

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universität Würzburg
Direktorin: Professor Dr. med. dent. A. Stellzig-Eisenhauer

**Quantitative Strukturanalyse vorsprachlicher Vokalisationen von
Säuglingen mit orofazialen Spalten im zweiten Lebenshalbjahr bei
kieferorthopädischer Frühbehandlung**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt
von Sarah Marie Steck-Walter
aus Beilstein

Würzburg, Juni 2007

Referent: Professor Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

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

Dekan: Professor Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Oktober 2007

Die Promovendin ist Fachzahnärztin.

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Zur Bedeutung der vorsprachlichen Entwicklung für den Sprech- und Spracherwerb bei Säuglingen mit orofazialen Spalten und Ableitung der Zielstellung der vorliegenden Untersuchung.....	1
1.1.1 Der Einfluss der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf den Spracherwerb – Stand der Forschung	6
1.1.2 Dutchcleft Studie	8
1.1.3 Weitere aktuelle Studien zum Einfluß der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die Sprech- und Sprachentwicklung.....	13
2 Material und Methode	16
2.1 Beschreibung der Studie.....	16
2.2 Patientenkollektiv	17
2.2.1 Angaben zur kieferorthopädischen Frühbehandlung der untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten mittels einer Gaumenplatte.....	19
2.2.2 Kontrollgruppe (KG-Gruppe).....	20
2.3 Datenerhebung.....	21
2.3.1 Lautaufnahmen (Zeitraum und Durchführung).....	21
2.3.2 Dokumentation der postnatalen somatischen Entwicklung.....	23
2.3.3 Dokumentation des Hörvermögens	23
2.3.4 Ergänzende Sprachdatenerhebung.....	27
2.4 Datenanalyse.....	31
2.4.1 Akustische Voranalyse	31
2.4.2 Editierung und Spektralanalyse	32
2.4.3 Melodieanalyse.....	33
2.4.3.1 Qualitative und quantitative Strukturanalyse	34
2.4.3.1.1 Qualitative Strukturanalyse	35
a) Ermittlung der Melodiebogenanzahl pro Lautäußerung.....	36
b) Segmentierungen	37
c) Kurzlaute	38
d) Lauttyp.....	39
e) Nicht kategorisierbare Laute: „?“	39
f) Spektrale Eigenschaften	39
2.4.3.2 Quantitative Strukturanalyse	39
a) Längenvermessung der Lautaufnahmen.....	40
b) Ermittlung der maximalen Grundfrequenz (F_{\max})	41
2.4.4 Zusätzliche statistische Auswertung.....	42

3	Ergebnisse	44
3.1	Untersuchung der maximalen Grundfrequenz F_{\max}	44
3.1.1	Vergleich der maximalen Grundfrequenz zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe	44
3.1.2	Vergleich der maximalen Grundfrequenz der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.....	47
3.1.2.1	Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte: QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB	47
3.2	Analyse der Auftrittshäufigkeit der einzelnen Strukturtypen und Darstellung des Verhältnisses von segmentierten zu nicht segmentierten Mehrfachbögen	48
3.2.1	Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe im Vergleich zur KG-Gruppe	49
3.2.2	Einfluß der Gaumenplatte: Vergleich der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe mit versus ohne Gaumenplatte.....	50
3.2.3	Vergleich der Häufigkeiten der nicht segmentierten Mehrfachbögen zu segmentierten Mehrfachbögen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe sowohl mit, als auch ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe.....	52
3.2.4	Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten Mehrfachstrukturen zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe mit Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe	53
3.2.5	Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten Mehrfachstrukturen zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe	54
3.3	Untersuchung der Zeitorganisation und des Rhythmus der Laute	55
3.3.1	QSS-Kategorie 1B: Vergleich der durchschnittlichen Länge einzelner Melodiebögen zwischen der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe	56
3.3.2	QSS-Kategorie 1B: Vergleich der durchschnittlichen Bogenlänge des Lauttyps UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.....	56
3.3.3	QSS-Kategorie 2B: Vergleich der durchschnittlichen Länge der beiden Melodiebögen zwischen der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe	57
3.3.4	Untersuchung der 3B-Strukturen hinsichtlich ihrer Zeitstruktur.....	60
3.3.5	Untersuchung der 1S-Strukturen hinsichtlich ihrer Zeitstruktur	63
4	Diskussion.....	66
4.1	Analyse der maximalen Grundfrequenz F_{\max}	67
4.2	Interpretation der Ergebnisse der Strukturanalyse.....	69
4.3	Bewertung der Ergebnisse der Auswertung von Melodiebogenlängen und Rhythmus-elementen	72
4.4	Einbettung der Ergebnisse in die Befunde anderer aktueller Studien	75
5	Zusammenfassung	81
6	Literaturverzeichnis	84

7	Anhang.....	94
8	Danksagung.....	106
9	Lebenslauf	108

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Zeitbereichssignal und dazugehöriges Schmalbandspektrum eines Säuglingslautes.	33
Abbildung 2.2: Spektrum eines einbogigen Lautes.....	36
Abbildung 2.3: Spektrogramme von mehrböigen Lautäußerungen	37
Abbildung 2.4: Spektrum einer „einfachen“ und einer „komplexen Segmentierung“	38
Abbildung 2.5: Schematische Darstellung eines segmentierten Lautes (Struktur 1S)...	41
Abbildung 3.1: Verteilungskurve der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) der LKGS-Gruppe über alle Lauttypen und Lautäußerungen.	45
Abbildung 3.2: Verteilungskurve der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) der KG-Gruppe über alle Lauttypen und Lautäußerungen.	45
Abbildung 3.3: Boxplot-Diagramm der maximalen Grundfrequenz der LKGS- und der KG-Gruppe.	46
Abbildung 3.4: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe (mit und ohne Gaumenplatte) im Vergleich zur KG-Gruppe	50
Abbildung 3.5: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen der Schreie (C) der LKGS-Gruppe mit und ohne Gaumenplatte	51
Abbildung 3.6: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Schreie (C) der LKGS-Gruppe sowohl mit, als auch ohne Gaumenplatte, im Vergleich zur KG-Gruppe	53
Abbildung 3.7: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe mit Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe.....	54
Abbildung 3.8: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) LKGS-Gruppe ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe.....	55
Abbildung 3.9: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und der Gesamtlänge der zweibogigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp C.	58
Abbildung 3.10: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und Gesamtlänge der zweibogigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.....	59
Abbildung 3.11: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und der Gesamtlänge der dreibogigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp C.	61
Abbildung 3.12: Vergleich der Gesamtlänge der dreibogigen Laute zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.	62
Abbildung 3.13: Vergleich des Rhythmus der QSS-Kategorie 3B der Lautkategorie UB	63
Abbildung 3.14: Visualisierung des Rhythmus der QSS-Struktur 1S der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe beim Lauttyp C	64
Abbildung 3.15: Visualisierung des Rhythmus der QSS-Struktur 1S der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.	65

Abbildung 7.1: Körperlänge der Jungen im Liegen.....	94
Abbildung 7.2: Gewicht der Jungen.....	95
Abbildung 7.3: Kopfumfang der Jungen.....	96
Abbildung 7.4: Körperlänge der Mädchen im Liegen.....	97
Abbildung 7.5: Gewicht der Mädchen.....	98
Abbildung 7.6: Kopfumfang der Mädchen.....	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Vergleich des zeitlichen Ablaufs und der Durchführung der Frühbehandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten zwischen dem Dutchcleft (nach Konst, 2003 a) und dem Heidelberger-/Würzburger-Konzept.	9
Tabelle 1.2: Übersicht über die bisher im Rahmen der Dutchcleft-Studie veröffentlichte Literatur über die Sprech- und Sprachentwicklung in Abhängigkeit von der kieferorthopädischen Frühbehandlung	12
Tabelle 1.3: Weitere Studien, die sich mit der Sprech- und Sprachentwicklung von Kindern mit orofazialen Spalten in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte beschäftigt haben	14
Tabelle 2.1: Spaltform und Geschlecht der Patienten	17
Tabelle 2.2: Patienten-Auswahlkriterien	18
Tabelle 2.3: Perinatale und anthropometrische Daten zum Zeitpunkt der Geburt	19
Tabelle 2.4: Übersicht über die Anzahl der Lautaufnahmen der Kontrollgruppe im Untersuchungszeitraum in zweimonatigen Abständen.....	20
Tabelle 2.5: Übersicht Datenerfassung.....	22
Tabelle 2.6: Ergebnisse der Hörtests:	24
Tabelle 2.7: Elfra-2 nach Hannelore Grimm und Hildegard Doil.....	27
Tabelle 2.8: Ergebnisse des Lautbefundes nach Kauschke und Siegmüller und des SETK-Tests nach Grimm der Kinder MA, DO und DA.	28
Tabelle 2.9: Ergebnisse des Lautbefundes nach Kauschke und Siegmüller und des SETK-Tests nach Grimm der Kinder TA, JU und NI.	29
Tabelle 2.10: Übersicht über die Anzahl der Lautaufnahmen der LKGS-Gruppe im Untersuchungszeitraum in zweimonatigen Abständen.....	32
Tabelle 2.11: Übersicht über die für die quantitative Strukturanalyse vermessenen Lautaufnahmen der LKGS-Gruppe	40
Tabelle 2.12: Übersicht über die für die quantitative Strukturanalyse vermessenen Lautaufnahmen der KG-Gruppe	40
Tabelle 3.1: Vergleich der maximalen Grundfrequenz F_{\max} zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe.	46
Tabelle 3.2: Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) von allen Lautaufnahmen zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.....	47
Tabelle 3.3: Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz der QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.	48
Tabelle 3.4: Durchschnittliche Länge des Melodiebogens der QSS-Kategorie 1B. Lauttyp C	56
Tabelle 3.5: Durchschnittliche Länge des Melodiebogens der QSS-Kategorie 1B. Lauttyp UB	56
Tabelle 3.6: Vergleich der Mittelwerte der Bogenlänge der QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.	57
Tabelle 3.7: QSS-Kategorie 2B/ Lauttyp C: LKGS-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.	57
Tabelle 3.8: QSS-Kategorie 2B/ Lauttyp C: KG-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.	57

Tabelle 3.9: QSS-Kategorie 2B, Lauttyp UB: LKGS-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.	59
Tabelle 3.10: QSS-Kategorie 2B, Lauttyp UB: KG-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.	59
Tabelle 3.11: LKGS-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp C.	60
Tabelle 3.12: KG-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp C.....	60
Tabelle 3.13: LKGS-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp UB.....	61
Tabelle 3.14: KG-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp UB.....	62
Tabelle 3.15: LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen (LB1; LB2) und der Pause (LP1) in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp C.	63
Tabelle 3.16: KG-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen (LB1; LB2) und der Pause (LP1) in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp C.	63
Tabelle 3.17:LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen und der Pause in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp UB.	64
Tabelle 3.18: LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen und der Pause in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp UB.	64
Tabelle 7.1: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind MA.....	100
Tabelle 7.2: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind DO.....	101
Tabelle 7.3: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind DA.....	102
Tabelle 7.4: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind TA.....	103
Tabelle 7.5: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind JU.....	104
Tabelle 7.6: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind NI.....	105

Abkürzungsverzeichnis

APGAR	Activity/ Pulse/ Grimace/ Appearance/ Respiration
dB	Dezibel
ESR	Enkodierung semantischer Relationen
ERP	hirnphysiologische Messungen mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale
F ₀	Mittlere Grundfrequenz
F _{max}	Maximale Grundfrequenz
GG	Geburtsgewicht
GVP	Gaumenverschluss-Plastik
GW	Gedächtnisspanne für Wortfolgen
Hz	Hertz
kFb	kieferorthopädische Frühbehandlung
KG-Gruppe	Kontrollgruppe
LAHSHAL	Lip - alveolar - hard palate - soft palate - hard palate - alveolar - lip
LKGS	Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten
LKGS-Gruppe	Sammelbegriff für die 6 untersuchten LKGS-Kinder
LVP	Lippenverschluss-Plastik
MR	Morphologische Regelbildung
PGN	Phonologisches Gedächtnis für Nichtwörter
PPQ	Feinvariabilität der Grundfrequenz
SSES	spezifische Spracherwerbsstörung
SETK	Sprachentwicklungstest
SG	Satzgedächtnis
TEOAE	Transitorisch evozierte otoakustische Emissionen
VS	Verstehen von Sätzen
vSSW	Vollendete Schwangerschaftswoche

1 Einleitung

1.1 Zur Bedeutung der vorsprachlichen Entwicklung für den Sprech- und Spracherwerb bei Säuglingen mit orofazialen Spalten und Ableitung der Zielstellung der vorliegenden Untersuchung

„Some of the characteristics of later cleft palate speech are discernible in the pre-speech vocalisations of these children.“

Westlake/ Rutherford 1966

Die Sprachentwicklung der Säuglinge mit orofazialen Spalten ist für Eltern und alle an der Rehabilitation beteiligten Ärzte und Therapeuten neben den ästhetischen, kieferchirurgischen und kieferorthopädischen Behandlungsschwerpunkten ein wesentlicher Therapieaspekt. Die postoperativ erworbene Sprach- und Sprechkompetenz eines Kindes gehört neben dem Verlauf des Gesichtsschädelwachstums zu den primären Kenngrößen einer erfolgreichen Rehabilitation. Obwohl es verschiedene Ansätze gibt, die multifaktoriellen Einflussgrößen auf den Sprech- und Spracherwerb zu evaluieren (z.B. Dutchcleft-Studie; Scandcleft Project, 1999), werden in der Fachliteratur bis heute kontroverse Ansichten bezüglich kieferchirurgischer und/ oder kieferorthopädischer Behandlungstechniken, der Eignung spezifischer operativer Techniken, des Einflusses der Fertigkeiten einzelner Operateure, des Nutzens einer kieferorthopädischen Frühbehandlung sowie des Zeitpunktes und der Abfolge der notwendigen Einzeloperationen vertreten (z.B. Ysunza et al., 1998; Shaw et al, 2000; Friede et al., 2001). Darüber hinaus wurden bisher von der Spaltbildung unabhängige Einflussfaktoren auf den kindlichen Sprech- und Spracherwerb, wie z.B. eine zusätzliche familiäre Disposition für spezifische Spracherwerbsstörungen (SSES) bei den genannten Evaluationsstudien noch gar nicht berücksichtigt. Bei einer spezifischen Spracherwerbsstörung wird die Muttersprache nicht in vollem Umfang und/ oder nicht im normalen zeitlichen Ablauf erlernt, bei sonst weitgehend regelrecht ablaufenden kognitiven Entwicklungsprozessen. Da es bisher keine Untersuchung bei Säuglingen

mit orofazialen Spalten diesbezüglich gibt, ist hier eine ähnliche Prävalenz wie bei der Gesamtpopulation anzusetzen (5-8%). Es ist verständlich, daß solche spezifischen Faktoren zunächst unberücksichtigt bleiben, da die Zahl der Einflussfaktoren auf den Sprach- und Sprecherwerb bei Säuglingen mit orofazialen Spalten ohnehin enorm groß ist und die Komplexität des Zusammenspiels und der gegenseitigen Abhängigkeit einzelner Faktoren faktisch ohnehin schon schwer zu bewältigen ist. Die Variationsmöglichkeiten der Fehlbildungen und die individuell teilweise sehr unterschiedlichen Entwicklungsverläufe bedingen sehr heterogene Patientengruppen in den oben angeführten Studien und könnten die zumindest teilweise widersprüchlichen und teilweise sogar konträren Befunde erklären. Aufgrund der Komplexität möglicher Einflüsse erscheint der Erfolg versprechendste Weg zur Identifikation von Spezifika in der Sprech- und Sprach-Entwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spalten in einer Durchführung von Längsschnittstudien an medizinisch gut untersuchten und dokumentierten Einzelfällen von der Geburt bis etwa zum fünften Lebensjahr zu liegen. Sprache beginnt mit dem ersten Weinen (Wermke und Mende, 1992) und es ist inzwischen gut belegt, daß gerade das 1. Lebensjahr essentielle Bausteine für den späteren Sprach- und Sprecherwerb bereitstellt. Für diesen frühen Zeitraum der vorsprachlichen oder vor-lexikalischen Phase gibt es bisher nur wenige Untersuchungen mit direktem Bezug auf den späteren Sprech- und Spracherwerb. Olsen (1965) untersuchte nichtoperierte Säuglinge im Alter von 5 -30 Monaten und beschrieb als erster bei Säuglingen mit orofazialen Spalten typische Besonderheiten der vorsprachlichen Entwicklung. Er fand einen verspäteten Beginn des Babbelns und eine deutliche Tendenz der Kinder, Laute vorrangig unter Verwendung des posterioren Teils des Vokaltraktes zu artikulieren anstatt unter Beteiligung der Lippen und Zungenspitze. Spätere Studien haben diese frühen Funde bestätigt und beschreiben einheitlich eine verzögerte vorsprachliche Entwicklung und eine vorherrschende rückverlagerte Artikulation (Karling et al., 1993; Chapman und Hardin, 1992; Hapanen, 1994; Marrinan et al., 1998). Einige Studien haben zusätzlich die Frage nach dem optimalen Zeitpunkt des Gaumenverschlusses in Bezug auf die vorsprachliche Entwicklung thematisiert (Dorf/ Curtin, 1982; O'Gara/ Logemann, 1988; Henningsson, 1989). Allerdings sind auch diese Studien wieder sehr heterogen angelegt und die Ergebnisse nur schwer zu generalisieren. Zusammengefasst indizieren sie jedoch die Annahme, daß

Säuglinge, deren Gaumen frühzeitig verschlossen wird auch frühzeitiger normgerechte phonetische Eigenschaften erwerben als Säuglinge, die später operiert werden. Dabei variiert der Zeitpunkt, der als „früh“ bzw. „spät“ angesehen wird, zwischen den Studien zum Teil beträchtlich (z.B.: Dorf/ Curtin, 1982 & O’Gara/ Logemann, 1988: vor bzw. nach dem 12. Monat; Henningsson, 1989: 12 versus 18 Monate). Allerdings berichten sowohl Henningsson (1989) als auch O’Gara/ Logemann (1988), daß unabhängig vom Zeitpunkt des Gaumenverschlusses bei allen Säuglingen mit orofazialen Spalten eine Verzögerung der vorsprachlichen Entwicklung im Vergleich zur gesunden Referenzgruppe ohne Spalten auftrat. Man erkennt bereits an diesen Beispielen die Schwierigkeiten bei der Interpretation vorliegender Studienergebnisse und den Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

Zusätzlich vernachlässigen die genannten Studien den Entwicklungsaspekt vollständig. In den ersten 18 Lebensmonaten verläuft die vorsprachliche und beginnende sprachliche Entwicklung in einem rasanten Tempo und man kommt zwangsläufig zu Fehlinterpretationen der Befunde, wenn man die Produktionsleistungen der Kinder nicht in einem dichten zeitlichen Intervall erhebt und analysiert. Dies ist zwar für verlässliche Ergebnisse ein unverzichtbares, andererseits aber ausgesprochen zeitaufwändiges und mühevolleres Unterfangen, dem sich bisher nur wenige Forscher bei der Analyse der vorsprachlichen Entwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spalten gestellt haben (Wermke et al.; u.a. 2002; Meißner, 2003; Zeipert, 2004; Hauschildt, 2007).

In Auswertung der bis zum Erscheinen ihres Buches vorliegenden Studien verweist Grunwell (1993) auf die Annahme, daß insbesondere eine Gaumenspalte dazu führt, daß betroffene Säuglinge in einer frühen prä-verbalen Entwicklungsphase aufgrund der Fehlbildung ein abweichendes phonetisches Repertoire verwenden. Wie alle Kinder verwenden auch die Säuglinge mit orofazialen Spalten dieses vorsprachlich erworbene Repertoire dann zur Produktion ihrer ersten Worte, die dadurch ebenfalls klanglich von den Wortproduktionen der Nichtspalten-Kinder abweichen. Damit bewegt sich ein Kind mit einer orofazialen Spalte bereits vorsprachlich auf einem abweichenden Entwicklungspfad, der bedingt durch die Komplexität der Einflussfaktoren beim weiteren Spracherwerb nur noch mehr oder weniger erfolgreich wieder verlassen werden kann. Daraus ergibt sich die dringende Notwendigkeit, bereits während der

vorsprachlichen Phasen abweichende Entwicklungsverläufe zu diagnostizieren und zu versuchen, deren Ausmaß weitestgehend zu minimieren.

Der Sprech- und Spracherwerb ist ein kontinuierlicher Entwicklungsvorgang, der unmittelbar nach der Geburt beginnt. Abweichungen vom ‚normalen‘ Entwicklungsweg in den frühesten Erwerbsphasen ziehen bei allen Kindern, nicht nur bei Kindern mit orofazialen Spalten, spätere Auffälligkeiten nach sich. Nicht nur das Sprechen, auch die Sprache entwickelt sich kontinuierlich von den ersten Säuglingslauten (Weinen) über früheste „Nichtschreilaute“ (Gurren) und Babbel-Laute bis hin zu den Wort- und Satzproduktionen (u.a. Lewis, 1936; Wermke/Mende, 1992; etc.). Neueste Forschungen haben gezeigt, daß Sprechapparat und Gehirn bereits in den ersten Lebenswochen beginnen, Grundbausteine für den Erwerb prosodischer Eigenschaften der Sprache bereitzustellen (u.a. Wermke et al., 2002; Wermke/ Friederici, 2004). Ihre intentionale Modifikation wird nach einem vorgegebenen Entwicklungsprogramm schon zu diesem frühen Zeitpunkt trainiert (Mende/Wermke, 1988; Mende et al., 1996 a,b; Mende/Wermke, 1992; Wermke/Mende, 1992 und 1994; Wermke et al., 1996; Wermke/Mende, 2000; Wermke, 2002; Wermke et al., 2002; Wermke/Friederici, 2004). So scheint eine ungestörte Abfolge der Melodieentwicklung von zunächst einfachen, einbögigen Melodien zu doppel-, dreifach- oder mehrfachbögigen Melodien in Säuglingslauten eine wichtige Voraussetzung für einen „normalen“ Ablauf nachfolgender sprachlicher Entwicklungsphasen, eine Art essentielle Trainingsphase zu sein (Wermke, 2004; Wermke et al., 2004). Die Befunde von Wermke und Kollegen sprechen dafür, daß Säuglinge in ihren frühen vorsprachlichen Lautproduktionen bereits die Koordination feinmotorischer Bewegungen trainieren, die auch für den späteren Sprech- und Sprachgebrauch essentiell sind. Eine Störung, oder ein Fehlen dieser frühen Trainingsphase hat wahrscheinlich direkte Auswirkungen auf die spontane Wortproduktionsleistung der Kinder im Alter von 2-3 Jahren (Wermke et al., 2006). Welchen Einfluss jedoch die motorischen und sensorischen Einschränkungen, die durch den fehlenden Verschluss des Gaumendachs entstehen, bei Säuglingen mit orofazialen Spalten auf diese vorsprachlichen Entwicklungsverläufe haben, ist bisher noch vollkommen unbekannt.

Aus diesem Grund hat die vorliegende Arbeit das Ziel, einen weiteren Mosaikstein zum Verständnis der frühesten Entwicklungsschritte bei Säuglingen mit orofazialen Spalten auf dem Weg zur Sprache zu liefern. Ihr Analyse-Fokus liegt darin, ergänzend zu den bisherigen Untersuchungen an Patienten mit orofazialen Spalten im Säuglingsalter, Lauteigenschaften zu untersuchen, die nachweislich in direktem Zusammenhang mit späteren Sprachleistungen (Prosodie) stehen, nämlich die Modulationseigenschaften der Grundfrequenz. Dabei geht es hier um relativ langsame Modulationen im Vergleich zu den in vorhergehenden Studien untersuchten kurzzeitlichen Schwankungen der Grundfrequenz (gemessen als Jitter oder Perturbationsquotient: Mühler, 1996; Zeipert, 2004; Hauschildt, 2007).

In der vorliegenden Arbeit werden Melodien (Zeitfunktionen der Grundfrequenz) in den Lauten von sechs Säuglingen mit orofazialen Spalten im Alter von sechs bis ca. 14 Monaten in Form einer Längsschnittstudie untersucht. Dazu wurden spontane Laute verschiedener Art, neben spontanen nicht induzierten Schreien auch verschiedene Lall-Laute (Babbeln), digital aufgezeichnet und ausgewertet. Es wurde dabei versucht sowohl Laute aufzuzeichnen die ‚mit‘, als auch Laute, die ‚ohne‘ eingesetzte Gaumenplatte erzeugt wurden. Die Struktur aller Laute wurde anhand der Ergebnisse aus den Spektral- und Melodieanalysen charakterisiert und zwischen beiden Aufnahmesituationen unter Berücksichtigung des Alters und der individuellen Besonderheiten der Kinder verglichen.

Durch das gewählte Studiendesign liefert die Arbeit gleichzeitig einen Beitrag zum Bestreben einer objektiven Evaluation des Nutzens der kieferorthopädischen Frühbehandlung in Bezug auf den Sprech- und Spracherwerb. Die kieferorthopädische Frühbehandlung wird von einer Reihe von Autoren zu den geeigneten vorsprachlichen therapeutischen Maßnahmen gezählt, die einen positiven Einfluss auf die Sprech- und Sprachentwicklung haben (Stuffins, 1981; Gnoinski, 1990; Gruber, 1990). Es gibt verschiedene neuere Studien, die sich spezifisch der Thematik des Einflusses der Versorgung von LKGS-Säuglingen mit einer Gaumenplatte auf den Sprech- und Spracherwerb gewidmet haben (Konst et al., 1999, 2000, 2002, 2003a/b im Rahmen der Dutchcleft-Studie; Hardin-Jones et al., 2002; Lohmander et al., 2003). Die Ergebnisse

dieser Studien werden in den nachfolgenden Kapiteln 1.1.2 und 1.1.3. diskutiert und in Kapitel 4 (Diskussion) mit den eigenen Analyseergebnissen verglichen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden in Fortsetzung vorhergehender Untersuchungen folgende Hypothesen bearbeitet:

H1: Die durchschnittliche maximale Grundfrequenz der Laute der hier untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten ist im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht. Die Erhöhung ist nicht auf eine neurophysiologische Dysfunktion der an der Lautproduktion beteiligten Mechanismen zurück zu führen.

H2: Alle bei medizinisch unauffälligen Säuglingen beobachteten Strukturtypen vorsprachlicher Laute kommen auch bei Säuglingen mit orofazialen Spalten vor. Im Verlauf der Entwicklung ist die Zunahme komplexer Strukturen zu beobachten.

H3: Die durchschnittliche relative Häufigkeit segmentierter komplexer Melodien im 2. Lebenshalbjahr ist bei Säuglingen mit orofazialen Spalten im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe geringer. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn die Gaumenplatte herausgenommen wird.

H4: Der Anteil komplett verrauschter Laute ist bei Lauterzeugung ohne eingesetzte Gaumenplatte höher, als bei Lauten mit eingesetzter Gaumenplatte.

H5: Die zeitliche Organisation der Phonation ist bei Säuglingen mit orofazialen Spalten abweichend und besteht in einer Zeitverzögerung. Dadurch sind die Melodiebögen und Segmentierungspausen bei diesen Kindern im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe länger. Dies bedingt Rhythmusunterschiede der Lautgebung.

1.1.1 Der Einfluss der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf den Spracherwerb – Stand der Forschung

Viele Untersuchungen an Kindern mit orofazialen Spalten haben gezeigt, daß die Babbelmuster eines Kindes mit dem Muster der ersten Worte (Oller et al., 1976; Stoel-Gammon, 1985; Vihman et al., 1985) und der späteren Sprache übereinstimmen (Menyuk et al., 1986; Vihman, 1986). Diese kontinuierliche Entwicklung belegt die Bedeutung vorsprachlicher Erwerbsphasen für einen normgerechten Sprech- und

Spracherwerb. Bei Säuglingen mit orofazialen Spalten ist diese Kontinuität dadurch beeinflusst, daß aufgrund der offenen oro-nasalen Verbindung eine „normale“ Lautproduktion präoperativ nicht möglich ist. Durch die kieferorthopädische Frühbehandlung mit einer Gaumenplatte wird versucht, die physiologischen Verhältnisse annähernd zu simulieren.

Durch die Gaumenplatte wird die offene Verbindung zwischen Mund- und Nasenraum transitorisch weitestgehend funktionell verschlossen. Die Gaumenplatte nach Hotz (1979, 1983) soll neben der positiven Beeinflussung des Wachstums des Alveolarfortsatzes, die Zungenposition normalisieren, die Nahrungsaufnahme erleichtern und spätere Sprach- und Sprechprobleme durch Herstellung annähernd physiologischer oraler Verhältnisse reduzieren.

Die Resonanzverhältnisse im Vokaltrakt bei der Lauterzeugung des Säuglings unterscheiden sich erheblich zwischen der Situation bei einer offenen bzw. einer durch die Gaumenplatte verschlossenen Mund-Nasenraum-Verbindung. Diese Unterschiede reflektieren sich in signifikanten Differenzen zwischen bestimmten akustischen Eigenschaften von Säuglingslauten, die mit bzw. ohne Gaumenplatte erzeugt wurden. Erste Längsschnittstudien haben belegt, daß bestimmte akustische Schreieigenschaften (z.B. die Feinvariabilität der Grundfrequenz oder der Anteil von Rauschbanden) bei Säuglingen mit einer orofazialen Spalte in Abhängigkeit von der Plattenversorgung spezifisch abweichen. (z.B. Hauschildt, 2007).

Während man in der Literatur weitestgehend Übereinstimmung darin findet, daß bereits die vorsprachliche Entwicklung bei Kindern mit orofazialen Spalten durch die Spaltbildung beeinflusst wird (O’Gara and Logemann, 1988; Estrem und Broen, 1989; Lohmander-Agerskov et al., 1994; Chapmann et al., 2001) gehen die Meinungen über einen potentiellen Nutzen der Gaumenplatte nach Hotz zur Minimierung vorsprachlicher Abweichungen auseinander (u.a. Witzel et al, 1984; Winters und Hurwitz, 1995). Viele Befürworter geben an, daß diese kieferorthopädische Frühbehandlung die frühe Sprachentwicklung unterstützt, da sie die intraoralen Verhältnisse den physiologischen Verhältnissen anpasst, um vorsprachliche Laute und frühe Artikulationsbewegungen regulär üben zu können (Stuffins, 1981, Hotz et al., 1986, Gnoinski, 1990, Gruber, 1990). Da die Gaumenplatte den Gaumen bedeckt, ermöglicht sie die Produktion von konsonantenähnlichen Elementen („contoids“), bei

denen ein hoher intraoraler Druck aufgebaut werden muss, und den Gebrauch von alveolar gebildeten Artikulationen. Gegner der Gaumenplattentherapie führen dagegen an, daß die Gaumenplatte die taktilen und kinästetischen Propriozeptoren der Zunge reduziert (Dorf et al., 1985), und, daß bei dieser Behandlung häufig der Verschluss des harten Gaumens verspätet durchgeführt wird. Beides wirke sich dann negativ auf den Sprach- und Sprecherwerb aus (Witzel et al., 1984, Winters und Hurwitz, 1995).

Wie bereits erwähnt, haben sich drei multizentrisch angelegte neuere Studien spezifisch der Thematik des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung (mittels einer modifizierten Gaumenplatte nach Hotz) auf den Sprech- und Spracherwerb von Säuglingen mit orofazialen Spalten gewidmet (1. Dutchcleft Studie: Konst et al., 1999, 2000, 2002, 2003a/b; 2. Hardin-Jones et al., 2002; 3. Lohmander et al., 2003). Nachfolgend werden diese drei Studien hinsichtlich des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf den Sprech- und Spracherwerb besprochen, in Kapitel 4 (Diskussion) werden relevante Ergebnisse dieser Studien in Bezug auf die Ergebnisse vorliegender Studie diskutiert.

1.1.2 Dutchcleft Studie

Bei der Dutchcleft Studie (Niederlande) handelt es sich um eine prospektive, randomisierte Multizenterstudie, die 1993 ins Leben gerufen wurde. Beteiligt sind die Spaltzentren der Universität Nijmegen, der freien Universität von Amsterdam und der Erasmus Universität von Rotterdam. Erklärtes Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss der kieferorthopädischen Frühbehandlung (mit einer modifizierten Gaumenplatte nach Hotz) auf allgemeine Aspekte (Elternzufriedenheit mit der Behandlung, Einfluss auf Füttern und Gewichtszunahme), auf chirurgische und kieferorthopädische Aspekte (Einfluss auf die Oberkiefer-Zahnbogenbreite, Entwicklung des Mittelgesichts, Okklusion, kosmetisches Ergebnis), auf die Kosteneffektivität der Behandlung und auf die vorsprachliche Lautproduktion, die Sprech- und Sprachentwicklung sowie die Sprechverständlichkeit zu evaluieren.

In dieser randomisierten Studie erhielt eine Gruppe Neugeborener mit unilateralen LKGS-Spalten eine kieferorthopädische Frühbehandlung mit einer modifizierten



Gaumenplatte nach Hotz, eine zweite Gruppe wurde nicht behandelt. Eine genaue Beschreibung dieser Gaumenplatte findet sich in Tabelle 1.1.

Im Ergebnis der Dutchcleft-Studie stellen Prahl et al. (2001) fest, daß die kieferorthopädische Frühbehandlung bis zum Alter von 1 ½ Jahren einen temporären Effekt auf die Dimension des Oberkiefers zeigt, der aber nach Verschluss des weichen Gaumens wieder verschwindet. Sie könne auch den Kollaps des Oberkieferzahnbogens nicht verhindern (Prahl et al., 2003). Allerdings muss dabei beachtet werden, daß die Gestaltung der verwendeten Gaumenplatte deutlich von der an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Heidelberg und anderer Einrichtungen (z.B. Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg) verwendeten Gaumenplatte abweicht (vgl. Tabelle 1.1): Durch Verwendung eines weichbleibenden Kunststoffes, wie bei der Gestaltung der Gaumenplatte in der Dutchcleft-Studie, ist es nicht möglich, die Platte in Richtung des gewünschten Wachstums einzuschleifen, was bei Verwendung eines harten Kunststoffes durchaus möglich ist. Durch Einschleifen der Gaumenplatte kann man schon prächirurgisch eine gezielte Annäherung der Kiefersegmente erreichen und den Zwischenkiefer in die richtige Position leiten. Dadurch wird das Ausmaß der Spaltbreite reduziert, was natürlich auch den chirurgischen Verschluss der Spalte erleichtert.

In Tabelle 1.1 wird ein Vergleich des Konzepts, des zeitlichen Ablaufs und der Durchführung der Frühbehandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten zwischen dem „Dutchcleft-“ und dem „Heidelberger- und Würzburger-Konzept“ gegeben.

Tabelle 1.1: Vergleich des zeitlichen Ablaufs und der Durchführung der Frühbehandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten zwischen dem Dutchcleft (nach Konst, 2003 a) und dem Heidelberger-/Würzburger-Konzept.

	<u>Dutchcleft-Konzept</u>	<u>Heidelberger-/Würzburger-Konzept</u>
<u>Beschreibung der Spaltausprägung der teilnehmenden Patienten</u>	Patienten mit nur einseitiger vollständiger LKGS-Spalte	Patienten mit verschiedenen Spaltausprägungen

<u>Gaumenplatte</u>				
	<u>Zeitpunkt</u>	<u>Technik</u>	<u>Zeitpunkt</u>	<u>Technik</u>
<u>Kieferorthopädische Frühbehandlung:</u>	Platte wird sobald wie möglich nach Geburt eingesetzt und bis zum Verschluss des weichen Gaumens getragen (durchschnittlich 59 Wochen).	<u>Gestaltung der Platte.</u> Herstellung auf Gipsabdruck, bestehend aus hartem und weichem Kunststoff bedeckt den Gaumen und den Alveolarfortsatz, mit Ausdehnung in die Spaltnase (bedeckt die Spalte des harten und weichen Gaumens) (Konst, 2004)	Platte sobald wie möglich nach Geburt eingesetzt und bis zum Verschluss des weichen und harten Gaumens getragen (mit ca. 1 Jahr).	<u>Gestaltung der Platte:</u> Herstellung auf Gipsabdruck, bestehend aus hartem Kunststoff. Bedeckt Gaumen und Alveolarfortsatz mit Ausdehnung in die Spaltnase (bedeckt die Spalte des harten und weichen Gaumens)
<u>Einschleifen der Gaumenplatte möglich?</u>	nein		ja	
<u>Lippenplastik:</u>	Im Alter von 15 Wochen	Millard-Technik	Mit ca. 6 Monaten	Technik abhängig vom Spalttyp
<u>Verschluss des weichen Gaumens:</u>	Mit ca. 1 Jahr	Velumverschluß in Form der Brückenlappenplastik modifiziert nach Langenbeck (1862). Harter Gaumen bleibt „offen“ und wird zu einem späteren Zeitpunkt verschlossen. Nur wenn Sprachentwicklung danach nicht zufriedenstellend war, wurde Platte wieder eingesetzt, sonst nicht.	Mit ca. 1 Jahr	Gleichzeitiger Verschluß des harten und weichen Gaumens mittels Stiellappenplastik nach Veau ein- und beidseitigen, sowie Totalspalten/ Brückenlappenplastik bei isolierten Gaumenspalten und einseitigen schmalen LKGS-Spalten. Gaumenplatte im Anschluß nicht mehr erforderlich.
<u>Sprachtherapie</u>	erst ab 3 Jahren,	Falls notwendig	Regelmäßige	Falls notwendig

	alle Kinder, danach Sprech- und Sprachtherapie	durch Sprechverbesserungs-OP	Kontrolle schon während des ersten Lebensjahres	durch Sprechverbesserungs-OP
<u>Verschluss des harten Gaumens:</u>	Verschluss mit ungefähr 9 Jahren		Mit ca. 1 Jahr	Gleichzeitiger Verschluss des harten und weichen Gaumens (s. oben).

Konst et al. konnten im Rahmen der Dutchcleft-Studie (1999, 2000, 2003a, 2003b, 2003c) einen positiven Effekt der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die Sprech- und Sprachentwicklung zeigen:

Die Auswertung dieser Studien bezüglich der Sprech- und Sprachentwicklung zeigt, daß die Gruppe mit kieferorthopädischer Frühbehandlung im Alter von 12 Monaten einen häufigeren Gebrauch von der alveolaren Artikulation macht, die Lautproduktion beim Babbeln im Alter von 18 Monaten in beiden Gruppen jedoch vergleichbar ist (Konst et al., 1999). Es wurde gefunden, daß die Gaumenplatte die Produktion von konsonantenähnlichen Elementen während der Tragezeit, also bis zum Weichgaumenverschluss im Alter von ungefähr 12 Monaten positiv beeinflusst, dieser positive Effekt mit Absetzen der Platte aber verschwindet.

Die Sprechresultate im Alter von 2,5 Jahren zeigen Unterschiede in der Sprechverständlichkeit zwischen beiden Gruppen. In zwei verschiedenen Experimenten gaben sowohl untrainierte Zuhörer, als auch erfahrene Sprech- und Sprachtherapeuten der Gruppe mit kieferorthopädischer Frühbehandlung bessere Bewertungen (Konst, 2000, 2003c).

Im selben Alter (2,5 Jahre) zeigt sich die phonologische Entwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spalten, die eine kieferorthopädische Frühbehandlung erhielten normal oder verspätet, während hingegen die meisten Säuglinge mit orofazialen Spalten, die keine kieferorthopädische Frühbehandlung erhielten, eine abnorme Entwicklung zeigen. Ein halbes Jahr später scheint es, daß die Kinder mit kieferorthopädischer Frühbehandlung mehr Konsonanten am Anfang von Lauten („initial consonants“) einsetzen, als die Gruppe ohne kieferorthopädische Frühbehandlung (Konst et al., 2003b). Außerdem produzieren die Kinder mit kieferorthopädischer Frühbehandlung

längere Sätze als die Gruppe ohne kieferorthopädische Frühbehandlung, was zeigt, daß ihre grammatikalische Entwicklung fortgeschrittener ist.

Im Alter von 6 Jahren waren beide Gruppen bezüglich ihrer Wortproduktion innerhalb des Normbereichs für 6-jährige Kinder. Angaben zur Verteilung der Gruppen innerhalb des relativ breiten Normbereichs wurden nicht gemacht (untere/obere Grenze, Mitte). Bezüglich ihrer Syntaxentwicklung schnitt die Gruppe mit kieferorthopädischer Frühbehandlung etwas besser ab. Dieser Vorteil war jedoch statistisch nicht signifikant (Konst et al., 2003a).

Auch hinsichtlich der Kosteneffektivität wurde die kieferorthopädische Frühbehandlung in Bezug auf die Sprech- und Sprachentwicklung für akzeptabel befunden, da zumindest ein Teil der Kosten, die für eine eventuell später notwendige Sprachtherapie erforderlich wären, eingespart werden kann (Konst, 2004).

In Tabelle 1.2 sind diese Studien zusammengefasst.

Tabelle 1.2: Übersicht über die bisher im Rahmen der Dutchleft-Studie veröffentlichte Literatur über die Sprech- und Sprachentwicklung in Abhängigkeit von der kieferorthopädischen Frühbehandlung

Studie	Untersuchte Gruppe	Ziel der Studie	Ergebnisse
Konst 1999	27 Kinder mit kFb* 27 Kinder ohne kFb	vorsprachliche Entwicklung Vergleich mit 12 und 18 Monaten in beiden Gruppen	12 Monate: mehr alveolare Elemente bei Kindern mit kFb 18 Monate: ähnlicher Gebrauch von Konsonanten bei der Lautproduktion in beiden Gruppen Schlußfolgerung: nur vorübergehender positiver Effekt der Gaumenplatte
Konst 2000	10 Kinder mit kFb 10 Kinder ohne kFb 8 gesunde Kontrollkinder	Sprechverständlichkeit, beurteilt von Laien durch 1. Transkription 2. Beurteilung durch Zuhören (Kinder ca. 2,5 Jahre alt)	mit kFb: bessere Sprechverständlichkeit, aber bei der Transkription kein Unterschied zur Gruppe ohne kFb. Beide Gruppen waren aber im Vergleich zur Kontrollgruppe schlechter verständlich.
Konst 2003a	6 Kinder mit kFb 6 Kinder ohne kFb	-Perzeptive Sprachkompetenz (Reynell-Test, standardisiert) -Produktive Sprachkompetenz (nicht standardisiert) -produktive Sprachfähigkeit	- Perzeptive Sprachkompetenz wurde nicht durch kFb beeinflusst -Expressive Sprachfähigkeiten: 2,5-3 Jahre: längere Sätze mit kFb

		(standardisierter holl. Sprachtest)	6 Jahre: kein signifikanter Unterschied Resultat: kein Langzeiteffekt auf Sprachentwicklung
Konst 2003b	6 Kinder mit kFb 6 Kinder ohne kFb	-phonologische Entwicklung (FAN—Test: Anzahl der Konsonanten, Reihenfolge der Entwicklung, Auftreten von Nasalität)	2,5 Jahre: mit kFb: normales o. verspätetes Entwicklungsmuster, ohne kFb: abnormales Entw.muster 3 Jahre: mit kFb: mehr Konsonanten am Anfang von Lauten Resultat: mit kFb normalere phonologische Entwicklung
Konst 2003c	10 Kinder mit kFb 10 Kinder ohne kFb 8 gesunde Kontrollkinder	5 trainierte Zuhörer beurteilten den Gesamteindruck der Sprechqualität anhand EAI-Rängen nach 13 spezifischen Sprachcharakteristiken	Mit kFb: Signifikant bessere Bewertung in der Sprachverständlichkeit Kein Unterschied in allen anderen Bewertungen zwischen mit/ ohne kFb
Konst 2004	10 Kinder mit kFb 10 Kinder ohne kFb	Beurteilung des Gesamteindrucks der Sprechqualität hinsichtlich der Kosteneffektivität	Mit kFb: signifikant bessere Bewertung in der Sprachverständlichkeit Resultat: Kosten gerechtfertigt, da bessere, verständlichere Sprache, außerdem können Kosten für spätere Sprachtherapien eingespart werden.

* **kfb: kieferorthopädische Frühbehandlung**

1.1.3 Weitere aktuelle Studien zum Einfluß der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die Sprech- und Sprachentwicklung

Hardin–Jones et al. (2002) untersuchten in ihrer Studie, ob der Einsatz einer Gaumenplatte die Produktion von anterioren palatalen Konsonanten während des Babbelns fördert. Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie war ebenfalls ein, bis auf die LKGS-Spalte unauffälliger Allgemeinbefund. In Tabelle 1.3 ist diese Studie kurz zusammengefasst. Es wurde festgestellt, daß die verwendete Gaumenplatte darauf keinen Einfluß hat. Als Ursache dafür wurde angeführt, daß es sowohl ohne, als auch mit Gaumenplatte (bedeckt in dieser Studie nur den harten Gaumen) erschwert sei, einen ausreichenden intraoralen Druck aufzubauen, um Konsonanten mit hohem Druck bei einer LKGS-Spalte zu produzieren. Ein weiteres unerwartetes Ergebnis war, daß die Gruppe mit kieferorthopädischer Frühbehandlung häufiger rückverlagerte Konsonanten produzierte. Weiterhin wurde festgestellt, daß die Kinder mit einer schlechten

Hörleistung, unabhängig vom Tragen der Gaumenplatte signifikant mehr glottale Stop-Konsonanten produzierten.

Hardin-Jones et al. postulieren einen operativen Verschluss des weichen Gaumens möglichst früh, mit ca. sechs Monaten durchzuführen. Dies könnte zu einer besseren Entwicklung der frühen Konsonantenentwicklung und letztendlich zu einer besseren Sprache führen. Die Notwendigkeit von Sprachtherapien könnte somit möglicherweise verringert werden.

In der Studie von Lohmander et al. (2004) wurde untersucht, ob der Einsatz einer Gaumenplatte bei Säuglingen mit orofazialen Spalten im Alter von 18 Monaten einen Einfluss auf die Konsonantenentwicklung hat (s. Tabelle 1.3). Dabei kam heraus, daß der Einsatz der Gaumenplatte in diesem Alter keinen nachweisbaren Effekt hat. Im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe jedoch bildeten beide LKGS-Gruppen eine statistisch geringere Anzahl an Konsonanten. Die LKGS-Gruppe, die mit einer Gaumenplatte behandelt wurde, produzierte zusätzlich auch eine geringere Anzahl an verschiedenen Konsonantentypen.

Tabelle 1.3: Weitere Studien, die sich mit der Sprech- und Sprachentwicklung von Kindern mit orofazialen Spalten in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte beschäftigt haben

Studie	Untersuchte Gruppe	Ziel der Studie	Ergebnisse
Hardin-Jones 2002	14 Kinder mit kFb 14 Kinder ohne kFb	Einfluß der kFb auf die Konsonantenentwicklung während des Babbelns	Kein signifikanter Unterschied im Erlernen neuer Konsonanten, bzw. Ort und Art der Konsonantenproduktion. Mit kFb: mehr rückverlagerte Konsonanten während des Babbelns. Kritik: die Weichgaumenspalte bleibt unbedeckt von der Platte
Lohmander, 2004	10 Kinder mit kFb 10 Kinder ohne kFb 10 gesunde Kontrollkinder	Vergleich der Konsonantenproduktion	Keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl an verschiedenen Konsonanten zwischen der Gruppe mit und ohne kFb. Im Vgl. zur Kontrollgruppe bildeten beide Gruppen statistisch signifikant weniger Konsonanten. Die Gruppe mit kFb bildete zusätzlich auch eine geringere Anzahl an verschiedenen Konsonantentypen. Resultat: kFb hat keinen Einfluß auf Konsonantenproduktion im Alter von 18 Monaten. Kritik: die Weichgaumenspalte bleibt unbedeckt von der Platte

Zusammenfassend kann man feststellen, daß der Effekt der Gaumenplatte auf die Sprech- und Sprachentwicklung, genauso wie viele andere Punkte bei der Behandlung von Patienten mit orofazialen Spalten, wie z.B. der optimale Zeitpunkt des operativen Lippenverschlusses, oder des Verschlusses des harten und weichen Gaumens aufgrund fehlender adäquater Längsschnittstudien kontrovers diskutiert wird. Die große Anzahl an Einflussfaktoren auf die spätere Sprech- und Sprachentwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spalten, wie z. B. die Spaltausprägung, die individuelle Förderung, auch der Zeitpunkt des operativen Lippenverschlusses, oder des Verschlusses des harten und weichen Gaumens, sowie sozio-emotionale Faktoren, physiotherapeutische Maßnahmen, Hörleistungen und die allgemeine psychomotorische Entwicklung fordern eine hohe Zahl an untersuchten Individuen, um Fehlinterpretationen bezüglich des Effekts der Gaumenplatte auf die spätere Sprech- und Sprachleistung zu eliminieren.

Die vorliegende Längsschnittstudie liefert mit sechs sehr engmaschig untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten einen ersten Ansatz dafür, wie man den Gaumenplatteneffekt in seiner direkten Wirkung auf die vorsprachliche Entwicklung untersuchen kann. Sie liefert damit einen Mosaikstein zum besseren Verständnis der frühesten Entwicklungsschritte von Säuglingen mit orofazialen Spalten auf dem Weg zur Sprache. Vor jeder Therapie muß zunächst eine umfassende Diagnostik stehen. Die oben erwähnten Studien haben in gewisser Weise den zweiten vor dem ersten Schritt gemacht. Sie haben versucht Schlussfolgerungen zum Einfluß der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf ausgewählte Aspekte des Sprech- und Spracherwerbs zu ziehen, ohne zuvor die Spezifa der vorsprachlichen und frühen Sprachentwicklung der Säuglinge mit orofazialen Spalten zu charakterisieren. Auf diesen Punkt wird spezifisch in der Diskussion (Kapitel 4) eingegangen.

2 Material und Methode

2.1 Beschreibung der Studie

Diese Pilotstudie wurde im Rahmen der Spaltsprechstunde der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Heidelberg von Mai 2000 bis Januar 2003 durchgeführt. Die Lautaufnahmen der Kinder wurden von den ersten Lebenstagen bis zum Zeitpunkt des Gaumenverschlusses, anfangs wöchentlich, nach Verschluss der Lippe zweiwöchentlich, möglichst in häuslicher Umgebung durchgeführt. Gegenstand vorliegender Studie ist die Auswertung der Lautaufnahmen vom Zeitpunkt des Lippenverschlusses bis zum Verschluss des Gaumens. Die Lautaufnahmen des ersten Halbjahres werden im Rahmen der Dissertation von Hauschildt (2007) ausgewertet.

Der Einzugsbereich des Spaltzentrums der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Heidelberg hat einen Radius von ca. 50 km. Aus diesem Einzugsbereich stammen auch die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten. Sechs Kinder, die zwischen dem 01.05.2000 und dem 20.01.2002 geboren wurden, entsprachen den strengen Auswahlkriterien unseres Studiendesigns (s. Tabelle 2.2).

Es kamen alle Kinder in Betracht, die sich im genannten Zeitraum vorstellten, und den vorgegebenen Kriterien entsprachen, bzw. die Eltern bereit waren, an der Studie teilzunehmen. Der Grad der Spaltausprägung ist nicht Gegenstand vorliegender Studie, der Fokus lag auf dem Ausschluß neurophysiologischer Risikofaktoren.

Dem großen zeitlichen Aufwand der Familien ist es zu verdanken, daß die Lautaufnahmen über diesen langen Zeitraum möglichst regelmäßig durchgeführt werden konnten.

Das große Einzugsgebiet und der zeitliche Aufwand erschwerte aber auch gleichzeitig die Koordination zur Bewältigung der Lautaufnahmen durch die Doktorandin. Des Weiteren war die Anzahl der verwertbaren Aufnahmen aufgrund äußerer Faktoren, wie Nebengeräusche zwischen den Kindern sehr unterschiedlich. Um eine repräsentative Anzahl an Lautaufnahmen zu erhalten, wurde der Untersuchungszeitraum von der 26. Lebenswoche bis zum Verschluss des harten Gaumens in der ca. 60. Lebenswoche zusammengefasst. Nur bei Kind NI liegen die Aufnahmen aufgrund familiärer Ursachen nicht bis zum Verschluss des Gaumens vor.

2.2 Patientenkollektiv

Die in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Analyse vorsprachlicher Lauteigenschaften in Abhängigkeit vom Tragen einer Gaumenplatte erfolgte bei einer Gruppe von sechs Säuglingen mit orofazialen Spalten. Dabei handelt es sich um drei weibliche und drei männliche Patienten, die im Rahmen der Spaltsprechstunde der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg im Zeitraum der Datenerhebung für die vorliegende Arbeit betreut wurden. Bei einem Patienten lag eine beidseitige Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte vor; zwei Kinder hatten eine einseitige Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte, zwei weitere eine mediane Gaumen-Segelspalte und ein Kind hatte eine isolierte Segelspalte (Tabelle 2.1).

Die Variabilität der Spaltausprägung und der individuellen Entwicklungsbedingungen der Säuglinge mit orofazialen Spalten ist in der Regel sehr hoch. Um trotzdem eine Gruppe geeigneter Säuglinge für die in der vorliegenden Arbeit gestellte Aufgabe bilden zu können, wurden die in Tabelle 2.2 aufgeführten Einschlusskriterien angewendet. Die Zusammensetzung der Untersuchungsgruppe ergibt sich damit aus den zum Zeitpunkt der Datenerhebung für die vorliegende Arbeit an der Poliklinik behandelten Patienten, die die in Tabelle 2.2 aufgeführten Kriterien erfüllten.

Tabelle 2.1: Spaltform und Geschlecht der Patienten

Kinder	Geschlecht	LAHS-Code*
Kind MA	männlich	L A H S H A L
Kind DO	männlich	- - h S H A L
Kind DA	männlich	L A H S h - -
Kind TA	weiblich	- - h S h - -
Kind JU	weiblich	- - h S h - -
Kind NI	weiblich	- - - S - - -

(*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 (r), A = alveolar (r), H = hard palate (r), S = soft palate, H = hard palate (l), A = alveolar (l). L = lip (l)

In allen sechs Fällen fand ein ausführliches Informationsgespräch mit den Eltern über das Anliegen der Studie statt und die Teilnahme erfolgte freiwillig.

Weitere Details bezüglich des Wachstumsverlaufs und individuelle Frühförderungen der einzelnen Patienten sind in Kapitel 7 (Anhang) aufgeführt.

Tabelle 2.2: Patienten-Auswahlkriterien

- Kontrollierte Schwangerschaft mit unauffälligem Verlauf
- Keine Anzeichen einer Plazentainsuffizienz oder einer schweren intrauterinen Wachstumsstörung
- Keine Hypo-oder Hyperglykämie
- eutrophes Neugeborenes (vgl. Tabelle 2.3)
- APGAR 5`>7
- Keine behandlungsbedürftige Neugeborenenhepatitis
- Neurologische Erstuntersuchung unauffällig
- keine Mehrfachschädigungen
- deutsche Muttersprache
- Bereitschaft der Eltern zur Teilnahme an der Studie und zur kontinuierlichen Datenerhebung über den gesamten Untersuchungszeitraum

Bei einem Patienten (MA) lag das „van der Woude-Syndrom“ vor, welches autosomal dominant vererbt wird und häufig mit Unterlippenfisteln und Spaltbildungen auftritt (Opitz, Wittkowski, 2005). Bei einer Patientin (JU) lag eine Pierre-Robin-Sequenz (Glossoptosis, Retrogenie) (z.B. Jones, 1970) vor. Beide Kinder wurden trotzdem in die Studie aufgenommen, da weder unmittelbar postnatal noch im weiteren Verlauf eine für die Studie relevante psychomotorische Abweichung diagnostiziert wurde.

Die perinatalen und anthropometrischen Daten zum Zeitpunkt der Geburt sind in Tabelle 2.3 aufgeführt: Die somatischen Werte der untersuchten Kinder bei Geburt wurden in Norm-Perzentilkurven nach Voigt et al. (1996) eingetragen, um festzustellen, wie sie sich im Vergleich zu Durchschnittswerten deutscher Kinder verhalten. Diese Perzentilkurven beruhen

auf einer Analyse des gesamtdeutschen Datenguts des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Sie beruhen auf einer Datenbasis von 563 480 Einlingen und repräsentieren geeignete Normwerte für die Geburtsmaße deutscher Kinder (Voigt et al., 2002). Für Kind DA, als Zwilling, wurden die anthropometrischen Größen nach den Perzentilkurven für deutsche Zwillinge verwendet (Voigt et al., 1996).

Tabelle 2.3: Perinatale und anthropometrische Daten zum Zeitpunkt der Geburt

Kind	Geschlecht	Gestations- alter vSSW	APGAR`5	Geburts- gewicht [g]	Geburts- länge [cm]	Kopfum- fang [cm]	Längenbezogenes Geburtsgewicht [g/cm]
MA	männlich	38	9	3190 *35	52 *70	34,0 *25	61,3 *30
DO	männlich	38	10	2970 *22	49 *20	35,5 *70	60,6 *25
DA	männlich	34	8	2495 *80	46 *50	32,0 *50	54,2 *80
TA	weiblich	40	10	3550 *60	53 *70	33,8 *22	67,0 *40
JU	weiblich	40	9	3150 *25	52 *55	35,0 *50	60,6 *40
NI	weiblich	34	9	2040 *25	46 *50	31,0 *32	44,3 *25

Die *Werte geben die jeweils korrespondierenden Perzentilwerte (in %) nach Voigt (2002) für Neugeborene wieder. Die anthropometrischen Größen für Kind DA wurden nach den Perzentilkurven für deutsche Zwillinge korrigiert eingetragen (Voigt et al., 1996)

2.2.1 Angaben zur kieferorthopädischen Frühbehandlung der untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten mittels einer Gaumenplatte

Bei fünf der sechs Patienten erfolgte eine kieferorthopädische Frühbehandlung in Form einer passiven Gaumenplattentherapie nach Hotz (1979, 1986). Ein Kind, Patientin NI suchte die Poliklinik lediglich zur regelmäßigen Kontrolle in der Spaltsprechstunde auf. Die Versorgung mit einer Gaumenplatte war hier nicht erforderlich, da die Spaltausprägung nur den weichen Gaumen betraf.

Die für jedes Kind individuell durch Abformung angefertigten Gaumenplatten bestanden aus Kunststoff und enthielten keine aktiven Elemente. Sie bedeckten den Alveolarfortsatz, den harten und weichen Gaumen und hatten eine Ausdehnung in die Spaltnase („cleft nose“). Während des Zeitraums der Datenerhebung wurde der korrekte Sitz der Gaumenplatte im

Rahmen der Spaltsprechstunde der Poliklinik für Kieferorthopädie Heidelberg regelmäßig kontrolliert, evtl. vorhandene Druckstellen beseitigt und die Gaumenplatten in vertikaler und sagittaler Richtung wiederholt in Abhängigkeit vom Wachstum eingeschliffen. Um die Gaumenplatten dem Kieferwachstum der Patienten anzupassen, wurden alle acht bis 16 Wochen nach wiederholter Abformung neue Gaumenplatten angefertigt und eingegliedert (s. Tabelle 2.5). Das Heidelberger Therapiekonzept sieht das Tragen der Gaumenplatte bis zum Verschluss des harten Gaumens mit 12-14 Monaten vor. Der Zeitraum, über den die Gaumenplatten getragen wurden, variiert jedoch zwischen den Kindern (s. Tabelle 2.5). Alle fünf Kinder erhielten die Gaumenplatte während der ersten Lebenstage. Bis auf kurzzeitige Reinigungsphasen (1-2 Mal täglich) wurden die Gaumenplatten im ersten Lebenshalbjahr ganztägig, auch zum Schlafen und Trinken getragen. Mit zunehmendem Alter der Patienten wurde die Akzeptanz der Gaumenplatten schwieriger und die Tragezeit dadurch interindividuell variabler. Das Kind MA trug die Gaumenplatte z.B. bereits ab der 25. Woche nur noch zum Essen und Trinken, während bei Kind DO dies erst ab der 49. Woche und bei Kind TA ab der 56. Woche der Fall war (s. Tabelle 2.5). Dies erschwert die Interpretation der vorliegenden Untersuchung. Die Aufnahmen wurden trotzdem, soweit möglich, mit und ohne Gaumenplatte durchgeführt, die entsprechenden Angaben sind in Tabelle 2.5 aufgeführt.

2.2.2 Kontrollgruppe (KG-Gruppe)

Zum Vergleich der Lautaufnahmen der Kinder der vorliegenden Studie wurden diese mit den Lautaufnahmen einer gesunden, alters entsprechenden Kontrollgruppe aus der Datenbank des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg verglichen. Für diesen Vergleich lagen 1940 geeignete Lautaufnahmen der gesunden Kontrollgruppe vor.

Zur Übersicht wurden die hier verwendeten Lautaufnahmen der Kontrollgruppe in Tabelle 2.4 in zweimonatigen Abständen zusammengefasst.

Tabelle 2.4: Übersicht über die Anzahl der Lautaufnahmen der Kontrollgruppe im Untersuchungszeitraum in zweimonatigen Abständen.

N = 1940	6.-7. Monat	8.-9.-Monat	10.-11. Monat	12.-13. Monat
KG-Gruppe	1122	278	334	206

Ebenso wie die hier untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten erfüllten die Vergleichskinder der Kontrollgruppe die in Tabelle 2.2 angeführten Einschlusskriterien. Für die Lautaufnahmen der Kontrollgruppe erfolgten dieselben Analysen, wie für die der Säuglinge mit orofazialen Spalten.

Im Weiteren wird die Kontrollgruppe: „KG-Gruppe“, und die Gruppe von Säuglingen mit orofazialen Spalten zur Vereinfachung: „LKGS-Gruppe“ genannt.

2.3 Datenerhebung

2.3.1 Lautaufnahmen (Zeitraum und Durchführung)

In der vorliegenden Längsschnittstudie wurden spontane, also nicht elizitierte Lautaufnahmen der sechs Säuglinge mit orofazialen Spalten im Zeitraum von Juni 2000 bis Januar 2004 erhoben. Die Lautäußerungen dieser Kinder wurden bereits ab der ersten Lebenswoche aufgezeichnet, aber in der vorliegenden Arbeit erst ab dem 6. Lebensmonat analysiert. Die Aufnahmen von der ersten Lebenswoche bis zum 6. Lebensmonat wurden bereits im Rahmen einer anderen Dissertation ausgewertet (Hauschildt, 2007). Der genaue Untersuchungszeitraum vorliegender Arbeit erstreckt sich von der 26. bis zur 60. Lebenswoche. Dies entspricht ungefähr dem Zeitraum zwischen operativem Verschluss der Lippe (LVP), welcher mit ungefähr 6 Monaten vorgenommen wird, und dem Verschluss des harten und weichen Gaumens (GVP) im Alter von ca. 12 bis 14 Monaten. Von Kind NI liegen Aufnahmen lediglich bis zum 11. Monat vor (8 Wochen vor GVP), da es den Eltern danach zeitlich nicht mehr möglich war, an der Studie teilzunehmen.

Anliegen der Arbeit war eine Untersuchung ausgewählter Lauteigenschaften bei eingesetzter versus nicht eingesetzte Gaumenplatte. Dazu wurden bei jeder Lautaufnahme zunächst durchschnittlich 20 Spontanschreie mit eingesetzter Gaumenplatte aufgenommen. Anschließend wurde die Gaumenplatte herausgenommen, dem Kind in einer kurzen Adaptationszeit die Möglichkeit gegeben, sich an die neue Situation zu gewöhnen, und danach weitere 15 Lautsignale aufgezeichnet. Teilweise waren jedoch weniger Schreie verwertbar, da grundsätzlich nur spontane Laute aufgezeichnet wurden, also keine Elizierungen durchgeführt wurden. Es wurden spontane vorsprachliche Lautäußerungen (z.B. Weinen vor einer Mahlzeit) und verschiedene 'Nichtschrei-Laute' (Übergangslaute und Babbellaute) aufgezeichnet. Die Aufnahmen wurden mit einem tragbaren digitalen Recorder

(DAT SONY TCD 100) mit zugehörigem Mikrophon (SONY EMC-MS 957) durchgeführt. Um qualitativ hochwertige Lautaufnahmen zu erhalten, wurde zusätzlich auf ein geräuscharmes Umfeld während der Aufzeichnungen geachtet. Die Aufnahmen wurden, wenn möglich, in häuslicher Umgebung durchgeführt. Stimmt die Kontrolltermine der Gaumenplatten an der Poliklinik für Kieferorthopädie mit einem geplanten Aufnahme datum überein, wurden die Aufnahmen in einem ruhigen Nebenzimmer der Poliklinik durchgeführt.

Die Säuglinge befanden sich bei den Aufnahmen vorrangig in Rückenlage. Der Abstand zwischen Mund des Säuglings und Mikrophon betrug während der Lautaufnahmen ca. 15 cm. Die Signalspitzen wurden manuell sorgfältig angesteuert. Dadurch wurden Signalrauschabstände erreicht, die besser als 50 dB waren.

Um eine repräsentative Anzahl des Vokalisationsrepertoirs der Säuglinge mit orofazialen Spalten zu erhalten, wurden in ca. 14- bis 21-tägigen Intervallen Aufnahmen gemacht.

Eine Übersicht über die Probanden, ihr Alter zum jeweiligen Aufnahmetermin (in zweiwöchigen Intervallen) und weitere Angaben, wie das Vorliegen von Aufnahmen mit und/oder ohne Gaumenplatte, den Zeitpunkt durchgeführter Hörtests und die Einlage einer Paukendrainage, den Zeitpunkt des Einsetzens einer neuen Gaumenplatte und den Zeitpunkt des Lippen (LVP)- bzw. Gaumenverschlusses (GVP) sind in Tabelle 2.5 aufgeführt.

Tabelle 2.5: Übersicht Datenerfassung

Lebenswoche	26.-27.	28.-29.	30.-31.	32.-33.	34.-35.	36.-37.	38.-39.	40.-41.	42.-43.	44.-45.	46.-47.	48.-49.	50.-51.	52.-53.	54.-55.	56.-57.	58.-59.	60.-61.
MA*	LVP1						LVP2											GVP1
DO	LVP																GVP	
DA	LVP																	GVP
TA																		GVP
JU																		GVP
NI																		GVP

- Paukendrainage
- Hörtest
- Neue Oberkieferplatte
- Lautaufnahmen mit/ ohne Platte
- Lautaufnahmen ohne Platte
- LVP Lippenverschlussplastik
- GVP Gaumenverschlussplastik

* (bei Kind MA erfolgte aufgrund der Größe der Spalte ein zweizeitiger Verschluss der Lippe (LVP1, LVP2) und des Gaumens (GVP1, GVP2 (außerhalb des Untersuchungszeitraums)).

2.3.2 Dokumentation der postnatalen somatischen Entwicklung

Begleitend zu jeder Lautaufnahme wurde anhand eines detaillierten Dokumentationsbogens Datum, Uhrzeit und die vermutliche Schreiursache erfasst. Des Weiteren wurden Angaben zu Tagesbesonderheiten, zu eventuellen Erkrankungen oder zu medizinischen Behandlungen (z.B. Impfungen) sowie zum physischen Zustand des Kindes vermerkt (s. Kapitel 7: Anhang). Durch die umfassende Dokumentation war gewährleistet, daß die gefundenen Ergebnisse bezüglich der Variation von Lautparametern in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte nicht Nebeneffekte anderer Einflussfaktoren sind.

Gleichzeitig erfolgte die Erfassung der anthropometrischen Größen (Messung der Körperlänge, des Gewichts und des Kopfumfanges). Sie wurden in standardisierten Perzentilkurven eingetragen (s. Kapitel 7: Anhang).

Die Erhebung somatischer Körpermaße ist die einzige Möglichkeit zur Charakterisierung der frühkindlichen Entwicklung auf der Basis objektiver Messwerte. Wachstum und körperliche Entwicklung sind sensible Indikatoren für eine ungestörte kindliche Entwicklung. Darüber hinaus gestatten sie Diskontinuitäten im Wachstum zu erkennen, die auch ein Hinweis auf eine Entwicklungsstörung in anderen Bereichen sein können.

2.3.3 Dokumentation des Hörvermögens

In regelmäßigen Abständen (drei-viermonatige Abstände, z.T. auch häufiger) wurde das Hörvermögen aller 6 Kinder in der HNO-Klinik, Abteilung für Stimm- und Sprachstörungen sowie Pädaudiologie der Universität Heidelberg durch Ohrinspektion und standardisierte Hörtests kontrolliert (s. Tabelle 2.6).

Im Rahmen dieser Kontrollen erfolgte die visuelle Beurteilung des Zustandes des äußeren Gehörganges, des Trommelfells und der Paukenhöhle mittels Otoskopie. Die Verhaltensreaktion im Freifeld und die Lokalisationsfähigkeit in Abhängigkeit von der Lautstärke (dB) wurde getestet. Die Trommelfellbeweglichkeit wurde mittels der Tympanometrie untersucht. Des Weiteren wurde die Reproduzierbarkeit der otoakustisch evozierten Emissionen untersucht.

In Abhängigkeit von allen Befunden wurde die Indikation zur intraoperativen Einlage von Paukendrainagen, den Paukenröhrchen erstellt (s. Tabelle 2.6). Bei Paukenergüssen wurde zunächst versucht, den Gehörgang konservativ zu therapieren, und ihn mittels abschwellenden

Nasentropfen, NaCl-Spüllösung und Glycerin-Alkohol-Ohrentropfen durch Gehörgangspflege zu reinigen.

Bei den Kindern MA (LAHSAHL), DO (--hSHAL) und DA (LAHSh --) erfolgte die intraoperative Einlage von Paukendrainagen beidseits im Rahmen der Lippenverschlussplastik (bei Kind MA im Rahmen der Operation der linken Lippenhälfte). Bei den Kindern TA (--hSh --) und JU (--hSh --) mit isolierter Gaumen-Segel-Spalte erfolgte die Einlage von Paukendrainagen beidseits erst im Rahmen der Gaumenverschlussplastik. Bei Kind NI (---S ---) mit isolierter Segel-Spalte war die Einlage von Paukendrainagen nicht notwendig. Die während des Untersuchungszeitraumes erfolgten Hörkontrollen, bzw. Einlagen von Paukendrainagen sind in Tabelle 2.5 aufgeführt.

Tabelle 2.6: Ergebnisse der Hörtests:

Bei den Kindern MA, DO und DA zu 3 Zeitpunkten:

T1: vor Einlage einer Paukendrainage;

T2: kurz nach Einlage einer Paukendrainage;

T3: Paukendrainage in situ

bei den Kindern TA, JU und NI liegen nur 2 Hörtests vor, T1: vor- und T2: nach GVP.

(die im Untersuchungszeitraum durchgeführten Hörtests sind grau hinterlegt)

	Hörtest T1		Hörtest T2	
	rechts	links	rechts	links
Kind MA T1: 241 Tage T2: 416 Tage T3: 584 Tage	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Z.n. Paukendrainage, T-Tube in situ, Lumen frei	Z.n. Paukendrainage, T- Tube in Cerumen eingebettet, Lumen scheint frei
	Freifeld: 50-60 dB, Lokalisation 70 dB		Freifeld: 30-35 dB, Lokalisation bei 45 dB	
Kind DO T1: 172 Tage T2: 397 Tage T3: 514 Tage	rechts	links	rechts	links
	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei
	Freifeld 60-70 dB, keine Lokalisation bis 100 dB		Freifeld 30-40 dB, Lokalisation bei 50 dB	
Kind DA T1: 141 Tage T2: 416 Tage T3: 807 Tage	rechts	links	rechts	links
	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Z.n. Paukendrainage Gehörgang schmierig belegt	Z.n. Paukendrainage T-Tube reizlos in situ, Pauke belüftet
	Freifeld 80 dB, keine Lokalisation bis 100 dB		Freifeld 35dB, Lokalisation bei 50 dB	
Kind TA T1: 404 Tage T2: 439 Tage	rechts	links	rechts	links
	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei
	Freifeld: 50-60 dB, Lokalisation 70 dB		Freifeld: 25-30 dB, Lokalisation bei 50 dB	
Kind JU T1: 363 Tage T2: 531 Tage	rechts	links	rechts	links
	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Schallleitungs- schwerhörigkeit bei Paukenerguss	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei	Z.n. Paukendrainage, Lumen frei
	Freifeld: 50-65 dB, Lokalisation bei 70 dB		Freifeld: 30-40 dB, Lokalisation bei 40- 50 dB	
Kind NI T1: 403 Tage T2: 675 Tage	rechts	links	rechts	links
	Ausschluss Schallleitungs- schwerhörigkeit	Ausschluss Schallleitungs- schwerhörigkeit	Schallleitungs- schwerhörigkeit rechts bei Paukenerguss	Ausschluss Schallleitungs- schwerhörigkeit
	Freifeld: 30-35 dB, Lokalisation bei 60-70 dB		Freifeld: 20-25 dB, Lokalisation bei 50 dB	

	Hörtest T3	
	rechts	links
Kind MA T1: 241 Tage T2: 416 Tage T3: 584 Tage	Z.n. Paukendrainage, T- Tube in situ	Z.n. Paukendrainage, Lumen weiterhin verlegt
	Freifeld: 25-35 dB, Lokalisation bei 40-50 dB	
Kind DO T1: 172 Tage T2: 397 Tage T3: 514 Tage	rechts	links
	Z.n. Paukendrainage Lumen frei	Z.n. Paukendrainage Lumen frei
	Freifeld 30-35 dB, Lokalisation bei 45 dB	
Kind DA T1: 141Tage T2: 416 Tage T3: 807 Tage	rechts	links
	Z.n. Paukendrainage T-Tube in situ, Trommelfell leicht feucht, Lumen frei	Z.n. Paukendrainage, T- Tube in situ, Trommelfell reizlos
	Freifeld 20-30 dB, Lokalisation bei 40-50 dB	

2.3.4 Ergänzende Sprachdatenerhebung

Zur Ergänzung der vorsprachlichen Befunde und zur Beurteilung der vorsprachlichen Befunde hinsichtlich der späteren Sprachleistungen wurden zusätzlich zwei standardisierte Sprachentwicklungstests und ein Lautbefund erhoben.

Im Alter von 2 Jahren erfolgte der Sprachtest ELFRA-2 (Elternfragebogen-2) nach Hannelore Grimm und Hildegard Doil (2000) (s. Tabelle 2.7). Er dient der Beurteilung des produktiven Wortschatzes, der Syntax und der Morphologie.

Tabelle 2.7: Elfra-2 nach Hannelore Grimm und Hildegard Doil (2000):

Erreichte Punktzahl in den einzelnen Kategorien (kein Kind hat einen kritischen Wert unterschritten)

ELFRA 2	Produktiver Wortschatz Min. Wert: 50 Max. Wert: 260	Syntax Min. Wert: 7 Max. Wert: 47	Morphologie Min. Wert: 2 Max. Wert: 16
MA	260	47	15
DO	182	27	6
DA	261	43	16
TA	192	23	8
JU	179	26	10
NI	227	46	16

Alle Kinder zeigten eine altersgerechte Leistung hinsichtlich ihres produktiven Wortschatzes, der Syntax und der Morphologie. Allerdings gab es hinsichtlich der Syntax und Morphologie bei drei Kindern (DO, TA, JU) deutlich geringere Leistungen, als bei den anderen.

Da der ELFRA-Test auf Angaben der Eltern beruht, die unter Umständen nicht objektiv genug sind, wurde zusätzlich im Alter von 2 bis 4 Jahren mit der Patholinguistin Sandra Meißner, ausgebildet am Institut für allgemeine Sprachwissenschaft/ Patholinguistik der Universität Potsdam ein standardisierter Sprachentwicklungstest (dem Alter entsprechend: SETK-Test für zweijährige Kinder (SETK 2), SETK-Test für drei- bis fünfjährige Kinder (SETK 3-5)) nach Grimm et al. (2000; 2001) durchgeführt.

Dieser Test dient der Beurteilung von Sprachverarbeitungsfähigkeiten und auditiven Gedächtnisleistungen aus entwicklungspsychologischer Sicht. Es werden das Sprachverstehen durch das Verstehen von Sätzen (VS) und die Sprachproduktion durch die Enkodierung semantischer Relationen (ESR) und die morphologische Regelbildung (MR) getestet. Des Weiteren wird das Sprachgedächtnis über das phonologische Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN), die Gedächtnisspanne für Wortfolgen (GW) und das Satzgedächtnis (SG) geprüft.

Das Ergebnis wurde ermittelt, indem unter Berücksichtigung des Alters die Rohwerte der Testergebnisse in T-Werte transformiert wurden. Bei T-Werten handelt es sich um Normwerte mit einem Mittelwert von 50 und einer Standardabweichung von 10. D.h. Kinder, die einen Wert zwischen 40-60 haben, weisen durchschnittliche Leistungen auf, darunter sind die Leistungen unterdurchschnittlich, darüber überdurchschnittlich. Anschließend erfolgte die Ermittlung der Konfidenzintervalle zur Festlegung der oberen und unteren Grenze der T-Wertbereiche. Die T-Werte wurden dann in Prozentränge transformiert (die durchschnittlichen Prozentränge liegen zwischen 15,87% und 84,13%).

Ein Lautbefund der Kinder wurde zeitgleich anhand eines weiteren Testverfahrens (Kauschke & Siegmüller (1998) ebenfalls durch die Patholinguistin erhoben. Bei diesem Diagnostikverfahren aus dem Screening für Sprachentwicklungsstörungen werden nach der Vorlage von Bildmaterial die korrekte Realisierung der Laute bzw. Elisionen, Substitutionen, Assimilationen und Fehlbildungen von Lauten beurteilt. Mit Hilfe von 84 Prüfitems werden alle Laute sowohl initial, medial, als auch final getestet. Die Ergebnisse der Sprachtests sind in Tabelle 2.8 und Tabelle 2.9 zusammengefasst.

Tabelle 2.8: Ergebnisse des Lautbefundes nach Kauschke und Siegmüller und des SETK-Tests nach Grimm der Kinder MA, DO und DA.

(* grenzwertige Befunde)

	Kind MA	Kind DO	Kind DA
Alter	3 J 7 M	2 J 11 M	3 J 8 M
Lautbefunde nach Kauschke und Siegmüller.			
Phonetisch-phonologische Ebene	<ul style="list-style-type: none"> • Inkonstante Substitution des stimmlosen Plosiv /t/ durch den stimmlosen Plosiv /k/ innerhalb initialer Konsonantenverbindungen • Inkonstante Substitution des stimmhaften Plosiv /d/ durch 	<ul style="list-style-type: none"> • Als auffälligster Prozess zeigt sich eine Öffnung. • Substitution von Plosiven und Frikativen durch den glottalen Frikativ /h/ • Probleme bei der Realisierung der Plosive, Frikative und Vibranten, 	<ul style="list-style-type: none"> • Inkonstante Substitution des stimmlosen Plosiv /t/ in Konsonantenverbindungen durch den stimmlosen Plosiv /k/ • Inkonstante Substitution des stimmhaften Plosiv /d/ durch den stimmhaften Plosiv /g/

	den stimmhaften Plosiv /g/ innerhalb initialer Konsonantenverbindungen • Spontansprachlich verwaschene Aussprache, bei Wiederholungsaufforderung Verbesserung	vor allem bei der Artikulation labial gebildeter Laute. (Nasale Bildung oder Auslassung) • Reduzierung von Konsonantenverbindungen auf einen Laut (inkonstante Position)	• Substitution des stimmhaften labialen Frikativs /v/ durch den stimmhaften labialen Plosiv /b/.
Phoneminventar	noch Lücken	noch nicht vollständig erworben	einige Lücken
Artikulation	Nasale Sprechweise, Sigmatismus mit interdentalen und lateralen Anteilen, jedoch altersentsprechend	starke nasale und verwaschene Aussprache, Sigmatismus adentale	
SETK 3 -5			
Verstehen von Wörtern	-	-	-
Produktion von Wörtern	-	-	-
Verstehen von Sätzen	15,87% *	53,98%	81,59%
Produktion von Sätzen	-	-	-
Enkodierung semantischer Relationen	88,49%	86,43%	50,0%
Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Neologismen	84,13%	75,80%	61,79%
Morphologische Regelbildung	53,98%	53,98%	34,46 % beeinträchtigte Fähigkeit zur morphologischen Regelbildung
Gedächtnisspanne für Wortfolgen (kritischer Wert: 3 Wörter)	durchschnittlich 4 Wörter	-	-

Tabelle 2.9: Ergebnisse des Lautbefundes nach Kauschke und Siegmüller und des SETK-Tests nach Grimm der Kinder TA, JU und NI.

(* grenzwertige Befunde)

	Kind TA	Kind JU	Kind NI
Alter	2 J 8 M	2 J 2 M	3 J 10 M
Lautbefunde nach Kauschke und Siegmüller.			
Phonetisch-phonologische	• Substitution des stimmlosen alveolar gebildeten Plosivs /t/	• Öffnungsprozess, Substitution von Plosiven und	• Konstante Substitution des stimmhaften labialen Frikativ /v/ durch

Ebene	durch den stimmlosen velar gebildeten Plosiv /k/ <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion einer initialen Konsonantenverbindung auf den ersten Laut • altersadäquater Sigmatismus 	Frikativen durch den glottalen Frikativ /h/ <ul style="list-style-type: none"> • Verwaschene, nasalierte Aussprache 	den stimmhaften labialen Plosiv /b/ <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion des nasalen Laut /ŋ/ auf den nasalen Laut /n/ • Substitution des stimmungslosen Plosiv /k/ durch den stimmungslosen Plosiv /t/ innerhalb der Konsonantenverbindung /ks/ • Konstante Reduzierung auf den ersten Laut bei initialen Konsonantenverbindungen mit einem /t/ an der zweiten Stelle • inkonstante Reduzierung auf den ersten oder zweiten Laut bei initialen Konsonantenverbindungen mit einem /l/ an der zweiten Stelle.
Phoneminventar	-	-	noch Lücken
	SETK 2	SETK 2	SETK 3 -5
Verstehen von Wörtern	61,79%	86,43%	-
Produktion von Wörtern	86,43%	100%	-
Verstehen von Sätzen	81,59%	98,61%	50,00%
Produktion von Sätzen	98,21%	65,54%	-
Enkodierung semantischer Relationen	-	-	65,54%
Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Neologismen	-	-	-
Morphologische Regelbildung	-	-	72,57%
Gedächtnisspanne für Wortfolgen (kritischer Wert: 3 Wörter)	-	-	-

Anmerkung: In diesen Tabellen wurden zwei für unterschiedliche Altersklassen verwendete SETK-Tests (SETK 2 und SETK 3-5) zusammengefasst. Die mit einem „-“, versehenen Felder waren entweder nicht Gegenstand des angewandten SETK-Tests, oder der Befund konnte aufgrund mangelnder Mitarbeit des Kindes (Kind NI) nicht erhoben werden. In der letzten Zeile wurde bei Kind MA ein zusätzlicher Befund erhoben, der nicht Teil des angewandten SETK-Tests war.

Bei den von uns nachuntersuchten Kindern konnte in vier Fällen eine Hyperrhinophonie diagnostiziert werden. Die Kinder DO, MA, JU und TA zeigen eine stark nasale und/oder verwaschene Aussprache. Bei fünf Kindern (DA, DO, MA, JU und TA) konnte eine teilweise Rückverlagerung der Artikulation festgestellt werden. Während die Kinder DA (inkonstant), MA (inkonstant) und TA den alveolar gebildeten Plosiv /t/ durch den velar gebildeten Plosiv /k/ ersetzen, und die Kinder MA und DA inkonstant den stimmhaften Plosiv /d/ durch den stimmhaften Plosiv /g/ ersetzen, ist bei den Kindern Kind DO und JU eine generelle Substitution von Plosiven und Frikativen durch den glottalen Frikativ /h/ zu erkennen.

2.4 Datenanalyse

2.4.1 Akustische Voranalyse

Insgesamt wurden im Erhebungszeitraum ca. 10 Stunden Lautmaterial aufgenommen. Darin sind etwa 5000 Lautäußerungen enthalten, die der akustischen Voranalyse unterzogen wurden. Die Aufzeichnungen jeder Aufnahme wurden dabei abgehört und mittels festgelegter Symbole hinsichtlich des geäußerten Vokalisationsrepertoires, der Lautlänge (Vermerk von Kurzlauten) und der Melodieverläufe (hörbare Bogen-/Silbenzahl) charakterisiert. Zu leise oder übersteuerte Laute, sowie Signale mit Nebengeräuschen wurden nicht berücksichtigt und aussortiert. Als ‚Schrei‘ oder ‚Einzellaut‘ wird hier jede Vokalisation bezeichnet, die während einer einzelnen expiratorischen Phase erzeugt wird. Inspirationslaute wurden nicht ausgewertet. Die Voranalyse erlaubte eine gezielte Auswahl charakteristischer Laute für die weitere Auswertung. Durch die strengen Richtlinien bezüglich der Spontanität und der Signalqualität schwankt die Menge der auswertbaren Laute an den Aufnahmetagen und liegt durchschnittlich bei 20 Lauten [1-42]. Um eine repräsentative Anzahl an Lauten für den Untersuchungszeitraum zu erhalten wurden deshalb die Daten für die folgende Auswertung über den gesamten Zeitraum zusammengefasst. Durch die Komprimierung der Daten hat man den Vorteil, daß zufällige Abweichungen durch die große Anzahl an Lautaufnahmen nicht ins Gewicht fallen, und so praktisch eliminiert werden können. Zur Übersicht über die Lautanzahl sind die Daten in zweimonatigen Abständen zusammengefasst (s. Tabelle 2.10).

Tabelle 2.10: Übersicht über die Anzahl der Lautaufnahmen der LKGS-Gruppe im Untersuchungszeitraum in zweimonatigen Abständen

N = 2752	6.-7. Monat	8.-9.-Monat	10.-11. Monat	12.-13. Monat	14. Monate
Kind DA	118	50	75	75	49
Kind DO	22	126	209	138	59
Kind JU	63	232	261	179	-
Kind MA	41	44	76	41	48
Kind NI	8	45	51	18	-
Kind TA	63	154	192	183	132
Σ	315	651	864	634	288

2.4.2 Editierung und Spektralanalyse

Als Ergebnis der akustischen Voranalyse (s. Kapitel 2.4.1) konnten insgesamt 2752 repräsentative Lautaufnahmen für die computergestützte Feinanalyse der Lautproduktionen der Kinder herangezogen werden. Zur Digitalisierung der analogen Lautaufnahmen stand das Signalanalyse-System CSL 4300 der Firma KAY Elementrics Corp./USA sowie die dazugehörige Lautanalyse-Software Multi-Dimensional-Voice-Program (MDVP) zur Verfügung. Dabei handelt es sich um ein Standardsystem der medizinischen Sprachforschung. Es findet Anwendung in der Phoniatrie, der klinischen Linguistik und der Sprachforschung (z.B. Kent, 1991; Boltezar et al., 1997; Wermke, 2001).

Mittels Fouriertransformation werden dabei die Frequenzspektren (KAY-CSL-spezifisch ‚Spektrogramme‘ genannt) jedes einzelnen Lautsignals ermittelt und grafisch dargestellt. Dabei wurden sogenannte Schmalbandspektrogramme (Bandbreite 45 Hz) gewählt, die sich durch eine hohe Frequenzauflösung auszeichnen und somit den Tonhöhenverlauf, sowie die Lage und den Verlauf der Harmonischen (Obertöne) gut demonstrieren. Das Spektrogramm stellt das Sprachsignal in drei akustischen Dimensionen (Parametern) dar; die Lautsignaldauer [Time] in Millisekunden (ms) auf der x-Achse, die im Lautsignal enthaltenen Frequenzen auf der y-Achse und die Intensität durch den Grad der Schwärzung (Abbildung 2.1). Alle in der vorliegenden Arbeit aufgeführten Spektrogramme sind bis zu einem Frequenzbereich bis 4 kHz mit variabler Zeitachse dargestellt.

Anhand der Spektrogramme kann man die spektralen Eigenschaften der Lautsignale in Abhängigkeit von der Zeit, wie die Harmonischenstruktur, auftretende Frequenzsprünge und den veränderlichen Gehalt an Subharmonischen oder Rauschbanden untersuchen. Die

Resonanz des Rachen-, Mund-, und Nasenraumes modifiziert die Intensität der Harmonischen (unterschiedlicher Schwärzungsgrad) und beeinflusst damit die Klangfarbe des Lautes. Für die in vorliegender Arbeit durchgeführte Strukturanalyse der Lautäußerungen (siehe Kap.2.4.3) wurden die Spektrogramme zu Kontrollzwecken, sowie zur Identifizierung von komplett ‚verrauschten‘ Lautsignalen.

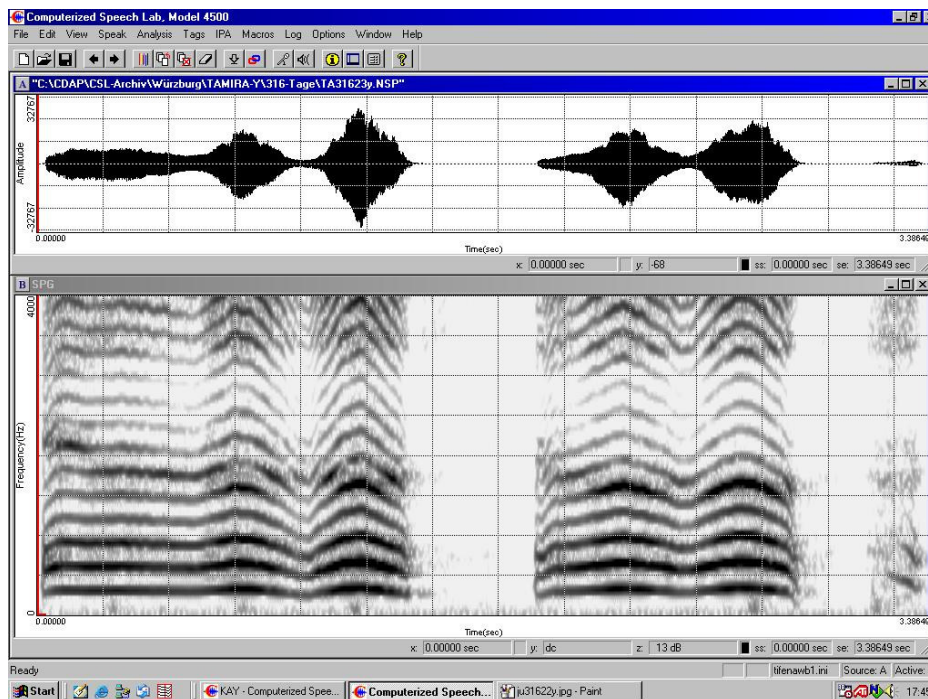


Abbildung 2.1: Zeitbereichssignal und dazugehöriges Schmalbandspektrogramm eines Säuglingslautes.

Im oberen Fenster ist das Signal im Zeitbereich dargestellt (Amplitude vs. Zeit). Im unteren Fenster ist ein Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Signal enthaltenen Frequenzkomponenten (hier bis 4000 Hz) und deren Veränderung über die Dauer des Signals dargestellt. Die Intensität einzelner Frequenzkomponenten kann am Grad der Schwärzung abgelesen werden.

Der Laut besteht aus einem dreibögigen Anfangsteil, einer phonatorischen Pause und einem zweibögigen Ende. Danach erkennt man das Inspirationssignal.

2.4.3 Melodieanalyse

In der „Stimmdiagnostik“ bei Säuglingen stellen die Grundfrequenz (F_0) und die Grundfrequenz in ihrem zeitlichen Verlauf (Melodie) wichtige Analyseparameter dar (Wermke, 2002; Wasz-Höckert et al., 1968; Makoi et al., 1970; Michelsson, 1971; Lester/Zeskind, 1982; Lester/Boukydis, 1985; Wasz Höckert et al., 1985; Wermke, 1987; Michelsson /Michelsson 1999). Die Ermittlung der Melodie bedarf allerdings eines

leistungsfähigen Analysesystems, da die Berechnung des Grundfrequenzverlaufs von Sprach- und Schreilaute eine anspruchsvolle Signalanalyseaufgabe ist und insbesondere Säuglingsschreie in ihren Signaleigenschaften sehr kompliziert sind (Fröhlich/Michaelis, 1998; Möller/Schönweiler, 1999). Wie oben bereits erwähnt, wurde hierfür das „MDVP“-Programm-Paket (Multi-Dimensional Voice Program) des CSL-Systems von Kay Elemetrics verwendet, das im Rahmen der Säuglingsschreiforschung über mehrere Jahre umfangreich getestet und für geeignet befunden wurde (s. Kapitel 2.4.2). Für eine geeignete Darstellung und weitere Bearbeitungsmöglichkeiten der Melodien wurde anschließend das speziell für vorsprachliche Lautanalysen entwickelte Programmsystem „CDAP“ (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma „pw-project“ verwendet. Mit Hilfe von CDAP konnten einzelne spikeartige Werte, die bei der Melodie-Berechnung durch das MDVP-CSL-System entstanden sind und nachweislich Algorithmusartefakte darstellen, durch einen Amplitudenfilter (Spikelfilter/ Gauss-Filter) eliminiert werden. Außerdem ermöglichte CDAP ein breites Repertoire grafischer Darstellungsmöglichkeiten der berechneten Melodieverläufe und Intensitätskonturen in Form von Melodie-/Intensitätsgrafiken. Anhand dieser Grafiken und anhand des akustischen Lautsignals konnten die auf den Melodieeigenschaften beruhenden Merkmale im Rahmen der qualitativen Strukturanalyse der Lautäußerungen ermittelt werden (s. Kapitel 2.4.3.1.1).

Zusätzlich zur Strukturanalyse konnte mit CDAP auch interaktiv eine Vermessung melodischer und rhythmischer Eigenschaften (u.a. Melodiebogenlänge, Dauer von Segmentierungspausen, F_0 -Maxima) durchgeführt werden. Sie ist in Kapitel 2.4.3.2 detailliert beschrieben.

2.4.3.1 Qualitative und quantitative Strukturanalyse

Die durchgeführte Strukturanalyse beruht auf einer Klassifizierung vorsprachlicher Lautäußerungen anhand ihrer spektralen und melodischen Eigenschaften. Das System dieser Klassifizierung wurde von Wermke und Mitarbeitern im Rahmen langjähriger Forschungen auf dem Gebiet der vorsprachlichen Entwicklung erarbeitet (Wermke, 2002). In ihrer Arbeitsgruppe im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie (www.glad-study.de) wurde das Strukturanalyse-System an medizinisch unauffälligen Säuglingen evaluiert (Wermke interner Forschungsbericht DFG, Wermke Frühförderung, 2004).

Das Ziel der qualitativen und quantitativen Strukturanalyse ist es, Entwicklungsprofile hinsichtlich der Sprech- und Sprachentwicklung für die sechs hier untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten im Vergleich zu der gesunden KG-Gruppe aufzustellen.

2.4.3.1.1 Qualitative Strukturanalyse

Zur Auswertung wurden die 2752 Signale der sechs untersuchten Kinder der LKGS-Gruppe im Alter von 26- bis 60 Wochen herangezogen (s. Tabelle 2.10) und mit 1940 Signalen der alters entsprechenden Kontrollgruppe (s. Tabelle 2.4) verglichen.

Unter Verwendung der CDAP-Melodiegrafiken und des interaktiven Melodie-Vermessungssystems wurden die ‚harmonischen‘ Lautaufnahmen (alle Laute, die nicht der Kategorie: „Rausch ganz“ zugeordnet wurden) der Kinder aus dem untersuchten Zeitraum in jeweils eine der nachfolgend beschriebenen Strukturkategorien eingeordnet. Dafür wurden die Formeigenschaften der Melodien und der Grad der Komplexität der Melodien bestimmt.

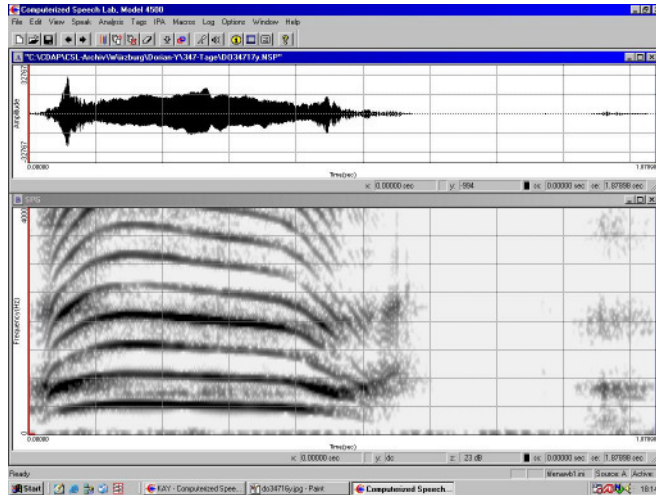
In Fällen mit ausreichender Datenmenge wurde zusätzlich berücksichtigt, ob die Lautäußerungen mit oder ohne Gaumenplatte aufgenommen wurden.

Um die Auftrittshäufigkeit der einzelnen Strukturkategorien pro Kind darzustellen, wurde zunächst die absolute Häufigkeit der Strukturkategorien über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelt. Aus dem errechneten Mittelwert wurde anschließend der prozentuale Anteil der jeweiligen Strukturkategorie über den gesamten Untersuchungszeitraum errechnet. Dies wurde bei allen Kindern durchgeführt. Die in den Diagrammen dargestellten prozentualen Häufigkeiten entsprechen damit den Durchschnittswerten der jeweils verglichenen Gruppen.

Die Melodiestrukturanalyse beinhaltet folgende Kriterien:

a) Ermittlung der Melodiebogenanzahl pro Lautäußerung

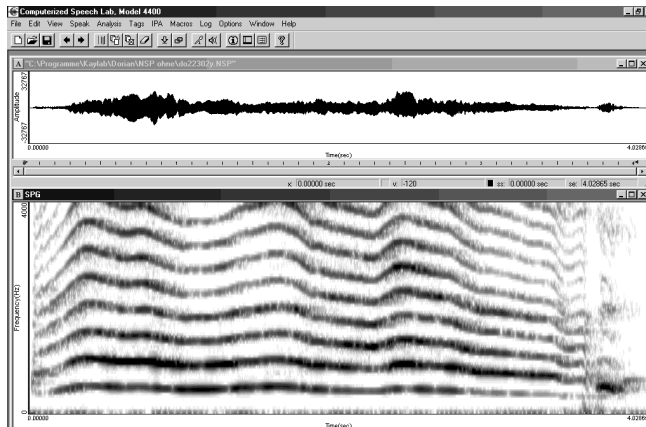
Ein einfacher Schrei besteht aus einem Melodie-Element mit einem einzelnen auf- und absteigenden Melodiebogen.



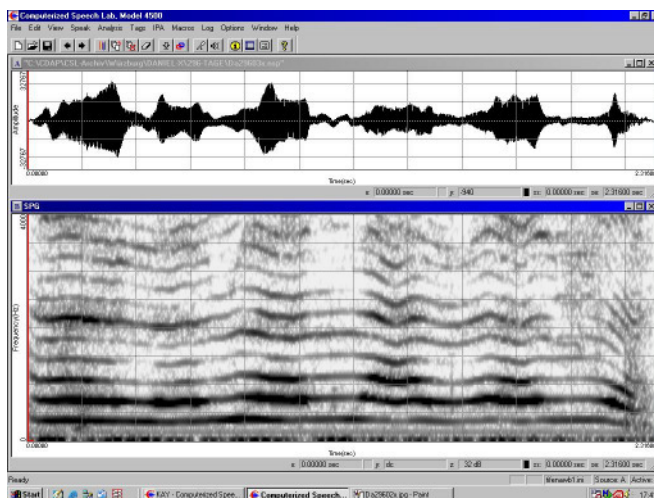
Einbogiger Schrei von Kind DO am 347. Tag ohne Gaumenplatte.

Abbildung 2.2: Spektrogramm eines einbogigen Lautes

In komplexen Schreien werden diese einfachen Melodie-Elemente miteinander kombiniert (Mende und Wermke, 1992; Wermke, 2002; Wermke und Mende, 2000). Es können Dopplungen (= 2B), Verdreifachungen (= 3B), usw. von einzelnen Melodiebögen auftreten. Schreie mit mehr als drei aufeinander folgenden Bögen innerhalb einer Expiration werden in der Strukturkategorie MB (Mehrfachbögen) zusammengefasst.



Dreifachbogen von Kind DO am 223. Tag ohne Gaumenplatte.



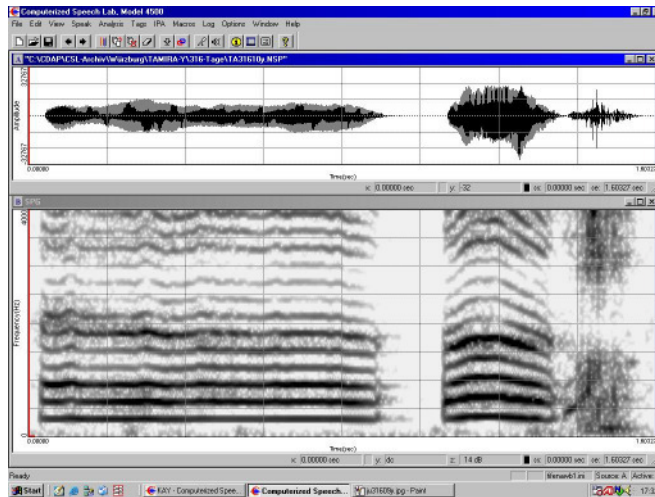
Mehrfachbogen von Kind DA am 296. Tag mit Gaumenplatte.

Abbildung 2.3: Spektrogramme von mehrböigen Lautäußerungen

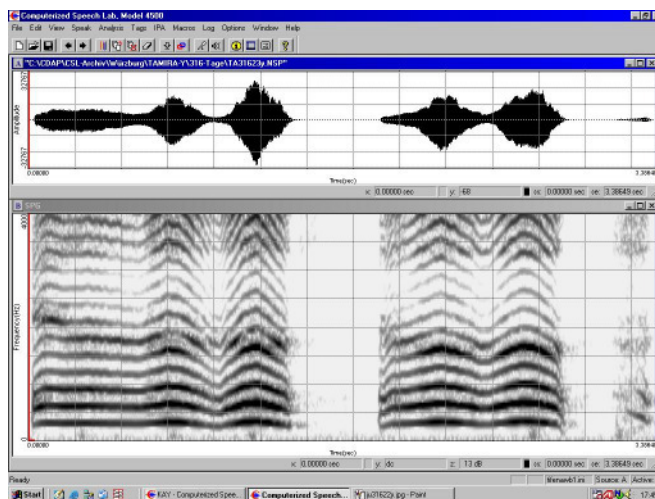
b) Segmentierungen

Als Segmentierung werden Vokalisationspausen innerhalb einer Expiration bezeichnet, in denen keine Inspiration erfolgt. Sind zwei einfache Melodiebögen innerhalb eines Schreies durch eine Segmentierung getrennt, gehören sie zur Strukturkategorie 1S (Segmentierung), zu den Kategorien 2S, 3S oder MS, wenn es sich um mehrere Segmentierungen handelt (Abbildung 2.4). Eine komplexe Segmentierung (KS) liegt vor, wenn komplexe Elemente mit einer einzigen Segmentierung im Laut vorkommen. Segmentierungen können „vollständig“ oder „unvollständig“ sein. Eine vollständige Segmentierung liegt vor, wenn ein Intensitätsabfall $>9\text{dB}$ in der Segmentierungspause auftritt. Bei unvollständigen Segmentierungen zeigen sich im Spektrogramm Rest-Harmonischenstrukturen (meist Rauschbanden). Dabei wird die Pause zwischen dem letzten Element der Lautproduktion und dem Einatmungssignal nicht mitgezählt. In der vorliegenden Arbeit wurde keine Trennung der Segmentierungen in vollständig und unvollständig vorgenommen.

Segmentierungen stellen eine Voraussetzung für die Produktion kanonischer, d.h. sprachähnlicher Babbelsilben dar. Die Bögen korrespondieren dabei zu den späteren Vokalen.



Einfache Segmentierung: Kind TA am 316. Tag ohne Gaumenplatte



Komplexe Segmentierung: Kind TA am 316. Tag ohne Gaumenplatte: (3B-Pause-2B)

Abbildung 2.4: Spektrogramm einer „einfachen“ und einer „komplexen Segmentierung“

c) Kurzlaute

Eine weitere Strukturkategorie stellen die Kurzlaute dar. Bei ihnen handelt es sich um Laute die kürzer als 300ms sind und aus einem Einzelbogen bestehen. Hier wurde keine weitere strukturelle Komponente berücksichtigt.

d) Lauttyp

Eine Einteilung der Laute bezüglich des Lauttyps wurde basierend auf spektralen Eigenschaften und des Klangcharakters vorgenommen. Dabei wurden die Laute in die Kategorien Schrei (C), Übergangslaut (U), oder früher Babblen/ später Babblen (B) eingeteilt. Die Kategorien Übergangslaut (U) und Babblen (B) wurden nachfolgend in der Kategorie „UB“ zusammengefasst, da es sich bei beiden um Nichtschreibvokalisationen handelt und zu diesem frühen Zeitpunkt einfache (Übergangslaute) und komplexe vorsprachliche Laute (Babblaute) oft sehr ähnlich und damit schwer zu unterscheiden sind.

e) Nicht kategorisierbare Laute: „?“

Alle nicht eindeutig in die oben klassifizierten Lautproduktionen einzuordnenden Laute wurden mit einem „?“ versehen. Signifikante Unterschiede in der Produktion von nicht kategorisierbaren Lauten zwischen den untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten und der Kontrollgruppe wurden nicht gefunden, und deshalb in der weiteren Analyse nicht berücksichtigt.

f) Spektrale Eigenschaften

Durch die Analyse spektraler Eigenschaften lassen sich Rauschanteile, plötzliche Frequenzsprünge („shift“), oder hochfrequente Laute („Quieter“), das Auftreten von Subharmonischen und geräuschintensive Inspirationen erfassen und klassifizieren. Wie bereits erwähnt dienen die Spektrogramme in dieser Arbeit Kontrollzwecken und zur Identifizierung komplett verrauschter Lautsignale (keine Harmonischenstruktur sichtbar).

2.4.3.2 Quantitative Strukturanalyse

Bei einem Teil der Lautaufnahmen konnte zusätzlich zur qualitativen Strukturanalyse eine quantitative Strukturanalyse durchgeführt werden.

Die Melodien wurden dafür im CDAP-Programm bezüglich melodischer und rhythmischer Parameter, also prosodierelevanter Elemente untersucht. Dabei wurde z.B. die Bogenlänge und die maximale Grundfrequenz (F_{\max}) pro Bogen bzw. Segmentierungspausen zwischen den Bögen ausgewertet (s. unten).

Eine Übersicht über die Anzahl der so vermessenen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe ist in Tabelle 2.11 und in Tabelle 2.12 aufgeführt.

Tabelle 2.11: Übersicht über die für die quantitative Strukturanalyse vermessenen Lautaufnahmen der LKGS-Gruppe

N= 913	6.-7. Monat	8.-9.-Monat	10.-11. Monat	12.-13. Monat	14. Monat
Vermessene Laute	97	261	284	222	49

Tabelle 2.12: Übersicht über die für die quantitative Strukturanalyse vermessenen Lautaufnahmen der KG-Gruppe

N= 596	6.-7. Monat	8.-9.-Monat	10.-11. Monat	12. Monat
Vermessene Laute	286	85	160	65

a) Längenvermessung der Lautaufnahmen

Mittels eines Cursors werden der Anfang und das Ende einzelner Melodiebögen eines Lautes interaktiv bestimmt (s. Abbildung 2.5). Ein Melodiebogen ist dabei durch eine an- und eine absteigende Flanke definiert. Wenn es sich um mehrböjige Schreie gehandelt hat wurde nacheinander fortlaufend jeder weitere Bogen durch Anfangs- und Endpunkte interaktiv bestimmt. Erst ab einer Länge von >145ms wurde ein Melodiebogen als vollwertiger „Bogen“ eingestuft, und ging in die weitere Analyse ein.

Segmentierungen wurden ebenfalls durch Setzen des Cursors zu Beginn und zum Ende der Segmentierungspause vermessen. Dabei wurden nur die Lautaufnahmen vermessen, bei denen auch in den zugehörigen Frequenz-Spektrogrammen eine Segmentierung deutlich zu erkennen war. Auf diese Weise wurden 913 Laute der LKGS-Gruppe vermessen. Diese wurden mit 596 Lauten der KG-Gruppe verglichen. Die Ergebnisse wurden in Excel-Dateien gespeichert.

Die Vermessung aller einzelnen Lautaufnahmen erfolgte für beide Lauttypen (Schrei (C) und Übergangslaute und Babblers (UB)). In der nachfolgenden statistischen Auswertung der Meßergebnisse wurden jeweils nur Lautäußerungen mit derselben Melodiebogen- bzw. Segmentierungsanzahl und desselben Lauttyps (C und UB) zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe verglichen.

Für die Melodiebogenanzahl 1B, 2B und 3B, bzw. die Segmentierungsanzahl 1S, lag eine ausreichend hohe Anzahl an Vermessungen vor, sodaß nur diese Kategorien beim direkten Vergleich zwischen beiden Gruppen Berücksichtigung fanden.

Für die Kategorie 1B lagen außerdem genug Vermessungen mit bzw. ohne Gaumenplatte vor, sodaß hier auch der Einfluss der Gaumenplatte auf die Lautlänge und die maximale Grundfrequenz (F_{\max}) untersucht werden konnte.

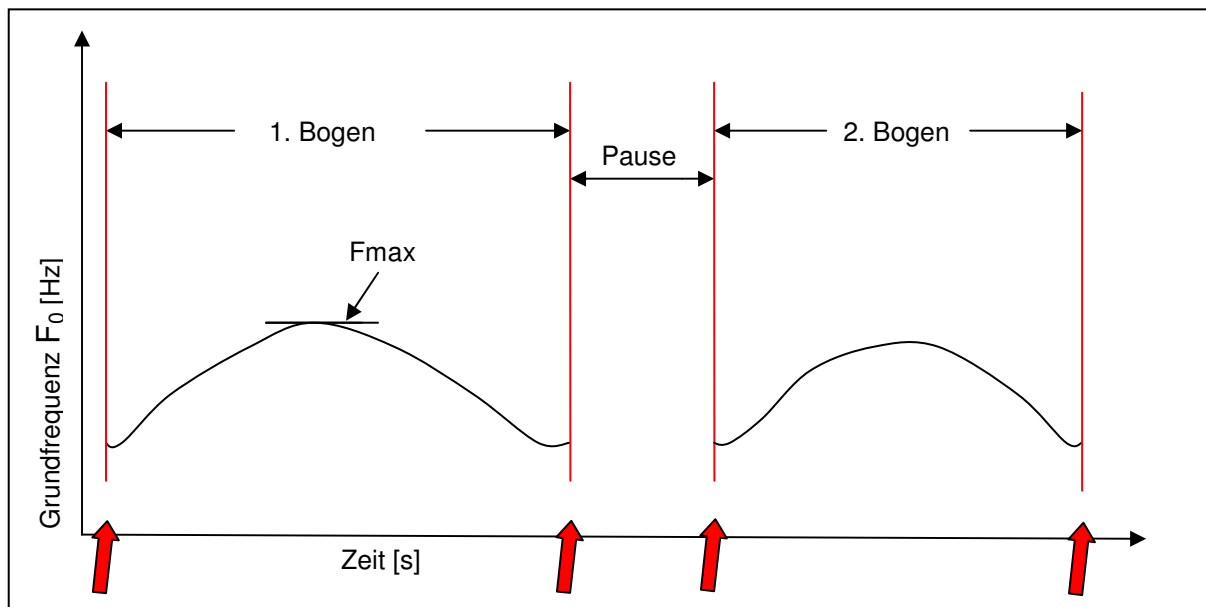


Abbildung 2.5: Schematische Darstellung eines segmentierten Lautes (Struktur 1S).

Anfangspunkt und Endpunkt der beiden Melodiebögen, bzw. der Pause sind durch rote Linien mittels Cursor markiert (s. rote Pfeile).

b) Ermittlung der maximalen Grundfrequenz (F_{\max})

Die Grundfrequenz und die mit ihr im Zusammenhang stehenden Messgrößen sind auch in der späteren Sprachproduktion von großer Bedeutung für den intentionalen Einsatz von Frequenzmodulationen beim Sprechen. Studien zur Schreidiagnostik belegen außerdem den indikativen Wert der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) insbesondere für zerebrale Dysfunktionen. Extrem hohe F_{\max} -Werte der Schreie oder hochgradig instabile F_0 -Verläufe werden z.B. im Zusammenhang mit einer schweren Asphyxie, einer Meningitis oder eines Hydrocephalus beschrieben (u. a. Michelsson et al., 1977a; Michelsson et al., 1977b).

Durch die Variation der Grundfrequenz werden die laryngealen Anregungsprozesse am unmittelbarsten reflektiert. In vorangegangenen Studien an Säuglingen mit Lippen-Kiefer-

Gaumen-Segelspalten wurden vor allem Analysen der mittleren Grundfrequenz einzelner Laute durchgeführt (Wermke et al., 2002; Zeipert, 2004). In der vorliegenden Arbeit wurde die maximale Grundfrequenz als Meßgröße verwendet (s. Abbildung 2.5)

2.4.4 Zusätzliche statistische Auswertung

Die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Strukturanalyse wurden mit Hilfe des Programms Microsoft-Excel (Version 2000) in Tabellen erfasst. Soweit es aufgrund der Datenlage und Fragestellung möglich bzw. sinnvoll war, wurden die Befunde durch statistische Tests zusätzlich geprüft. Die statistischen Tests wurden mit der Statistiksoftware SPSS 12.0 für Windows vorgenommen. In manchen Fällen wurden aufgrund der Datenlage nur deskriptive Analysen durchgeführt. Diese Ergebnisse zeigen damit lediglich eine Tendenz. Um gesicherte generalisierbare Ergebnisse zu erhalten, sind größere Studien notwendig.

Alle zur Analyse der Laute verwendeten Größen wurden zunächst auf hinreichende Normalverteilung mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests, bzw. des Shapiro-Wilk Tests, wenn die Stichprobengröße <40 war, sowie Q-Q-Plots überprüft.

Bei hinreichender Normalverteilung können arithmetische Mittelwerte und parametrische Tests zur Analyse herangezogen werden, während bei unzureichender Normalverteilung für alle gemittelten Werte die Medianwerte aussagekräftiger sind und nicht-parametrische Tests verwendet werden.

Bei allen Tests wurde ein Signifikanzniveau von $p = 0,05$ gewählt. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung liegt vor, wenn $p < 0,05$ ist. Lag keine Abweichung von der Normalverteilung vor, wurde der T-Test zum Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben herangezogen. In Fällen, in denen eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung vorlag, wurden die Mittelwerte der einzelnen Messreihen mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests für nicht-parametrische Verteilungen auf signifikante Abweichungen geprüft. Dieser Test dient zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben. Zum nicht-parametrischen Vergleich von zwei abhängigen Stichproben diente der Wilcoxon- Test. Zum Vergleich von mehr als zwei abhängigen Stichproben wurde der Friedman- Test verwendet.

Bei der Berechnung der Lautlängen (s. Kapitel 3.3) wurde, wenn keine Normalverteilung der eingegangenen Werte vorlag überprüft, ob die Häufigkeitsverteilung der logarithmierten Werte eine Log-Normalverteilung ergab. War dies der Fall, konnten aufgrund dieser Verteilungseigenschaft die arithmetischen Mittelwerte der Log-Werte- und für die

statistischen Tests ein T-Test für gepaarte Stichproben verwendet werden. Mit dem T-Test für gepaarte Stichproben können, bei Normalverteilung, die Mittelwerte zweier Variablen für eine einzelne Gruppe verglichen werden. Bei diesem Test werden für jeden Fall die Differenzen zwischen den Werten der zwei Variablen berechnet und überprüft, ob der Durchschnitt von 0 abweicht.

Um zu überprüfen, wie sich das Verhältnis zwischen segmentierten und nicht segmentierten Lauten in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte und vom Lauttyp zwischen beiden Gruppen verhält, wurde der exakte Test nach Fischer angewendet, ein Signifikanztest auf Unabhängigkeit in der Kontingenztafel, der auch bei einer geringen Fallzahl zuverlässige Resultate liefert. Im Anwendungsgebiet entspricht er dem Chi-Quadrat-Test.

Die maximale Grundfrequenz F_{\max} wird in einem Boxplotdiagramm für den gesamten Untersuchungszeitraum dargestellt (s. Kapitel 3, Abbildung 3.3). Dieses Diagramm ist so definiert, daß die untere Begrenzung die 25. und die obere Begrenzung die 75. Perzentile repräsentieren, dementsprechend liegt dazwischen der Interquartilbereich. Die mittlere Linie stellt den Medianwert dar, während die äußeren Markierungen das Minimum und Maximum wiedergeben. Ausreißer sind Fälle mit Werten, die zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom oberen oder unteren Rand der Box entfernt sind und werden mit einem Kreis gekennzeichnet. Extremwerte, die mehr als drei Balkenlängen von der oberen oder unteren Kante des Balkens entfernt sind, wurden mit Sternchen markiert.

3 Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 2752 Lautäußerungen von 6 Kindern mit orofazialen Spalten in einem ersten Auswertungsschritt spektralanalytisch untersucht. Für alle Lautaufnahmen wurden Schmalband-Spektrogramme (40 Hz Bandbreite) berechnet und diese als Bilder (Tif-Format) in einer Datenbank zusammen mit den zugehörigen akustischen Signalen (WAV-Format) gespeichert. Sie stehen auch nachfolgenden Studien zur Verfügung.

Hauptanliegen der vorliegenden Studie war die retrospektive Analyse struktureller Merkmale der Lautäußerungen der sechs untersuchten Kinder (LKGS-Gruppe) mit und ohne Gaumenplatte im Vergleich zu denen einer gesunden Kontrollgruppe (KG-Gruppe) aus der Datenbank des Zentrums für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg.

3.1 Untersuchung der maximalen Grundfrequenz F_{\max}

Die maximale Grundfrequenz F_{\max} wurde ausgewertet, da sie aus der klassischen Schreidiagnostik ein probates Mittel zur Überprüfung des Funktionszustandes der an der Lautproduktion beteiligten Mechanismen ist (Wasz-Höckert et al., 1968; Makoi et al., 1970; Michelsson, 1971; Lester & Zeskind, 1982; Lester & Boukyis, 1985; Wasz-Höckert et al., 1985; Wermke et al., 1987; Michelsson & Michelsson, 1999).

3.1.1 Vergleich der maximalen Grundfrequenz zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe

In einem ersten Schritt wurden die Verteilungseigenschaften der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) von allen Lauttypen mit und ohne Gaumenplatte untersucht.

Während die Verteilung der LKGS-Gruppe sehr breit ist, und eine deutliche Rechtsschiefe aufweist (s. Abbildung 3.1), zeigt die Kurve der KG-Gruppe eine enge Verteilung (s. Abbildung 3.2). Beide Kurven sind nicht normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov: LKGS-Gruppe: $p=0,023$; KG-Gruppe: $p<0,0001$).

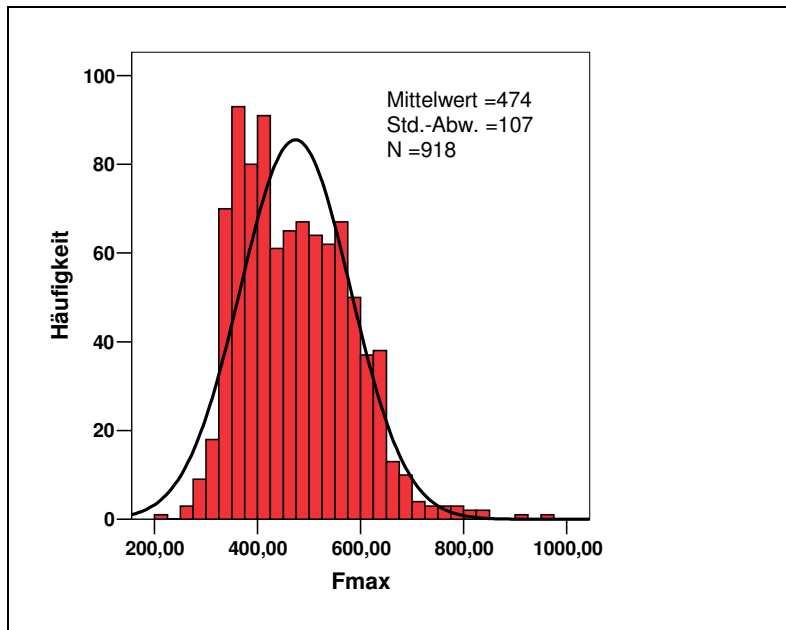


Abbildung 3.1: Verteilungskurve der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) der LKGS-Gruppe über alle Lauttypen und Lautäußerungen.

Die Normalverteilungskurve wurde mit eingezeichnet. Es wurde nicht nach Aufnahmen die mit bzw. ohne Gaumenplatte erzeugt wurden unterschieden.

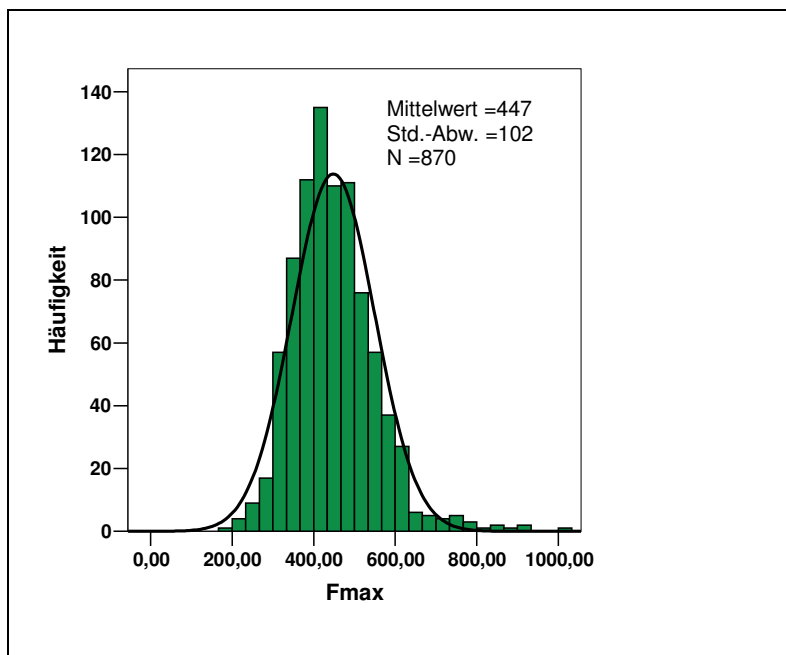


Abbildung 3.2: Verteilungskurve der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) der KG-Gruppe über alle Lauttypen und Lautäußerungen.

Die Normalverteilungskurve wurde mit eingezeichnet.

Vergleicht man die maximale Grundfrequenz zwischen beiden Gruppen zeigt sich, daß die LKGS-Gruppe eine im Mittel signifikant höhere maximale Grundfrequenz aufweist, als die KG-Gruppe (Mann-Whitney: $p < 0,001$) (s. Tabelle 3.1).

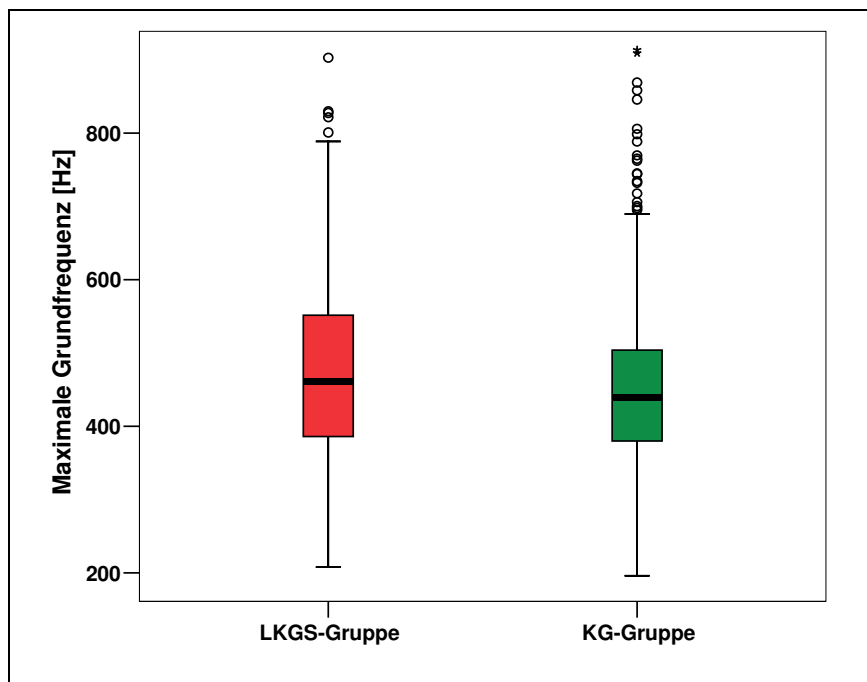
Tabelle 3.1: Vergleich der maximalen Grundfrequenz F_{\max} zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe.

Die LKGS-Gruppe weist eine signifikant höhere maximale Grundfrequenz, als die KG-Gruppe auf.

	N	Minimum [Hz]	Maximum [Hz]	Mittelwert [Hz]	Standardabweichung
LKGS-Gruppe	918	208	960	474*	107
KG-Gruppe	870	195	1002	447*	102

(*hochsignifikant: Mann-Whitney: $p < 0,0001$)

In Abbildung 3.3 ist dies auch anhand eines Boxplot-Diagramms dargestellt.



(hochsignifikant: Mann-Whitney: $p < 0,0001$)

Abbildung 3.3: Boxplot-Diagramm der maximalen Grundfrequenz der LKGS- und der KG-Gruppe.

Die KG-Gruppe zeigt eine deutlich größere Streuung, der Median der maximalen Grundfrequenz ist tiefer.

3.1.2 Vergleich der maximalen Grundfrequenz der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte

Zunächst wurde untersucht, ob sich die Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz von allen Lautaufnahmen zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte unterscheiden.

Die Lautaufnahmen mit Gaumenplatte weisen einen Mittelwert der maximalen Grundfrequenz von ca. 472 Hz, die Lautaufnahmen ohne Gaumenplatte von ca. 476 Hz auf (s. Tabelle 3.2). Betrachtet man die individuellen Kinder und mittelt über die Laute mit und ohne eingesetzte Gaumenplatte, dann ist es vor allen Dingen das Kind DA, bei dem eine deutliche Erhöhung der maximalen Grundfrequenz beim Herausnehmen der Platte beobachtet wurde. Bei den anderen Kindern ist dieser Effekt nur in einigen Aufnahmen vorhanden. Diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant.

Tabelle 3.2: Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) von allen Lautaufnahmen zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.

F_{\max}	N	Minimum [Hz]	Maximum [Hz]	Mittelwert [Hz]	Standardabweichung
mit Gaumenplatte	513	254	961	472	110
ohne Gaumenplatte	405	208	828	476	103

3.1.2.1 Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte: QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB

Um festzustellen, ob sich die maximale Grundfrequenz (F_{\max}) bei den für das Erlernen der Sprachlaute unmittelbaren Vorläufern, den wichtigen Übergangs- und Babbellaute (UB) zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte unterscheidet, wurden hier die primär erzeugten einbögigen Laute (Strukturtyp 1B) mit und ohne Gaumenplatte verglichen. Die maximale Grundfrequenz dieser Laute unterscheidet sich aufgrund der kleinen Stichprobe und der hohen intraindividuellen Unterschiede nicht signifikant (s. Tabelle 3.3). Man erkennt aber die Tendenz einer leichten F_{\max} -Erhöhung der Laute, die mit eingesetzter Gaumenplatte erzeugt wurden.

Tabelle 3.3: Vergleich der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz der QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.

F_{\max}	N	Minimum [Hz]	Maximum [Hz]	Mittelwert [Hz]	Standardabweichung
mit Gaumenplatte	54	292	775	448	112
ohne Gaumenplatte	70	254	630	427	92

3.2 Analyse der Auftrittshäufigkeit der einzelnen Strukturtypen und Darstellung des Verhältnisses von segmentierten zu nicht segmentierten Mehrfachbögen

Bei der Analyse der ausgewerteten Strukturtypen sollte festgestellt werden, ob es Unterschiede hinsichtlich der relativen Auftrittshäufigkeit einzelner Strukturtypen zwischen der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe im gleichen Alter (26.-60. Woche) gibt.

Dies wurde sowohl für den Lauttyp Schrei (C), als auch für die Übergangs- und Babbellaute (UB) untersucht. Dabei wurde bei der LKGS-Gruppe das Tragen der Gaumenplatte berücksichtigt, sofern eine ausreichende Zahl auswertbarer Lautäußerungen vorlag.

Nach Kategorisierung aller Einzellaute mit Hilfe der QSS-Analyse (s. Kapitel 2.4.3.1.1) wurde die relative Auftrittshäufigkeit der einzelnen Strukturtypen pro Kind und nachfolgend pro Gruppe bestimmt.

Ausgehend von der Hypothese, daß bei Säuglingen mit orofazialen Spalten, ähnlich wie auch bei spezifisch spracherwerbsgestörten Kindern (SSES-Kinder) die zeitliche Organisation der Lautproduktion gestört sein könnte (s. Kapitel 1.1, Kapitel 4.3), wurde der Analysefokus auf die Auftrittshäufigkeit segmentierter Laute gelegt. Es wurde angenommen, daß das Auftreten von intentionalen Segmentierungen bei der LKGS-Gruppe erst zu einem späteren Zeitpunkt, als bei der KG-Gruppe erfolgt, dafür aber über einen deutlich längeren Zeitraum Mehrfachbögen produziert werden. Um diese Hypothese zu testen, wurden komplexe Melodien der Laute (Mehrfachstrukturen) bezüglich ihrer Häufigkeit untersucht. Dabei wurden segmentierte und nicht segmentierte Mehrfachbögen unterschieden. Zu den nicht segmentierten Mehrfachbögen werden die Kategorien: 2B,3B,MB, und zu den segmentierten Mehrfachbögen die Kategorien: 1S,2S,3S,KS,MS gezählt.

3.2.1 Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe im Vergleich zur KG-Gruppe

Vergleicht man die Häufigkeit der einzelnen Strukturtypen beim Lauttyp Schrei (C) zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen (s. Abbildung 3.4). Dabei wurde hier nicht zwischen Lauten die mit bzw. ohne Gaumenplatte erzeugt wurden unterschieden. Sehr auffällig im Vergleich zur KG-Gruppe ist der bei der LKGS-Gruppe deutlich erhöhte Anteil an einfachen einbögigen Melodien (43% versus 34%) und komplett verrauschten Schreien (9% versus 3%). Kurzlaute kommen deutlich seltener vor (3% versus 12%).

Die KG-Gruppe wies häufiger segmentierte Mehrfachbögen auf. In vier der fünf unterschiedenen Segmentierungstypen (1S,2S,3S,KS) zeigt die KG-Gruppe eine höhere relative Auftrittshäufigkeit. Zwar sind die Unterschiede für die einzelnen Kategorien nur gering, verdeutlichen aber durch die gleichsinnig niedrigen Werte in allen Strukturtypen eine relevante Tendenz. Unterscheidungen auf der Ebene individueller Kinder wurden aufgrund der zu geringen Fallzahl nicht vorgenommen. Besonders auffallend ist der mehr als doppelt so hohe Wert (13% versus 6%) bei den 1S-Strukturen, also den durch eine Pause segmentierten Doppelbögen.

Die LKGS-Gruppe zeigte dagegen häufiger nicht-segmentierte Mehrfachbögen der Strukturtypen 2B und 3B. Allerdings sind die Unterschiede bei den 3B-Strukturen relativ gering. Bei den Doppelbögen ist der Unterschied relevant (12% versus 16%). Die Häufigkeit der Mehrfachbögen (>3 Bögen/ Schrei) unterscheidet sich nicht zwischen beiden Gruppen.

Als Resümee dieser Gegenüberstellung kann man festhalten, daß qualitative Unterschiede in der relativen Auftrittshäufigkeit bestimmter Strukturtypen in spontanen Lauten der LKGS-Gruppe im Vergleich zur KG-Gruppe gefunden wurden. Diese Unterschiede bestehen vor allem darin, daß die LKGS-Gruppe deutlich mehr einfache, einbögige Laute erzeugt, der diagnostisch relevante Melodiekomplexitätsgrad (Anteil von Mehrfachstrukturen (vgl. Wermke et al., 2007)) also deutlich geringer ist als bei der KG-Gruppe.

Zusätzlich konnte bei komplexeren Lauten eine Bevorzugung von zweibögigen Melodiestructuren bei der LKGS-Gruppe gefunden werden, während bei der KG-Gruppe die durch eine Pause getrennten Doppelbögen (1S-Struktur) vorherrschen.

Neben dem geringeren Komplexitätsindex war ebenfalls der stark erhöhte Anteil komplett verrauschter Laute (phonatorisches Rauschen) bei der LKGS-Gruppe im Vergleich zur KG-Gruppe auffällig (9% versus 3%).

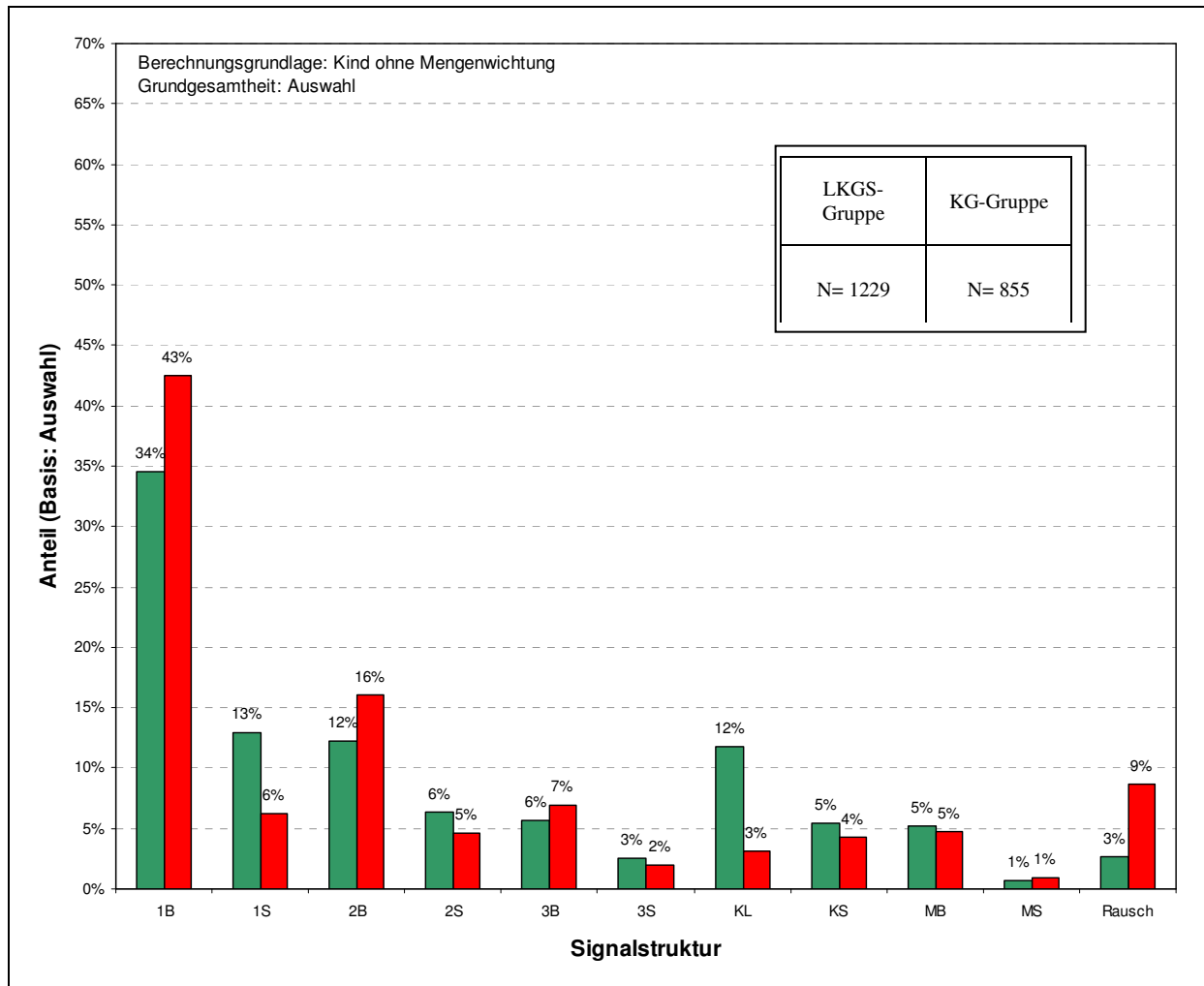


Abbildung 3.4: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe (mit und ohne Gaumenplatte) ■ im Vergleich zur KG-Gruppe ■.

3.2.2 Einfluß der Gaumenplatte: Vergleich der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe mit versus ohne Gaumenplatte

In einem weiteren Analyseschritt wurde untersucht, welche Gemeinsamkeiten und/oder Unterschiede sich hinsichtlich des Auftretens der einzelnen Strukturtypen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe, die mit versus ohne eingesetzte Gaumenplatte erzeugt wurden, ergeben (s. Abbildung 3.5).

Es zeigte sich, daß die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Strukturtypen der Schreie (C) mit und ohne Gaumenplatte große Ähnlichkeit aufweisen. Es gab nur geringfügige Unterschiede in der Häufigkeit von einböigen Strukturtypen (1B) und den Doppelbögen (2B). Bei allen anderen Strukturtypen war der Unterschied $<3\%$. Dennoch deutet sich an, daß bei Schreien,

die mit und ohne eingesetzte Gaumenplatte der Anteil segmentierter Mehrfachbögen ähnlich ist, während die nicht segmentierten Mehrfachbögen eher beim Schreien ohne Gaumenplatte auftreten. Allerdings ist der Unterschied sehr gering und könnte durch Zufallsschwankungen bedingt sein. Wichtig zu erwähnen ist auch der Befund, daß sich der Anteil komplett verrauschter Schreie zwischen beiden Konditionen faktisch nicht unterscheidet (mit Gaumenplatte: 8%; ohne Gaumenplatte: 9%).

Da von Kind NI ausschließlich Aufnahmen ohne Gaumenplatte vorliegen, wurde noch einmal gesondert betrachtet, ob sich die Strukturverteilung der Gruppe bei der Kondition „ohne Gaumenplatte“ verändert, wenn Kind NI ausgeschlossen wird. Es zeigt sich aber, daß Kind NI sich wie die anderen fünf Kinder ohne Gaumenplatte verhält.

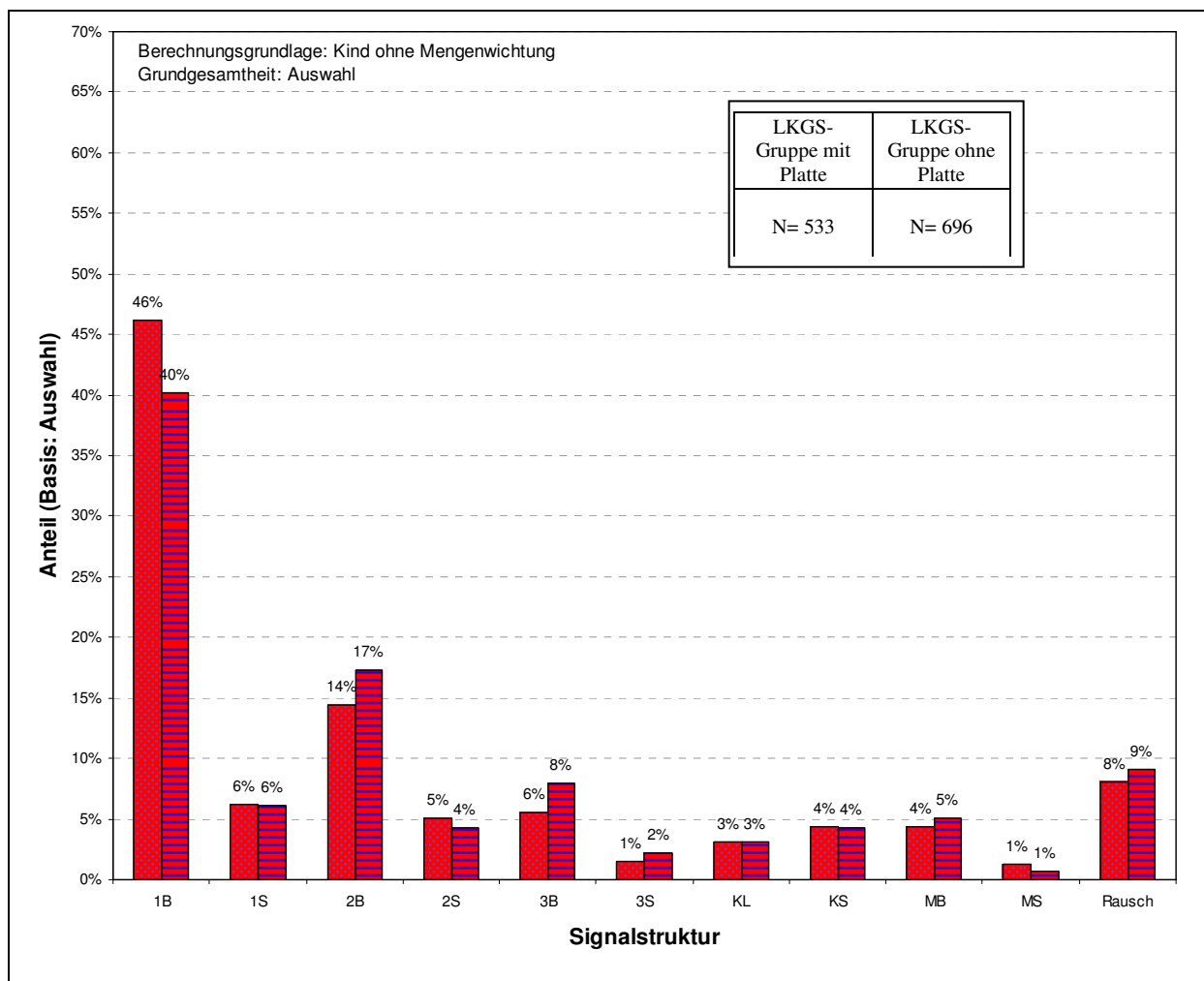


Abbildung 3.5: Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen der Schreie (C) der LKGS-Gruppe mit ■ und ohne ▨ Gaumenplatte

3.2.3 Vergleich der Häufigkeiten der nicht segmentierten Mehrfachbögen zu segmentierten Mehrfachbögen in Schreien (C) der LKGS-Gruppe sowohl mit, als auch ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe

Das Verhältnis der nicht segmentierten Mehrfachbögen zu den segmentierten Mehrfachbögen mit und ohne Gaumenplatte zeigt, daß die Säuglinge mit orofazialen Spalten weniger segmentierte Mehrfachbögen und mehr nicht segmentierte Mehrfachbögen, sowohl mit als auch ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe produzieren (s. Abbildung 3.6). Es zeigt sich außerdem, daß ohne Platte weniger segmentierte Mehrfachbögen (39%) als mit Gaumenplatte (46%) produziert werden. Die unterschiedliche Häufigkeit zwischen den Lautaufnahmen der LKGS-Gruppe mit eingesetzter Gaumenplatte zu den Lautaufnahmen ohne eingesetzte Gaumenplatte ist aber statistisch nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test (Exakter Test nach Fischer): $p=0,535$).

Die KG-Gruppe dagegen produziert mehr segmentierte Mehrfachbögen (57%), als nicht segmentierte Mehrfachbögen (43%). Im Vergleich zur LKGS-Gruppe produziert die KG-Gruppe sowohl gegen die LKGS-Gruppe mit, bzw. ohne eingesetzte Gaumenplatte statistisch signifikant häufiger segmentierte Mehrfachbögen (Chi-Quadrat-Test (Exakter Test nach Fischer): mit Gaumenplatte gegen KG-Gruppe: $p < 0,0001$; ohne Gaumenplatte gegen KG-Gruppe: $p < 0,0001$).

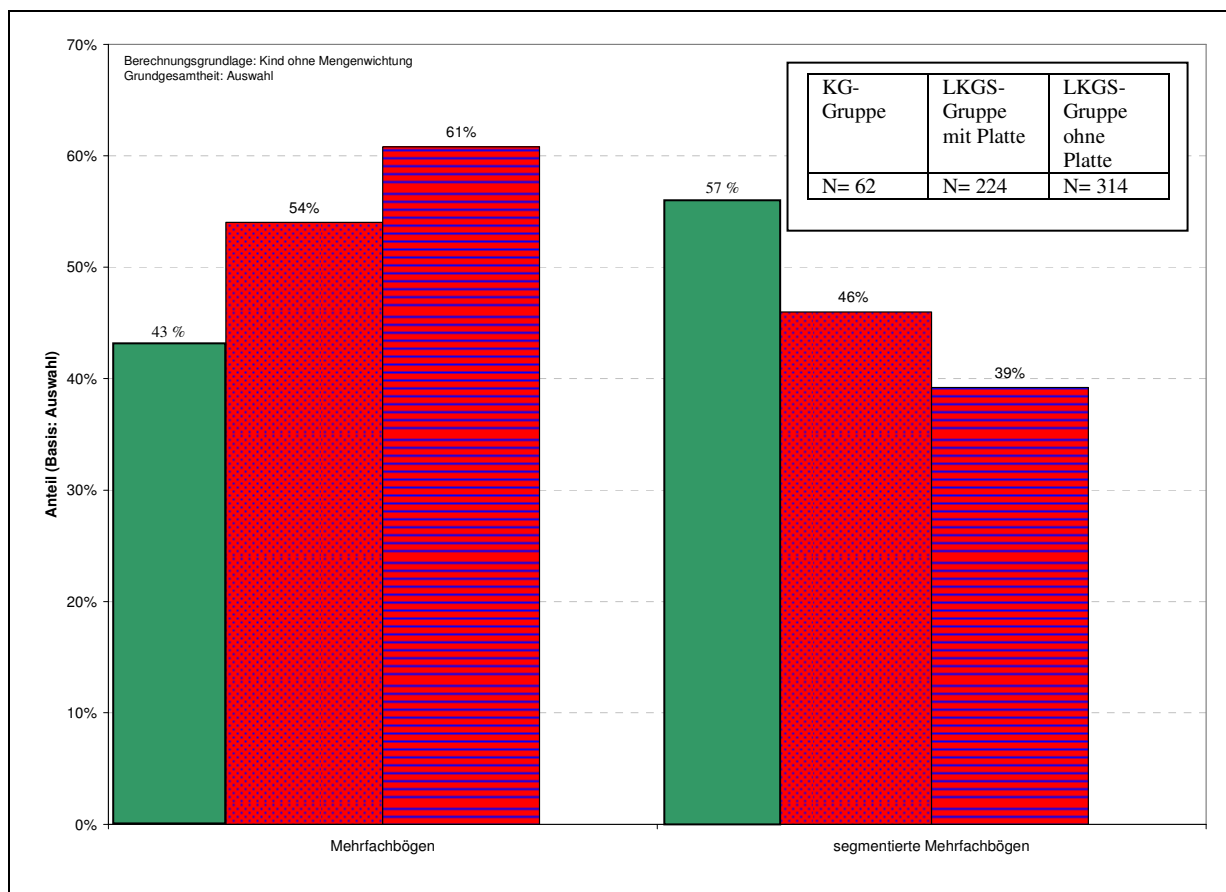





Abbildung 3.6: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Schreie (C) der LKGS-Gruppe sowohl mit , als auch ohne  Gaumenplatte, im Vergleich zur KG-Gruppe .

3.2.4 Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten Mehrfachstrukturen zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe mit Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe

Aufgrund der bei der Schreianalyse gefundenen Unterschiede in der relativen Auftrittshäufigkeit segmentierter und nicht segmentierter komplexer Melodiestructuren in Abhängigkeit von der Plattensituation, wurden die Übergangs- und Babbellaute spezifisch diesbezüglich analysiert. Dabei zeigt sich noch deutlicher wie zuvor bei Analyse der Schreie (C), daß die LKGS-Gruppe, hier zunächst mit Gaumenplatte, einen höheren prozentualen Anteil an nicht segmentierten Mehrfachstrukturen (76%), als an segmentierten Mehrfachstrukturen (24%) produziert. Die KG-Gruppe weist dagegen einen deutlich geringeren Unterschied bezüglich der Auftrittshäufigkeit von segmentierten (54%) und nicht segmentierten (46%) Mehrfachbögen auf. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant; die

KG-Gruppe produziert statistisch signifikant häufiger segmentierte Mehrfachbögen, als die LKGS-Gruppe mit Gaumenplatte (Chi-Quadrat-Test (Exakter Test nach Fischer): $p < 0,001$).

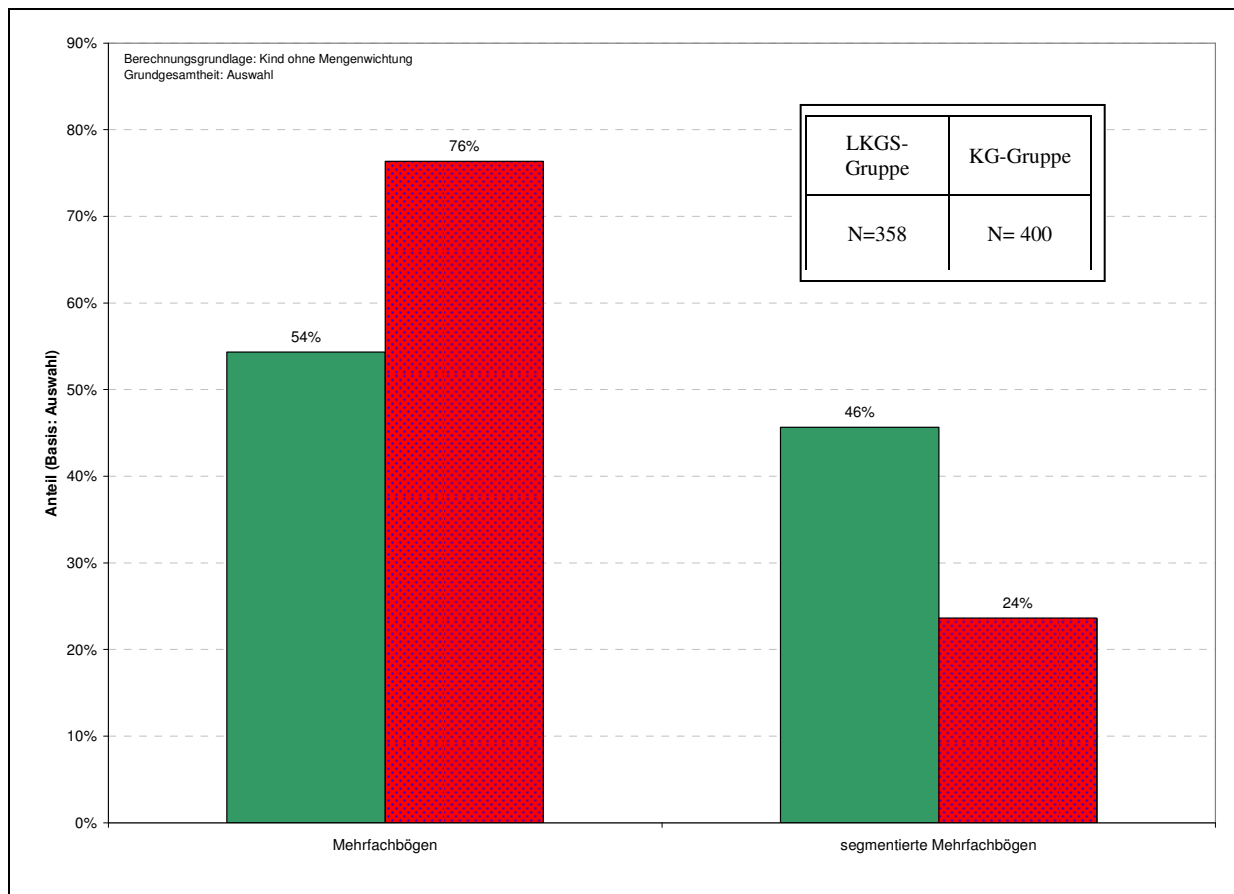


Abbildung 3.7: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe mit Gaumenplatte ■ im Vergleich zur KG-Gruppe ■ .

3.2.5 Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten Mehrfachstrukturen zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) der LKGS-Gruppe ohne Gaumenplatte im Vergleich zur KG-Gruppe

Ohne eingesetzte Gaumenplatte verstärkt sich der Trend zu einem Vorherrschen nicht segmentierter Mehrfachstrukturen bei der LKGS-Gruppe (89% nicht-segmentierte Mehrfachbögen) (s. Abbildung 3.8). Dieser Unterschied ist ebenfalls statistisch signifikant; die KG-Gruppe produziert statistisch signifikant häufiger segmentierte Mehrfachbögen, als die LKGS-Gruppe ohne Gaumenplatte (Chi-Quadrat (Exakter Test nach Fischer): $p < 0,001$). Damit lieferte sowohl die Analyse der Schreie als auch der Übergangs- und Babbellaute ein einheitliches Bild, nämlich einen monotonen Anstieg der relativen Auftrittshäufigkeit nicht-segmentierter komplexer Melodien in Form von wellenartigen Modulationen von der

Referenzgruppe über die Gruppe der mit Gaumenplatte erzeugten Laute zu der Gruppe der ohne Gaumenplatte erzeugten Laute. In gleichem monotonem Sinne fällt die relative Häufigkeit der durch phonatorische Stops erzeugten Segmentierungen in komplexen Melodien.

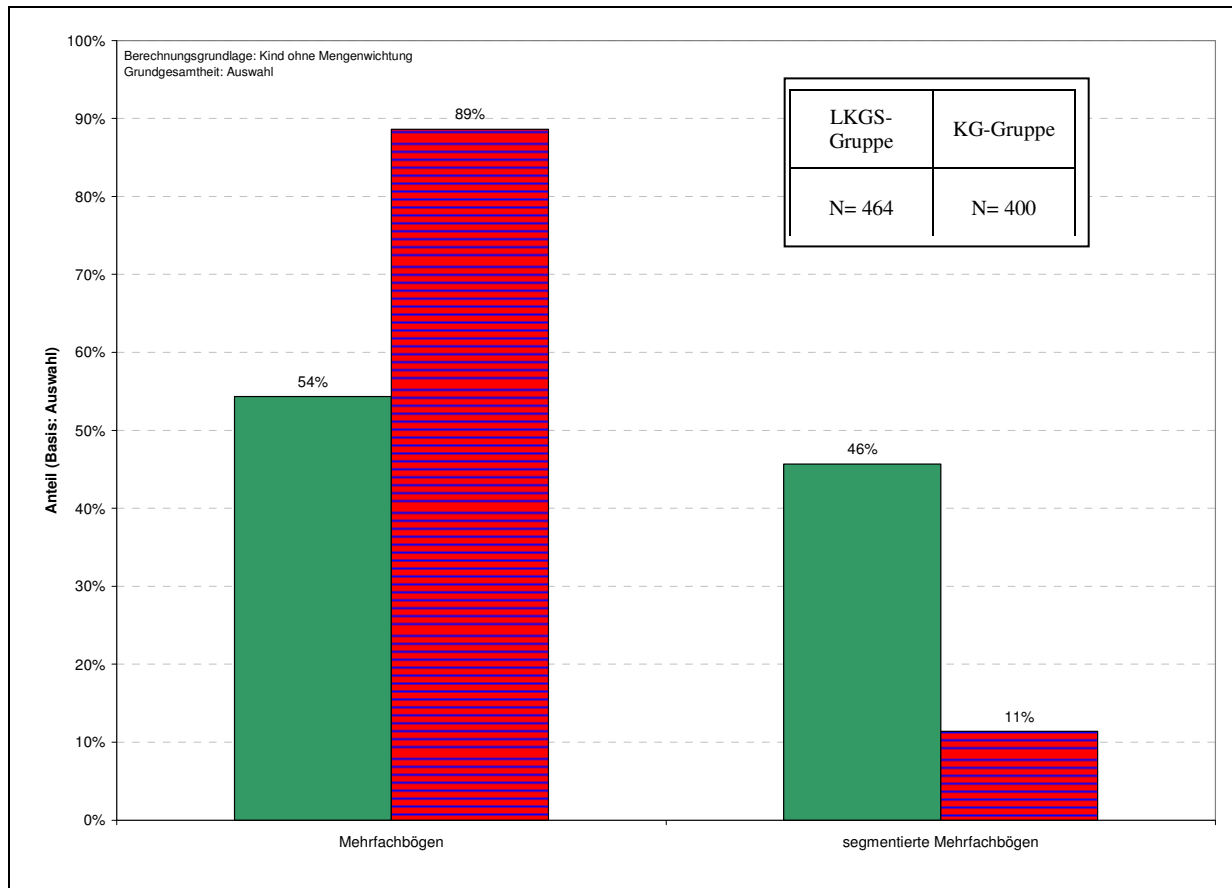


Abbildung 3.8: Darstellung der Häufigkeiten von nicht segmentierten zu segmentierten Mehrfachstrukturen der Übergangs- und Babbellaute (UB) LKGS-Gruppe ohne Gaumenplatte ■ im Vergleich zur KG-Gruppe ■.

3.3 Untersuchung der Zeitorganisation und des Rhythmus der Laute

Zur Untersuchung der Zeitorganisation und des Rhythmus wurden die Länge der einzelnen Melodiebögen und die Länge der einzelnen Pausen innerhalb der Laute mit Hilfe des CDAP-Programms quantitativ ermittelt und auf Gruppenebene verglichen (s. Kapitel 2.4.3.2).

3.3.1 QSS-Kategorie 1B: Vergleich der durchschnittlichen Länge einzelner Melodiebögen zwischen der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe

Beim Vergleich der durchschnittlichen Länge der Melodiebögen der QSS-Kategorie 1B zeigt sich, daß der Mittelwert der Zeitdauer des Melodiebogens bei der untersuchten LKGS-Gruppe in beiden Lauttypen (C und UB) hochsignifikant länger als bei der KG-Gruppe ist (s. Tabelle 3.4, Tabelle 3.5). Die LKGS-Gruppe zeigt sowohl beim Lauttyp C, als auch beim Lauttyp UB einen im Mittelwert um etwa 400 ms längeren Laut als die KG-Gruppe.

Tabelle 3.4: Durchschnittliche Länge des Melodiebogens der QSS-Kategorie 1B. Lauttyp C

	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert	Standardabweichung
LKGS-Gruppe	257	191	3607	1079*	583
KG-Gruppe	269	194	2005	646*	312

(* hochsignifikant: Mann-Whitney: $p < 0,0001$)

Tabelle 3.5: Durchschnittliche Länge des Melodiebogens der QSS-Kategorie 1B. Lauttyp UB

	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LKGS-Gruppe	124	272	2521	1051*	482
KG-Gruppe	116	230	2820	700*	402

(* hochsignifikant: Mann-Whitney: $p < 0,0001$)

3.3.2 QSS-Kategorie 1B: Vergleich der durchschnittlichen Bogenlänge des Lauttyps UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte

Hier wurde untersucht, ob sich die Bogenlänge der QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte unterscheidet. Nach Oller et al. (2000) ist die Länge für echte Silben < 500 ms; man könnte hier in der Anwendung der Definition von Oller auch für normale Bögen der für das Erlernen der Sprache wichtigen Übergangs- und Babbellaute eine Dauer von ≤ 500 ms ansetzen. Es sollte nun untersucht werden, ob der Einsatz der Gaumenplatte natürliche Verhältnisse eher wiedergibt, die Bögen also mit eingesetzter Gaumenplatte kürzer sind. Es zeigt sich, daß die Laute mit eingesetzter

Gaumenplatte tatsächlich etwas kürzer sind (s. Tabelle 3.6). Dies ist aber statistisch nicht signifikant.

Tabelle 3.6: Vergleich der Mittelwerte der Bogenlänge der QSS-Kategorie 1B, Lauttyp UB der LKGS-Gruppe zwischen den Lautaufnahmen mit und ohne Gaumenplatte.

LKGS	N	Minimum [ms]	Maximum [ms]	Mittelwert [ms]	Standardabweichung
mit Gaumenplatte	54	303	2521	1037	504
ohne Gaumenplatte	70	272	2394	1061	467

3.3.3 QSS-Kategorie 2B: Vergleich der durchschnittlichen Länge der beiden Melodiebögen zwischen der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe

In gleicher Weise wie für die Laute des Strukturtyps 1B wurden die beiden Einzelbögen in den Lauten des Strukturtyps 2B vermessen. Hierbei wurde untersucht, ob sich in diesen Lauten die Längen des ersten und zweiten Melodiebogens voneinander unterscheiden. Diese Untersuchung wurde wieder für beide Lauttypen (C, UB) getrennt vorgenommen (s. Tabelle 3.7, Tabelle 3.8, Tabelle 3.9, Tabelle 3.10).

Tabelle 3.7: QSS-Kategorie 2B/ Lauttyp C: LKGS-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.

C LKGS	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LB1	88	177	1865	699*	326
LB2	88	91	2684	574*	417

(*signifikant: T-Test für abhängige Variable: $p < 0,0001$)

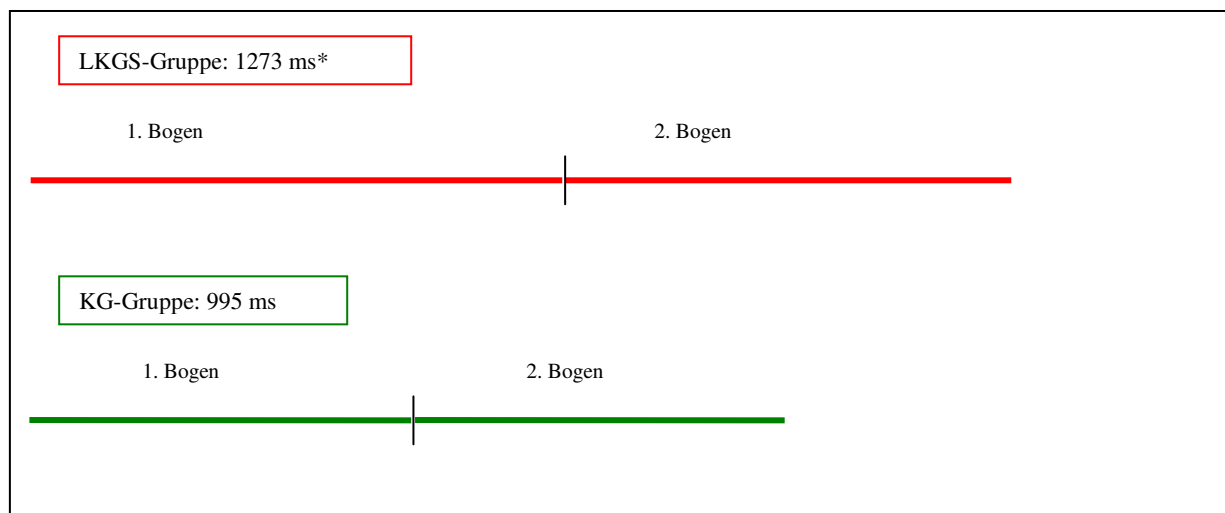
Tabelle 3.8: QSS-Kategorie 2B/ Lauttyp C: KG-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.

C KG	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LB1	98	154	1360	511	277
LB2	98	164	1400	490	261

(nicht signifikant: T-Test für abhängige Variable: $p = 0,791$)

Betrachtet man den Lauttyp C, zeigt sich anhand der Mittelwerte, daß bei beiden Gruppen der zweite Melodiebogen kürzer ist, als der erste (s. Tabelle 3.7, Tabelle 3.8). Während aber bei der LKGS-Gruppe der zweite Melodiebogen signifikant kürzer ist, als der erste (T-Test: $p < 0,0001$), ist bei der KG-Gruppe dieser Längenunterschied nicht signifikant (T-Test: $p = 0,791$), d.h. die beiden Bögen sind hier etwa gleich lang.

Vergleicht man die Gesamtlänge der zweibögigen Schreie (C) zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe zeigt sich, daß diese bei der LKGS-Gruppe hochsignifikant länger sind (T-Test $< 0,0001$ (s. Abbildung 3.9)).



(*hochsignifikant: T-Test: $p < 0,0001$)

Abbildung 3.9: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und der Gesamtlänge der zweibögigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp C.

Beim Lauttyp UB ist das Längenverhältnis zwischen dem ersten und zweiten Melodiebogen anders (s. Tabelle 3.9, Tabelle 3.10). Bei der KG-Gruppe ist der zweite Melodiebogen signifikant länger, als der erste (Wilcoxon-Test: $p = 0,049$). Bei der LKGS-Gruppe sind beide Melodiebögen etwa gleich lang (Wilcoxon-Test: $p = 0,222$).

Tabelle 3.9: QSS-Kategorie 2B, Lauttyp UB: LKGS-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.

UB LKGS	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LB1	121	90	2838	599	429
LB2	120	120	2154	614	375

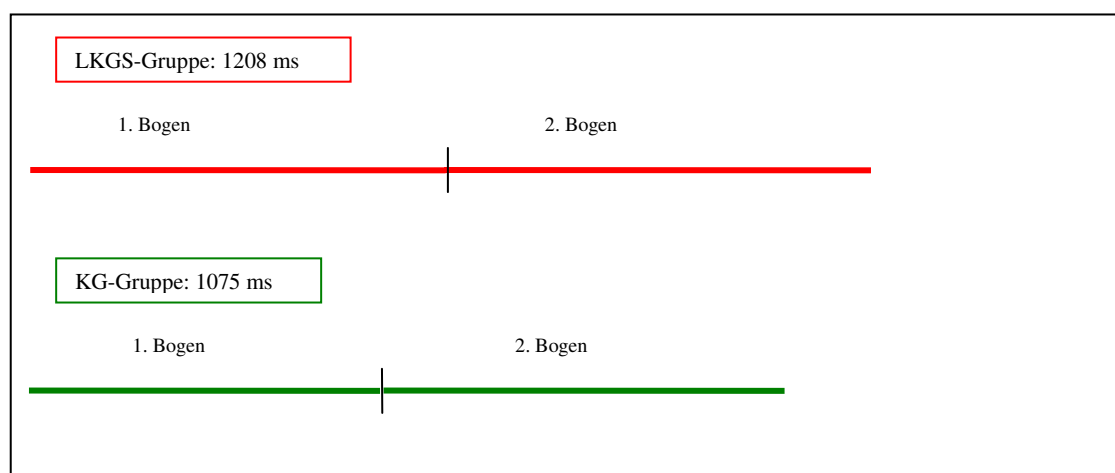
(nicht signifikant: Wilcoxon-Test: $p=0,222$)

Tabelle 3.10: QSS-Kategorie 2B, Lauttyp UB: KG-Gruppe: Länge des ersten (LB1) und zweiten (LB2) Melodiebogens.

UB KG	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LB1	82	157	2436	501*	352
LB2	81	121	1675	572*	319

(signifikant: Wilcoxon-Test: $p=0,049$)

Beim Vergleich der Gesamtlänge der zweibögigen Übergangs- und Babbellaute (UB) zwischen beiden Gruppen gibt es aber keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe, obwohl auch hier der Mittelwert der LKGS-Gruppe größer ist.



(nicht signifikant: T-Test: $p=0,121$)

Abbildung 3.10: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und Gesamtlänge der zweibögigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.

3.3.4 Untersuchung der 3B-Strukturen hinsichtlich ihrer Zeitstruktur

Zunächst wurde untersucht, ob es einen Längenunterschied zwischen den drei einzelnen Melodiebögen beim Lauttyp C gibt. Es wurde festgestellt, daß beim Lauttyp C (Schreie) alle 3 Melodiebögen sowohl bei der LKGS-Gruppe, als auch bei der KG-Gruppe ungefähr gleich lang sind (s. Tabelle 3.11, Tabelle 3.12). Es gibt keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich der Länge jedes einzelnen Bogens. Die einzelnen Bögen sind bei der LKGS-Gruppe jedoch länger, als die der KG-Gruppe.

Tabelle 3.11: LKGS-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp C.

C	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
LKGS		(ms)	(ms)	(ms)	
LB1_3B	37	164	2051	580	401
LB2_3B	37	191	1811	604	331
LB3_3B	37	138	1844	491	342

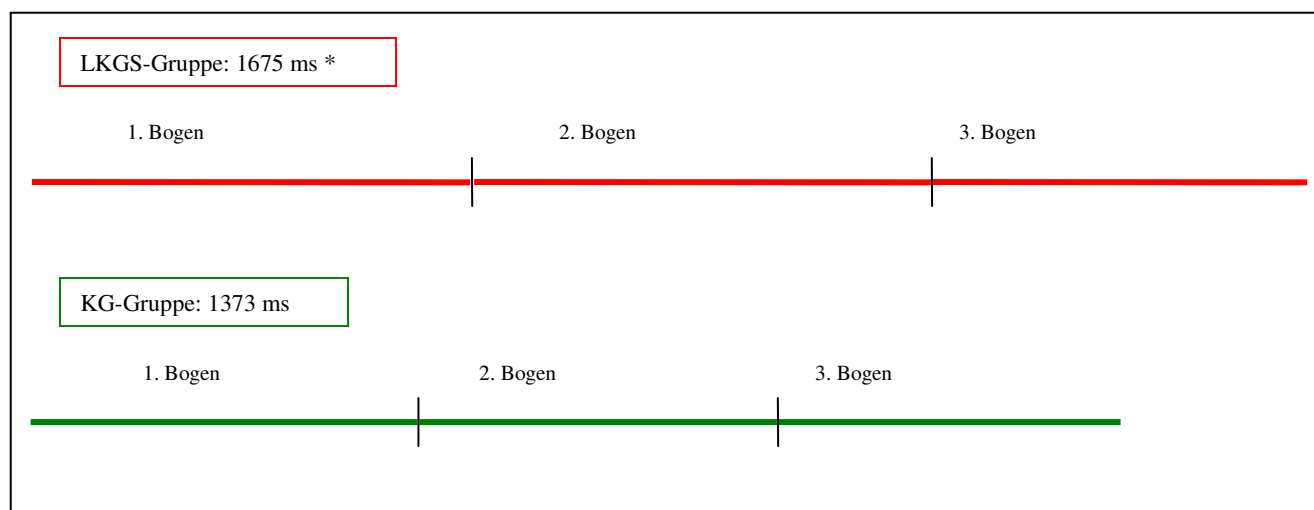
(nicht signifikant: Friedman-Test: $p=0,073$)

Tabelle 3.12: KG-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp C.

C	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KG		(ms)	(ms)	(ms)	
LB1_3B	34	185	1671	512	312
LB2_3B	34	200	1534	473	223
LB3_3B	34	165	1155	453	268

(nicht signifikant: Friedman-Test: $p=0,085$)

Vergleicht man die Gesamtlänge der drei Melodiebögen zwischen der LKGS-, und der KG-Gruppe beim Lauttyp C, ist diese bei der LKGS-Gruppe signifikant länger (T-Test: $p=0,026$) (s. Abbildung 3.11).



(*signifikant: T-Test: $p=0,026$)

Abbildung 3.11: Visualisierung der unterschiedlichen Einzelbogenlängen und der Gesamtlänge der dreibogigen Laute der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp C.

Auch beim Lauttyp UB wurde kein statistisch signifikanter Längenunterschied zwischen den einzelnen Melodiebögen in beiden Gruppen gefunden (s. Tabelle 3.13, Tabelle 3.14).

Die LKGS-Gruppe produziert jedoch hier ebenfalls deutlich längere Einzelbögen, als die KG-Gruppe.

Tabelle 3.13: LKGS-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp UB.

C	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LKGS					
LB1_3B	101	158	2057	562	313
LB2_3B	101	127	2707	522	314
LB3_3B	101	154	2464	520	348

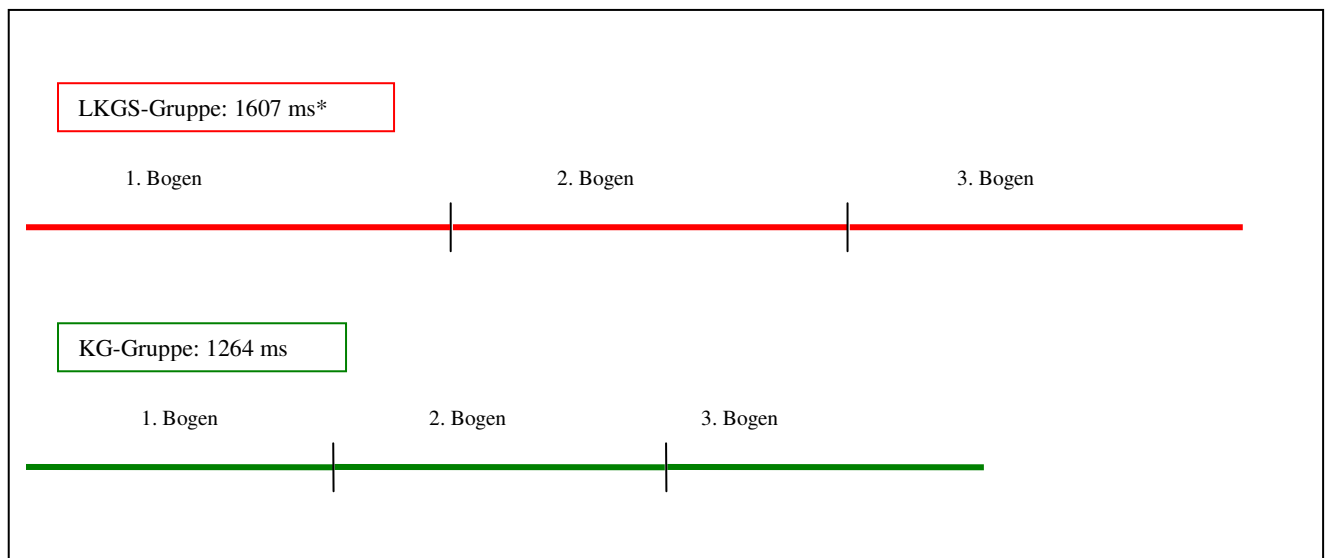
(nicht signifikant: Friedman-Test: $p=0,719$)

Tabelle 3.14: KG-Gruppe: Länge der einzelnen Melodiebögen (LB1; LB2; LB3) in der QSS-Struktur 3B beim Lauttyp UB.

C KG	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LB1_3B	51	119	1722	407	257
LB2_3B	51	144	1415	437	248
LB3_3B	51	156	1834	419	243

(nicht signifikant: Friedman-Test: $p=0,790$)

Es zeigt sich aber auch beim Lauttyp UB, daß die Gesamtlänge der dreibögigen Laute der LKGS-Gruppe hochsignifikant länger ist (T-Test: $p < 0,0001$) (s. Abbildung 3.12).



(*hochsignifikant: T-Test: $p < 0,0001$)

Abbildung 3.12: Vergleich der Gesamtlänge der dreibögigen Laute zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.

Interpretiert man die gefundenen Bogenlängen als einfache Rhythmen, dann ergibt sich zwischen den Übergangs- und Babbellauten (UB) für die Strukturkategorie 3B ein deutlicher Unterschied: während man den Rhythmus der LKGS-Gruppe als „lang-kurz-kurz“ beschreiben kann, ist der der KG-Gruppe eher als „kurz-lang-mittel“ zu beschreiben (s. Abbildung 3.13).

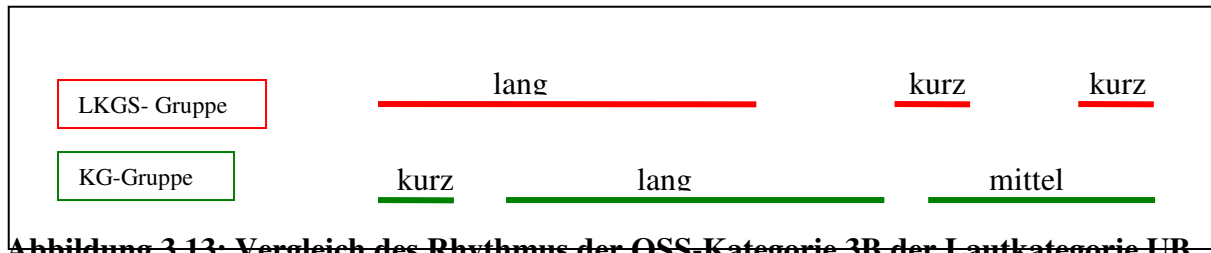


Abbildung 3.13: Vergleich des Rhythmus der QSS-Kategorie 3B der Lautkategorie UB

3.3.5 Untersuchung der 1S-Strukturen hinsichtlich ihrer Zeitstruktur

In Tabelle 3.15 und Tabelle 3.16 erkennt man die im Mittelwert längeren Bögen und die längere Pause der LKGS-Gruppe in der QSS-Kategorie 1S beim Lautsignal C. In Abbildung 3.14 sind die unterschiedlichen Bogen- und Pausenlängen beider Gruppen schematisch dargestellt. Der unterschiedliche Rhythmus, bzw. das deutlich verlängerte Lautsignal der LKGS-Gruppe in der QSS-Kategorie 1S wird so anschaulich verdeutlicht.

Tabelle 3.15: LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen (LB1; LB2) und der Pause (LP1) in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp C.

C	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LKGS					
LB1_1S	13	38	1292	664	449
LP_1S	13	111	1315	385	384
LB2_1S	13	152	1774	887	553

Tabelle 3.16: KG-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen (LB1; LB2) und der Pause (LP1) in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp C.

C	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
KG					
LB1_1S	35	99	1634	577	340
LP_1S	35	24	1045	211	262
LB2_1S	35	28	690	184	178

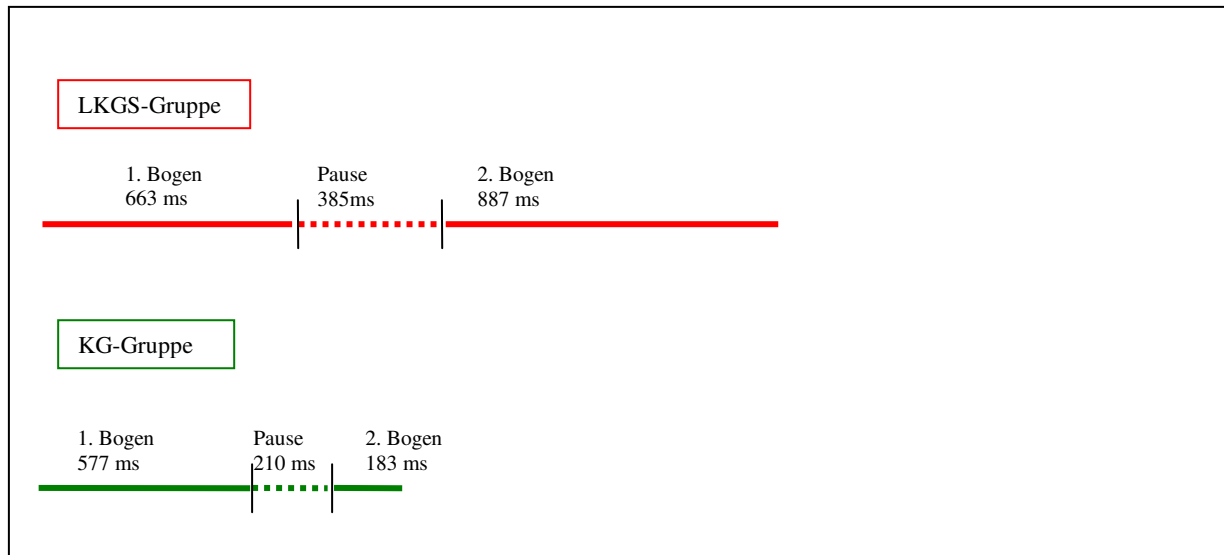


Abbildung 3.14: Visualisierung des Rhythmus der QSS-Struktur 1S der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe beim Lauttyp C

Beim Lauttyp UB zeigt die LKGS-Gruppe ebenfalls einen anderen Rhythmus und insgesamt längere Laute als die KG-Gruppe. Die beiden Melodiebögen der LKGS-Gruppe sind wieder deutlich länger als die der KG-Gruppe. Anders als beim Lauttyp C ist hier die Pause zwischen den beiden Melodiebögen bei der KG-Gruppe geringfügig länger, als die korrespondierende Pause in den Lauten der LKGS-Gruppe (s. Tabelle 3.17, Tabelle 3.18, Abbildung 3.15).

Tabelle 3.17:LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen und der Pause in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp UB.

BU	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
LKGS					
LB1_1S	11	303	1753	800	430
LP_1S	11	92	393	218	109
LB2_1S	11	52	1212	510	347

Tabelle 3.18: LKGS-Gruppe: Länge der beiden Melodiebögen und der Pause in der QSS-Struktur 1S beim Lauttyp UB.

BU	N	Minimum (ms)	Maximum (ms)	Mittelwert (ms)	Standardabweichung
KG					
LB1_1S	15	160	1038	446	211
LP_1S	15	35	685	263	208
LB2_1S	15	40	1065	337	253

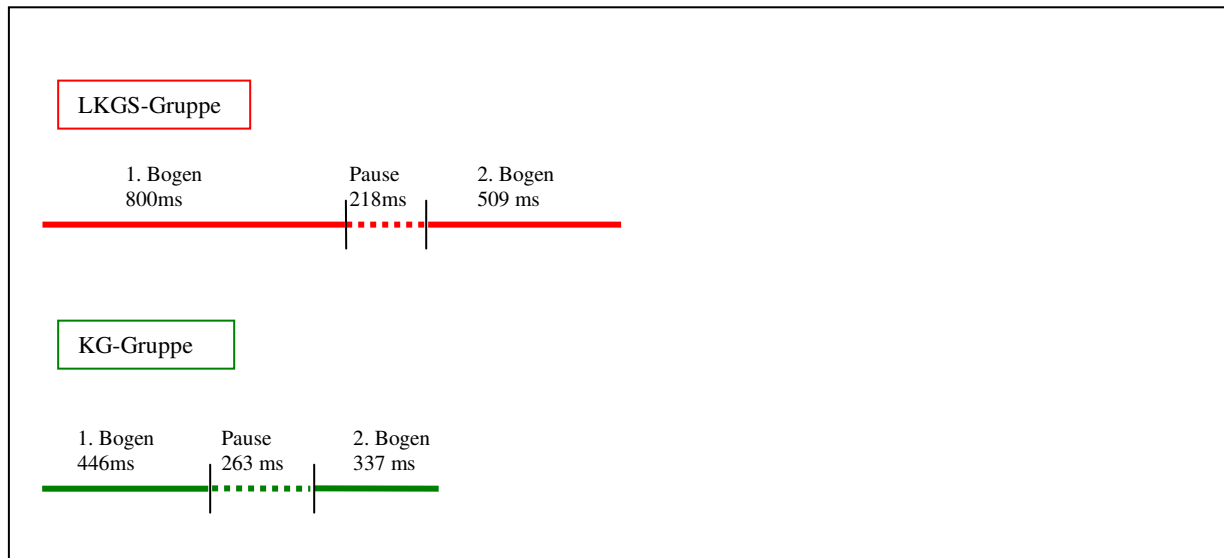


Abbildung 3.15: Visualisierung des Rhythmus der QSS-Struktur 1S der LKGS-Gruppe und der KG-Gruppe beim Lauttyp UB.

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit untersucht sprachrelevante vorsprachliche Eigenschaften spontaner Lautäußerungen bei Kindern mit orofazialen Spalten. Der Fokus wurde dabei auf prosodische Merkmale und deren Entwicklung gelegt, da der Einstieg in die Sprache sowohl perzeptiv als auch produktiv über die Prosodie erfolgt und für einen ungestörten Spracherwerb essentiell ist (u.a. Wermke, 2007). Ein direkter Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit anderen Studien zur Sprech- und Sprachentwicklung von Kindern mit orofazialen Spalten ist nicht möglich, da es bisher keine Studien gibt, die spontane vorsprachliche Laute dieser Kinder in vergleichbarer Weise quantitativ untersucht haben.

Trotzdem wird versucht, soweit möglich, Bezüge zu bisherigen Befunden bei Kindern mit orofazialen Spalten herzustellen und die hier erarbeiteten Ergebnisse in die bisherigen Modelle zum Sprech- und Spracherwerb dieser Patienten einzuordnen.

Auffälligkeiten im Sprech- und Spracherwerb von Säuglingen mit orofazialen Spalten sind schon von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Die überwiegende Anzahl der Arbeiten beschreibt jedoch sprechspezifische Besonderheiten der Sprache, die sich auf die Artikulation und die phonetische Qualität von Babel- und Sprachlauten beschränken (s. Kapitel 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3). Aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen Sprechen und Sprache (s. u.a. Paul, 1998), kann man das Störungsbild nur adäquat charakterisieren, wenn man beide Aspekte betrachtet. Dies ist in der vorsprachlichen Entwicklung noch relativ einfach, da die Trennung beider Aspekte noch nicht so ausgeprägt ist wie in der entwickelten Sprache älterer Kinder. Hauschildt (2007) hat gezeigt, daß Säuglinge mit orofazialen Spalten deutlich gestörte Klangstrukturen in ihren frühen Weinlauten zeigen, wenn sie keine Gaumenplatte tragen. Der Anteil des phonatorischen Rauschens erhöht sich und melodische Strukturen sind dadurch beeinträchtigt. Dies hat nicht nur sprechrelevante Konsequenzen, z.B. in Bezug auf das Einüben fehlerhafter Stimmregulationen (Hauschildt, 2007), sondern auch sprachrelevante Melodieübungen können nicht in gleichem Maße erfolgen, wie bei Säuglingen ohne orofaziale Spalten. Dies führt zu Abweichungen in frühen vorsprachlichen Erwerbsmustern und könnte letztlich eine Verzögerung im Erwerb essentieller prosodischer Bausteine mit sich bringen.

Ziel vorliegender Arbeit war es, Entwicklungsmarker durch eine objektive vorsprachliche Entwicklungsdiagnostik zu identifizieren. Würde es zukünftig gelingen, neben bekannten Risikomarkern für neurophysiologische Störungen am Schrei (Wasz-Höckert et al., 1968;

Koivisto et al., 1970; Michelsson, 1971; Michelsson et al., 1983; Lester, 1987; Corwin et al., 1992; Lester et al., 2002) auch Risikomarker für Sprech- und Sprachstörungen zu identifizieren, könnte dies hilfreich für die Entwicklung neuer Frühförderkonzepte in der Behandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten sein.

Das hier angewandte Strukturanalysesystem, das im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie für vorsprachliche Laute entwickelt wurde (Wermke et al., 2004), dient dazu, die Art der Abweichung der vorsprachlichen Entwicklung bei einer typischen Gruppe von Kindern mit orofazialen Spalten im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe objektiv zu untersuchen und zu beschreiben. Es erweitert bisher übliche subjektive Verfahren durch quantitative Messungen.

4.1 Analyse der maximalen Grundfrequenz F_{\max}

In der medizinischen Schreiforschung gibt es umfangreiche Belege für die Bedeutung der Grundfrequenz und ihres Variationsbereiches für die Diagnose neurophysiologischer Funktionsstörungen (Wasz-Höckert et al., 1968; Michelsson, 1971; Tenold, 1974; Michelsson & Sirvio, 1976; Zeskind & Lester, 1978; Wasz-Höckert et al., 1985; Fuller & Horii, 1986; Wermke et al., 1987; Mende et al., 1990a; Pearce & Taylor, 1993; Michelsson & Michelsson, 1999). Bei einer Dysfunktion der an der Lautproduktion beteiligten Regelsysteme sind eine Erhöhung der mittleren Grundfrequenz (F_0) und der F_0 -Variabilität, das Auftreten von F_0 -Sprüngen innerhalb eines Schreis oder stark instabile Melodieverläufe beschrieben (Wasz-Höckert et al., 1968; Koivisto et al., 1970; Michelsson, 1971; Michelsson et al., 1983; Lester, 1987; Corwin et al., 1992; Lester et al., 2002). Stark erhöhte Mittel- bzw. Medianwerte der Grundfrequenz sind als charakteristisches Merkmal für Säuglinge mit Funktionsstörungen des ZNS in den der Lautproduktion zugrunde liegenden Mechanismen wiederholt nachgewiesen worden (Karelitz und Fisichelli, 1962; Fisichelli et al., 1966; Wasz-Höckert et al., 1968; Michelsson & Sirviö, 1976; Lester et al., 1985; LaGasse et al., 2005). Daher wurde in der vorliegenden Arbeit zunächst untersucht, ob es evtl. zwischen der LKGS-Gruppe, trotz medizinisch strenger Auswahlkriterien (s. Tabelle 2.2, Kapitel 2.2) und der KG-Gruppe Unterschiede bezüglich dieses Schreiparameters gibt.

Die Analyse der maximalen Grundfrequenz F_{\max} in der vorliegenden Studie zeigt, daß die Werte bei den hier untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten zwar signifikant höher sind, als bei der Kontrollgruppe, aber immer noch im Normbereich für medizinisch

unauffällige Kinder liegen (ca. 350-650 Hz; s. Kapitel 3.1.1). Sie bleibt mit 473 Hz deutlich unter Werten von Kindern mit zerebralen Funktionsstörungen, die bei > 650 Hz liegen (Michelsson et al., 1971). Betrachtet man die Verteilungsdiagramme (s. Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2) erkennt man eher eine Rechtsschiefe, also eine Tendenz zu niedrigen F_{\max} -Werten bei der LKGS-Gruppe. Auffällig allein ist die breitere Verteilung der F_{\max} -Werte bei dieser Gruppe. Diese Befunde belegen, daß die hier untersuchten Kinder in Bezug auf die laryngeale Regelkapazität und zugrundeliegende zerebrale Regelmechanismen unauffällig sind. Keines der Kinder zeigte auffallend hochfrequente Laute, die auf eine neuromuskuläre Dysfunktion hindeuten könnten. Dies belegt die mit den Auswahlkriterien angestrebte Vergleichbarkeit der Kinder und rechtfertigt auch aus dieser Perspektive ihre Zusammenfassung in eine gemeinsame LKGS-Gruppe.

Der Befund, daß die LKGS-Gruppe in der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) gegenüber der KG-Gruppe etwas höher liegt, scheint somit auf kompensatorische Regelvorgänge zurück zu führen zu sein. Sapienza et al. (1996) haben z.B. bei Erwachsenen mit orofazialen Spalten gezeigt, daß, die mittlere Grundfrequenz umso höher ist, je größer die Ausprägung der Gaumenspalte ist. Ein ähnlicher Effekt könnte die Ursache für die hier gemachte Beobachtung der etwas erhöhten maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) gegenüber der Vergleichsgruppe (KG-Gruppe) sein. Um dies zu belegen wären ergänzende Untersuchungen an einer größeren Gruppe von Patienten erforderlich.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Lautproduktion mit bzw. ohne eingesetzte Gaumenplatte bestätigen die Vermutung, daß eine leicht erhöhte Grundfrequenz (F_0) auf kompensatorische laryngeale Regelvorgänge zurück zu führen sein könnte: Sowohl in den Schreien als auch in den Übergangs- und Babbellauten war eine leichte Erhöhung der Mittelwerte der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) zu erkennen, wenn die Gaumenplatte herausgenommen wurde. Das reflektiert eine hohe laryngeale Regelkapazität der LKGS-Gruppe. Die geschilderten Befunde erlauben es davon auszugehen, daß die LKGS-Gruppe keine erkennbaren Dysfunktionen laryngealer Regelmechanismen aufweist und damit die gefundenen Unterschiede in den Strukturmerkmalen (s. Kapitel 4.2) und Merkmalen der Zeitorganisation (s. Kapitel 4.3) andere Ursachen haben müssen. Auch die Wachstumskurven und Entwicklungsprotokolle (s. Anhang) bestätigen eine normale Entwicklung der sechs untersuchten Kinder. Damit konnte die Hypothese H1 (s. Kapitel 1.1) bestätigt werden.

4.2 Interpretation der Ergebnisse der Strukturanalyse

Bei der Strukturanalyse wurden die von der LKGS-Gruppe spontan aufgezeichneten Laute nach der Spektralanalyse und der Berechnung der Lautmelodien zunächst bezüglich struktureller Besonderheiten kategorisiert, um sie mit vorliegenden korrespondierenden Analysen der KG-Gruppe vergleichen zu können. Diese Art der Analyse ermöglichte einen direkten und objektiven Vergleich prosodierelevanter Eigenschaften vorsprachlicher Laute der LKGS-Gruppe zu einer Gruppe gleichaltriger Kontrollkinder. Des Weiteren wurden die Strukturtypen der Laute der LKGS-Gruppe, mit und ohne eingesetzte Gaumenplatte miteinander verglichen.

Zunächst zeigte sich eine erstaunliche Ähnlichkeit im „Gesamtkonzept“ der vorsprachlichen Entwicklung. Bei beiden Gruppen wurden alle Strukturtypen gefunden und beide Gruppen zeigten, wenn auch unterschiedlich schnell einen Entwicklungstrend zu zunehmend komplexeren Lauten. Dieser Befund stimmt mit der Annahme eines universellen gerichteten Entwicklungsprogramms und bestätigt die Hypothese H2 (s. Kapitel 1.1).

Eine weitere Hypothese dieser Untersuchung bestand in der Annahme, daß LKGS-Spaltkinder bestimmte komplexe Strukturen ihrer Schreie und Übergangs- und Babbellaute erst später und insgesamt seltener als gesunde Kinder intentional erzeugen.

Die Untersuchung hat u.a. gezeigt, daß die LKGS-Gruppe weniger mehrböigige segmentierte Laute gebildet hat, als die KG-Gruppe. Damit wurde die Hypothese H3 (s. Kapitel 1.1) bestätigt.

Um den Unterschied genauer zu untersuchen, wurde die Produktion komplexer segmentierter Laute (Strukturkategorien: 1S,2S,3S,KS,MS) und komplexer nicht-segmentierter Laute (Strukturkategorien: 2B,3B,MB) verglichen. Es zeigte sich konsistent in allen durchgeführten Analysen, daß segmentierte Mehrfachbögen in beiden Lauttypen (C und UB) von der hier untersuchten LKGS-Gruppe im Untersuchungszeitraum statistisch signifikant weniger häufig gebildet wurden, als nicht-segmentierte Mehrfachbögen (Kapitel 3.2.3, 3.2.4 und 3.2.5). Intentional erzeugte Mehrfachsegmentierungen (MS), als schwierigste Stufe einer Segmentierung, treten dabei in beiden Gruppen mit geringer Häufigkeit auf. Bei den Säuglingen mit orofazialen Spalten treten sie ausschließlich in der Kategorie Schrei (C) auf, jedoch über den gesamten Altersbereich auch nur 12 Mal. In der KG-Gruppe treten Mehrfachsegmentierungen dagegen auch in der Kategorie Übergangs- und Babbellaute (UB) auf.

Im Ergebnis der Untersuchung segmentierter und nicht segmentierter komplexer Melodien konnte auch demonstriert werden, daß eine monotone Zunahme des relativen Anteils der nicht segmentierten Laute von der Kontrollgruppe über die Gruppe „mit Gaumenplatte“ zur „ohne Gaumenplatte“-Gruppe erfolgt. Gleichzeitig erfolgt korrespondierend eine monotone Abnahme der segmentierten Laute. Dieses Monotonieverhalten wurde sowohl bei den Schreien als auch bei den Übergangs- und Babbellauten beobachtet. Es handelt sich damit um ein reproduzierbares einheitliches Phänomen, daß als ein stützendes Argument für den positiven Effekt der kieferorthopädischen Frühbehandlung in Bezug auf den Spracherwerb angesehen werden kann.

Segmentierungen allgemein reflektieren das Vorhandensein wichtiger Bausteine für den Sprech- und Spracherwerb; sie sind die Voraussetzung für die Produktion von Silben. Die hier untersuchten LKGS-Kinder waren folglich diesbezüglich zu diesem Zeitpunkt noch nicht so weit entwickelt, wie die Kontrollgruppe.

Die Tatsache, daß von der LKGS-Gruppe weniger nicht segmentierte, als segmentierte Mehrfachbögen produziert werden könnte bedeuten, daß die untersuchte LKGS-Gruppe bezüglich dieses vorsprachlichen Elements entwicklungsverzögert ist. Über einen sehr langen Zeitraum werden weiterhin vor allem die für jüngere Säuglinge typischen nicht segmentierten Mehrfachbögen produziert. Das könnte bedeuten, daß die LKGS-Gruppe auf einer früheren Entwicklungsstufe stagniert, bzw. diese Entwicklungsetappe deutlich langsamer durchläuft. Die Bildung von Segmentierungen erfordert ein intentionales Innehalten der Phonation, um kurz darauf erneut zu phonieren. Sie erfolgt innerhalb eines einzigen expiratorischen Lautes. Die Erzeugung solcher segmentierten Laute stellt regeltechnisch höhere Anforderungen an die laryngeale Koordination, als die Erzeugung nicht segmentierter Laute. Das Erlernen intentionaler Segmentierungen ist eine essentielle Voraussetzung für die Produktion von Babbellauten. Sollte sich dieser Befund in zukünftigen Studien bestätigen, würde dies einen geeigneten Ansatzpunkt für die Entwicklung neuer Therapien liefern.

Ausgehend von den Befunden die Hauschildt (2007) in ihrer Studie beschreibt, wurde vermutet, daß der Anteil komplett verrauschter, also „stimmloser“ Laute, bei der Lauterzeugung ohne eingesetzte Gaumenplatte höher ist. Diese Hypothese (H4) (s. Kapitel 1.1) konnte nicht bestätigt werden. Der Anteil komplett verrauschter Schreie (Kategorie Rausch) bei den Schreien mit bzw. ohne Gaumenplatte unterschieden sich faktisch nicht (8% versus 9%) (s. Kapitel 3.2.2). Das bedeutet, daß das Lautieren ohne Gaumenplatte in diesem

Alter ganz offenbar nicht mehr vorrangig für das Entstehen des phonatorischen Rauschens verantwortlich ist. Hauschildt (2007) konnte bei Säuglingen mit orofazialen Spalten im Alter von 0-6 Monaten einen rauschvermindernden Effekt der eingesetzten Gaumenplatte demonstrieren. Im hier untersuchten zweiten Lebenshalbjahr sind die Spalten bereits schmaler und damit der Effekt möglicherweise deutlich geringer. Darüber hinaus könnte die konsequente Plattentherapie im ersten Lebenshalbjahr geholfen haben, Fehlregulationen zu etablieren, die durch eine subglottische Druckerhöhung bei Plattenherausnahme entstehen. Diese Frage kann nur durch einen Vergleich von Säuglingen mit bzw. ohne kieferorthopädische Frühbehandlung beantwortet werden.

Entscheidend für das Auftreten bestimmter Strukturtypen in den spontanen Lauten im zweiten Lebenshalbjahr sind ganz offensichtlich zentrale Generierungsmechanismen, die einem vorsprachlichen Entwicklungsprogramm folgen. Die Versorgung mit einer Gaumenplatte hat auf diese Mechanismen nur einen indirekten Einfluß, indem die Ausführungsqualität der Modulationsmuster, also der Strukturtypen verändert werden könnte. Die Ausführungsqualität zeigt sich in der QSS-Analyse nicht, könnte aber durch zusätzliche Feinanalysen in einer weiterführenden Untersuchung u.U. nachgewiesen werden.

Als Resümee der vorliegenden Studie kann man festhalten, daß das Tragen der Gaumenplatte während des zweiten Lebenshalbjahres keinen Einfluß auf die Art und die relative Häufigkeit der erzeugten Strukturtypen zu haben scheint. Die Ursachen der gefundenen Gruppenunterschiede zwischen den Säuglingen mit orofazialen Spalten und den Kontrollkindern scheinen vielmehr zerebraler Herkunft zu sein. Die Ergebnisse deuten auf eine Störung von Mechanismen der Zeitorganisation in der LKGS-Gruppe, indem insbesondere Gruppenunterschiede bei den segmentierten Lauten gefunden wurden. Die intentionale Unterbrechung der Phonation während einer Expiration erfordert ein gut funktionierendes zeitliches Regelsystem, das auch Grundlage der späteren rhythmischen Gestaltung der muttersprachlichen Prosodie ist. Die Arbeiten einer finnischen Forschergruppe zu Besonderheiten von zeitlichen Verarbeitungsprozessen (Cheour et al., 1999) bei Kindern mit orofazialen Spalten finden stützen diese Interpretation. Darauf wird in Kapitel 4.3 spezifisch eingegangen. Sollte sich die Hypothese der Abweichung in der Zeitorganisation der Phonation bei den LKGS-Kindern durch weitere Studien bestätigen, wäre eine adäquate therapeutische Stimulation das Mittel der Wahl, um dadurch u.U. den Übergang in die nächste Stufe der Entwicklung zu lösen (Dokou, 2007).

4.3 Bewertung der Ergebnisse der Auswertung von Melodiebogenlängen und Rhythmussegmenten

Zur weitergehenden Untersuchung der Parameter, die mit der Zeitorganisation der Lautproduktion im Zusammenhang stehen, erfolgte in einem weiteren Schritt die Vermessung der Laut- und Pausenlängen der Lautäußerungen beider Gruppen. Ziel war es, die gefundenen Unterschiede zwischen den Gruppen durch Vermessung von Laut- und Pausenlängen spezifischer zu untersuchen und quantitativ zu charakterisieren.

Die Grundeinheit des Sprechens ist die Silbe, wobei die Silbenlänge zwischen 100 und 500 ms, der Median zwischen 200 und 300 ms liegt (diese Zeitangabe gilt für Erwachsene und ist abhängig von der Sprechrate). Davon ausgehend postuliert Oller (2000) als Kriterium für echte Silben eine Länge $< 500\text{ms}$. Melodiebögen korrespondieren zu den Silben in Babbellauten und man könnte hier in Anwendung der Definition von Oller (2000) auch für „normale“ Bögen eine Dauer $\leq 500\text{ms}$ ansetzen.

Die Untersuchung einfacher Laute, die aus nur einem Melodiebogen bestehen lieferte bereits signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Während die KG-Gruppe hauptsächlich Bögen $< 500\text{ms}$ produziert, sind die Bögen der Laute der LKGS-Gruppe im untersuchten Zeitraum deutlich länger, und häufig $> 500\text{ms}$. Die LKGS-Gruppe weicht damit vom normgerechten Zeitregime ab.

Die Bogenlänge dieser einfachen Laute der LKGS-Gruppe ist sowohl bei Schreien (C), als auch bei den Übergangs- und Babbellauten (UB) signifikant länger als bei der KG-Gruppe (s. Kapitel 3.3.1). Dies bedeutet, daß bereits die Zeitstruktur der einfachen Laute unterschiedlich ist. Daß es sich hierbei um ein Phänomen zentraler Herkunft handeln muß, ist durch das konsistente Auftreten des Phänomens in Schreien, Übergangs- und Babbellauten, also unabhängig in ganz unterschiedlichen Vokalisationstypen belegt.

Die durchschnittliche Bogenlänge der Übergangs- und Babbellaute mit Gaumenplatte war zwar etwas kürzer als die bei Erzeugung ohne Gaumenplatte, im Vergleich zur Kontrollgruppe aber immer noch fast doppelt so lang. Die Gaumenplatte hat keinen nachweisbaren Einfluß auf die Zeitstruktur, was auch zu erwarten war (s. Kapitel 3.3.2).

Vergleicht man die Lautlänge der beiden Einzelbögen in Lauten des Strukturtyps 2B, also den doppelböigen Lauten zeigt sich ebenfalls ein Unterschied in der Lautlänge im Vergleich der beiden Gruppen (s. Kapitel 3.3.3). Während die mittlere Gesamtbogenlänge der Schreie bei der LKGS-Gruppe signifikant länger ist als bei der KG-Gruppe (s. Abbildung 3.9) ist sie bei den Übergangs- und Babbellauten bei beiden Gruppen ungefähr gleich lang (s.

Abbildung 3.10). Unabhängig davon ergibt sich durch die unterschiedliche Länge des ersten und zweiten Melodiebogens sowohl bei den Schreien, als auch bei den Übergangs- und Babbellauten ein unterschiedlicher Rhythmus im Vergleich der beiden Gruppen. Die mittlere Länge des ersten Bogens ist bei der LKGS-Gruppe signifikant länger, als die Länge des zweiten Melodiebogens. Dies entspricht dem Rhythmus „lang-kurz“ (s. Tabelle 3.7). Bei der KG-Gruppe sind beide Bögen ungefähr gleich lang, was einem „kurz-kurz“ Rhythmus entspricht (s. Tabelle 3.8). Unterschiede fanden sich auch in den zweibögigen, bzw. zweisilbigen Übergangs- und Babbellauten. Während diese Laute bei der LKGS-Gruppe im Mittel einen „kurz-kurz“ Rhythmus zeigten, erzeugte die KG-Gruppe einen „kurz-lang“ Rhythmus (s. Tabelle 3.9, Tabelle 3.10). Diese Unterschiede sind dahingehend zu deuten, daß die LKGS-Gruppe im Schrei das ursprünglichere, physiologisch leichter zu erzeugende „lang-kurz“ Muster beibehält (ein weiteres Argument für die postulierte Zeitverzögerungshypothese), übt die KG-Gruppe im Schreien schon gleichlange Bögen und in den Übergangs- und Babbellauten sogar endbetonte Bögen („kurz-lang“). Wenn auch dieses jambische Betonungsmuster zielsprachlich im Deutschen nicht vorherrschend erwartet wird, reflektiert es aus regelungstechnischer Perspektive eine erreichte höhere Organisationstiefe als ein trochäisches Muster. Da die muttersprachliche Betonung nicht durch die Bogenlänge allein sondern auch die Grundfrequenz und die Intensitätskontur erzeugt wird, steht der Befund nicht im Widerspruch zu Hinweisen auf muttersprachliche Betonungen in frühen Babblern (Penner et al., 2006).

Auch bei den 3B-Strukturen ist wiederum die Gesamtlänge der Laute und zusätzlich die Einzelbogenlänge jedes der drei Bögen, sowohl bei Schreien, als auch bei Übergangs- und Babbellauten bei der LKGS-Gruppe länger (s. Kapitel 3.3.4). Neben der deutlich größeren Gesamtlänge der Laute der LKGS-Gruppe wurden auch auffällige Rhythmusunterschiede gefunden. Während bei der KG-Gruppe bei den Schreien die drei Einzelbögen kontinuierlich in der Länge abnehmen, ist der mittlere Bogen in der LKGS-Gruppe der längste, gefolgt vom ersten und dritten Melodiebogen. Bei den Übergangs- und Babbellauten ergibt sich bei der LKGS-Gruppe ein „lang-kurz-kurz“ Rhythmus und bei der KG-Gruppe ein „kurz-lang-mittel“ Rhythmus (s. Abbildung 3.13). Die Tatsache, daß dieselben zeitlichen Organisationsprinzipien bei der KG-Gruppe bei den Übergangs- und Babbellauten sowohl bei den 2B-Strukturen, als auch bei den 3B-Strukturen gefunden wurden, ist ein starkes Argument für deren hirnpfysiologische Verankerung. Der Rhythmus der LKGS-Gruppe weicht stark von dem der KG-Gruppe ab.

Derselbe Effekt zeigt sich auch bei der Analyse der segmentierten Laute vom Typ „1S“ (Bogen-Pause-Bogen). Wiederum sind sowohl beim Schrei, als auch bei den Übergangs- und Babbellauten die Einzelbogenlänge und die Gesamtlänge verlängert. Des Weiteren ist die Segmentierungspause zwischen den beiden Bögen bei der LKGS-Gruppe verlängert. Durch unterschiedliche Pausen- und Bogenlängen ist auch hier wiederum ein unterschiedlicher Rhythmus zwischen beiden Gruppen erkennbar (s. Kapitel 3.3.5). Die 1S-Strukturen sind ein direkter Vorläufer der ersten konsonant-, vokal-, silbenartigen Strukturen. Die deutlich längeren Zeiten der Einzelbögen und der Segmentierungspause zwischen den Bögen bei der LKGS-Gruppe macht aus der Perspektive der Zeitorganisation verständlich, warum viele LKGS-Kinder in der Produktion kanonischer Babblers entwicklungsverzögert sind. Nicht die Vokaltraktveränderung präoperativ ist dafür verantwortlich, zumindest nicht allein, sondern zerebrale Unterschiede in der Zeitorganisation beteiligter Generierungsmechanismen.

Die zeitlich langen Bögen und die langen Segmentierungspausen der Laute der LKGS-Gruppe reflektieren eine veränderte, bzw. gestörte zentrale Zeitorganisation und bestätigen damit die Hypothese H5. Kinder mit orofazialen Spalten zeigen damit Störungen, die denen spezifisch spracherwerbsgestörter (SSES-) Kinder ähnlich sind. Zum jetzigen Zeitpunkt ist jedoch noch nicht klar, ob beiden Phänomenen derselbe Entstehungsmechanismus zugrunde liegt.

Die spezifische Spracherwerbsstörung (SSES) hat nach heutiger Erkenntnis vermutlich auch eine genetische Ursache (Richman and Eliason, 1984; Ceponiene et al., 1999, Cheour et al., 1999). Bei den Kindern mit orofazialen Spalten besteht dasselbe Risiko für eine solche genetische Komponente (familiäre Disposition) für eine spezifische SES, wie bei den Kindern ohne orofaziale Spalte. Zusätzlich zu den sprachbedingten Faktoren kommt damit theoretisch ein weiterer Risikofaktor, zumindest bei einem Teil der Kinder mit orofazialen Spalten hinzu. Nun kann man nicht davon ausgehen, daß alle hier untersuchten Kinder eine familiäre Disposition für eine spezifische SES hatten. Das ist zumindest sehr unwahrscheinlich und anhand der Studienprotokolle ergibt sich auch keinerlei Hinweis darauf. Das ähnliche Störungsbild muß also eine andere Ursache haben. Hier bleiben viele Fragen unbeantwortet, aber die vorliegenden Ergebnisse könnten Ausgangspunkt für gezielte Studien zur Klärung dieser Frage sein. Grundsätzlich wäre anzuraten die familiäre Disposition für eine SSES bei den Säuglingen mit orofazialen Spalten mit zu erfassen. Streng genommen kann man aber das Mitwirken dieser Komponente bei den hier untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten auch nicht gänzlich ausschließen, da die familiäre Disposition bisher nicht untersucht wurde.

Selbst wenn eine genetische Ursache ausgeschlossen werden kann, bleibt die Möglichkeit, daß der frühe Zeitpunkt der Entstehung der Spalte Einfluss auf die Entwicklung der an der Lautproduktion beteiligten zerebralen Strukturen hat. Das würde erklären, warum Cheour et al. (1999) mit Hilfe von ereigniskorrelierten hirnelektrophysiologischen Messungen (ERP) gefunden haben, daß bereits unmittelbar nach der Geburt bei Kindern mit orofazialen Spalten Abweichungen in der zeitlichen Wahrnehmung auditiver Muster im Vergleich zu Kindern ohne orofaziale Spalten bestehen. Die hier gefundenen Abweichungen in der Zeitorganisation der Produktionsleistungen können ein korrespondierendes Element der perzeptiven Befunde von Cheour et al. sein.

Es war zu erwarten, daß die Unterschiede zwischen den Aufnahmen mit und ohne Gaumenplatte bei den hier untersuchten basalen Lautproduktionsmechanismen gering sind. Es bestätigt sich aber, daß mit eingesetzter Gaumenplatte natürliche Verhältnisse eher erreicht werden. Die Platte kann die postulierten hirnelektrophysiologischen Regelstörungen in der Zeitorganisation natürlich nicht ausschalten. Der Einsatz der Gaumenplatte hat somit nur einen geringen Einfluss auf diese Elemente der vorsprachlichen Entwicklung. Die Herstellung annähernd natürlicher Verhältnisse vermeidet aber zusätzliche „Belastungen“ für das phonatorische Regelnetzwerk, wodurch die Gaumenplatte zumindest indirekt eine positive Wirkung auch für diesen Aspekt der vorsprachlichen Entwicklung hat.

4.4 Einbettung der Ergebnisse in die Befunde anderer aktueller Studien

Wie bereits erwähnt, fällt ein direkter Vergleich vorliegender Untersuchung mit anderen Studien schwer, da es bisher keine vergleichbaren Studien gibt, die die Untersuchung sprachrelevanter vorsprachlicher Eigenschaften thematisiert. Der Fokus hier lag auf prosodischen Merkmalen und deren Entwicklung. Dabei wurde das von Wermke (2004) entwickelte quantitative Strukturanalysesystem angewandt, während in anderen ähnlichen Studien zur kieferorthopädischen Frühbehandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten eine rein deskriptive Herangehensweise erfolgte. Die bisher vorliegenden Studien (s. Kapitel 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3) haben solche Faktoren wie den Operationszeitpunkt und/oder die kieferorthopädische Frühbehandlung betrachtet, die hier untersuchten basalen neurophysiologischen Mechanismen und Entwicklungsvorgänge aber vollständig vernachlässigt.

Während in vorliegender Studie über das gesamte zweite Lebenshalbjahr hinweg Lautaufnahmen aufgenommen und ausgewertet wurden (genaue Angaben: s. Tabelle 2.5), wurden in den anderen vorgestellten Studien jeweils nur Lautaufnahmen eines einzigen Aufnahmetermins ausgewertet. Zufällige Abweichungen fallen so viel stärker ins Gewicht als bei der vorliegenden Untersuchung.

Außerdem stellt man fest, daß die Gestaltung der Gaumenplatte häufig unterschiedlich ist. Die hier verwendete Gaumenplatte war derart gestaltet, daß sowohl der harte, als auch der weiche Gaumen von der Gaumenplatte bedeckt waren. Das Dutchcleft-Projekt sieht eine Gestaltung der Gaumenplatte mit weichem und hartem Kunststoff vor, sodaß das therapeutische Einschleifen nicht möglich ist (s. Tabelle 1.1). In den Studien von Lohmander und Hardin-Jones wurde die Gaumenplatte so gestaltet, dass lediglich der harte Gaumen mit der Gaumenplatte bedeckt ist (s. Tabelle 1.3).

Ein anderer unklarer Punkt ist, ob die Lautaufnahmen der Studie von Lohmander et al. mit oder ohne Gaumenplatte durchgeführt wurden. Lohmander widerspricht sich, indem sie anfangs sagt, daß die Gaumenplatte während der Lautaufnahmen nicht getragen wurde, wohingegen in der Diskussion angeführt wird, daß die Gaumenplatte währenddessen getragen wurde.

Auch der Artikel von Hardin-Jones et al. gibt keine Aussage, ob die ausgewerteten Lautaufnahmen mit oder ohne Gaumenplatte angefertigt wurden.

Aus Sicht der vorliegenden Untersuchung und in Auswertung der Untersuchung von Hauschildt (2007) scheint das regelmäßige Tragen der Gaumenplatte mindestens während der ersten sechs bis acht Lebensmonate förderlich zu sein. Die Tatsache, daß zwischen den Auswertungen mit und ohne Gaumenplatte relativ geringe Unterschiede hinsichtlich des Auftretens der einzelnen Strukturanalyseparameter gefunden wurden (s. Kapitel 3.2) spricht auch dafür, daß der Effekt, den die Gaumenplatte auf die Sprech- und Sprachentwicklung hat, im untersuchten Zeitraum bereits stabil verankert ist. Der vorgeschlagene Zeitraum zum Tragen der Gaumenplatte entspricht ungefähr dem Zeitraum, in dem die Entwicklung der Lautäußerungen von einfachen Schreilauten zu Übergangs-, und Babbellauten erfolgt; d.h. wichtige Elemente zum Erlernen der Prosodie als Vorübung zum Sprech- und Spracherwerb trainiert werden. Die Melodiestrukturanalyse ergab, daß im zweiten Lebenshalbjahr relativ ähnliche Strukturmuster bei Kindern mit orofazialen Spalten wie bei den gesunden Kindern der Kontrollgruppe gefunden wurden. Der Ablauf des vorsprachlichen

Entwicklungsprogramms ist bei den hier untersuchten Säuglingen mit orofazialen Spalten relativ ähnlich zu dem der Kontrollgruppe mit leichten Abweichungen bezüglich der Segmentierungsfähigkeiten und Aspekten der Zeitorganisation der Phonation. Die Tatsache, daß keines der hier untersuchten Kinder Anzeichen für eine deutliche allgemeine Entwicklungsverzögerung aufwies und sich alle Kinder im Alter von 2-3 Jahren im Normbereich der Sprachkompetenz dieser Altersgruppe befanden (s. Kapitel 2.3.4) belegt die Effektivität des hier praktizierten interdisziplinären Betreuungskonzeptes. Dennoch ist es nicht möglich, im Ergebnis dieser Untersuchung eine generalisierende Aussage darüber zu treffen, ob auch ohne das Tragen einer Gaumenplatte ähnliche Befunde nachweisbar gewesen wären. Sicher haben mehrere Faktoren des Betreuungskonzeptes dazu beigetragen, die Entwicklung der hier untersuchten Säuglinge zu fördern. Die kieferorthopädische Frühbehandlung ist nur ein Faktor, aber möglicherweise insbesondere in den ersten 8 Lebensmonaten ein sehr essentieller. Der Beleg für diese Annahme ließe sich aber nur erbringen, wenn man parallel zwei Gruppen untersuchen würde, bei der die eine Gruppe nicht kieferorthopädisch frühbehandelt werden würde. Unsere ethische und moralische Einstellung sieht die Versorgung aller Säuglingen mit orofazialen Spalten mit Gaumenplatten vor, da wir von deren positiven Effekten, nicht nur auf die Sprech- und Sprachentwicklung, sondern auf viele weitere Faktoren, wie die Steuerung des Wachstums der Kiefersegmente, oder das Verhindern des Einlagerns der Zunge überzeugt sind. Es wurde aber versucht, die Situation ohne kieferorthopädische Frühbehandlung zu simulieren, indem zu jedem Aufnahmezeitpunkt auch Aufnahmen ohne Gaumenplatte gemacht wurden. Das ist natürlich nur bedingt geeignet, um im Sinne einer Voruntersuchung Hypothesen für eine notwendige multizentrische Studie zu generieren, die einen direkten Vergleich der Entwicklung mit und ohne kieferorthopädische Frühbehandlung zulässt.

Hauschildt (2007) konnte zeigen, daß sich bestimmte Parameter in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte im ersten Lebenshalbjahr durchaus ändern. Bei harmonischen Schreien mit Gaumenplatte ist die Stimmstabilität größer, was über die Feinvariabilität der Grundfrequenz (PPQ) bestimmt wurde. Des Weiteren tritt phonatorisches Rauschen im Schrei häufiger ohne eingesetzte Gaumenplatte auf, was ebenfalls auf eine geringere Stimmstabilität ohne eingesetzte Gaumenplatte schließen lässt. Beide Parameter waren zwar nicht Gegenstand vorliegender Studie, zeigen aber, daß zu einem früheren Zeitpunkt signifikante Unterschiede bezüglich dieser zwei Parameter in Abhängigkeit vom Tragen der Gaumenplatte zu finden sind. Diese Ergebnisse lassen ebenfalls den Schluss zu, daß die „stimmtechnischen“ Voraussetzungen für das Trainieren und intentionale Expressieren der einzelnen

Strukturkategorien im ersten Lebenshalbjahr nur gegeben sind, wenn die Gaumenplatte noch regelmäßig getragen wird. Im hier untersuchten zweiten Lebenshalbjahr scheint die Gaumenplatte weniger bedeutsam, da durch das Tragen in den ersten 6 Lebensmonaten bereits wichtige Trainingsprozesse annähernd regulär ablaufen konnten. Aber auch diese Vermutung kann nur durch eine Studie geprüft werden, in der tatsächlich eine Gruppe mit und die andere ohne kieferorthopädische Frühbehandlung betreut wird.

Unabhängig von der kieferorthopädischen Frühbehandlung und anderen Behandlungen bleibt aber ein wesentlicher Befund der vorliegenden Untersuchung zu berücksichtigen: gefundene Unterschiede in der Zeitorganisation der Phonation zwischen der LKGS- und der KG-Gruppe (Kapitel 3.3) kann man nur durch die Annahme hirnpfysiologischer Unterschiede in den der Lautproduktion zugrunde liegenden Regelmechanismen erklären, die zusätzlich zu den peripheren Veränderungen des Vokaltraktes auftreten. Aufgrund der kleinen Probandenzahl war es zwar nicht möglich, Korrelationen zwischen Punktwerten in den Sprachuntertests und vorsprachlichen Meßgrößen vorzunehmen. Dies könnte aber eine aussichtsreiche Strategie sein, um vorsprachliche Prädikatoren für die Sprachentwicklung bei Säuglingen mit orofazialen Spalten zu identifizieren und sollte in zukünftigen Studien eventuell berücksichtigt werden.

Die Annahme einer hirnpfysiologischen Besonderheit der an der Lautproduktion beteiligten Mechanismen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten wird durch die Untersuchung von Cheour et al. (1999) unterstützt. Diese Studie hat gezeigt, daß bereits unmittelbar nach Geburt bei Säuglingen mit orofazialen Spalten Abweichungen bezüglich der zeitlichen Wahrnehmung auditiver Muster vorkommen. Auch wenn diese Studie bezüglich der Klassifikation der Spalten relativ grob ist, gibt sie zumindest einen Hinweis darauf, daß von Anfang an in einem für den Sprech- und Spracherwerb wichtigen Hirnareal funktionelle Besonderheiten vorliegen können. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen diese Hypothese. In zukünftigen Untersuchungen wäre es sinnvoll, die vorgestellten quantitativen Analysen in Abhängigkeit vom Spalttyp durchzuführen. Es ist zu erwarten, daß einige Säuglinge mit isolierten Gaumenspalten von den übrigen Säuglingen mit orofazialen Spalten in besonderer Weise bezüglich dieser hirnpfysiologischen Besonderheiten abweichen.

Einige Autoren behaupten, daß Sprachentwicklungsverzögerungen bei Kindern mit einer Gaumensegelspalte genetisch verursacht sein könnten, verursacht durch eine Dysfunktion des auditiven Kurzzeitgedächtnisses (Richman and Eliason, 1984; Ceponiene et al., 1999). Richman und Eliason (1984) zeigten, daß eine Gruppe von Kindern mit Gaumensegelspalten

signifikant schlechter bei der Sprachassoziation und bei Aufgaben für das auditive Kurzzeitgedächtnis abgeschlossen hat, als Kinder mit orofazialen Spalten. Die Untersuchung von Ceponiene et al. (1999), in welcher spezifische kortikale ereigniskorrelierte Potentiale gemessen wurden, nimmt auch an, daß eine Dysfunktion des auditiven Kurzzeitgedächtnisses zu den Sprach- und Lerndefiziten von Kindern mit Spaltbildungen passt. Das auditive Kurzzeitgedächtnis ist eines der Komponenten des zentralen kognitiven Modells für den Spracherwerb und die Sprachwahrnehmung und die richtige Funktion dieses Gedächtnispuffers ist entscheidend für die normale Sprachentwicklung von Kindern. Richman et al. (1984) konnten bei einem Lesetest von Kindern mit GS-Spalten- und Kindern mit LKGS-Segelspalten zwischen beiden Gruppen Unterschiede feststellen. Bei ersteren wurde häufiger eine Leseschwäche, bei letzteren vermehrt verbale Ausdrucksdefizite und geringere Leseprobleme festgestellt. Sie führen diese Differenzen auf die unterschiedliche Ätiologie beider Spalttypen zurück. Ursächlich dafür könnten neuropsychologische Unterschiede im Zusammenhang mit dem Spalttyp der Kinder mit Leseschwäche sein. Sie fordern weitere Untersuchungen von Kindern mit Gaumensegel- und orofazialen Spalten, mit und ohne Leseproblemen hinsichtlich ihrer neurophysiologischen Leistung, um festzustellen, ob diese Ergebnisse nur im Zusammenhang mit einer Lesebehinderung oder einer stärkeren Behinderung stehen.

Die Annahme hirnpfysiologischer Besonderheiten erklärt auch die Tatsache mit, daß bei der Strukturanalyse so gut wie keine Unterschiede bei Art und Häufigkeit der auftretenden Strukturparameter „mit“, bzw. „ohne“ Platte gefunden wurden, wohl aber deutliche Unterschiede zur Kontrollgruppe (tendenziell ähneln jedoch die Lautaufnahmen mit eingesetzter Gaumenplatte denen der KG-Gruppe mehr, als die ohne eingesetzte Gaumenplatte (s. Kapitel 3.2)). Die zugrunde liegende hirnpfysiologische Störung kann durch den Einsatz der Gaumenplatte nicht beseitigt werden, aber sie bewirkt möglicherweise eine Annäherung an die natürlichen Verhältnisse und minimiert dadurch zusätzliche Risikofaktoren.

Eine Sprachentwicklungsverzögerung kann auch mit Schalleitungsstörungen in Verbindung stehen. Ursache für die häufig auftretende Schalleitungsschwerhörigkeit könnte das häufige Auftreten einer Otitis media bei Säuglingen mit orofazialen Spalten sein. Arnold et al. (2004) konnten nachweisen, daß anatomische Anomalien der Gaumenmuskeln ein verändertes Tubenlumen verursachen können, was zu einer Behinderung der Belüftung des Mittelohres

und dadurch zu einer Otitis media führen kann. Andere Autoren bestätigen (z.B. Broen et al., 1996; Wendler et al., 1996), daß Kinder mit orofazialen Spalten zu Mittelohrergüssen neigen, die häufig von einem moderaten Hörverlust begleitet werden. Nach einer Untersuchung von Schönweiler et al. (1994) wiesen 80% aller Kinder mit Spaltbildungen im vierten Lebensjahr rezidivierende Schallleitungsstörungen auf. Sie zeigten auch, daß Spaltpatienten neben Hör- auch Sprechstörungen aufweisen; besonders bei Spaltbildungen mit Beteiligung des Gaumensegels lag häufig ein offenes Näseln vor. Einige Studien haben eine Verbindung zwischen Hörverlust, verursacht durch regelmäßige Mittelohrergüsse während der ersten Lebensjahre und einer schlechteren Sprech- und Sprachleistung hergestellt (z.B. Jocelyn et al., 1996; Shriberg et al., 2000 b).

Es gibt aber auch andere Studien, die keine Verbindung zwischen Mittelohrergüssen und der Sprachentwicklung gefunden haben (z.B. Gravel und Wallace, 1992; Paul et al., 1993). In der vorliegenden Untersuchung wurden die Säuglinge kontinuierlich pädaudiologisch betreut. Es traten Paukenergüsse auf und es wurden Paukendrainagen gelegt (s. Tabelle 2.6). Diese transitorischen Schallleitungsstörungen haben offenbar keinen Einfluß auf die Expression der hier untersuchten Strukturmuster. Das Hörvermögen war offenbar ausreichend, um keine hörbedingten Entwicklungsstörungen entstehen zu lassen. Auch zeigt die Langzeitentwicklung der Patienten, daß ein normaler Spracherwerb erfolgt ist (s. Tabelle 2.7, Tabelle 2.8, Tabelle 2.9). Inwieweit allerdings die Sprachauffälligkeiten durch die verminderte Hörfähigkeit beeinflusst sind, oder ob dafür aber die Funktion des Velums und die Zungenstabilität allein verantwortlich sind, bleibt zu untersuchen. Es scheint gegenwärtig nicht plausibel, daß sich eine eingeschränkte Schallleitung darauf auswirken könnte, ob ein Säugling komplexe Melodien intentional segmentiert oder nicht, oder wie lang einzelne Melodiebögen sind. Damit scheinen die hier gefundenen Ergebnisse bezüglich melodisch-rhythmischer Besonderheiten bei Säuglingen mit orofazialen Spalten nicht durch Schallleitungsstörungen erklärbar zu sein.

5 Zusammenfassung

Ein Kind, das mit einer orofazialen Spalte geboren wird, ist in seiner Sprech- und Sprachentwicklung einer Reihe von erschwerten Bedingungen ausgesetzt. Neben einer gestörten Muskelbalance der orofazialen Muskulatur, können die typischen Zungenbewegungen beim Trinken vom Säugling nicht ausgeführt und damit wichtige feinmotorische Trainingsschritte nicht absolviert werden. Nicht selten kommt es auch zu Störungen des Schluckvorgangs und zu einer, durch pathologische Druck-Volumenverhältnisse auftretenden, hypernasalen Resonanz. Die Resonanzverhältnisse im Vokaltrakt bei der Lauterzeugung eines Säuglings mit einer orofazialen Spalte unterscheiden sich erheblich im Vergleich zu Säuglingen ohne diese anatomischen Anomalien. Um die Auswirkungen der offenen Mund-Nasenraum-Verbindung zu mindern, sehen viele Therapiekonzepte den Einsatz einer Gaumenplatte vor, die den Spaltbereich abdeckt.

Auch die vorsprachliche Lautproduktion wird durch den fehlenden oder mangelhaften Verschluss zwischen Velum und Rachenhinterwand bereits erheblich eingeschränkt.

Um die im direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Spalte entstehenden Entwicklungsstörungen in Bezug auf den Sprech- und Spracherwerb zukünftig bei Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten früher als bisher zu diagnostizieren und geeignete Therapiekonzepte entwickeln zu können, sind prospektive Längsschnittstudien, die engmaschig vorsprachliche und sprachliche Entwicklungsschritte dokumentieren, unerlässlich.

Vorliegende Arbeit versucht einen Mosaikstein dazu beizutragen, zukünftig geeignete Entwicklungsmarker durch eine objektive vorsprachliche Entwicklungsdiagnostik zu identifizieren. Würde es zukünftig gelingen, neben bekannten Risikomarkern für neurophysiologische Störungen am Schrei auch Risikomarker für potentielle spätere Sprech- und Sprachstörungen zu identifizieren, könnte dies grundlegend für neue Frühförderkonzepte in der Behandlung von Kindern mit orofazialen Spalten sein.

Im Rahmen dieser Longitudinalstudie wurde die vorsprachliche Lautentwicklung von sechs Säuglingen mit einer orofazialen Spalte im zweiten Lebenshalbjahr aufgezeichnet und quantitativ analysiert. Um dabei u.a. auch einen Zusammenhang zwischen ausgewählten Schreieigenschaften und der Gaumenplatte zu untersuchen, wurden zu jedem Termin Aufnahmen mit und ohne eingesetzte Platte gemacht. Zur objektiven Beurteilung des Lauterwerbs und des Platteneinflusses wurden so in zeitlich dichten Intervallen insgesamt

2752 Signale mittels qualitativ hochwertiger Aufnahmetechnik und standardisierter Analysen aufgezeichnet und ausgewertet und mit 1940 Signalen einer altersentsprechenden Kontrollgruppe ohne orofaziale Spalte verglichen. Die Signal-analyse erfolgte unter Verwendung des CSL-4300 Sprachanalysesystems der Firma KAY Elemetrics/ USA. Anschließend wurden eine quantitative und eine qualitative Strukturanalyse nach Wermke (2004) durchgeführt. Diese Art der Analyse ermöglichte einen direkten und objektiven Vergleich prosodierelevanter Eigenschaften vorsprachlicher Laute der Gruppe von Säuglingen mit orofazialen Spalten zur Kontrollgruppe.

Durch die Analyse der maximalen Grundfrequenz (F_{\max}) konnte gezeigt werden, daß die hier untersuchte Gruppe von Kindern mit orofazialen Spalten keine erkennbaren Dysfunktionen laryngealer Regelmechanismen aufweist und damit die gefundenen Unterschiede zu der Kontrollgruppe in den Strukturmerkmalen und Merkmalen der Zeitorganisation andere Ursachen haben müssen.

Es wurde gefunden, daß die untersuchte Gruppe von Säuglingen mit orofazialen Spalten im Vergleich zur Kontrollgruppe eine deutliche Entwicklungsverzögerung in bestimmten Aspekten der Zeitorganisation der Phonation sowohl von Schreien als auch von Übergangs- und Babbellauten aufweist. Diese Unterschiede bestanden unabhängig vom Tragen einer Gaumenplatte. Dies bedeutet, daß der potentielle positive Effekt, den die Gaumenplatte auf die früheste Sprech- und Sprachentwicklung hat im untersuchten Altersbereich bereits stabil verankert ist. Die gefundenen Unterschiede bestehen vor allem in einer verspäteten, bzw. deutlich selteneren spontanen Produktion von intentional segmentierten Lauten verschiedener Vokalisationstypen und in stark verlängerten Lauten bei den Säuglingen mit orofazialen Spalten. Derartige Besonderheiten sind bisher bei Säuglingen mit orofazialen Spalten nicht beschrieben worden, da vergleichbare quantitative Analysen nach unserer Kenntnis nicht vorliegen.

Die Arbeit vergleicht eigene Befunde, soweit sinnvoll und möglich, mit bisherigen Erkenntnissen und versucht anhand der Daten Erklärungsansätze für die teilweise sehr widersprüchlichen Befunde anderer Autoren zu zeigen. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung liefern erstmalig wissenschaftliche Argumente für die Annahme, daß neben den rein morphologischen Besonderheiten des Vokaltrakts der Säuglinge mit orofazialen Spalten auch neurophysiologische Besonderheiten bei diesen Patienten auftreten. Weiterführende Studien an einer größeren Stichprobe unter strengerer Standardisierung sind erforderlich, um die Befunde zu evaluieren. Sollte sich dabei zeigen, daß die Zeitorganisation der Phonation tatsächlich, wie hier vermutet, eine essentielle Komponente zur

Charakterisierung abweichender vorsprachlicher Entwicklungsverläufe ist, hätte man die Möglichkeit, daraus einen klinisch relevanten Indikator zu entwickeln.

6 Literaturverzeichnis

Ammann R (1976). Bemerkungen zur logopädischen und sprachheilpädagogischen Behandlung bei Orofazialen Spalten. Zeitschrift für Kinderchirurgie und Grenzgebiete. Supplement zu Band 19. Stuttgart, 47-51

Ball JV, DiBiase DD, Sommerlad BC (1995). Transverse maxillary arch changes with the use of preoperative orthopedics in unilateral cleft palate infants. Cleft Palate Craniofac J 32(6):483-8

Boltezar IH, Burger ZR, Zargi M (1997). Instability of voice in adolescence: pathologic condition or normal developmental variation? [see comments]. J.Pediatr., 130, 185-190

Brandt I (1986). Human Growth, 2. Auflage, Band 1, Plenum Press, New York.

Bressmann T, Sader R, Brochmeier J, Horch H-H (1998). Nasalanzmessung mit dem Nasalview bei der Therapiekontrolle von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. In: Sprache Stimme Gehör 22, 98-106

Broder HL, Richman LC, Matheson PB (1998). Learning disability, school achievement, and grade retention among children with cleft: a two-center study. Cleft Palate Craniofac J. Mar;35(2):127-31

Broder H, Strauss RP (1989). Self-concept of early primary school age children with visible or invisible defects. Cleft Palate J. Apr;26(2):114-7; discussion 117-8.

Ceponiene R, Hukki J, Cheour M, Haapanen ML, Ranta R, Naatanen R (1999). Cortical auditory dysfunction in children with oral clefts: relation with cleft type. Clin.Neurophysiol., 110, 1921-1926

Chapman KL, Hardin MA (1992). Phonetic and phonological skills of two-year olds with cleft palate. Cleft Palate Craniofa J.; 29;435-443

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. ;44:1268–1283

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

Corwin MJ, Lester BM, Sepkoski CM, McLaughlin S, Kayne H, Golub HL (1992). Effects of in utero cocaine exposure on newborn acoustical cry characteristics. Pediatrics, 89, 1199-1203

DiBiase DD, Hunter SB (1983). A method of pre-surgical oral orthopaedics. Br J Orthod 10(1):25-31

Dokou P (2007). Über die Bedeutung von Melodie und Rhythmus in der vorsprachlichen Entwicklung von Säuglingen unter besonderer Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse

von Kindern mit orofazialen Spalten. Dissertation am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie, Universität Würzburg, eingereicht.

Dorf D, Reisberg D, Gold H (1985). Early prosthetic management of cleft palate. Articulation development prosthesis: a preliminary report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 53, 222-226

Dorf D, Curtin J (1982). Early cleft palate repair and speech outcome. *Plast. Reconstr Surg.* Jul;70(1):74-81

Dutchcleft-Project: This research was supported by a grant from the National Health Insurance Board of the Netherlands. The research is part of the Dutch intercenter study into the effects of infant orthopedic treatment in complete UCLP (Dutchcleft), carried out in collaboration between the Cleft Palate Centers of the University of Nijmegen, Free University of Amsterdam, and the Erasmus University of Rotterdam (coordinating orthodontists A.M. Kuijpers-Jagtman and B. Prah Andersen).

Essick GK, Patel S, Trulsson M (2002). Mechanosensory and thermosensory changes across the border of impaired sensitivity to pinprick after mandibular nerve injury. *J Oral Maxillofac Surg.* Nov;60(11):1250-66

Essick GK, McGuire M, Joseph A, Franzen O (1992). Characterization of the percepts evoked by discontinuous motion over the perioral skin. *Somatosens Mot Res.* 9(2):175-84

Estrem T, Broen PA (1989). Early speech production of children with cleft palate. *J Speech Hear Res.* 32:12-23

Fish J (1972). Growth of the palatal shelves of post-alveolar cleft palate infants. Effects of stimulation appliances. *Br Dent J* 132(12):492-501

Friede H, Enemark H (2001). Long-term evidence for favorable midfacial growth after delayed hard palate repair in UCLP patients. *Cleft Palate Craniofac J* Jul;38(4):323-9

Fröhlich M, Michaelis D (1998). Objektive Beschreibung der Stimmgüte unter Verwendung des Heiserkeits-Diagramms. *HNO*, 46, 684-689

Fuller, B. F. & Horii, Y. (1986). Differences in fundamental frequency, jitter, and shimmer among four types of infant vocalizations. *J. Commun. Disord.*, 19, 441-447

Georgopoulou A (1994) Subjektive Theorie des Erlebens einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte bei Jugendlichen mit LKGS und ihrer Mütter. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Heidelberg

Gnoinski WM (1990). Infant orthopedics and later orthodontic monitoring for unilateral cleft lip and palate patients in Zurich. In J. Bardach and H.L. Morris (Eds) *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate* (Philadelphia, PA: Saunders), pp.578-585

Graf-Pinthus B, Bettex M (1974). Long-term observation following presurgical orthopedic treatment in complete clefts of the lip and palate. *Cleft Palate J* 11(0):253-60

- Gravel JS, Wallace IF (1992). Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. *J Speech Hear Res.* Jun;35(3):588-95
- Grimm H, Aktas M, Frevert S (2000). SETK 2, 1. Auflage. Hogrefe-Verlag, Göttingen. www.testzentrale.de
- Grimm H, Aktas M, Frevert S (2001). SETK 3-5, 1. Auflage. Hogrefe-Verlag, Göttingen. www.testzentrale.de
- Gruber H (1990). Presurgical maxillary orthopedics. In J. Bardach and H.L. Morris (Eds) *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate* (Philadelphia, PA: Saunders), pp. 559-600
- Grunwell P (1993). *Analysing cleft palate speech*. London: Whurr.
- Haapanen ML (1994). Cleft Type and Speech Proficiency. In: *Folia Phoniatica et Logopaedica* 46,57-63
- Hardin-Jones MA, Chapman KL, Wright J, Halter KA, Schulte J, Dean JA, Havlik RJ, Goldstein J (2002). The impact of early palatal obturation on consonant development in babies with unrepaired cleft palate. *Cleft Palate-Craniofac J.* ;39:157-163
- Hauschildt S (2007). *Akustische Eigenschaften von Säuglingslauten bei eingesetzter versus nicht eingesetzter Oberkieferplatte – ein Beitrag zur Untersuchung des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die vorsprachliche Entwicklung von Kinder mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten*. Dissertation am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie, Universität Würzburg, eingereicht.
- Henningsson G (1989). Cleft palate babbling related to time of palate repair. In O. Kriens (ed.), *What is a Cleft Lip and Palate? Proceedings of an Advanced Workshop, Bremen 1987* (New York:Thieme,pp.84-87.
- Herrmann W, Bittner K (1989). Der Spracherwerb des Kindes mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte. 1. Sprachtheoretische Grundlagen. *deutsche Zeitschrift für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, 13, 87-94
- Herrmann W, Bittner K (1990). Der Spracherwerb des Kindes mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte. 2. Linguistische Diagnostik und therapeutische Ansätze. *Deutsche Zeitschrift für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, 14, 71-80
- Herrmann W, Bittner K (1991). Der Spracherwerb des Kindes mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte. 3. Ergebnisse. *Deutsche Zeitschrift für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*, 15, 382-392
- Hirschberg J (1986). Velopharyngeal insufficiency. *Folia Phoniatr (Basel)*. 1986;38(2-4):221-76
- Honigmann K (1998). *Lippen- und Gaumenspalten. Das Basler Konzept einer ganzheitlichen Betrachtung*. Bern.
- Hotz M, Gnoinski W (1976). Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zurich University: a preliminary report. *Am J Orthod* 70(5):481-504

- Hotz M (1979). Multidisziplinäre Betreuung von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten in Zürich. *Stomatology*, 29, 944-954
- Hotz M (1983). Orofacial development under adverse conditions. *European Journal of Orthodontics*, 5, 91-103
- 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, 529-534
- Kauschke C, Siegmüller J (1998). Lautbefund-Test. Institut für allgemeine Sprachwissenschaft/Patholinguistik der Universität Potsdam.
- Karelitz S, Fisichelli VR (1962). The cry thresholds of normal infants and those with brain damage. An aid in the early diagnosis of severe brain damage. *J Pediatr.*Nov;61:679-85.
- Karling J, Larson O, Leanderson R, Henningsson G (1993). Speech in unilateral and bilateral cleft palate patients from Stockholm. *Cleft Palate Craniofac J.* Jan;30(1):73-7
- Kent RD (1991). Anatomical and Neuromuscular Maturation of the Speech Mechanism: Evidence From Acoustic Studies. In R.J.Baken & R. G. Daniloff (Eds.), *Reading and Clinical Spectrography* (San Diego: Singular Publishing Group.
- Koch H, Koch J, Grzonka M, Gundlach KK (2003). [Facial clefts and their coding with LAHS nomenclature]. *Mund Kiefer Gesichtschir* 7(6):339-44
- Koch J (1984). Erstbehandlung der Lippen-Kiefer-Gaumen- und Segelspaltenträger- Physiologisches Konzept. Sonderdruck aus *ETHICON OP FORUM*, 3. Quartal, 119, 2-32
- Koivisto M, Wasz-Höckert O, Vuorenkoski V, Partanen TJ, Lind J (1970). Cry studies in neonatal hyperbilirubinemia. *Acta Paediatr.Scand.Suppl.*, 206, Suppl.
- Komposch G (1986). [Presurgical orthodontic treatment of infants with cheilognathopalatoschisis]. *Fortschr Kieferorthop* 47(5):362-9
- Konst EM, Weersink-Braks H, Rietveld T (1999). Prelexical development of unilateral cleft lip and palate babies with reference to presurgical infant orthopaedics: a randomized prospective clinical trial. *Clinical Linguistics and Phonetics*, VOL. 13, NO 5, 395-407
- Konst EM, Weersink-Braks H., Rietveld T, Peters H (2000). An intelligibility assessment of toddlers with cleft lip and palate who were treated, and those who received and did not receive presurgical infant orthopedic treatment. *J Commun Disorders*; pp. 483-501
- Konst EM, Rietveld T, Peters HF, Kuijpers-Jagtman AM (2003). Language skills of young children with unilateral cleft lip and palate following infant orthopedics: a randomized clinical trial. *Cleft Palate Craniofac J* 40(4):356-62

- Konst EM, Rietveld T, Peters HF, Prahl-Andresen B (2003b). Phonological development of toddlers with unilateral cleft lip and palate who were treated with and without infant orthopedics: a randomized clinical trial. *Cleft Palate Craniofac J.*;40:32-39
- Konst EM, Rietveld T, Peters HF, Weersink-Braks H (2003c). Use of a perceptual evaluation instrument to assess the effects of infant orthopedics on the speech of toddlers with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofacial J.*; 40:597-605
- LaGasse L, Neal A, Lester B (2005). Assessment of infant cry: acoustic cry analysis and parental perception.
- Lester BM, Boukydis CFZ (1985). *Infant crying. Theoretical and Research Perspectives.* Plenum Press, New York.
- Lester BM, Zeskind PS (1982). A Biobehavioral Perspective on Crying in Early Infancy. In: Fitzgerald HE, Lester BM, Yogman MW (eds) *Theory and Research in Behavioral Pediatrics.* Plenum Publishing Corporation, New York.
- Lewis MU (1936): *Infant speech: A study of the beginnings of language.* New York, Harcourt Brace.
- 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.* ;31:271–279
- Lohmander A, Lillvik M, Friede H (2004). The impact of early infant jaw-orthopaedics on early speech production in toddlers with unilateral cleft lip and palate. *Clin.Linguist Phon.*, 18, 259-284
- Makoi Z, Popper P, Gegeski Kiss P (1970). Analysis of infant cry as an indicatory function. *Acta Paediat Acad Sci Hung* 11(3):281-4
- Marrinan EM, La Brie RA, Mulliken JB (1998). Velopharyngeal function in nonsyndromic cleft palate: relevance of surgical technique, age at repair and cleft type. *Cleft palate Craniofa J* 35: 95-100
- McNeil CK (1956). Congenital oral deformities. *Br Dent J.* 191-198
- Meißner S (2003). Untersuchung und Charakterisierung des Lautrepertoirs von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten zwischen dem 7. und 24. Lebensmonat. Diplomarbeit. Institut für Patholinguistik der Universität Potsdam.
- Mende, W. & Wermke, K. (1988). Evolution und Ontogenese des auditiv-vokalen System. *Wiss.Zeitschrift der HUB,R.Math/Nat.Wiss.*, 37, 299-304
- Mende W, Herzel HP, Wermke K (1990a). Bifurcation and chaos in newborn infant cries. *Physics Letters A* 145(8-9):418-24
- Mende W, Wermke K, Schindler S, Wilzopolski K, Höck S (1990b). Variability of the cry melody and the melody spectrum as indicators for certain CNS disorders. *Early Child development and Care* 65:95-107

- Mende W, Wermke K (1992). Über die Strategie der Komposition komplexer Laute aus einfachen Schreien und Nichtschreilaute während der frühen Sprachontogenese. *Wiss Zeitschrift HUB, R. Medizin* 41(2):31-9
- Menyuk P, Liebergott J, Schultz M. Predicting phonological development. In: Lindblom B, Zetterström R, eds. *Precursors of Early Speech*. New York: Stockton Press; 1986:79–93
- Michelsson K (1971). Cry analyses of symptomless low birth weight neonates and of asphyxiated newborn infants. *Acta Paediatr Scand Suppl* 216:1-45
- Michelsson K, Michelsson O (1999). Phonation in the newborn, infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 49 Suppl 1:297-301
- Michelsson K, Sirvio P (1976). Cry analysis in congenital hypothyroidism. *Folia Phoniatr.Basel*, 28, 40-47
- Möller S, Schönweiler R (1999). Analysis of infant cries for the early detection of hearing impairment. *Speech Communication* 18:175-93
- Mühler G (1996). Die Schreiperiode von Säuglingen mit Gaumen- und Segelspalten. *Stimme Sprache Gehör* 20:66-71
- Müssig D (1994). Das Erlanger Konzept zur Behandlung von Patienten mit LKG-Spalten. In: *Spaltträger-Forum* 6/1, 13-21
- Neumann S (2000). Frühförderung bei Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segel-Fehlbildung – Möglichkeiten der Prävention von Sprachauffälligkeiten. Schulz-Kirchner Verlag, Idstein
- O'Gara MM, Logemann JA (1988). Phonetic analyses of the speech development of babies with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 25, 122-134
- Oller DK, Wieman LA, Doyle WJ, Ross C (1976). Infant babbling and speech. *J Child Lang.*3:1–11
- Oller K (2000). [Keys to an Infrastructural Approach] The emerge of the speech capacity (5):91
- Olsen D (1965). A descriptive study of the speech development of the speech development of a group pf infants with unoperated cleft palate. Unpublished PhD dissertation, North western University.
- Opitz C, Muhler G, Bloch I, Schenk HJ (1992). [A contribution to the controversial discussion on a preoperative orthodontic treatment for infants with unilateral cheilognathopalatoschisis]. *Fortschr Kieferorthop* 53(6):330-7
- Opitz C, Witkowski R (2005) Genetisch bedingte Fehlentwicklungen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich. ZM
- Paul R (1998). [Communicative Development in Augmented Modalities: Language without Speech?]. *Exploring the Language-Speech Connection* 8(6):139-61

Pearce S, Taylor B (1993). Time-frequency analysis of infant cry: measures that identify individuals. *Physiol.Meas.*, 14, 253-262

Penner, Z; Fischer A, Krügel C (2006) Von der Silbe zum Wort- Rhythmus und Wortbildung in der Sprachförderung. *Bildungsverlag Eins.*

Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell MP (2001). *Cleft Palate Speech.* St. Louis: Mosby

Prahl C, Kuijpers-Jagtman AM, van't Hof MA, Prahl-Andersen C (2001). A Randomized Prospective Clinical Trial of the Effect of Infant Orthopedics in Unilateral Cleft Lip and Palate: Prevention of Collapse of the Alveolar Segments (Dutchcleft). *Eur J Oral Sci.*109:297-305

Prahl C, Kuijpers-Jagtman AM, van't Hof MA, Prahl-Andersen C (2003). A randomized prospective clinical trial into the effect of infant orthopedics in UCLP. Prevention of collapse of the alveolar segments (Dutchcleft). *Cleft Palate Craniofac. J.*40:337-342

Richman LC (1997). Facial and speech relationships to behavior of children with clefts across three age levels. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 34/5,390-395

Richman LC, Eliason M (1984). Type of reading disability related to cleft type and neuropsychological patterns. *Cleft Palate J*, 21, 1-6

Sapienza C, Brown W, Williams W, Wharton P, Turner G (1996). Respiratory and laryngeal function associated with experimental coupling of the oral and nasal cavities. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*,Vol.33,No.2.

Scandcleft Project (1999). A randomized control trial of primary surgery in UCLP. In: European collaboration on craniofacial anomalies 'Eurocran.' QLRT-1999-31019.

Scherer NJ, Williams AL, Henley PJ, Lambert AN (2000). Early vocalization profiles in children with and without cleft palate. Presentation at the American Speech-Language –Hearing Association Annual Convnvention, Washington, DC.

Schönweiler R, Schönweiler B, Schmelzeisen R, Ptok M (1995). [The language and speech skills in 417 children with cleft formations]. *Fortschr Kieferorthop* 56(1):1-6

Schönweiler B, Schönweiler R, Schmelzeisen R (1996). [Language development in children with cleft palate]. *Folia Phoniatr Logop* 48(2):92-7

Shaw WC, Semb G, Nelson P, Brattström V, Mølsted K, Prahl-Andersen B (2000). *The Eurocleft project 1996–2000.* Amsterdam/Berlin: IOS Press

Shprintzen RJ (1995). Instrumental assessment of velopharyngeal valving. In R.J. Shprintzen und J. Bardach (Eds.), *Cleft palate speech management: A multidisciplinary approach* (Vol.4, pp. 221-256). St. Louis, MO: Mosby.

Shriberg LD, Flipsen P Jr, Thielke H, Kwiatkowski J, Kertoy MK, Katcher ML, Nellis RA, Block MG (2000) Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusion: two retrospective studies. *J Speech Lang Hear Res.* Feb;43(1):79-99. Review

- Stoel-Gammon C (1985). Phonetic inventories, 15–24 months: a longitudinal study. *J Speech Hear Res.*28:505–512
- Stuffins GM (1981). Speech and mental attitudes in the older presurgical child. In *Long Term Treatment in Cleft Lip and Palate. Proceedings of the first international symposium* (Bern: H. Huber), pp. 199-206
- Tenold, J. L. (1974). Spectral and stationary analyses of full-term and premature infants' cries. *J.Acoust.Soc.Am*, 56, 975-980.
- Thelen E (1981). Kicking, rocking and waving: contextual analysis of rhythmical stereotypes in normal human infants. *Anim. Behavior*. Feb,29(1):3-11.
- Titze I (1994). *Principles of Voice Production*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Inc
- Van Denmark DR, Hardin MA (1985). Longitudinal evaluations of articulation and velopharyngeal competence of patients with pharyngeal flaps. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 22,163-172
- Van Lierde KM, De Bodt M, Van Borsel J, Wuyuts FL, Van Cauwenberge P (2002). Effect of Cleft Type on Overall Speech Intelligibility and Resonance, *Folia Phoniatria et Logopaedica* 2002;54:158-168
- Vihman M (1985). Individual Differences in Babbling and early Speech: Predicting to age three. In B.Lindblom & R. Zetterstrom (Eds.), *Precursors of early speech* (Basingstoke, Hampshire: MacMillan.
- Vihman M, Ferguson C, Elbert M (1986). Phonological Development from Babbling to Speech: Common tendencies and individual differences. *Applied Psycholinguistics*, 7, 3-40
- Voigt M, Friese K, Schneider K, Jorch G, Hesse V (2002). Kurzmitteilung zu den Perzentilkurven für die Körpermaße der Neugeborenen. *Geburtsh u Frauenheilk* 2:274-6
- Voigt M, Schneider KTM, Jähig K (1996). Analyse des Geburtsgutes des Jahrganges 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Teil 1: Neue Perzentilwerte für die Körpermaße von Neugeborenen. *Geburtsheilk u Frauenheilk* 56:550-8
- Wasz-Höckert O, Lind J, Vuorenkoski V, Partanen T, Valanne EH (1968). *The infant cry: A spectrographic and auditory analysis*. Heinemann, London
- Wasz-Höckert O, Michelsson K, Lind J (1985). *Twenty-Five Years of Scandinavian Cry Research*. In: Lester BM, Boukydis CFZ (eds) *Infant Crying. Theoretical and Research Perspectives*. Plenum Press, New York and London.
- Weil J (1987). Orthopaedic growth guidance and stimulation for patients with cleft lip and palate. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 21(1):57-63
- Wendler J, Seidner W, Kittel G, Eysholdt U (1996). *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. 3. Auflage Stuttgart New York

Wermke K (1987). Begründung und Nachweis der Eignung des Säuglingsschreies als Indikator für zentralnervöse Funktionsstörungen des Neugeborenen -Fallstudien unter Einsatz eines speziellen Computerverfahrens. Humboldt-Universität zu Berlin.

Wermke K, Mende W, Grauel L, Wilzopolski K, Schmucker U, Schröder G (1987). The significance and determination of pitch in Newborn cries and the melodyspectrum as a measure of fundamental frequency variability. In: Kirkland J (ed) Cry report -Special Issue 1987. Massey University Press, Palmerston North, N.Z.

Wermke K, Mende W (1992). Sprache beginnt mit dem ersten Schrei. *Spectrum der Wissenschaft* 12:115-8

Wermke, K. & Mende, W. (1994). Ontogenetic development of infant cry- and non-cry vocalization as early stages of speech abilities. In R. Aulanko & A. M. Korpijaakko-Huuhka (Eds.), (pp. 181-189). Helsinki/Finland: Third congress of the international clinical phonetics and linguistics association.

Wermke K, Mende W, Borschberg H, Ruppert R (1996). Voice characteristics of prespeech vocalizations of twins during the first year of life. In T.W.Powell (Ed.), *Pathologies of Speech & Language: Contributions of Clinical Phonetics & Linguistics* (pp. 1-8). New-Orleans,LA: ICPLA.

Wermke K, Mende, W (2000). Developmental changes of infant cries during the first months of life: the evolution of complex vocalizations. Workshop "Development and Interaction of Linguistic and Non-Linguistic Cognition in Infants. Ref Type: Abstract

Wermke K (2002). Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten. *Habilitations-Schrift*. 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, 501-514

Wermke K, Hauser C, Komposch G, Stellzig A (2002). Spectral analysis of prespeech sounds (spontaneous cries) in infants with unilateral cleft lip and palate (UCLP): a pilot study. *Cleft Palate Craniofac J* 39(3):285-94

Wermke K (2004). Vom Schreien zur Sprache. Was die Schrei-Melodien von Säuglingen über die vorsprachliche Entwicklung aussagen. *Frühförderung interdisziplinär* 23(2):61-8

Wermke K, Friederici AD (2004). Developmental changes of infant cries -the evolution of complex vocalizations. *Behav Brain Sci* 27(4):474-5

Wermke K, Leising D, Stellzig A (2006). Melody Complexity of infant cries predicts language outcome in the second year of life: A longitudinal study, submitted

Wermke K (2007). Von einfachen zu komplexen Melodien: Über die frühesten Entwicklungsschritte auf dem Weg zur Sprache. In: Fuchs, M. (ed.), *Singen und Lernen, Kinder- und Jugendstimme*, 2007,9-20

Westlake H, Rutherford D (1966). "Cleft Palate", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

Winters JC, Hurwitz DJ (1995). Presurgical orthopedics in the surgical management of unilateral cleft lip and palate. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 95, 755-764.

Witzel MA, Sayler KE, Ross RB (1984). Delayed hard palate closure: The philosophy revisited. *Cleft Palate J.* 21:263

Ysunza A, Pamplona MC, Mendoza M, Garcia-Velasco M, Aguilar MP, Guerrero ME (1998). Speech outcome and maxillary growth in patients with unilateral complete cleft lip/palate operated on at 6 versus 12 months of age. *Plast Reconstr Surg.* ;102:675–679

Zeipert B (2004). Vorsprachliche Lautäußerungen (Säuglingsschreie) von Kindern mit Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten im ersten Lebenshalbjahr- eine Längsschnittstudie. *Dissertationsschrift. Humboldt-Universität zu Berlin.*

Zeskind PS, Lester BM (1978). Acoustic features and auditory perceptions of the cries of newborns with prenatal and perinatal complications. *Child Dev* 49(3):580-9

7 Anhang

In Abb.7.1 bis Abb. 7.6 sind die Wachstumskurven in Perzentilen nach Brandt (1980) für Jungen und Mädchen dargestellt.

Eingetragen sind die Werte der Untersuchungen U1 bis U7 (in die Wachstumskurve für den Kopfumfang wurden nur die Werte U1 bis U6 eingetragen).

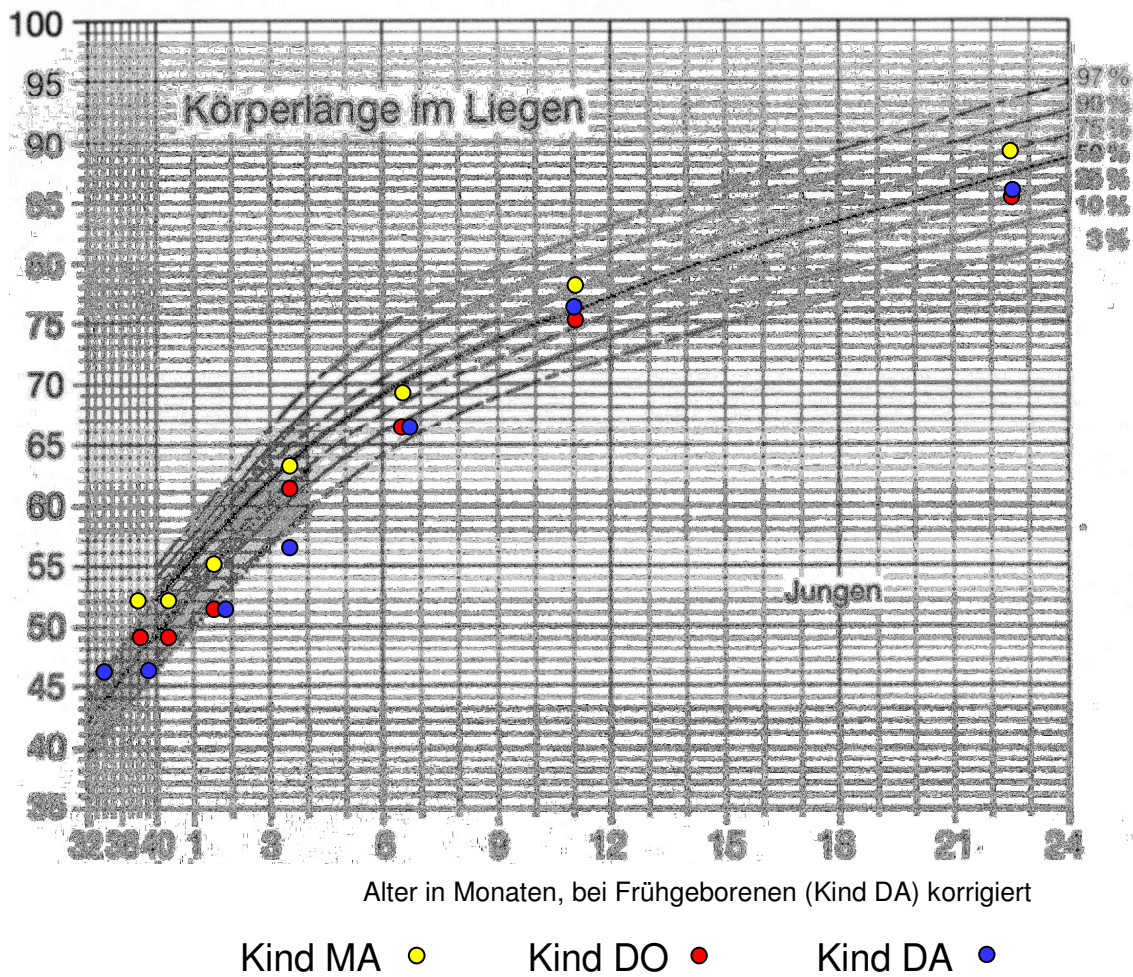


Abb. 7.1: Körperlänge der Jungen im Liegen

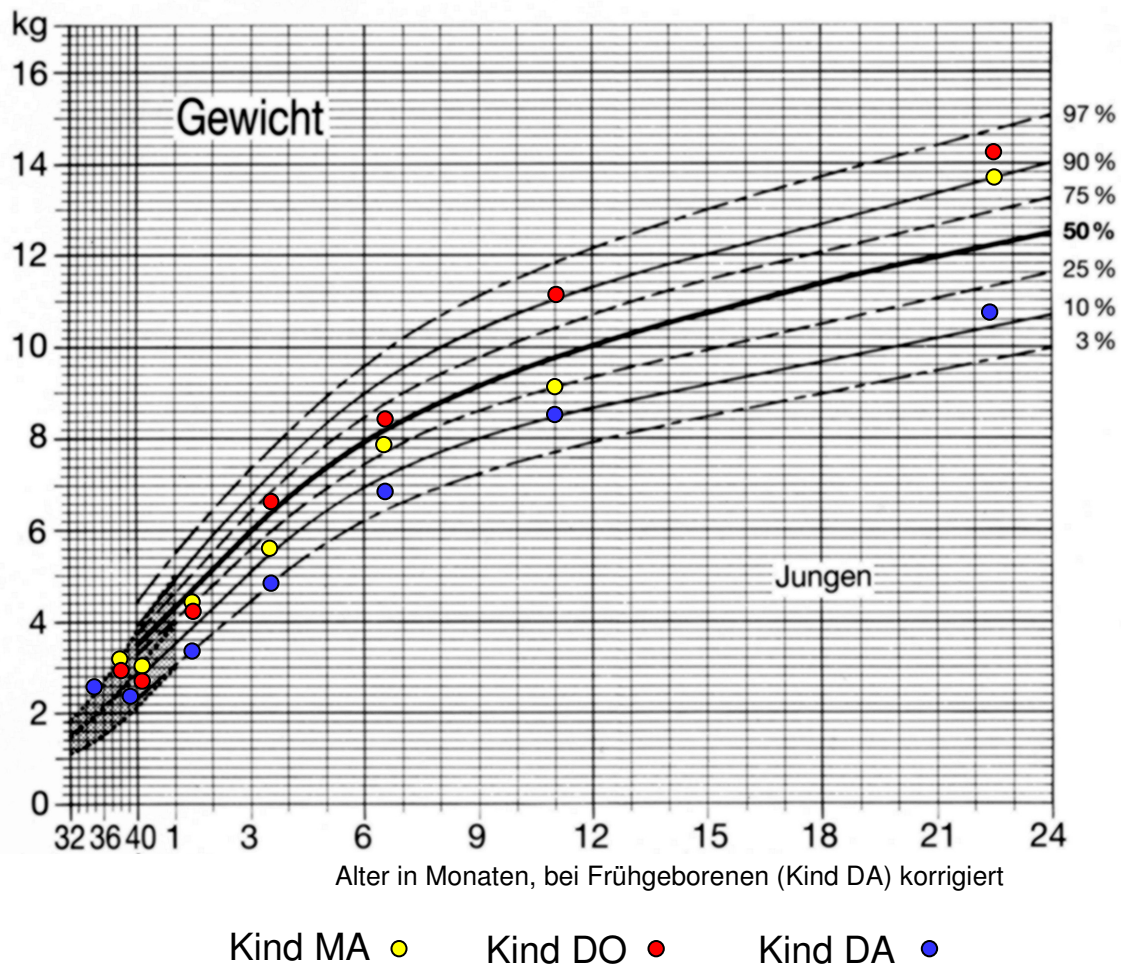


Abb. 7.2: Gewicht der Jungen

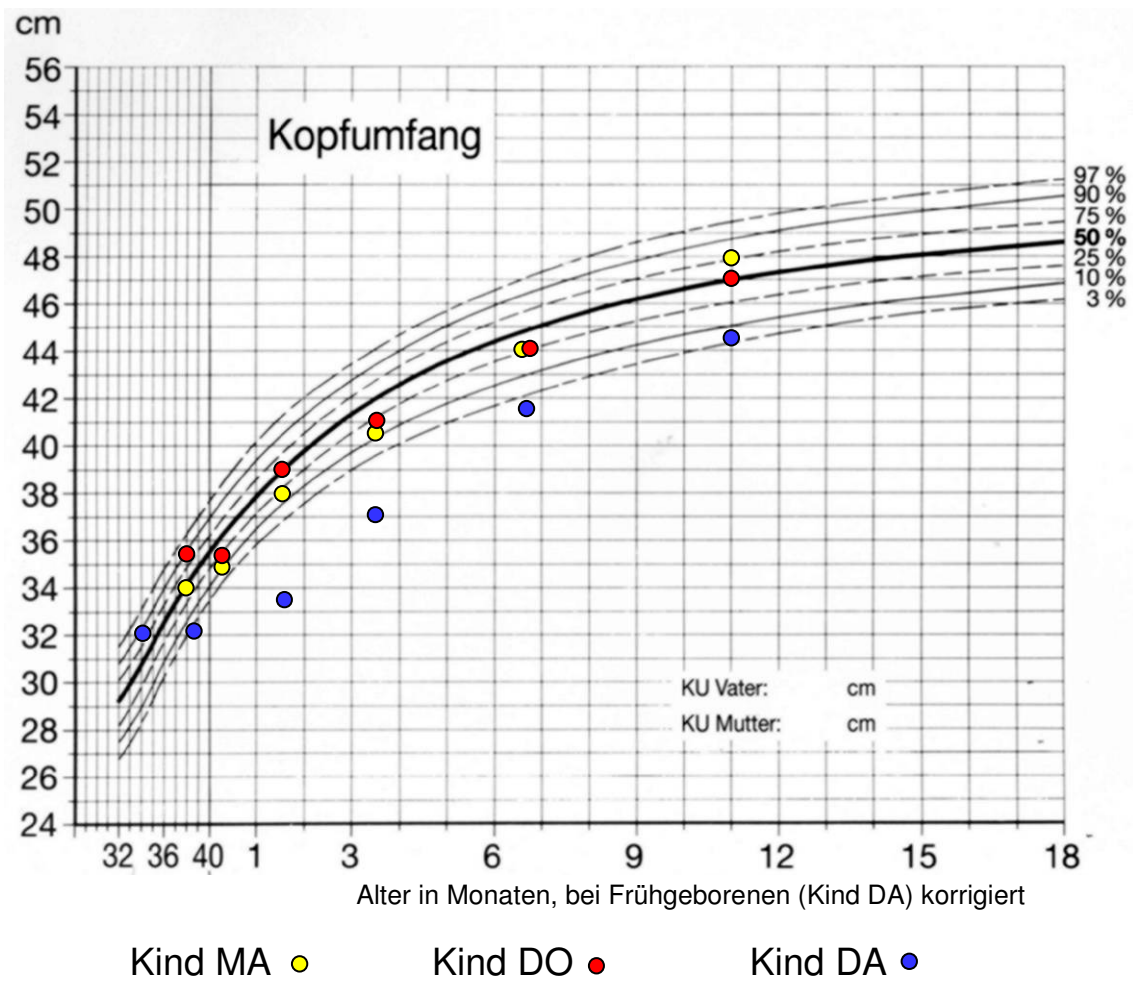
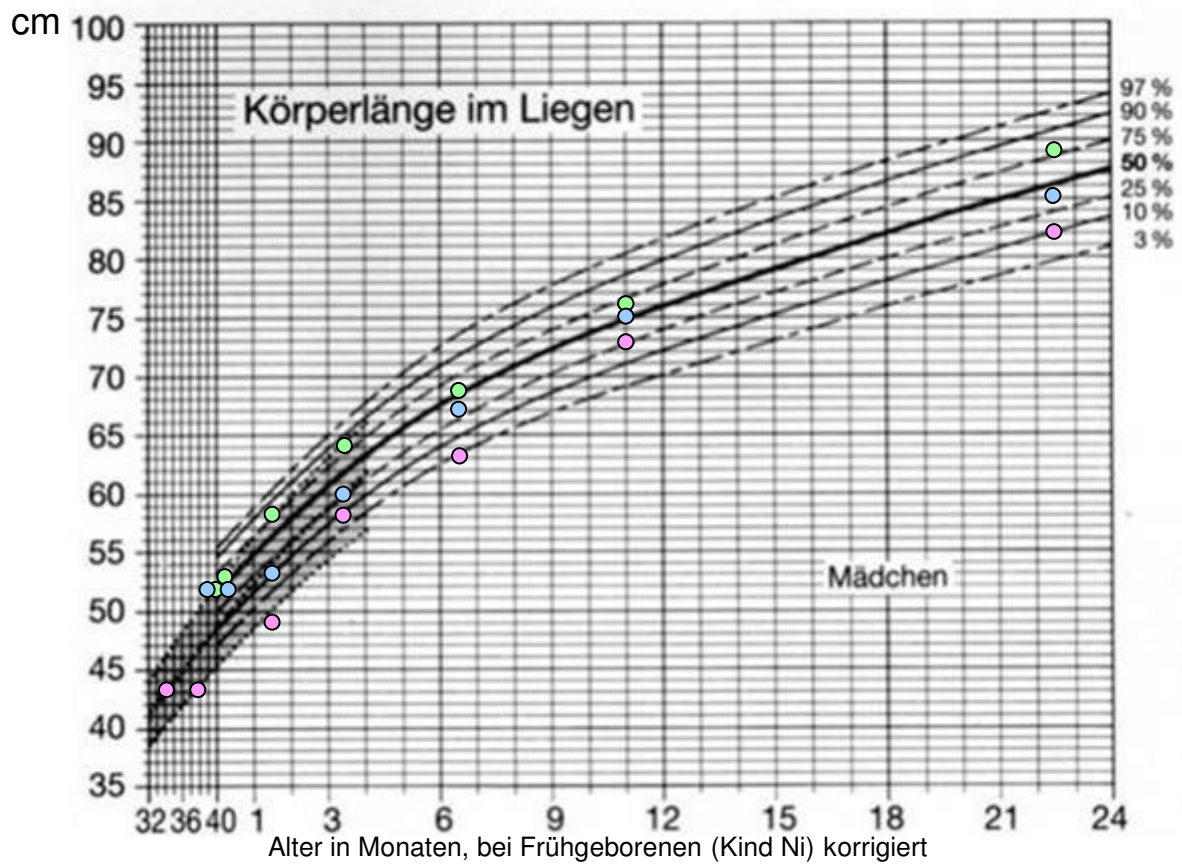


Abb. 7.3: Kopfumfang der Jungen



Kind TA ● Kind JU ● Kind NI ●

Abb.7.4: Körperlänge der Mädchen im Liegen

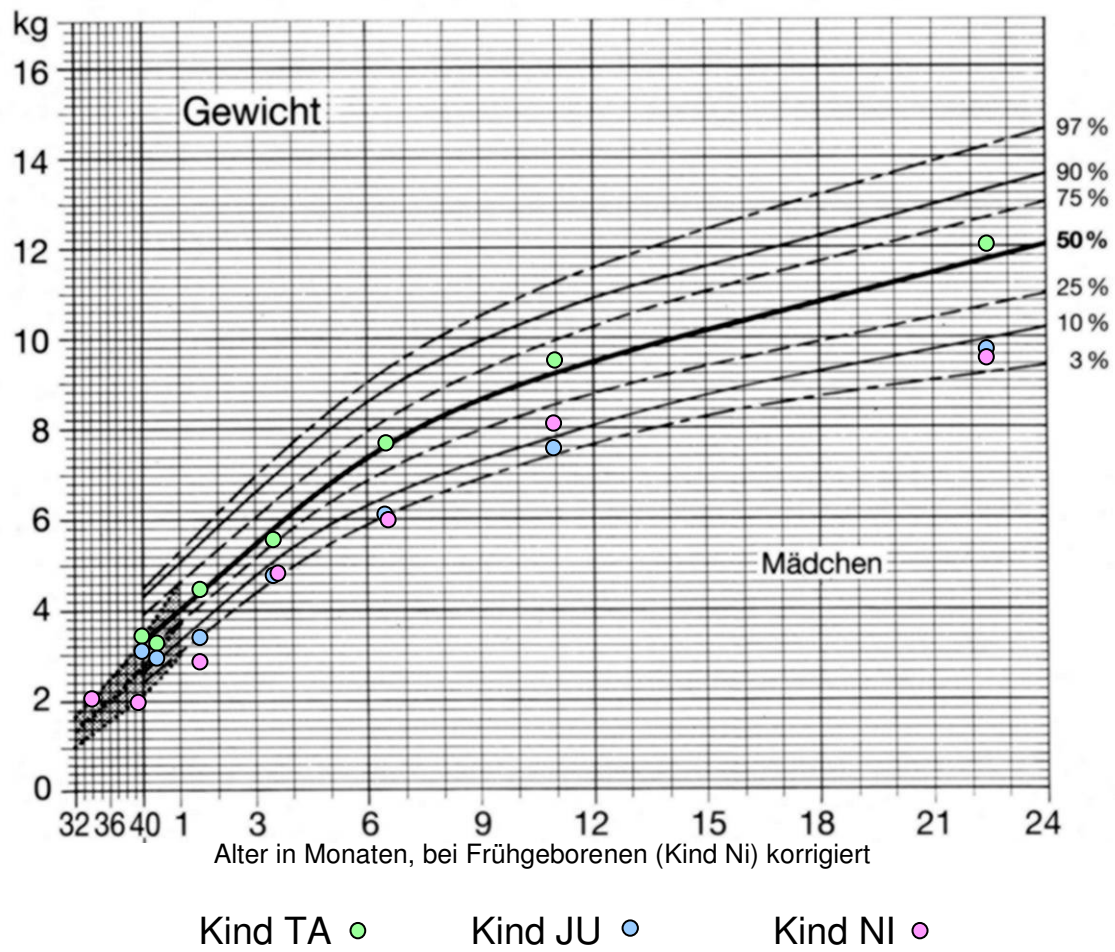


Abb.7.5: Gewicht der Mädchen

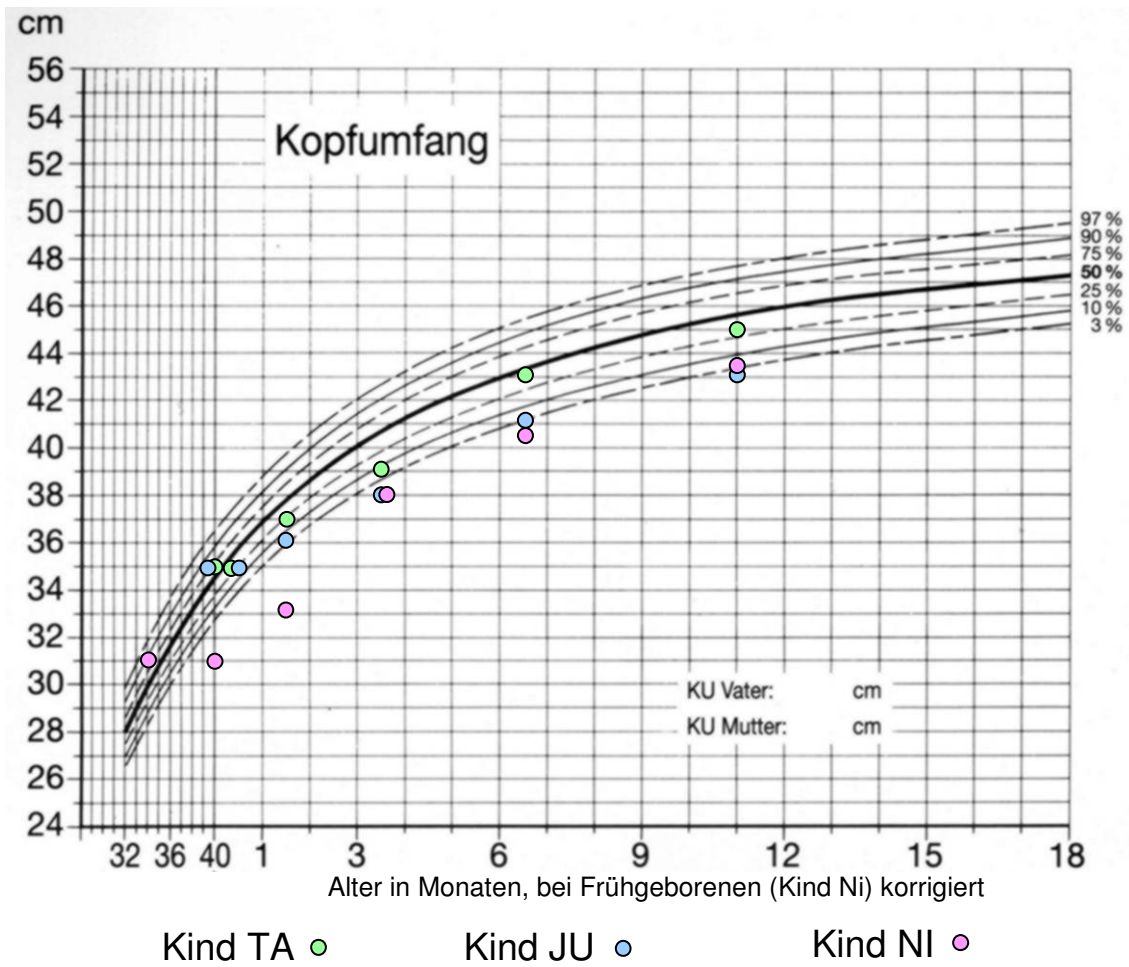


Abb.7.6: Kopfumfang der Mädchen

Tabelle 7.1: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind MA (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

MA			
Aufnahme	21.08.2000	Wochen	
23.08.2000	3	1	Platte neu
25.08.2000	5	1	Lösen des Zwischenkiefers im OP (Simonat'sches Band)
24.10.2000	65	10	Bewältigungsunterstützung
20.11.2000	92	14	Platte neu
07.12.2000	109	16	Hörtest: Schalleitungsschwerhörigkeit bds.
13.12.2000	115	17	Frühförderung: myofunktionelle Therapie
05.02.2001	169	25	Platte nur zum Trinken
14.02.2001	178	26	Hörkontrolle: derzeit keine Paukendrainage
16.02.2001	180	26	LVP (rechts)
28.02.2001	192	28	Platte neu
18.04.2001	241	35	Hörkontrolle: Schalleitungsschwerhörigkeit bei Tubenfunktionsstörung bds., V.a. Mucotympanon rechts
08.05.2001	261	38	Hörkontrolle: Schalleitungsschwerhörigkeit. Th.: Paukenröhrchen
09.05.2001	262	38	LVP (links), Paukenröhrchen
17.05.2001	270	39	Platte neu
17.07.2001	331	48	Frühförderung: Entwicklungsanbahnung des Krabbelns und der labialen und lingualen Lallaute
10.10.2001	416	60	Hörkontrolle: Ausschluss sensoneurinale Schwerhörigkeit, Z.n. Paukendrainage
12.10.2001	418	60	GVP
22.10.2001	428	62	Restperforation, Wundheilungsstörung
12.11.2001	449	65	Platte
12.12.2001	479	69	Frühförderung: orofaziale Stimulation
16.01.2002	514	74	Restlochverschluß, immernoch kleines Restloch anterior.
27.03.2002	584	84	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage. Th.: T-Tube-Wechsel
02.05.2002	620	89	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage
01.10.2002	772	111	Hörkontrolle: Ausschluss Sprachentwicklungsrückstand
13.11.2002	815	117	Hörkontrolle: akute Otitis media
21.03.2003	943	135	Hörkontrolle: partielle Dyslalie, Rhinolalia aperta
26.02.2004	1285	184	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage, Rhinolalia aperta, multiple Dyslalie

MA	Gewicht	Länge	Kopfumfang
U1	3190g	52cm	34cm
U2	3030g	52cm	35cm
U3	4410g	55cm	38cm
U4	5500g	63cm	40,5cm
U5	7900g	69cm	44cm
U6	9050g	78cm	48cm
U7	13650g	89cm	50cm

Kind	MA
Spalttyp	LAHSAHL
Geburt	38+3 SSW, Spalte bereits intrauterin bekannt
Eltern	Vater: "van der Woude-Syndrom", Mutter sehr dominant.
Geschwister	keine
Auffälligkeiten	"van der Woude-Syndrom" mit Unterlippenfisteln. Vorzeitige Zahnanlagen. Simonatsche's Band wurde 3 Tage nach Geburt zur besseren Entwicklung des OK entfernt.

Tabelle 7.2: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind DO (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

DO			
Aufnahme	23.04.2001	Wochen	
24.04.2001	2	1	Platte neu
02.05.2001	10	2	Frühförderung: Logopädie
29.06.2001	68	10	Platte neu
09.08.2001	109	16	Hörkontrolle: Mittelohrbelüftungsstörung. Th.: Paukenröhrcheneinlage wahrscheinlich
07.09.2001	138	20	Platte neu
11.10.2001	172	25	Hörkontrolle: Mucotympanon bds. Th.: Paukenröhrchen bei LVP
19.10.2001	180	26	LVP, Paukenröhrcheneinlage
08.11.2001	200	29	Platte neu
08.03.2002	320	46	Platte neu
26.03.2002	338	49	Platte abgesetzt
24.05.2002	397	57	Hörkontrolle: Z.n. Paukendrainage reizlos in situ
25.05.2002	398	57	GVP
26.06.2002	430	62	Restloch posterior und anterior, Frühförderung: Logopädie
18.09.2002	514	74	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage, Ausschluss sensoneurale Schwerhörigkeit
28.01.2003	646	93	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage, Ausschluss sensoneurale Schwerhörigkeit
05.02.2003	654	94	Frühförderung: Logopädie
04.06.2003	773	111	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendauerdrainage, Mittelohrbelüftungsstörung

DO	Gewicht	Länge	Kopfumfang
U1	2970g	49cm	35,5cm
U2	2730g	49cm	35,5cm
U3	4250g	51cm	39cm
U4	6570g	61cm	41cm
U5	8400g	66cm	44cm
U6	11000g	75cm	47cm
U7	14100g	85cm	50cm

Kind	DO
Spalttyp	--hSHAL
Geburt	38+1 prim sectio
Eltern	junge Eltern, viel Fernsehen
Geschwister	keine
Auffälligkeiten	keine
Hörvermögen	0

Tabelle 7.3: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind DA (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

DA			
Aufnahme	18.07.2000	Wochen	
20.07.2000	3	1	Platte neu
09.10.2000	84	12	Platte neu
08.11.2000	114	17	Spaltsprechstunde: Nasenkorrektur später notwendig
05.12.2000	141	21	Hörtest: Erguss bds., voraussichtlich Einlage von Paukenröhrchen bei LVP
12.01.2001	179	26	LVP ; Einlage von Paukenröhrchen bds.
16.01.2001	183	27	Naht leicht aufgegangen an Lippe
23.01.2001	190	28	Platte neu
14.03.2001	240	35	Spaltsprechstunde: ständig Mittelohrentzündung; Pat. bekam Rotavirus bei Aufenthalt in Kinderklinik
06.04.2001	263	38	Platte neu
29.06.2001	347	50	Platte neu
06.09.2001	416	60	Hörtest: Paukenröhrchen reizlos in situ
07.09.2001	417	60	GVP
21.11.2001	492	71	ant. Restloch
02.10.2002	807	116	Hörtest: Z.n. Paukenhöhlendrainage, re. Leichte Ohrinfektion . Th.: Lokalbehandlung: Floxal AT als OT
11.02.2003	939	135	Hörtest: Z.n. Paukenhöhlendrainage, akute Otitis media re., Dyslalie
17.06.2003	1065	153	Hörtest: Z.n. Paukenhöhlendrainage, Ohrinfektion bds., Dyslalie. Th.: Lokalbehandlung mit Floxal AT als OT

DA	Gewicht	Länge	Kopfumfang
U1	2495g	46cm	32cm
U2	2340g	46cm	32,2cm
U3	3220g	51cm	33,5cm
U4	4760g	56cm	37cm
U5	6720g	66cm	41,5cm
U6	8450g	76cm	44,5cm
U7	10700g	85,4cm	46cm

Kind	DA
Spalttyp	LAHSh --
Geburt	34. SSW, sectio c. sek.
Eltern	jung
Geschwister	zweieiiger Zwilling, Bruder o.B
Auffälligkeiten	keine
Hörbefund	0

Tabelle 7.4: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind TA (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

TA			
Aufnahme	08.07.2001	Wochen	
11.07.2001	4	1	Platte neu, Trinkberatung
15.10.2001	100	15	Platte neu
12.11.2001	128	19	Hörkontrolle: geringgradige Schalleitungsschwerhörigkeit bei Tubenfunktionsstörung bds. Th.: abschwellende Nasentropfen
08.01.2002	185	27	Hörkontrolle: geringgradige Schalleitungsschwerhörigkeit bei Tubenfunktionsstörung bds. Th.: abschwellende Nasentropfen
25.01.2002	202	29	Platte neu
09.04.2002	276	40	Frühförderung: Entwicklungsunterstützung der labialen Artikulationszone
26.04.2002	293	42	Platte neu
28.05.2002	325	47	Hörkontrolle: Mucotympanon bds. Th.: Paukenröhrcheneinlage bei GVP vermutl. erforderlich
30.07.2002	388	56	Platte nur noch zum Essen
15.08.2002	404	58	Hörkontrolle: Tubenmittelohrkatharr. Th.: Paukenröhrcheneinlage bei GVP
16.08.2002	405	58	GVP ; Paukenröhrcheneinlage
19.09.2002	439	63	Hörkontrolle: Paukenröhrchen reizlos in situ
12.03.2003	613	88	Hörkontrolle: Z.n. Paukenhöhlendrainage, Hörreaktion altersentsprechend

TA	Gewicht	Länge	Kopfumfang
U1	3550g	52cm	35cm
U2	3410g	53cm	35cm
U3	4400g	58cm	37cm
U4	5600g	64cm	39cm
U5	7850g	69cm	43cm
U6	9500g	77cm	45cm
U7	12000g	89cm	48cm

Kind	TA
Spalttyp	--hSh --
Geburt	40. SSW
Eltern	unauffällig, hören viel Musik. Vater stotterte früher
Geschwister	keine
Auffälligkeiten	keine
Hörvermögen	1

Tabelle 7.5: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind JU (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

JU			
Aufnahme	20.01.2002	Wochen	
24.01.2002	5	1	Platte neu
25.01.2002	6	1	Frühförderung: 6x Stimulationstherapie
28.03.2002	68	10	Hörtest: Tubenmittelohrkatarrh
08.05.2002	109	16	Platte neu, Hörkontrolle: Mittelohrbelüftungsstörung bds, Paukenerguss bds.
21.06.2002	153	22	Frühförderung: zu Hause myofunktionelle Übungen
28.08.2002	221	32	Platte neu
04.10.2002	258	37	Hörkontrolle: Tubenmittelohrkatarrh. Th.: T-Tubes bei GVP
17.01.2003	363	52	GVP , Zungenbändchen noch nicht gelöst, Hörtest: T-tubes bei GVP
05.03.2003	410	59	Mutter-Kind-Gruppe empfohlen
04.06.2003	501	72	steht noch nicht frei
05.06.2003	502	72	Frühförderung: der Sprachentwicklung bei Gaumenspalte
04.07.2003	531	76	Hörtest unauffällig

JU	Gewicht	Größe	Kopfumfang
U1	3150g	52cm	35cm
U2	2970g	52cm	35cm
U3	3410g	53cm	36cm
U4	4810g	60cm	39cm
U5	6090g	67cm	41cm
U6	7590g	75cm	43cm
U7	9890g	85cm	47cm

Kind	JU
Spalttyp	--hSh --
Geburt	40 SSW
Eltern	Vater: Germanist
Geschwister	keine
Auffälligkeiten	"Pierre-Robin-Sequenz", Retrogenie, Ankyloglossum, Glossoptosis (ohne Obstruktion)
Hörvermögen	2

Tabelle 7.6: Behandlungsverlauf und somatische Größen Kind NI (der Untersuchungszeitraum ist grau hinterlegt)

NI			
Aufnahme	01.05.2000	Wochen	
23.05.2000	23	4	erst nach 3 Tagen V.a. Gaumenspalte
24.05.2000	24	4	Stillberatung, Habermann-Sauger
25.05.2000	25	4	Frühförderung: myofunktionelle Therapie
06.09.2000	129	19	Hörtest: Hörvermögen und Hörreaktion altersentsprechend
13.09.2000	136	20	neurolog. Untersuchung, da Frühgeborenes: unauffällig
21.12.2000	235	34	Hörtest: Mittelohrbelüftungsstörung bds. Therapie: keine
09.01.2001	254	37	neurolog. Untersuchung: Bestätigung der positiven Entwicklung
17.01.2001	262	38	Bewältigungsberatung: Unterstützung in der 2. Lallphase
22.03.2001	326	47	Frühförderung: Krabbeln und Lautimitation (krabbelt nur rückwärts)
29.03.2001	333	48	Frühförderung: Robben und Krabbeln
06.04.2001	341	49	Frühförderung: Krabbeln stabil, Imitation von Gesten und Lauten, keine weiteren Termine
07.06.2001	403	58	GVP. Hörtest: Ausschluss sensoneuronale Schwerhörigkeit rechts
06.03.2002	675	97	Hörtest: Mittelohrbelüftungsstörung rechts, Hörreaktion altersentsprechend
19.06.2002	780	112	Hörtest: Ausschluss sensoneuronale Schwerhörigkeit
29.07.2002	820	118	Sprachentwicklung: multiple Dyslalie, geringe nasale Komponente, spricht wenig
29.07.2002	820	118	Hörtest: Ausschluss Mittelohrbelüftungsstörung
19.09.2002	872	125	Hörtest: Mittelohrbelüftungsstörung bds., infektbedingt

NI	Gewicht	Länge	Kopfumfang
U1	2040g	43cm	31cm
U2	1950g	43cm	31cm
U3	2800g	49cm	33cm
U4	4830g	58cm	39cm
U5	6000g	63cm	40,5cm
U6	8010g	73cm	43,5cm
U7	9700g	82cm	45,5cm

Kind	NI
Spalttyp	---S---
Geburt	34+1 SSW
Eltern	Häufiges fernsehen, Mutter hat rel. bald wieder gearbeitet (Floristin), Umgang mit Katzen und Pferden, Vater genervt über Aufnahmen (Kind tut ihm leid)
Geschwister	jüngerer Bruder
Auffälligkeiten	keine Platte
Hörvermögen	0

8 Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Frau Professor Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer für die Überlassung des Promotionsthemas und die stets freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Promotion bedanken. Außerdem möchte ich mich dafür bedanken, daß sie mir die Weiterbildung zur Fachzahnärztin für Kieferorthopädie an der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Universität Würzburg ermöglichte.

Ganz besonders herzlich bedanke ich mich bei Frau Professor Dr. Kathleen Wermke, Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, für ihre wissenschaftliche Betreuung, ihre hervorragende fachliche Unterstützung und ihre stets geduldige Hilfe bei der Durchführung dieser Promotion. Vielen Dank für die vielen Stunden Arbeit bei der Erstellung dieser Promotion.

Mein Dank gilt auch Frau Professor Dr. Gerda Komposch, unter deren Leitung ich an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Heidelberg mit den Lautaufnahmen der Kinder beginnen konnte und die dieses Projekt auch nach meiner Heidelberger Zeit jederzeit unterstützte.

Herrn Wermke danke ich sehr herzlich für die engagierte, schnelle Hilfe und große Geduld in allen Computerfragen. Des weiteren für die Bereitstellung der von ihm entwickelten professionellen Analysesoftware und für die zuverlässige Datenverwaltung.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Stefanie Hauschildt. Ich danke ihr für ihr enthusiastisches Wesen und ihre moralische Unterstützung auch in schwierigen Stunden unserer gemeinsamen Forschung. Vielen Dank für die liebe, respektvolle Freundschaft, die daraus entstanden ist.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Kindern und deren engagierten Eltern, die an dieser Studie Teil genommen haben und ohne die diese Studie gar nicht möglich gewesen wäre.

Bei der Patholinguistin Frau Sandra Meissner möchte ich mich für die Erhebung der Sprach- und Lautbefunde bedanken, die für die Interpretation der Analyseergebnisse der vorliegenden Arbeit sehr wichtig sind.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinen Eltern, meinem Mann und meinem Sohn für ihre moralische Unterstützung bedanken, und dafür, daß sie die ganze Zeit an mich geglaubt haben.

9 Lebenslauf

<i>Persönliche Daten</i>	Name	Sarah Marie Steck-Walter, geb. Steck
	Geburtsdatum	27. April 1975
	Geburtsort	Ulm, Deutschland
	Nationalität	Deutsch
	Familienstand	verheiratet, 1 Kind
<i>Schulische Laufbahn</i>	29.06.1995	Allgemeine Hochschulreife
<i>Akademische Laufbahn</i>	1995 bis 2001	Studium der Zahnmedizin Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
	2001	Zahnärztliche Prüfung
<i>Berufliche Laufbahn</i>	27.08.2001	Approbation
	01.10.2001 bis 30.09.2002	Allgemeinzahnärztliches Jahr
	01.10.2002 bis 28.02.2006	Wissenschaftliche Mitarbeiterin Poliklinik für Kieferorthopädie Julius-Maximilians-Universität Würzburg bei Frau Professor Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer
	18.11.2005	Anerkennung zur Fachzahnärztin für Kieferorthopädie, München