe ergänzt durch Angaben aus der Arbeit von Birr (2009, vokalisationstypunabhängige MCI) für die 1. bis zur 12. Lebenswoche**

MCI Medianwerte	Altersabschnitt in Lebenswochen						
	1.-4.	5.-8.	9.-12.	Vokalisationstyp	13.-16.	17.-20.	21.-25.
KG-Gruppe	0,51	0,58	0,56	C	0,57	0,66	0,61
				BU	0,68	0,83	0,73
OFS-Gruppe	0,52	0,46	0,60	C	0,68	0,74	0,53
				BU	0,61	0,59	0,59

**Tabelle 20: Übersicht über den Quotienten MB/SL ergänzt durch Angaben aus Arbeiten von Birr (2009) und Steck-Walter (2007), alle Werte errechnet aus Lauten mit eingesetzter Oberkieferplatte**

Vokalisationstyp	MB/SL	Altersabschnitt in Lebenswochen						
		1.-4.	5.-8.	9.-12.	13.-16.	17.-20.	21.-25.	26.-60.
unabhängig	KG-Gruppe	1,1	0,9	1,1				
	OFS-Gruppe	0,9	0,7	0,9				
C	KG-Gruppe				1,4	0,9	0,9	0,8
	OFS-Gruppe				0,7	0,8	0,8	1,2
BU	KG-Gruppe				2,1	1,8	1,9	1,2
	OFS-Gruppe				0,8	1,4	1,1	3,2

## 8 Danksagung

Mein Dank gilt Frau Professor Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer, Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie in Würzburg, für die Möglichkeit an dem zur Poliklinik gehörenden Zentrum über dieses interessante Thema eine Dissertation zu verfassen.

Besonderen Dank möchte ich an Frau Professor Dr. Kathleen Wermke für ihre ausgezeichnete fachliche Unterstützung und ihre herzliche Betreuung aussprechen. Für ihre zahlreichen Hilfestellungen, die mit viel Geduld und Motivationsappellen gespickt waren, und für die stets gute Arbeitsatmosphäre in dem von ihr geleiteten Zentrum möchte ich mich herzlich bedanken.

Vielen Dank an Herrn Peter Wermke für die zuverlässige Datenverwaltung im Zentrum und die tatkräftige und geduldige Unterstützung bei Fragen zu Word und allen anderen Bereichen der EDV.

Mein Dank ist auch an Frau Dr. Sarah Steck-Walter und Frau Dr. Marlene Birr gerichtet, die in ihren Dissertationen Vorarbeit für meine Untersuchungen geleistet haben.

Schließlich möchte ich mich bei allen bedanken, die mich über den langen Zeitraum, in dem diese Arbeit entstanden ist, immer wieder motiviert haben, „dran“ zu bleiben und sich sowohl gemeinsam mit mir über erreichte Zwischenziele gefreut haben, als auch bei Schwierigkeiten ein offenes Ohr für mich hatten. Vielen Dank an meine Eltern, meine Geschwister Christine und Sabine und meiner bereits oben genannten langjährigen Freundin Dr. Marlene Birr.

## 9 Lebenslauf

Persönliche Daten:	Name:	Susanne Hedwig Dirauf
	Geburtsdatum:	15.04.1981
	Geburtsort:	Schweinfurt
	Nationalität:	Deutsch
	Familienstand:	ledig
Schulische Laufbahn:	1987-1991	Grundschule Pfarrweisach
	1991-2000	Gymnasium Ebern
	30.06.2000	Abschluss der allgemeinen Hochschulreife
Akademische Laufbahn:	WS 2000/01 bis WS 2005/06	Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
	15.11.2005	Zahnärztliche Prüfung
	05.12.2005	Erteilung der zahnärztlichen Approbation
Berufliche Laufbahn:	Februar 2006 bis April 2006	Famulatur in Recife, Brasilien
	Juni 2006 bis November 2007	Zahnärztliche Tätigkeit in der Praxis Dr. Dr. Greese und Frau Krauß in Burgpreppach
	seit Dezember 2007	Zahnärztliche Tätigkeit in der Praxis Büchner in Bergheinfeld

Würzburg, den 10. April 2010

