

Aus der Klinik und Polikliniken für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten  
der Universität Würzburg  
Poliklinik für Kieferorthopädie  
Direktorin: Professor Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

---

**Untersuchung akustischer  
Eigenschaften spontaner  
Lautäußerungen japanischer  
Neugeborener**

**- ein Beitrag zur Erarbeitung sprachuniverseller  
Frühindikatoren für Sprachentwicklungsstörungen bei  
Säuglingen mit orofazialen Spalten**

**Inaugural-Dissertation**  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
vorgelegt von  
Melanie-Michiko Dahlem  
aus Hannover

Würzburg, September 2008

**Referent:** Professor Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

**Koreferent:** Professor Dr. med. Joachim Müller

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

Tag der mündlichen Prüfung:

20. Februar 2009

Die Promovendin ist Zahnärztin



Für meine Eltern

&

Dr. Takashi Takiguchi

# I Inhaltsverzeichnis

<b>II Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>III Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>X</b>
<b>IV Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>XII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Materialien und Methoden .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Studiendesign, Umsetzung der Studienplanung und Probandenauswahl</b>	<b>9</b>
2.1.1 Studiendesign .....	9
2.1.2 Umsetzung und Studienplanung .....	9
2.1.3 Auswahl der japanischen Probandengruppe (PG).....	10
2.1.4 Auswahl der deutschen Kontrollgruppe (KG) .....	18
<b>2.2 Datenerhebung .....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Aufnahme und Anzahl der Lautäußerungen japanischer Neugeborener .....	22
<b>2.3 Datenbearbeitung und -analyse .....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Auswerteroutinen .....	25
2.3.1.1 Dateneingabe und manuelle Segmentierung .....	26
2.3.1.2 Spektralanalyse der japanischen Säuglingsschreie .....	27
2.3.1.3 Errechnung, Weiterbearbeitung und Analyse des Grundfrequenzverlaufes .....	28
<b>2.4 Strukturanalyse, Klassifizierung und Beschreibung der Säuglingsschreie     .....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Kategorisierung der Säuglingslaute.....	30
2.4.1.1 Erläuterungen der klassifizierten Grundmelodietypen als einbögige Melodiestrukturen (1B, EB) .....	31
2.4.1.2 Beschreibung der Mehrfachbögen (MB) sowie Segmentierungen (SL) .....	32
<b>2.5 Untersuchung des Melodiekomplexitätsindexes .....</b>	<b>35</b>
<b>2.6 Besonderheiten in der Kategorisierung japanischer Säuglingslaute .....</b>	<b>36</b>
<b>2.7 Strukturmerkmale .....</b>	<b>37</b>
2.7.1 An- und Endwellen .....	37
2.7.2 Auftreten auffälliger Inspirationslaute .....	38
2.7.3 Plötzliche Grundfrequenzsprünge (Shift).....	39
2.7.4 Rauschstrukturen.....	40
2.7.5 Subharmonische Strukturelemente .....	41
<b>2.8 Angewandte statistische Methoden .....</b>	<b>42</b>

<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>44</b>
<b>3.1 Untersuchung der mittleren Grundfrequenz Fo</b> .....	<b>44</b>
3.1.1 Mittlere Grundfrequenzwerte der 1B-Melodiestrukturen .....	45
3.1.2 Mittlere Grundfrequenzwerte der 2B-Melodiestrukturen .....	47
3.1.3 Mittlere Grundfrequenzwerte der 1S-Melodiestrukturen .....	49
3.1.4 Mittlere Grundfrequenzwerte der 3B- und MB-Melodiestrukturen.....	51
3.1.5 Mittlere Grundfrequenzwerte der 2S, 3S- und MS-Melodiestrukturen.....	53
3.1.6 Differenz zwischen mittlerer Fomax und Fomin der 1B-, 2B-, 1S, MB und MS-Melodiestrukturen.....	55
<b>3.2 Untersuchung zeitlicher Messgrößen: Einzelschrei- und Melodiebogenlängen</b> .....	<b>57</b>
3.2.1 Gesamtbogenlänge einböiger Melodiestrukturen (1B).....	57
3.2.2 Gesamtbogenlänge zweiböiger Melodiestrukturen (2B) .....	59
3.2.3 Gesamtlänge einfachsegmentierter Melodiestrukturen (1S) .....	61
3.2.4 Gesamtbogenlänge mehrböiger Melodiestrukturen (3B, MB) .....	63
3.2.5 Gesamtlänge mehrfach segmentierter Melodiestrukturen (2S, 3S, MS) .....	64
<b>3.3 Analyse der Auftrittshäufigkeiten einzelner melodischer Strukturtypen (QSS-Analyse)</b> .....	<b>66</b>
3.3.1 Vergleich der Auftrittshäufigkeit analysierter Melodiestrukturen japanischer und deutscher Neugeborenenenschreie .....	66
3.3.2 Geschlechtsspezifischer Vergleich der Auftrittshäufigkeit einfacher und komplexer Melodiestrukturen japanischer und deutscher Neugeborenenenschreie .....	68
<b>3.4 Analyse der MCI-Werte in PG und KG</b> .....	<b>70</b>
3.4.1 Geschlechtsspezifische Analyse der MCI-Werte in PG und KG .....	72
<b>3.5 Beschreibung beobachteter und gemeinsamer differenter Strukturmerkmale deutscher und japanischer Schreie</b> .....	<b>76</b>
3.5.1 Beschreibung gemeinsamer Strukturmerkmale.....	76
3.5.2 Beschreibung typischer Strukturbesonderheiten der Melodie japanischer Neugeborenenenschreie.....	79
<b>3.6 Korrelationen zwischen MCI-Werten der Neugeborenen und aktiver musikalischen Betätigung der Mutter</b> .....	<b>96</b>
3.6.1 Korrelationen der somatischen Werte zur Geburt mit den Geburtsmodi und Prüfung des MCI.....	101
3.6.2 Prüfung des MCI der Neugeborenen, die primär per sectionem caesaream geboren wurden.....	101
<b>4 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse</b> .....	<b>103</b>

4.1 Analyse der mittleren Grundfrequenzwerte und der „Plateauphänomene“: Die Reflexion sprachspezifischer Prägungen im Neugeborenen schrei .....	103
4.2 Sprachspezifische Prägung versus universaler Eigenschaften der Schreimelodien .....	110
4.3 Bedeutung und Auswirkung intrauterin wahrgenommener Musikerfahrungen auf den Melodiekomplexizitätsindex.....	113
4.4 Zeitliche Organisation der Laute .....	114
4.5 Der Säuglingsschrei: Weiterführende Untersuchungen .....	117
5 Zusammenfassung.....	119
6 Literaturverzeichnis .....	124
7 Anhang .....	134
7.1 Tabellen und Verzeichnisse .....	134

## II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Altersverteilung der in der vorliegenden Arbeit untersuchten japanischen Neugeborenen [n=47].....	14
Abbildung 2:	Verteilung der Geburtsmodi [n=47].....	15
Abbildung 3:	Flussdiagramm der Bearbeitungsschritte .....	26
Abbildung 4:	Schmalband-Spektrogramm eines Einzelschreies von einem vier Tage alten japanischen Säugling.....	28
Abbildung 5:	Melodie-/Intensitätsgrafik und gefilterter Grundfrequenzverlauf eines japanischen Säuglingsschreies.....	29
Abbildung 6:	Vier angeborene Grundmelodietypen.....	32
Abbildung 7:	Schematische Darstellung typischer Beispiele von Mehrfachbögen und segmentierten Strukturen .....	33
Abbildung 8:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer doppelböigen Struktur mit Anwelle eines fünf Tage alten japanischen Säuglings.....	34
Abbildung 9:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer mehrfachböigen Struktur eines fünf Tage alten japanischen Säuglings.....	34
Abbildung 10:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer mehrfachbogig-modulierten Struktur eines japanischen Säuglingsschreies .....	35
Abbildung 11:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer segmentierten Struktur eines japanischen Säuglings.....	35
Abbildung 12:	Melodie-/Intensitätsgrafik eines IIIb-Melodietyps eines japanischen Säuglingsschreies .....	37
Abbildung 13:	Schematische Darstellung von An- und Endwellen .....	38
Abbildung 14:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik von An- und Endwelle eines japanischen Säuglingsschreies.....	38
Abbildung 15:	Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit nachfolgendem auffälligem Inspirationslaut .....	39

Abbildung 16:	Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit plötzlichem Frequenzsprung (Shift) .....	40
Abbildung 17:	Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit plötzlichem Frequenzsprung (Shift) .....	40
Abbildung 18:	Schmalband-Spektrogramm eines phonatorisch stark verrauschten Säuglingsschreies.....	41
Abbildung 19:	Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit subharmonischen Strukturen (SH).....	42
Abbildung 20:	Boxplot-Diagramm, Darstellung der Verteilung der minimalen und maximalen Grundfrequenzwerte [Hz] einbögiger Melodiestrukturen innerhalb der Probanden- und Kontrollgruppe .....	47
Abbildung 21:	Boxplot-Diagramm, Vergleich der minimalen Grundfrequenzwerte zweibögiger Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	49
Abbildung 22:	Boxplot-Diagramm, Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte einfach segmentierter Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.....	51
Abbildung 23:	Boxplot-Diagramm, Darstellung der zeitlichen Dauer der Gesamtbogenlängen einbögiger Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	59
Abbildung 24:	Boxplot-Diagramm, Darstellung der zeitlichen Dauer der Gesamtbogenlängen zweibögiger Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	60
Abbildung 25:	Boxplot-Diagramm, Vergleich der zeitlichen Dauer von Gesamt-Pausen- und Bogenlänge einfach segmentierter Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv	63
Abbildung 26:	Relative Auftrittshäufigkeit [%] einfacher und komplexer Melodiestrukturen in japanischen [n=1535] und deutschen Neugeborenen schreien [n=2400] .....	67
Abbildung 27:	Relative Auftrittshäufigkeit [%] einfacher und komplexer Melodiestrukturen in japanischen [n=1535] und deutschen Neugeborenen schreien [n=2400] .....	68

Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung der Strukturtypen männlicher japanischer Neugeborener [n=832] und männlicher deutscher Neugeborener [n=867] .....	69
Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung der Strukturtypen weiblicher japanischer Neugeborener [n=632] und der weiblicher deutscher Neugeborener [n=947] .....	70
Abbildung 30: Boxplot-Diagramm, Darstellung der MCI-Verteilung zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	71
Abbildung 31: MCI-Werte japanischer Jungen [n=26] und Mädchen [n=21] ..	73
Abbildung 32: MCI-Werte deutscher Jungen [n=19] und Mädchen [n=24].....	74
Abbildung 33: MCI-Werte japanischer [n=26] und deutscher Jungen [n=19] .	75
Abbildung 34: MCI-Werte japanischer [n=21] und deutscher Mädchen [n=24] .. .....	75
Abbildung 35: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Melodietyp Ib .....	77
Abbildung 36: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Melodietyp Ib .....	77
Abbildung 37: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit doppelböiger Melodie kombiniert aus dem Grundtyp Ib .....	78
Abbildung 38: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit prominenter Anwelle.....	79
Abbildung 39: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglinlautes mit plateauförmig abgeflachtem Beginn .....	80
Abbildung 40: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmiger Abflachung in der absteigenden Melodiefanke am Lautende.....	81
Abbildung 41: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit einem plateauartigem Element nach einer Anwelle .....	82

Abbildung 42:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau zwischen Hauptbogen und Endelement.....	82
Abbildung 43:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau am Anfang und kurz vor dem Ende der Melodie .....	83
Abbildung 44:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachtem Hauptbogen.....	83
Abbildung 45:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachter Anwelle sowie Hauptbogen .....	84
Abbildung 46:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachten Bögen .....	84
Abbildung 47:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachten Bögen .....	85
Abbildung 48:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit mehrfachböiger Struktur und Einbau von Plateauebenen .....	85
Abbildung 49:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateauebene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen .....	86
Abbildung 50:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateauebene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen .....	86
Abbildung 51:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateauebene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen .....	87
Abbildung 52:	Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit doppelböiger Struktur und Einbau von vier Plateauebenen.....	88

Abbildung 53: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit dreibögiger Struktur und Ausbildung von Plateauebene im 1. und 3. Bogen sowie im Übergangsbereich zwischen 2. und 3. Bogen .....	88
Abbildung 54: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachten segmentierten Bögen .....	89
Abbildung 55: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachtem Bogen .....	89
Abbildung 56: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau in fallender Flanke.....	90
Abbildung 57: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau in fallender Flanke.....	90
Abbildung 58: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau in fallender Flanke.....	91
Abbildung 59: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau in fallender Flanke.....	91
Abbildung 60: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaueinbau in fallender Flanke.....	92
Abbildung 61: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements .....	93
Abbildung 62: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements .....	93

Abbildung 63: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements .....	94
Abbildung 64: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements .....	94
Abbildung 65: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines segmentierten japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements .....	95
Abbildung 66: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung .....	95
Abbildung 67: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung .....	96
Abbildung 68: Schmalband-Spektrum und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung .....	96
Abbildung 69: MCI-Werte der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter [n=9] im Vergleich zu „nicht-aktiven“ Müttern [n=46-9] .....	98
Abbildung 70: MCI-Werte der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter.....	100
Abbildung 71: MCI-Werte der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter im Vergleich zum geschlechtsspezifischen Gesamt-Probandenkollektiv .....	100
Abbildung 72: Abbildungsübersicht über lb-Melodistrukturen mit anteriorem Plateauausbau .....	137

### III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auswahlkriterien der Probanden .....	10
Tabelle 2:	Übersicht der rekrutierten Probanden [n=68].....	11
Tabelle 3:	Anzahl der pro Klinik rekrutierten und in der vorliegenden Arbeit untersuchten japanischen Neugeborenen [n=47] .....	14
Tabelle 4:	Somatische Klassifikation des Probandenkollektivs [n=47] .....	16
Tabelle 5:	Übersicht der Angaben zur aktiven musikalischen Betätigung und zu musikalischen Hörgewohnheiten der Mütter während der Schwangerschaft.....	20
Tabelle 6:	Übersicht der Geburtsdaten, Aufnahmezeiten sowie Anzahl der analysierten Laute der Probandengruppe [n=47] .....	23
Tabelle 7:	Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 1B .....	46
Tabelle 8:	Vergleich der Grundfrequenzverläufe von Schreien der Struktur 2B.....	48
Tabelle 9:	Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 1S zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	50
Tabelle 10:	Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 3B und MB zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv . .....	52
Tabelle 11:	Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 2S, 3S und MS zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	54
Tabelle 12:	Vergleich der Differenzwerte minimaler und maximaler Grundfrequenzwerte von Schreien einfacher und komplexer Struktur im Probanden- und Kontrollkollektiv.....	56
Tabelle 13:	Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 1B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.....	58
Tabelle 14:	Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 2B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.....	60

Tabelle 15:	Vergleich der Gesamtlängen, Pausen- und Bogenlängen von Schreien der Struktur 1S zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	62
Tabelle 16:	Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 3B und MB zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.....	64
Tabelle 17:	Vergleich der Gesamtlängen von Schreien der Struktur 2S, 3S und MS zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv .....	65
Tabelle 18:	MCI-Werte für alle Neugeborenen sowie Gruppenmittelwerte	71
Tabelle 19:	MCI-Mittelwerte für die Gruppe der japanischen Jungen [n=26] bzw. Mädchen [n=21] .....	72
Tabelle 20:	MCI-Mittelwerte für die Gruppe der deutschen Jungen [n=19] bzw. Mädchen [n=24] .....	73
Tabelle 21:	Übersicht der Probanden musikalisch aktiver Mütter mit Auflistung der Art der musikalischen Aktivität, der MCI-Werte, des Geschlechts und des Alters des Neugeborenen in Tagen	97
Tabelle 22:	Deskriptive Analyse des Melodiekomplexizitätsindex der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter im Vergleich zu „nicht-aktiven“ Müttern.....	98
Tabelle 23:	Deskriptive Analyse des Melodiekomplexizitätsindex der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter .....	99
Tabelle 24:	Korrelation von Geburtsmodi und somatischen Werten zur Geburt .....	101
Tabelle 25:	Übersicht der MCI-Werte und Alter der Neugeborenen, die primär per sectionem caesaream geboren wurden .....	102
Tabelle 26:	Deskriptive Analyse des Melodiekomplexizitätsindex der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter.....	102
Tabelle 27:	Perzentilwerte des Geburtsgewichts japanischer Neugeborener in [kg].....	134
Tabelle 28:	Perzentilwerte der Geburtslänge japanischer Neugeborener in [cm] .....	135
Tabelle 29:	Perzentilwerte des Kopfumfangs japanischer Neugeborener in [cm].....	135

## IV Abkürzungsverzeichnis

AFDT	Aufnahmedatum
AFUH	Aufnahmeuhrzeit
AGA	Appropriate for gestational age
AZP	Aufnahmezeitpunkt
APGAR 1'	APGAR-Wert nach einer Minute
APGAR 5'	APGAR-Wert nach fünf Minuten
B	Bogen/Bögen
BOMA	Bogenmaße
CDAP©	Cry-Data-Analysis-Program
CSL	Computer Speech Laboratory
dB	Dezibel
EB	Einböjige Melodiestrukturen
F <sub>0</sub>	Grundfrequenz
F <sub>0max</sub>	maximaler Wert der Grundfrequenz
F <sub>0min</sub>	minimaler Wert der Grundfrequenz
FFT	Fast-Fouriertransformation
GBM	Geburtsmodus
GBGW	Geburtsgewicht
GBL	Geburtslänge
GL	Gesamtlänge
GLaD-Study	German Language Aquisition Development-Study
GS	Geschlecht
(k)Hz	(kilo)Hertz
KG	Kontrollgruppe (deutsch)
KS	Komplexe Struktur
KU	Kopfumfang
L	Zeitliche Dauer in [ms]
LKGS	Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten
m	männlich
MB	Mehrfachbögen

MCI	Melody Complexity Index: Melodiekomplexizitätsindex
MW	Mittelwert
MDVP-Advanced	Multi-Dimensional-Voice-Program-Advanced
ms/s	Millisekunden/Sekunden
n	Anzahl
OAE	Otoakustische Emissionen
P	Perzentile
PG	Probandengruppe (japanisch)
QSS	Quantitative Signalstruktur
s	Sekunde(n)
SD	Standardabweichung
SF	Standardfehler
SGA	Small for gestational age
SL	Segmentierte Laute
(v)SSW	(vollendete) Schwangerschaftswoche
w	weiblich

## 1 Einleitung

Der Spracherwerb eines Kindes, so weiß man heute, beruht auf biologischen Prädispositionen, die sich im Wechselspiel mit Umweltfaktoren entfalten (PINKER 1994).

Erste Spracherfahrungen macht der Fötus bereits im Mutterleib, in dem er die mütterliche Stimme und deren sprachspezifische Variationen wahrnimmt. Denn schon ab der 23. Gestationswoche haben einige und ab der 28. Gestationswoche alle gesunden Föten die Fähigkeit, auditive Stimuli wahrzunehmen und auch auf externe Geräuschstimulationen zu reagieren (BREZINKA et al. 1997).

Vibroakustische Stimulationstests zeigen, dass nach Platzieren eines konventionellen Weckers auf den mütterlichen Abdomen bei Föten der 36. Schwangerschaftswoche eine Erhöhung der Herzfrequenz und Zunahme der Bewegungen innerhalb der ersten 6 Minuten nach Stimulation beobachtet werden können (BREZINKA et al. 1998).

Auch D'ELIA et al. (2005) konnten eine fötale Reaktion auf vibroakustische Stimulationen 36- bis 42-wöchiger Föten anhand der Erhöhung ihres Herzschlags aufzeigen.

Das Ungeborene ist in der Lage, sogar zwei unterschiedlich „reine Töne“ (250Hz und 500Hz) von zwei verschiedenen Sprachtönen voneinander zu unterscheiden - eher in der 35. als in der 27. Gestationswoche (SHAHIDULLA und HEPPER 1994). Diese früheren Befunde konnten mit Hilfe moderner hirnpfysiologischer Magnetenzephalograph-Untersuchungen (MEG) und durch das Aufzeigen einer signifikanten magnetischen Aktivitätsveränderung im Gehirn 35 bis 40 Wochen alter Föten auf verschiedene Tonhöhen bestätigt werden :

„Here we show that the fetal responses related to discriminating sounds can be recorded, implicating that the auditory change-detection system is functional. These results open new

views to developmental neuroscience [...] and accuracy of the short term memory system of the fetus“. (HOUTILAINEN, *NeuroReport*, Vol. 16: S. 81, 2005).

Die Föten zeigten zusätzlich zu der Veränderung ihrer Hirnaktivität auch leichte Bewegungen während der ersten fünf Minuten nach Stimulation (HUOTILAINEN et al. 2005).

Die Untersuchung der Verarbeitung von Frequenzänderungen akustischer Stimuli konnte mittels des MEG auch an noch jüngeren, 28- bis 39-wöchigen Föten gezeigt werden (DRAGANOVA et al. 2007). Die Autoren dieser Untersuchung postulieren, dass die beobachtete intrauterine Sensibilität auf akustische Stimuli eine wichtige Voraussetzung für die normale kognitive Entwicklung und den späteren Spracherwerb des Kindes sei:

„The ability of the fetus to detect changes in sounds is a prerequisite to normal development for cognitive function; related to language learning and clinical aspects of auditory disorders“. (DRAGANOVA et al., 83(3): 199ff. 2007).

Da ab der 28. Schwangerschaftswoche von einer vollständigen neuronalen Vernetzung des Innenohrs zum Hörzentrum (primäre Hörrinde) auszugehen ist (SPITZER 2002), werden neben dem mütterlichen Herzschlag, Atem- und Darmgeräuschen, Magenknurren und ähnlichen Geräuschen, die durch körperliche Bewegungen verursacht werden (BREZINKA et al. 1997), auch sprachspezifische Stimuli, wie prosodische Merkmale der Muttersprache, schon pränatal wahrgenommen (QUERLEU et al. 1988, FIFER und MOON 1989, MOON et al. 1993, DECASPER et al. 1994).

Da das knöcherne Becken der Mutter auf das Ungeborene wie ein großer Lautsprecher mit einem Frequenzspektrum zwischen 50 und 700Hz wirkt (SPITZER 2002 und LECANUET 1996), sind Knochen- und Wasserleitung auch für „höhere“ Frequenzen sehr effektiv (SPITZER 2002). Der höherfrequente Anteil des Schalls, der von außen über die Bauchdecke eindringt, wird allerdings sehr stark gefiltert (SPITZER 2002), sodass das Ungeborene nur die

Sprachmelodie und den Sprachrhythmus wahrnimmt (GERHARDT und ABRAMS 1996).

Anhand unterschiedlicher motorischer Reaktionen oder Änderungen implizierter Reaktionsweisen der Föten konnte gezeigt werden, dass geburtsreife Kinder auch unterschiedliche Lautfolgen (Männer- und Frauenstimmen) voneinander unterscheiden konnten (LECANUET et al. 1993).

Bedingt durch pränatale Erfahrungen und vorgeburtlich gereifte Verarbeitungsmechanismen zeigen Neugeborene die Fähigkeit einer sprachrelevanten Wahrnehmungsleistung. Sie erkennen ihre eigene Muttersprache anhand prosodischer Merkmale (MEHLER et al. 1988, JUSCZYK 2000, NAZZI et al. 1998) und ziehen die Stimme ihrer Mutter anderen weiblichen Stimmen vor (DECASPER und FIFER 1980, DECASPER und SPENCE 1986, QUERLEU et al. 1988, FIFER und MOON 1989, MOON et al. 1991, HEPPER et al. 1993, HEPPER und SHADULLAH 1994, MEHLER et al. 1978).

Darüber hinaus können sie auch ihnen völlig fremde, prosodisch differente Sprachen voneinander unterscheiden (MEHLER et al. 1988, NAZZI et al. 1998, RAMUS et al. 2000).

Erstaunlicherweise haben die Ungeborenen nicht nur die Fähigkeit, sensorische, vor allem auditive Erfahrungen zu sammeln, sondern besitzen auch eine Art fötales (Kurzzeit-) Gedächtnis (HEPPER 1996). Studien von HEPPER (1988, 1991) belegen die Fähigkeit des pränatalen Wahrnehmens, Lernens und Erinnerns charakteristischer Titelmelodien einer täglichen TV-Serie, die die Mütter während ihrer Schwangerschaft sahen. Ein Vorspielen dieser Titelmelodie bewirkte in der ersten Postnatalwoche bei den Neugeborenen deutliche Verhaltensunterschiede, im Vergleich zu Neugeborenen, die dieser Titelmelodie nicht ausgesetzt waren (HEPPER 1996).

Eine neuere Untersuchung von FRIEDERICI et al. (2007) hat belegt, dass 4-Monate-alte Säuglinge monolingualer deutscher und französischer Familien

unterschiedliche hirnpfysiologische Reaktionen auf Betonungsmuster beider Sprachen (Testung zweisilbiger Wörter) zeigen. Ereigniskorrelierte Potentialmessungen demonstrierten die jeweils als „abweichend“ erkannten Betonungen des nicht-muttersprachlichen Betonungsmusters.

Unterstützt wird diese Ansicht auch durch die Studien von WEIKUM et al. (2007), die, ebenfalls bei 4-Monate-alten Säuglingen, die Fähigkeit zur Erkennung verschiedener Sprachen, basierend auf Form und Bewegungen des Mundes und der Mimik der Sprecher, zeigt. Diese Fähigkeit verliert sich übrigens im Alter von 8 Monaten wieder, wenn die Kinder nicht zweisprachig aufwachsen (WEIKUM et al. 2007). Damit wurde im Gegensatz zu früheren Studien gezeigt, dass sprachspezifische Mechanismen bereits vor dem 6. Lebensmonat nachweisbar sind.

Diese Verhaltensstudien belegen, dass Neugeborene eine erhöhte Sensibilität für die Intonationsmuster ihrer Muttersprache und sprachrelevante akustische Stimuli besitzen.

Bei dieser Prägung muss es natürlich gleichzeitig eine gewisse Flexibilität und Universalität geben, um jedes Neugeborene dazu zu befähigen, jede beliebige Umgebungssprache zu erlernen.

Die beispielhaft aufgeführten hohen perzeptiven Diskriminationsleistungen junger Säuglinge (MEHLER et al. 1988, MOON et al. 1993, JUSCZYK 1997, CHRISTOPHE und MORTON 1998, NAZZI et al. 1998, WEISSENBORN et al. 1998, HÖHLE und WEISSENBORN 1998, JUSCZYK 1999, HÖHLE und WEISSENBORN, 1999) lassen ältere Ansichten relativ unwahrscheinlich erscheinen, die annehmen, dass sich korrespondierende Lautproduktionsleistungen postnatal erst nach mehreren Wochen manifestieren. Durch zahlreiche Studien der Lautproduktionen junger Säuglinge konnte gezeigt werden, dass ihre Gurr- und Babbellaute bereits durch sprachspezifische Eigenschaften modifiziert sind (VIHMAN 1985, FLETCHER und GARMAN 1986, VIHMAN et al. 1986, VIHMAN und GREENLEE 1987, WHALEN et al. 1991, FIKKERT 1994, JUSCZYK 1997, OLLER 2000).

BOYSSON-BARDIES und Mitarbeiter (1986) konnten feststellen, dass Säuglinge im Alter von drei Monaten die Sprachmelodie ihrer Muttersprache nachzuahmen versuchen.

Auch aufgrund der neueren Erkenntnisse zum pränatalen Hören ist es eher wahrscheinlich, dass die intrauterin auditiv wahrgenommenen sprachspezifischen Muster und Intonationen der mütterlichen Sprechweise bereits die ersten Lautäußerungen Neugeborener und junger Säuglinge beeinflussen. So postulierte auch HEPER (1996):

„It may be that experience of speech prenatally begins the process of acquiring language“ (HEPPER, P. G., Acta Paediatrica Supplement, Vol. 416: p. 16ff. 1996).

Föten und Neugeborene beginnen damit den Spracherwerb mit der Fähigkeit, jede beliebige Sprache der Welt zu erlernen bei gleichzeitiger Bevorzugung intrauterin „erlernter“ Spezifika.

Damit liegt es auf der Hand zu vermuten, dass bereits die ersten Laute eines Neugeborenen, seine Weinaute, intrauterine Hörerfahrungen reflektieren.

Für diese Annahme gibt es bereits erste Hinweise aus der Untersuchung französischer Neugeborener im Rahmen eines EU-Projektes (CALACEI-Projekt 2005). Französische Neugeborene zeigten eine Präferenz für steigende Melodiekonturen in ihren Weinauten, während die Kontrollgruppe deutscher Neugeborener fallende Melodiekonturen bevorzugten (MAMPE 2007).

Die Ansichten, dass Säuglingsschreie fixierte, reflexartige Lautproduktionen ohne jegliche sprachrelevante Eigenschaften darstellen, konnte erst innerhalb der letzten Jahre durch eine systematische Analyse von Säuglingslauten widerlegt werden (z.B. TONKOVA-YAMPOL'SKAYA 1986, LIEBERMANN 1985, MENDE und WERMKE 1992, WERMKE und MENDE 1992, WERMKE 2002, WERMKE 2004). Die gefundenen Ähnlichkeiten der Intonationsmuster von Säuglingsschreien zu denen der später gesprochenen Zielsprache wurden

bereits von TONKOVA-YAMPOL'SKAYA (1986) und LIEBERMANN (1985) als deutlicher Hinweis auf eine kontinuierliche Entwicklung von Säuglingsschreien zu Sprach- und Sprechlauten interpretiert.

Insbesondere durch die Forschergruppe von K. WERMKE am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg und W. MENDE (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften) sowie kooperierenden Kollegen und Studenten, wurden in den letzten Jahren Konzepte zum Nachweis der Eignung früher Säuglingslaute als Risikomarker für potenzielle Sprachentwicklungsstörungen erarbeitet (LIND 1965, MENDE und WERMKE et al. 1990, MENDE und WERMKE 1992, BORSCHBERG und RUPPERT 1998, LIND und WERMKE 2002, WERMKE et al. 2002, WERMKE und FRIEDERICI 2004, HAUSSCHILDT 2006, WERMKE 2006, DENNER 2007, DOKOU 2007, STECK-WALTER 2007, WERMKE et al. 2007, LEDERMANN et al. 2008).

Dabei zeigte sich vor allem die Melodiestructur im 2. Lebensmonat (WERMKE et al. 2007) und die beginnende artikulatorische Aktivität im 3./4. Monat (WERMKE et al. 2002) als geeignete Messgrößen zur Identifikation eines potenziellen Sprachentwicklungsrisikos. Diese Größen wurden auch hinsichtlich ihrer Eignung zur Prädiktion eines zusätzlich zur Spaltbildung bestehenden Sprachentwicklungsrisikos bei Säuglingen mit oro-fazialer Spalten getestet (WERMKE et al. 2002, WERMKE et al. 2005, KEMPF et al. 2008)

Damit sind erstmalig Frühindikatoren erarbeitet worden, die möglicherweise dazu geeignet sein könnten, ein erhöhtes Risiko für bestimmte spätere Sprachentwicklungsstörungen zu identifizieren. Erst wenn man solche Frühindikatoren identifiziert und nachfolgend geeignet validiert hat, kann man sie in der klinischen Praxis, z.B. zur individuell-optimierten Behandlung von Säuglingen mit orofazialen Spalten, einsetzen.

Auch die Entwicklung geeigneter frühtherapeutischer Interventionen setzt eine diagnostische Vorarbeit voraus.

## **Wozu muss man aber wie in vorliegender Arbeit Daten japanischer Neugeborener untersuchen?**

In der heutigen multi-kulturellen und damit multi-lingualen Gesellschaft stammen die in der interdisziplinären Spaltsprechstunde betreuten Patienten mit orofazialer Spaltbildung zunehmend auch aus Familien ohne monolingualen Hintergrund.

Das bedeutet, dass diese Kinder im letzten Schwangerschaftstrimenon und postnatal verschiedenen Sprachmelodien und -rhythmen ausgesetzt sind. Die vorangehend aufgezeigten frühen Prägungen beeinflussen die vorsprachlichen Laute dieser Säuglinge. In welcher Weise dies geschieht und inwiefern potenzielle Frühindikatoren dies berücksichtigen müssen, ist u.a. Gegenstand der Forschung am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES).

Um sprachspezifische Einflüsse möglichst unverfälscht untersuchen zu können, sind Säuglingsstudien in anderen Ländern erforderlich; vorzugsweise solchen, deren Sprachprosodie sich deutlich von der deutschen unterscheidet.

Die vorliegende Arbeit hatte das Anliegen, mit der signalanalytischen Auswertung von Säuglingsschreien japanischer Neugeborener in ihrer ersten Postnatalwoche einen Beitrag zur Charakterisierung frühester sprachspezifischer Prägungen vorsprachlicher Laute zu liefern.

Aufgrund des sich deutlich vom indogermanischen Sprachraum abhebenden Sprachmusters bei gleichzeitig vorhandener hochgradiger Sprachhomogenität im japanischen Inselreich, bot sich ein innovativer Ansatz zur Untersuchung des Einflusses pränataler Prägung auf Melodiemuster erzeugter Säuglingslaute.

Dabei ging es darum zu untersuchen, ob sich in den ersten Lauten japanischer Neugeborener bereits Einflüsse der von der Mutter gesprochenen Sprache (hier Hiroshima-Dialekt) zeigen. Darüber hinaus war es auch Anliegen, durch Vergleich mit deutschen Neugeborenen gleichzeitig universelle Prosodiebausteine in den Säuglingslauten zu beschreiben.

Ziel vorliegender Arbeit besteht in der Untersuchung spektraler und melodischer Eigenschaften spontan erzeugter japanischer Neugeborenenerschreie (keine Schmerzschreie) und dem Vergleich ausgewählter akustischer Messgrößen, die in gleicher Weise von einer geeigneten deutschen Kontrollgruppe erhoben wurden.

Zu diesem Zwecke wurden 68 eutrophe, allgemeinmedizinisch, vor allem neurologisch unauffällige japanische Einlinge erster Postnatalwoche im Zeitraum von Mitte April bis Ende Mai 2007 von der Autorin vorliegender Arbeit in Hiroshima, Japan, aufgenommen.

Die Autorin ist bilingual (deutsch/japanisch) aufgewachsen und war somit in der Lage, diese Untersuchung durchzuführen.

Der Vergleich der 1535 Lautproduktionen der japanischen Neugeborenen erfolgte zu 2400 Lautäußerungen von 43 eutroph geborener, gesunder deutscher Neugeborener.

Die Daten dieser Kontrollgruppe entstammen der Datenbank am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg.

Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob sich in den Schreien der japanischen Neugeborenen bereits sprachspezifische Prägungen anhand prosodischer Messgrößen zeigen. Die Studienhypothese nimmt dies, basierend auf dem Befund bei französischen Neugeborenen (MAMPE 2007), an.

Sollte sich die Hypothese bestätigen, liefert die Untersuchung ein weiteres Argument dafür, dass sprachspezifische Einflüsse bei der Frühdiagnose bestehender Risiken für Sprachentwicklungsstörungen berücksichtigt werden sollten. Dies gilt für Säuglinge mit und ohne orofazialer Spaltbildung.

Die vorliegende Arbeit liefert damit einen Beitrag zur Erarbeitung sprachuniverseller Frühindikatoren für Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten.

## **2 Materialien und Methoden**

### **2.1 Studiendesign, Umsetzung der Studienplanung und Probandenauswahl**

#### **2.1.1 Studiendesign**

Um die spektralen und melodischen Eigenschaften von Lautäußerungen japanischer Neugeborener der ersten Postnatalwoche signalanalytisch auswerten, untersuchen und charakterisieren zu können, wurden für die vorliegende Arbeit spontane Säuglingsschreie japanischer Neugeborener im Lebensalter von zwei bis sieben Tagen von Mitte April bis Ende Mai 2007 in Hiroshima, Japan, aufgenommen. So gewonnene Daten in Form digitaler Schreiaufnahmen wurden anschließend im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. A. Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg signalanalytisch ausgewertet.

Zu Vergleichszwecken wurde eine geeignete, altersadäquate Kontrollgruppe deutscher Neugeborener herangezogen.

#### **2.1.2 Umsetzung und Studienplanung**

Die Vorplanungen zur Studiendurchführung in Japan erfolgten schrift- und fernmündlich über den ehemaligen Vorsitzenden der Ärztekammer von Hiroshima, Herrn Dr. Takashi Takiguchi.

Durch seine Vermittlung konnten Aufnahmen am städtischen Hiroshima City Hospital, am Chuden Hospital (Hospital of the Electric Power Company) sowie

am privatärztlich geführten Masaoka Hospital im Zentrum der Stadt Hiroshima, durchgeführt werden.

Die anschließende, formelle schriftliche Anfrage führte schließlich zum dortigen Konsil der Chef- und Oberärzte der gynäkologischen sowie neonatologischen Abteilungen sowie der Klinikdirektoren aller drei oben genannten japanischen Kliniken.

Für das städtische Hiroshima City Hospital zeichneten verantwortlich Dr. Tomio Okazaki, für das Chuden Hospital Dr. Yasutaka Hasegawa und für das Masaoka Hospital Dr. Yoshinori Masaoka, Dr. Hiroshi Masaoka und Dr. Tohru Masaoka.

Es erfolgte eine erneute Abstimmung der Kommission mit dem bürgenden Fachkollegen Takiguchi; anschließend erst wurde der Durchführung dieser non-invasiven Studie zugestimmt.

Dies wurde der Autorin vorliegender Arbeit schrift- und fernmündlich zugestellt; zugleich galt die Zusage nur für den Fall der alleinigen Durchführung der Datenerhebung durch die Autorin selbst.

Durch die Möglichkeit, drei auch bezüglich des Patientenlientels verschiedene Kliniken in Hiroshima für die Lautaufnahmen zu besuchen, konnte ein entsprechend repräsentativeres Neugeborenenkollektiv untersucht werden.

### **2.1.3 Auswahl der japanischen Probandengruppe (PG)**

Die Rekrutierung der japanischen Neugeborenen erfolgte durch die Neonatologen und Hebammen der jeweiligen Klinik, basierend auf den zuvor festgelegten Auswahlkriterien.

**Tabelle 1: Auswahlkriterien der Probanden**

• kontrollierte Schwangerschaft mit unauffälligem Verlauf
• Spontangeburt oder primäre Sectio caesarea (aus mütterlicher Indikation)

oder Fehllage)
• Gestationsalter zwischen 37+0 und 41+6 SSW
• möglichst AGA-Säugling (eutroph)
• APGAR-Werte 1' $\geq$ 8, 5' $\geq$ 9 / Umbilikalvenen-pH $>$ 7.20
• Bilirubinlevel $<$ 360 $\mu$ mol/l
• keine symptomatische Hypo/Hyperglykämie
• Otoakustische Emissionen (OAE screening) beidseits gut ableitbar (soweit vorhanden) <sup>1</sup>
• unauffällige neurologische Erstuntersuchung
• beide Eltern japanischer Nationalität und Japanisch die einzig gesprochene Sprache zu Hause
• Bereiterklärung zur Teilnahme an der Studie sowie schriftliche Einverständniserklärung der Eltern nach ausführlichem Aufklärungsgespräch

Es konnten 68 Neugeborene rekrutiert werden.

Tabelle 2 enthält eine Übersicht der insgesamt rekrutierten Probanden mit Auflistung der zum Geburtszeitpunkt gemessenen Körpermaße, der Geburtsmodi, der SSW, der APGAR-Werte (1' und 5 ') sowie des Geschlechtes.

**Tabelle 2: Übersicht der rekrutierten Probanden [n=68]**

	GBM	SSW	GBGW [g]	GBL [cm]	KU [cm]	APGAR 1'	APGAR 5'	GS	Alter [d]
<b>Kind1</b>	1	40+0	2604	48	32	9	10	m	4
<b>Kind2</b>	1	40+0	2866	49	31,5	9	10	w	4
<b>Kind3</b>	1	39+0	3056	50	34	9	10	w	4
<b>Kind4</b>	1	39+0	2970	49	32,5	9	10	w	6
<b>Kind5</b>	2	36+5	2396	47	32	9	10	w	6
<b>Kind6</b>	2	40+3	3584	48,9	36,6	9	10	m	6
<b>Kind7</b>	1	39+1	3536	51,8	34,6	9	10	m	6

<sup>1</sup> Da die otoakustischen Emissionen (Neugeborenen-Hörscreening) nur im Hiroshima City Hospital routinemäßig durchgeführt werden, liegen uns keine entsprechenden Daten für die japanischen Probanden vor, die in den anderen beiden Kliniken untersucht wurden.

Kind8	1	38+0	2780	48,5	32	9	10	m	5
Kind9	1	39+4	2952	49	33	9	10	m	6
Kind10	1	39+1	3242	51	34	9	10	m	6
Kind11	1	39+4	3222	50	33	9	10	m	6
Kind12	1	39+6	2900	50	32	9	10	w	6
Kind13	1	39+1	3568	53	35	9	10	m	5
Kind14	1	39+4	3398	53	33,5	9	10	m	4
Kind15	1	41+1	2808	51	32	9	10	w	6
Kind16	1	39+6	2602	46	31,5	9	10	w	4
Kind17	1	41+3	2976	51	34	9	10	m	4
Kind18	2	40+2	3838	52,5	36,8	9	10	m	5
Kind19	1	38+5	2682	46,5	31,2	9	10	w	5
Kind20	1	40+3	3224	49,5	33,3	9	10	w	4
Kind21	1	40+5	3252	50,5	34,2	9	10	m	5
Kind22	1	40+4	3118	50,5	33	9	9	w	5
Kind23	1	39+3	2908	51	31,5	9	9	w	5
Kind24	1	39+5	2638	49,3	33,5	9	10	w	5
Kind25	1	40+2	3176	49	35	9	10	m	4
Kind26	1	39+3	3874	51	34	9	10	m	4
Kind27	1	39+0	3080	50	33	9	10	w	4
Kind28	1	40+2	3854	52	34	9	10	m	2
Kind29	1	39+3	2528	49	32	9	10	w	5
Kind30	2	38+5	2800	50	33	9	10	m	5
Kind31	1	39+2	2522	50	33	9	9	m	4
Kind32	2	38+3	3086	50,5	34,5	9	10	m	4
Kind33	1	39+3	2934	53	33	9	10	m	4
Kind34	1	39+6	3322	50	35	9	10	m	3
Kind35	2	38+0	2720	48	34	9	10	m	6
Kind36	1	38+4	3402	51	33	9	10	m	5
Kind37	2	37+3	2912	48	35	9	9	m	6
Kind38	1	37+3	2848	46,8	33,1	10	10	w	4
Kind39	1	40+3	3128	47	33	10	10	w	5
Kind40	1	39+5	3034	50	32,5	9	9	w	3
Kind41	1	39+3	3522	50,5	34,9	9	9	w	3
Kind42	2	40+6	3220	52	35	9	10	m	4
Kind43	1	39+3	3334	46,5	33,5	9	10	w	5
Kind44	1	39+6	2988	52	33	9	10	m	4
Kind45	1	39+4	3374	51,5	32,5	9	10	m	6
Kind46	1	39+6	2588	49	31,5	8	10	w	5
Kind47	1	40+3	3052	50	33	9	10	m	6
Kind48	1	37+6	2624	50,5	32	9	10	w	4
Kind49	1	40+2	3232	50,5	33,5	9	10	m	5
Kind50	1	39+2	3128	50,5	34	9	10	m	6
Kind51	2	38+0	2934	50	34,5	9	9	m	5
Kind52	1	38+6	2942	49,5	33	10	10	w	4
Kind53	2	37+6	3048	50	34	9	9	m	4
Kind54	1	41+5	2880	49,5	33,5	9	9	m	5

<b>Kind55</b>	1	40+2	3028	47,3	32,5	9	10	m	4
<b>Kind56</b>	1	39+3	2972	48,5	32,7	9	10	m	5
<b>Kind57</b>	1	37+0	2552	46,6	32	9	10	w	5
<b>Kind58</b>	1	38+4	3034	51	33,5	9	9	m	4
<b>Kind59</b>	2	39+3	3462	50	36	9	10	m	3
<b>Kind60</b>	1	39+2	2680	48	34	9	10	w	5
<b>Kind61</b>	1	40+4	2822	49,5	31	9	9	w	4
<b>Kind62</b>	2	40+4	3018	46,6	34,6	9	10	m	5
<b>Kind63</b>	2	40+0	3376	50,5	35,5	9	10	w	6
<b>Kind64</b>	1	38+6	2938	49,1	32,9	9	10	w	4
<b>Kind65</b>	1	37+1	2508	48,5	31	9	9	m	4
<b>Kind66</b>	2	40+0	3070	52,5	34	9	9	m	7
<b>Kind67</b>	1	40+5	2890	50	32	9	9	w	5
<b>Kind68</b>	1	39+6	3178	50,5	32	9	9	m	6

GM=Geburtsmodus, 1=Spontanpartus, 2=primäre Sectio caesarea, SSW=Schwangerschaftswoche, GBGW=Geburtsgewicht in g, GBL=Geburtslänge in cm, KU=Kopfumfang in [cm], GS=Geschlecht;  
 Grau markiert=ausgeschlossene Probanden (Erklärung im Text)  
 Pink markiert=somatische Werte geringfügig unter der 10. Perzentile

Von den ursprünglich 68 rekrutierten Neugeborenen wurden fünf Neugeborene (Tabelle 2, grau markiert) von der weiteren Teilnahme ausgeschlossen, da sie eine behandlungsbedürftige postnatale Hyperbilirubinämie aufwiesen, die dafür bekannt ist, bestimmte Schreimerkmale stark verändern zu können (KOIVISTO 1987).

13 weitere Probanden wurden aufgrund einer zu geringen Anzahl verwertbarer Signale nicht in die weitere Analyse einbezogen.

Da nur spontane Lautproduktionen und/oder Weinen analysiert werden sollten, mussten die Daten von weiteren drei Neugeborenen ausgeschlossen werden, da sich mögliche Schmerzschreie in Folge der Aufnahmesituation unter den Lauten befinden konnten. Dies zeigte sich durch einen hohen Anteil geräuschhafter Elemente.

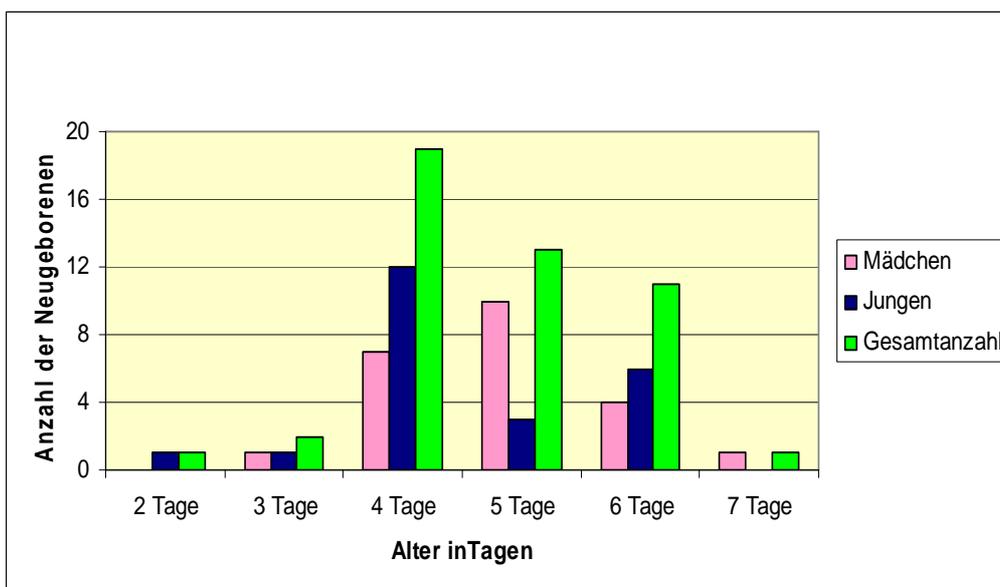
Für die vorliegende Untersuchung konnten damit 47 allgemeinmedizinisch unauffällige japanische Einlinge mit stabilem Allgemeinzustand rekrutiert werden (Tabelle 2, schwarz gedruckt).

Das Patientenkollektiv für die hier durchgeführten Analysen setzt sich damit aus 26 männlichen und 21 weiblichen japanischen Neugeborenen zusammen.

Die japanische Gruppe wird im Folgenden **PG** (*Probandengruppe*) bezeichnet. Die Anzahl untersuchter Neugeborener aus den drei Kliniken ist in Tabelle 3 aufgeführt, die Altersverteilung dieses Kollektivs ist in Abbildung 1 dargestellt.

**Tabelle 3:** Anzahl der pro Klinik rekrutierten und in der vorliegenden Arbeit untersuchten japanischen Neugeborenen [n=47]

	Hiroshima City Hospital	Chuden Hospital	Masaoka Hospital
<b>Gesamtanzahl [n]</b>	13	10	24
<b>mannlich</b>	6	3	13
<b>weiblich</b>	7	7	11



**Abbildung 1:** Altersverteilung der in der vorliegenden Arbeit untersuchten japanischen Neugeborenen [n=47]

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung in Form digitaler Lautaufzeichnungen waren insgesamt 19 der Neugeborenen vier Tage alt, 13 fünf und 11 sechs Tage alt. Zwei der Neugeborenen waren drei Tage alt und jeweils ein Neugeborenes war zwei bzw. sieben Tage alt.

Zum Untersuchungszeitpunkt waren damit 40% der Neugeborenen 4 Tage alt; 29% fünf Tage alt.

Das prozentuale Verteilungsmaximum zum Zeitpunkt der Datenerhebung lag bei den männlichen Neugeborenen zu 25% am 4., und zu 13% am 6. Postnataltag, während es beim weiblichen Patientenkollektiv zu 40% am 4. und zu 29% am 5. Lebenstag lag.

Das durchschnittliche Alter der Neugeborenen zum Aufnahmezeitpunkt betrug sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen 4,7 Tage.

Das Gestationsalter lag zwischen 37+1 und 41+5 SSW (Mittelwert: 39,3 SSW).

Das Geburtsgewicht des Probandenkollektivs betrug durchschnittlich 2965g ( $\pm 490$ ). Bei den männlichen Neugeborenen lag das Durchschnittsgewicht bei 3058g ( $\pm 314$ ), bei den weiblichen Neugeborenen bei 2856g ( $\pm 210$ ).

Die Geburtslänge des Gesamtkollektivs betrug 49cm ( $\pm 1,7$ ).

Bei den Jungen lag die durchschnittliche Geburtslänge bei 50,3cm ( $\pm 1,6$ ), während der Mittelwert bei den japanischen Mädchen bei 49cm ( $\pm 1,6$ ) lag.

Der durchschnittliche Kopfumfang der Neugeborenen lag bei 33cm ( $\pm 1,1$ ).

Bei den männlichen Säuglingen betrug er 33,5cm ( $\pm 1,1$ ), bei den weiblichen Säuglingen 32,4cm ( $\pm 0,8$ ).

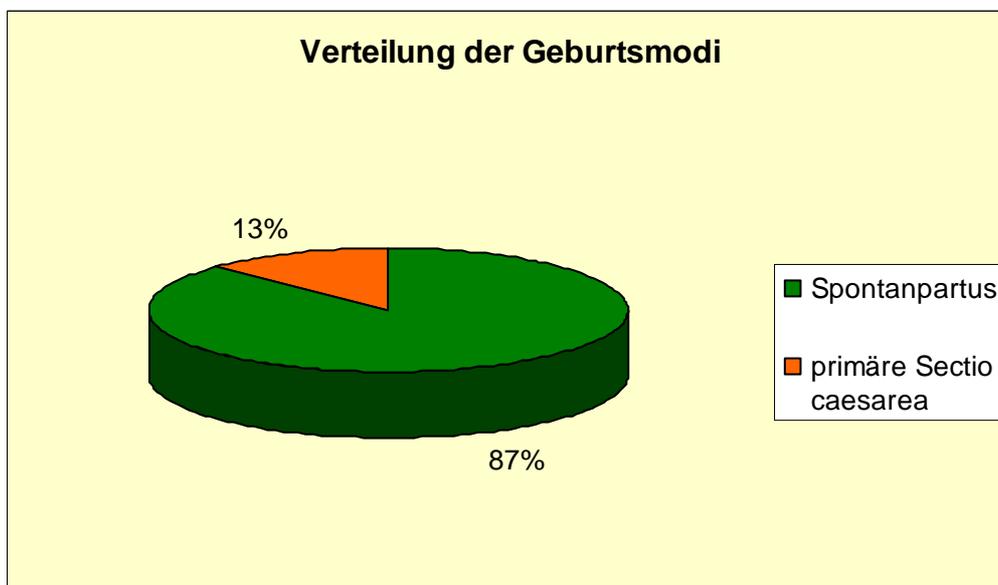


Abbildung 2: Verteilung der Geburtsmodi [n=47]

Bei den sechs Probanden (13% des Gesamtkollektivs), die primär per sectionem caesaream geboren sind, handelt es sich ausschließlich um *männliche* Probanden, deren Geburtsgewicht durchschnittlich bei 3053g ( $\pm 272,2$ ), die Geburtslänge bei 50cm ( $\pm 1,3$ ) sowie der Kopfumfang bei 34cm ( $\pm 1,0$ ) lag.

Grundlage einer somatischen Klassifikation ist die Einschätzung des Geburtsgewichtes in Abhängigkeit vom Gestationsalter anhand von Perzentilkurven.

Liegen die somatischen Werte der Neugeborenen unter der 10. bzw. unter der 3. Perzentile, spricht man von hypotrophen Säuglingen (SGA-Säuglinge), während bei hypertrophen Säuglingen die Werte über der 90. bzw. über der 97. Perzentile liegen. Für die japanischen Neugeborenen werden japanische Normwerte zur Klassifikation verwendet (Tabelle 4), für die Kontrollgruppe deutsche (VOIGT et al. 1996).

**Tabelle 4: Somatische Klassifikation des Probandenkollektivs [n=47]**  
(vgl. Tabelle 27, 28, 29 im Anhang)

	<b>GBGW</b> <b>[Perzentile]</b>	<b>GBL</b> <b>[Perzentile]</b>	<b>KU</b> <b>[Perzentile]</b>
<b>Kind 1</b>	10. - 25.	25. - 50.	10. - 25.
<b>Kind 2</b>	25. - 50.	50. - 75.	10. - 25.
<b>Kind 3</b>	50. - 75.	75. - 90.	75. - 90.
<b>Kind 4</b>	50. - 75.	50. - 75.	25. - 50.
<b>Kind 7</b>	90. - 97.	90. - 97.	50. - 75.
<b>Kind 8</b>	25. - 50.	25. - 50.	10. - 25.
<b>Kind 9</b>	25. - 50.	50.	25. - 50.
<b>Kind 10</b>	50. - 75.	90.	50. - 75.
<b>Kind 11</b>	50. - 75.	50. - 75.	25. - 50.
<b>Kind 12</b>	25. - 50.	75. - 90.	10. - 25.
<b>Kind 14</b>	75. - 90	> 97.	50.
<b>Kind 15</b>	25. - 50.	90. - 97.	10. - 25.
<b>Kind 16</b>	10. - 25.	03. - 10.	10. - 25.
<b>Kind 17</b>	25. - 50.	90.	50. - 75.

<b>Kind 19</b>	10. - 25.	10. - 25.	03. - 10.
<b>Kind 22</b>	50. - 75.	75. 90.	50.
<b>Kind 23</b>	25. - 50.	90. - 97.	10. - 25.
<b>Kind 24</b>	10. - 25.	25. - 50	50. - 75.
<b>Kind 25</b>	50. - 75.	50.	75. - 90.
<b>Kind 27</b>	50. - 75.	75. - 90.	50.
<b>Kind 28</b>	> 97.	97.	50. - 75.
<b>Kind 29</b>	10. - 25.	50. - 75.	10. - 25.
<b>Kind 30</b>	25. - 50.	50. - 75.	25. - 50.
<b>Kind 31</b>	10. - 25.	50. - 75.	25. - 50.
<b>Kind 33</b>	25. - 50.	> 97.	25. - 50.
<b>Kind 35</b>	10. - 25.	10. - 25.	50. - 75.
<b>Kind 38</b>	25. - 50.	10. - 25.	25. - 50.
<b>Kind 40</b>	50. - 75.	75. - 90.	10. - 25.
<b>Kind 42</b>	50. - 75.	97.	75. - 90.
<b>Kind 43</b>	75. - 90.	10. - 25.	50. - 75.
<b>Kind 44</b>	25. - 50.	10. - 25.	50. - 50.
<b>Kind 45</b>	75. - 90.	90. - 97.	10. - 25.
<b>Kind 46</b>	10. - 25.	50. - 75.	10. - 25.
<b>Kind 47</b>	50. - 75.	50. - 75.	25. - 50.
<b>Kind 48</b>	10. - 25.	75. - 90.	10. - 25.
<b>Kind 50</b>	50. - 75.	75. - 90.	50. - 75.
<b>Kind 52</b>	25. - 50.	50. - 75.	50.
<b>Kind 53</b>	50. - 75.	50. - 75	50. - 75.
<b>Kind 54</b>	25. - 50.	50. - 75.	50.
<b>Kind 55</b>	50. - 75.	10. - 25.	10. - 25.
<b>Kind 57</b>	10. - 25.	10. - 25.	10. - 25.
<b>Kind 58</b>	50. - 75.	90.	50.
<b>Kind 59</b>	75. - 90.	50. - 75.	> 97.
<b>Kind 60</b>	10. - 25.	25. - 50.	75. - 90.
<b>Kind 65</b>	03. - 10.	25. - 50.	< 03.
<b>Kind 66</b>	50. - 75.	> 97.	50. - 75.
<b>Kind 67</b>	25. - 50.	75. - 90.	10. - 25.

GBGW=Geburtsgewicht, GBL=Geburtslänge, KU=Kopfumfang

Die somatische Klassifikation (Tab. 4) veranschaulicht, dass einzelne Werte bei sechs Probanden geringfügig unter der 3. oder über der 97. Perzentile liegen (vgl. Tabelle 4, pink markiert).

Die Perzentilwerte der anderen 41 japanischen Neugeborenen liegen für alle drei Messgrößen zwischen der 10. und 90. Perzentile: Es handelt sich somit um mehrheitlich (87%) eutroph geborene japanische Neugeborene (AGA-Säuglinge).

Für eine präzisere Klassifikation wäre es sinnvoll, auch die mütterliche bzw. elterliche Konstitution und damit genetische Determinanten zu berücksichtigen, da insbesondere die anthropometrischen Merkmale der Mutter (Körpergewicht und Körperlänge) nachweislich die somatischen Maße des Kindes mitbeeinflussen (VOIGT et al. 1997). Für den Fokus der vorliegenden Untersuchung ist dies jedoch nicht erforderlich.

#### **2.1.4 Auswahl der deutschen Kontrollgruppe (KG)**

Als Vergleichskollektiv dienten 43 eutroph geborene, gesunde monolingual-deutsche Neugeborene, deren Daten in der Datenbank am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg vorliegen.

Die Auswahlkriterien der Referenzgruppe entsprechen denen der japanischen Probandengruppe (PG) (vgl. Tab. 1).

Das Gestationsalter der Kontrollgruppe beträgt im Mittelwert 40 Wochen (min: 38, max: 41), der Mittelwert ihrer Geburtsgewichte 3460 (SD: 421,8; min: 2660, max: 4195) in [g], der Mittelwert ihrer Geburtslängen 51,3 (SD: 1,9; min: 47, max: 55) in [cm] sowie der Mittelwert ihre Kopfumfänge 34,7 (SD: 1,3; min: 31, max: 37) in [cm].

Die Werte der Geburtsgewichte und Kopfumfänge der Neugeborenen des Kontrollkollektivs verhalten sich hinreichend normal verteilt. Der Signifikanztest

lieferte hier eine Tendenz zu einem nicht signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von  $p < 0,0001$  (t-Test).

Für die Werte der Gestationswochen und Geburtslängen zeigt die Testung keine hinreichende Normalverteilung ( $p < 0,001$ ). Somit wurde der Test auf signifikante Unterschiede zwischen beiden Größen mit einem nichtparametrischen Test durchgeführt, der keine signifikanten Unterschiede aufzeigte (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,279$ ).

## 2.2 Datenerhebung

Mit Unterstützung von Frau Emiko Abe und Frau Kazuko Dahlem wurde von der Autorin vorliegender Arbeit ein Gesprächsprotokoll und eine schriftliche Information<sup>2</sup> in japanischer Sprache entworfen. Weiterhin wurden die Dokumentationsbögen der Patientendaten sowie Fragebögen zu aktiver musikalischer Betätigung und/oder musikalischen Hörgewohnheiten der Mütter während der Schwangerschaft übersetzt.

Eine besondere Bedeutung bei der Probandenauswahl kam dem einsprachigen, ausschließlich japanischen Sprachinput während der Schwangerschaft (insbesondere ab der 24./25. Schwangerschaftswoche) zu, da ab diesem Zeitpunkt das Gehör des Fötus voll ausgereift ist und die extrauterine Umgebung auditiv wahrgenommen werden kann (QUERLEU et al. 1988, BOYSSON-BARDIES 2001, OERTER und MONTADA 2002).

Zusätzlich erfolgte aber auch eine Befragung der Mütter nach ihren musikalischen Hörgewohnheiten (Musik passiv) bzw. einer eventuellen aktiven musikalischen Betätigung (Musik aktiv) während der Schwangerschaft und dem Genre, vor allem während des letzten Trimenon (Tabelle 5). Diese Gewohnheiten könnten einen Einfluss auf die spätere Schreimelodie haben.

---

<sup>2</sup> siehe Anhang

**Tabelle 5: Übersicht der Angaben zur aktiven musikalischen Betätigung und zu musikalischen Hörgewohnheiten der Mütter während der Schwangerschaft**

<b>Proband</b>	<b>Aktive Betätigung</b>	<b>Hörgewohnheiten</b>
<b>Kind1</b>	keine Angaben	Keine Angaben
<b>Kind3</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind4</b>	Nein	Westliche Klassikmusik
<b>Kind8</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind9</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind11</b>	Nein	" Musikbox "
<b>Kind12</b>	Nein	Japanischer Pop + westliche Klassikmusik
<b>Kind14</b>	Gesungen	Kinderlieder
<b>Kind15</b>	Nein	Japanischer Pop, Jazz, westlicher Pop
<b>Kind16</b>	Klavier	Westliche Klassikmusik
<b>Kind17</b>	Nein	Gelegentl. japanischer Pop, Entspannungsmusik
<b>Kind22</b>	Gesungen	japanische Kindersongs
<b>Kind23</b>	Klavier	Radio NHK
<b>Kind24</b>	Nichts	Keine Vorlieben
<b>Kind27</b>	Nichts	Keine Vorlieben
<b>Kind28</b>	Nichts	Keine Vorlieben
<b>Kind29</b>	Nichts	Keine Vorlieben
<b>Kind30</b>	Nichts	Westliche Klassikmusik
<b>Kind31</b>	Klavier	Westliche Klassikmusik
<b>Kind33</b>	Nichts	Westliche Klassikmusik + Jazz
<b>Kind35</b>	Klavier	Japanischer Pop ( westlicher Pop )
<b>Kind38</b>	Gesungen	Kinderlieder
<b>Kind40</b>	jap. Zupfinstrument	traditionelle jap.Musik, keltische+schottische Musik
<b>Kind42</b>	Nein	Keine Vorlieben.

<b>Kind43</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind44</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind45</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind46</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind47</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind48</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind50</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind52</b>	Klavier	Westlicher Klassikmusik
<b>Kind53</b>	Klavier	Westliche Klassikmusik (Mutter ist Klavierlehrerin)
<b>Kind57</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind58</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind59</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind60</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind65</b>	Nein	Keine Vorlieben
<b>Kind66</b>	Nein	Japanischer Pop
<b>Kind67</b>	Nein	Japanischer Pop, westliche Klassikmusik

Während der Schwangerschaft waren neun der 46<sup>3</sup> befragten Mütter musikalisch aktiv (19,1%), 27 Mütter (57,4%) hörten regelmäßig Musik.

Mit allen Müttern wurde vor den Lautaufzeichnungen ein Aufklärungsgespräch auf Japanisch geführt und das Informationsblatt ausgehändigt.

Alle Mütter gaben ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie sowie zur Verwendung der Daten zu wissenschaftlichen Zwecken bereit- und freiwillig in schriftlicher Form ab; sie erhielten für die Teilnahme ihrer Kinder an der Studie keine Aufwandsentschädigung.

Bei der Datenerhebung und den digitalen Lautaufnahmen musste zwischen dem Wunsch und der Notwendigkeit, qualitativ geeignete und zahlenmäßig ausreichende Lautaufnahmen aufzunehmen, und der Vorsicht, das sensible

---

<sup>3</sup> Es liegen keine Angaben der Mutter des Kindes1 vor.

Miteinander zwischen Klinikpersonal und Wöchnerinnen nicht zu stören, ein Kompromiss gefunden werden. Hierbei bestand die Schwierigkeit darin, bei Beachtung der für die japanische Mentalität typischen gegenseitigen Rücksichtnahme, ein möglichst großes Patientenkollektiv in einem begrenzten Zeitraum von sechs Wochen zu rekrutieren.

### **2.2.1 Aufnahme und Anzahl der Lautäußerungen japanischer Neugeborener**

Für die digitale Aufnahme aller spontan geäußerten Vokalisationen wurde ein tragbarer Marantz (Professional Model PMD671) Rekorder und ein Earthworks TC20 Mikrophon benutzt.

Der Mikrophonabstand zum Mund des Kindes betrug ca. 15cm, die durchschnittliche Aufnahmezeit zwischen 60-120 Sekunden.

Da es nur eingeschränkt möglich ist, Standardbedingungen für die Aufnahme von spontanen Schreien zu erhalten, wurde versucht, eine gewisse Konstanz der Aufnahmebedingungen zu gewährleisten.

Um eine relative Standardisierung zu erreichen, wurden alle Aufnahmen von der Autorin der vorliegenden Arbeit selbst durchgeführt.

Dies gewährleistete ein einheitliches Vorgehen bezüglich der Mikrophondistanz zum Mund des Kindes, der Aussteuerung des Digitalbandgerätes, der Protokollierung der Aufnahme und der Dokumentation der Probandendaten.

Ein zum Aufnahmezeitpunkt begleitend geführtes Aufnahmeprotokoll enthält Randbedingungen und Bemerkungen (Aufnahmedatum und exakte Uhrzeit, Aufnahmeort, Angaben zu Hintergrundgeräuschen, motorischer Zustand des Kindes und andere Auffälligkeiten).

Die Aufnahmen im Hiroshima City Hospital (*Shimin Byoin*) und Masaoka Hospital wurden in einem separaten, ruhigen Raum, entweder im Säuglingszimmer „*Infant's room*“ oder im unbenutzten Kreißsaal durchgeführt. Der dafür ausgewählte Zeitpunkt wurde um die mittägliche Stillzeit gewählt, um

ausschließlich spontane Säuglingsschreie, d.h. "Hungerschreie" aufzunehmen. Alle 37 Probanden aus dieser Klinik befanden sich dabei in Rückenlage in ihren Betten.

Bei sieben der zehn im Hospital of The Electric Power Company (Chuden Byoin) untersuchten Neugeborenen erfolgte die Aufnahme vormittags während der pflegerischen Versorgung in einem Bade- und Ankleidezimmer, bei weiteren drei Neugeborenen in Liegendposition bei ihren Müttern am Wöchnerinnenbett.

Für die vorliegende Arbeit konnten von den in Japan erhobenen Daten 1535 einzelne Vokalisationsschreie von 47 Neugeborenen analysiert werden. Dies entspricht einer durchschnittlichen Anzahl von 32,6 [min: 16, max: 49] analysierten Vokalisationen pro Proband.

**Tabelle 6: Übersicht der Geburtsdaten, Aufnahmedaten sowie Anzahl der analysierten Laute der Probandengruppe [n=47]**

Proband	AFUH[h]	Lage	Alter zum AZP in [d]	Anzahl der analysierten Laute $\Sigma$
Kind1	14:30	1	4	39
Kind2	14:45	1	4	31
Kind3	14:45	1	4	32
Kind4	15:10	1	6	30
Kind7	10:15	1	6	28
Kind8	11:00	1	5	30
Kind9	14:30	1	6	28
Kind10	14:05	1	6	27
Kind11	14:20	1	6	35
Kind12	14:15	1	6	11
Kind14	14:40	1	4	16
Kind15	14:45	1	6	24
Kind16	15:15	1	4	30
Kind17	15:30	1	4	25
Kind19	10:10	2	5	24
Kind22	15:30	1	5	28
Kind23	15:55	1	5	15
Kind24	14:15	1	5	25
Kind25	14:00	1	4	36
Kind27	14:35	1	4	28
Kind28	14:40	1	2	30
Kind29	14:50	1	5	32

Kind30	15:05	1	5	34
Kind31	15:30	1	4	24
Kind33	14:10	1	4	38
Kind35	15:15	1	6	30
Kind38	10:35	2	4	26
Kind40	15:35	1	3	31
Kind42	10:10	1	4	24
Kind43	10:20	2	5	24
Kind44	14:10	1	4	30
Kind45	14:15	1	6	30
Kind46	14:20	1	5	30
Kind47	14:30	1	6	32
Kind48	14:45	1	4	30
Kind50	15:30	1	6	30
Kind52	15:20	1	4	37
Kind53	15:10	1	4	30
Kind54	16:10	1	5	33
Kind55	11:25	1	4	29
Kind57	11:40	2	5	21
Kind58	15:45	1	4	34
Kind59	10:55	1	3	24
Kind60	11:05	1	5	21
Kind65	15:35	1	4	33
Kind66	09:30	1	7	20
Kind67	09:40	1	5	31

AFUH=Aufnahmeuhrzeit, Lage 1=Rückenlage, 2= von Hebamme gehalten, AZP=Aufnahmezeitpunkt

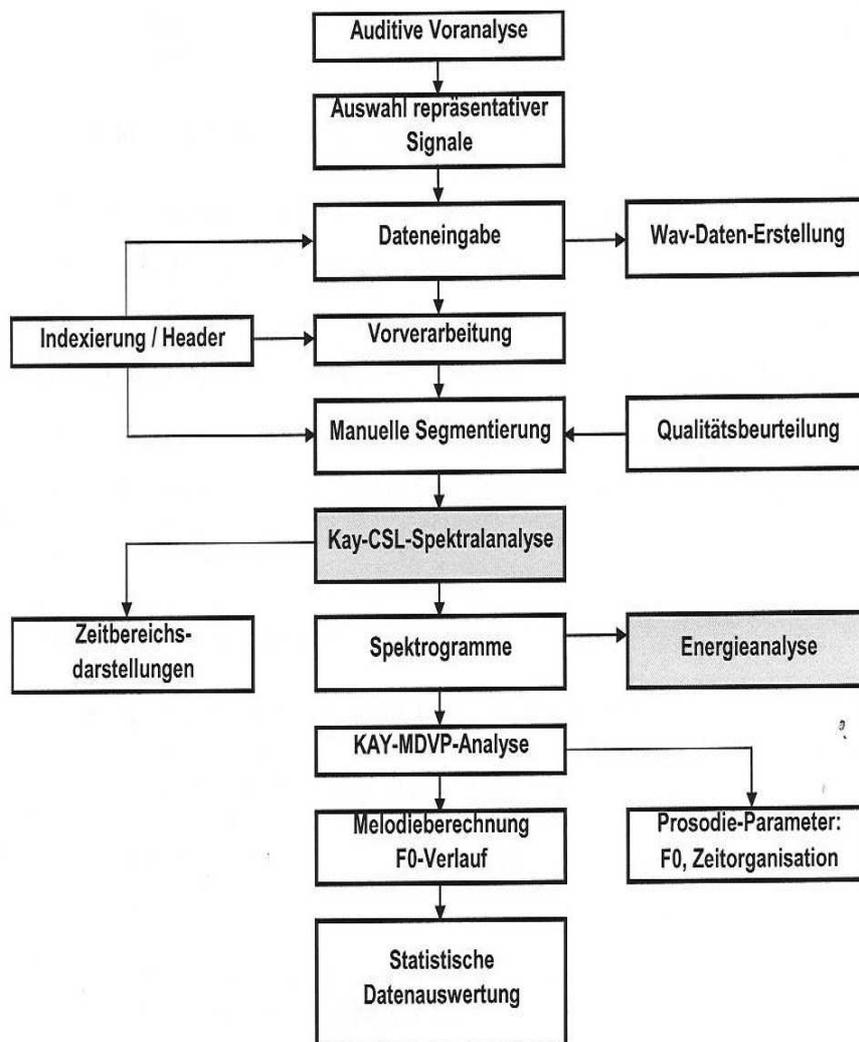
Farberklärung:

	=Masaoka Hospital
	=Chuden Hospital
	=Hiroshima City Hospital

## 2.3 Datenbearbeitung und -analyse

### 2.3.1 Auswerteroutinen

Die standardisierte Datenanalyse ist am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg in verschiedene Bearbeitungsschritte unterteilt, die im Flussdiagramm (Abb. 3) dargestellt und nachfolgend erläutert werden.



**Abbildung 3: Flussdiagramm der Bearbeitungsschritte**

(aus WERMKE 2002: Untersuchung der Melodieigenschaften im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten)

### **2.3.1.1 Dateneingabe und manuelle Segmentierung**

Als Grundvoraussetzung für alle nachfolgenden signalanalytischen Auswertverfahren wurden alle digital aufgezeichneten Lautaufnahmen mit einer Abtastfrequenz von 48kHz und einer Dynamikbreite von 16bit in den Analysecomputer eingelesen und die Signalserien anhand der Ergebnisse der Zeitbereichsanalysen zunächst als Langserien abgespeichert.

Manuell wurden anschließend die einzelnen expiratorischen Vokalisationen segmentiert, leise Signale ggf. zusätzlich verstärkt und in „Nicht-Schrei“, „Schrei“ und „mitigierter Schrei“ klassifiziert und als Einzelsignale archiviert.

Die Verstärkung der Signale sowie sonstige Anmerkungen und Auffälligkeiten wurden parallel im Digitalisierungsprotokoll dokumentiert. Die Signale wurden sowohl als Zeit- als auch als Audiosignal in die Datenbank aufgenommen.

Die Spektralanalyse der aufgenommenen Vokalisationen wurde mit dem Sprachanalysesystem CSL (Computer-Speech-Lab)-4400 der Firma KAY Elemetrics Corporation (Pine Brook/NJ/USA) im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) an der Poliklinik der Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg durchgeführt.

Dieses hier genutzte Lautanalysesystem ist ein für die Stimm- und Säuglingsschreianalyse seit langem bewährtes und verwendetes Standardsystem (z.B. BOLTEZAR et al. 1997, CAMPISI et al. 2000) und wurde bereits am Institut für Medizinische Anthropologie, Charité, Humboldt-Universität zu Berlin als Standardanalysesystem in der deutschen Sprachentwicklungsstudie, der GLad-Study<sup>4</sup> eingesetzt. Zusätzlich zum CSL-

---

<sup>4</sup> German Language Acquisition Development ([www.glad-study.de](http://www.glad-study.de))

4400 wurden das Ergänzungs-Software-Modul (MDVP-Modul) sowie das Cry-Data-Analysis-Program (CDAP©, Firma pw-project) zur Auswertung verwendet. Für die signalanalytische Auswertung der erhobenen Daten bieten beide CSL-Systeme mit ihren zur Verfügung stehenden Auswerteverfahren geeignete Basismodule. Das CDAP-System liefert spezielle ergänzende Analyse- und Darstellungsroutinen.

Nach abgeschlossener Editierung erfolgte mit dem CSL-System von jedem Einzelsignal die Errechnung und graphische Darstellung der Frequenz-Spektrogramme und Intensitätskonturen.

### **2.3.1.2 Spektralanalyse der japanischen Säuglingsschreie**

Mittels eines im CSL-System implementierten Fast-Fouriertransformations-Algorithmus' (FFT), unter Verwendung eines Hanning-Fensters (1024 Abtastwerte), wurde von jedem Lautsignal eine instationäre Spektralanalyse durchgeführt.

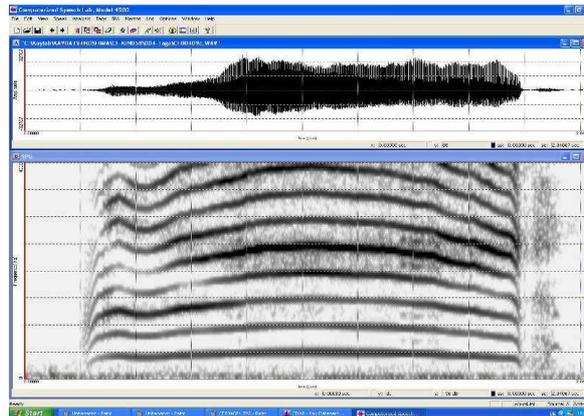
Das hier verwendete Schmalband-Spektrogramm visualisiert spektrale Eigenschaften des gehörten Klangspektrums wie Harmonischenstruktur, Subharmonische, Rauschbanden, Frequenzsprünge etc. in geeigneter Weise. Abb. 4 zeigt ein Ausgabefenster des KAY-CSL-Systems. Das obere Fenster zeigt die Darstellung der Amplitude der Vokalisation gegen die Zeit, das untere Fenster das korrespondierende Schmalbandspektrogramm.

Auf der y-Achse werden linear die Frequenzkomponenten des Lautes bis 4kHz aufgetragen, auf der x-Achse der Zeitverlauf in Sekunden. Die Energiedichte der einzelnen Frequenzbereiche ist in einer Grauwertsskala codiert, wobei Schwarz den höchsten Energiegehalt darstellt.

Die Grundfrequenz ( $F_0$ ) einer Vokalisation entsteht durch Schwingungen der menschlichen Stimmlippen und ihre Zeitfunktion (Melodie) wird durch die unterste Linie im instationären Spektrogramm repräsentiert. Die über dieser

Linie liegenden ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz stellen die Harmonischen der Grundfrequenz dar.

Zwischen diesen Harmonischen können zusätzliche Frequenzbänder, sog. Subharmonische auftreten (Abb. 19).



**Abbildung 4: Schmalband-Spektrogramm eines Einzelschreies von einem vier Tage alten japanischen Säugling**  
[Kind 58, 49c], (Darstellung mit Kay-CSL)

### 2.3.1.3 Errechnung, Weiterbearbeitung und Analyse des Grundfrequenzverlaufes

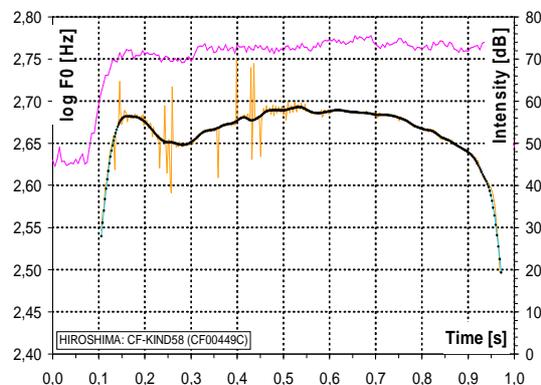
Die Berechnung der mittleren Grundfrequenz ( $F_0$ ) sowie des Grundfrequenzverlaufes erfolgte mit dem Programm-Modul „MDVP“ (Multi-Dimensional-Voice-Program, MDVP-Advanced 5105, Version 2.4.4m) des CSL-Systems. Die weitere Bearbeitung (z.B. Tiefpassfilterung) und interaktive grafische Darstellung des mittleren Grundfrequenzverlaufes erfolgte mit dem speziell für die Analyse von Säuglingsschreien entwickelten Softwareprogramm CDAP© (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma „pw-project“.

Artefakte in Form einzelner Spitzen im Frequenzverlauf wurden gelöscht und die Melodie anschließend durch eine Tiefpass-Filterung von ca. 40Hz geglättet, um den Prosodie-relevanten Grundfrequenzverlauf (Melodiekontur) darzustellen.

Abbildung 5 zeigt die graphische Darstellung der gefilterten Grundfrequenz ( $F_0$ ) des Säuglingsschreies, welches in Abb. 4 als Schmalbandspektrogramm gezeigt wurde. Auf der y-Achse ist die Frequenz gehörrichtig, also logarithmisch aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Sekunden [s] und rechts die Intensitätskontur (dB-Skala).

Der Grundfrequenzverlauf ist schwarz dargestellt, vereinzelt lassen sich die eliminierten spike-artigen Frequenzwerte in gelb erkennen.

Die Intensitätskontur, die zuvor mit dem CSL-System errechnet wurde, ist pinkfarbig dargestellt.



**Abbildung 5: Melodie-/Intensitätsgrafik und gefilterter Grundfrequenzverlauf eines japanischen Säuglingsschreies**  
[Kind 58, 49c]

Nach der Filterung erfolgte eine quantitative Analyse der Bogenmaße:

Durch das Setzen zweier Cursor an Beginn und Ende eines Melodiebogens wird der Bereich zur Ermittlung der Bogenlänge sowie der maximalen und minimalen Werte des Grundfrequenzverlaufes und der Intensität pro Melodiebogen festgelegt sowie die Kopplungseigenschaften zwischen Melodie- und Intensitätsverlauf bestimmt. Auftretende An- oder Endwellen wurden jeweils zusammen mit dem Melodiebogen vermessen und nicht als eigenständige Melodiebögen betrachtet.

Die im CDAP© errechneten Strukturdaten sowie die hierbei gleichzeitig bestimmten Minimal- und Maximalwerte von Frequenz und Intensitätsverlauf

wurden in Datenbanken (QSS<sup>5</sup>- und BOMA<sup>6</sup>-Datenbanken) archiviert und in Excel-Tabellen transferiert.

## **2.4 Strukturanalyse, Klassifizierung und Beschreibung der Säuglingsschreie**

### **2.4.1 Kategorisierung der Säuglingslaute**

Da das Ziel vorliegender Arbeit in der Untersuchung und Charakterisierung spektraler und melodischer Eigenschaften spontaner Lautäußerungen japanischer Neugeborener besteht, ist eine systematische Kategorisierung der Vokalisationen anhand standardisierter Strukturmerkmale erforderlich.

Dieses System ist von Wermke und Mitarbeitern entwickelt und an deutschen Kindern erprobt worden (WERMKE 2002). Es diente auch in der vorliegenden Arbeit als Basis für die Kategorisierung.

#### **Die Kategorisierung aller 1535 japanischen Säuglingslaute erfolgte anhand bestimmter Strukturmerkmale:**

- Anzahl der Bögen (ggf. Einordnung in Melodie-Typen bei ‚Bemerkungen‘)
- Anzahl von Segmentierungen
- Kategorisierung von Kurzlauten
- Anwesenheit von An- und/oder Endwellen
- Auffällige Inspirationslaute
- Auftreten hochfrequenter Elemente
- Vorkommen und Lokalisation von Rauschbanden
- Vorhandensein von subharmonischen Strukturen

---

<sup>5</sup> Qualitative Signal-Struktur

<sup>6</sup> Bogenmaße

Die Erklärung und typische Beispiele für die Klassifikationen anhand der genannten Merkmale werden nachfolgend dargestellt.

### 2.4.1.1 Erläuterungen der klassifizierten Grundmelodietypen als einböjige Melodiestructuren (1B, EB)

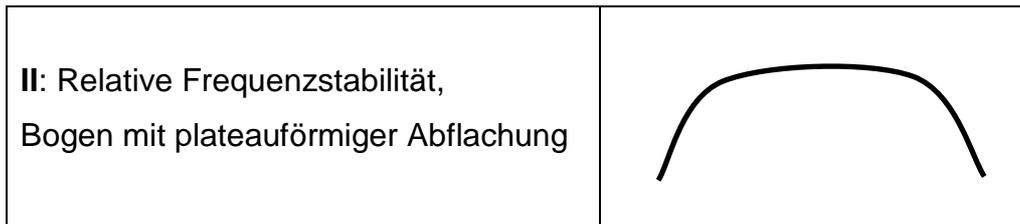
Auf der Grundlage der von WERMKE (2002) beschriebenen Grundmelodietypen der Neugeborenenenschreie erfolgte die Klassifizierung der untersuchten Neugeborenenenvokalisationen:

Abb. 6 stellt die von WERMKE definierten Grundmelodietypen mit auf- und absteigender Fo-Flanke dar. Alle diese bogenförmigen Melodieelemente werden hier der Strukturkategorie 1B zugeordnet.

Ein Bogen ist durch ein zeitliches Längenkriterium von mehr als 300ms und einem Frequenz-Hubkriterium von mehr als zwei Halbtönschritten definiert.

Kurzlaute sind durch eine Dauer bis 300ms charakterisiert.

<p><b>1a:</b> Symmetrischer Bogen mit steigender und fallender Fo-Flanke (Melodiebogen)</p>	
<p><b>1b:</b> Asymmetrischer Bogen mit kurzzeitig ansteigender Fo-Flanke und zeitlich deutlich verlängerter abfallender Flanke</p>	
<p><b>-1b:</b> Asymmetrischer Bogen mit verlängerter, langsam ansteigender Fo-Flanke, gefolgt von schnell abfallender, zeitlich kürzerer Fo-Flanke</p>	



**Abbildung 6: Vier angeborene Grundmelodietypen  
nach WERMKE (2002)**

#### **2.4.1.2 Beschreibung der Mehrfachbögen (MB) sowie Segmentierungen (SL)**

Bei der Strukturanalyse wird festgelegt, ob ein Laut eine einfache oder komplexe Melodie enthält. Ein "Laut" oder ein "Schrei" ist die Phonation, die innerhalb einer einzelnen Expiration ohne zwischenzeitliche Inspiration entsteht.

Während es sich in zuvor dargestellter Abbildung um ausschließlich ‚einfache‘, einböige Melodie-Elemente (EB) >300ms handelt, werden diese (Ia, Ib, -Ib, II-Elemente) bei komplexen

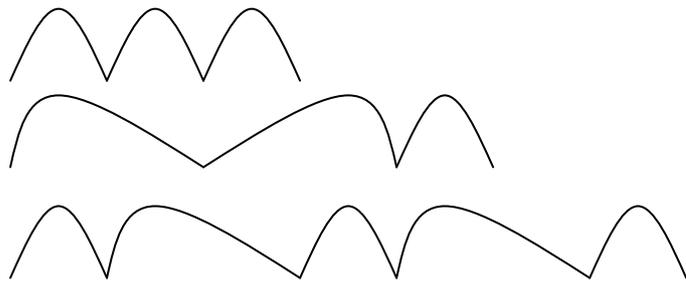
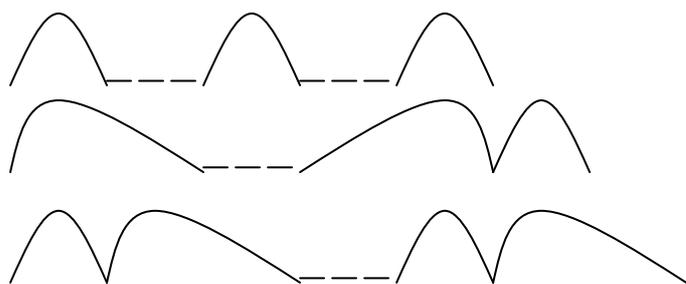
Schreien miteinander kombiniert (MENDE und WERMKE 1992, WERMKE und MENDE 2000, WERMKE 2002).

Abb. 7 zeigt schematische Dopplungen, Verdreifachungen usw. oder die Kombination unterschiedlicher Melodietypen zu zwei- oder mehrfachböigen Melodiemustern (2B, 3B, MB), welche spätestens ab der zweiten Lebenswoche auftreten.

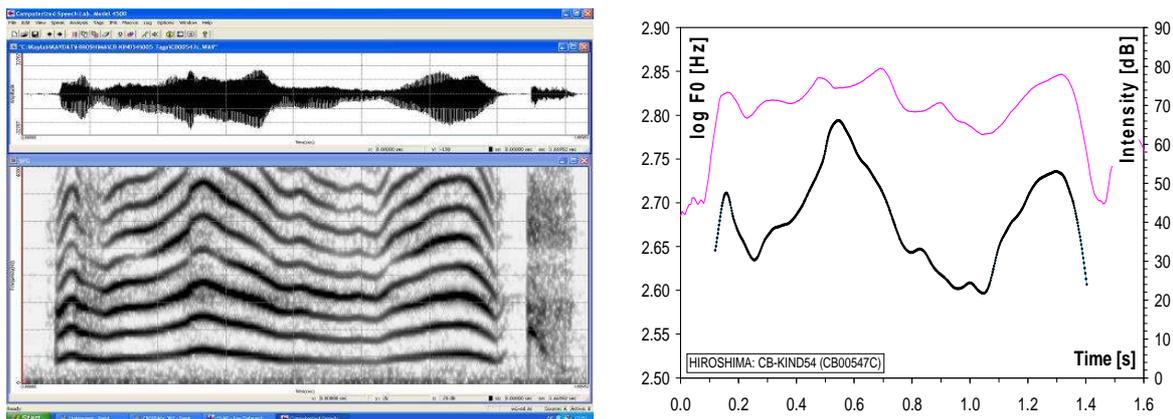
Diese mehrböigen Lautproduktionen weisen mehr als zwei Melodiebögen auf, die einzeln das festgelegte Hubkriterium von >2 Halbtonabschnitten aufweisen, um als eigenständige Bögen gewertet zu werden.

In segmentierten Schreien sind die Melodiebögen und/oder andere Elemente durch phonatorische Vokalisationsstopps (ohne Inspiration) voneinander getrennt. Nach Anzahl solcher Pausen werden segmentierte Laute in 1S, 2S, 3S, MS-Strukturen unterteilt.

Die Segmentierungspausen werden perzeptiv überprüft und anhand der Melodiespektraldaten in „vollständige“ (Intensitäts-Abfall >9dB) oder unvollständige Vokalisationspausen unterteilt.

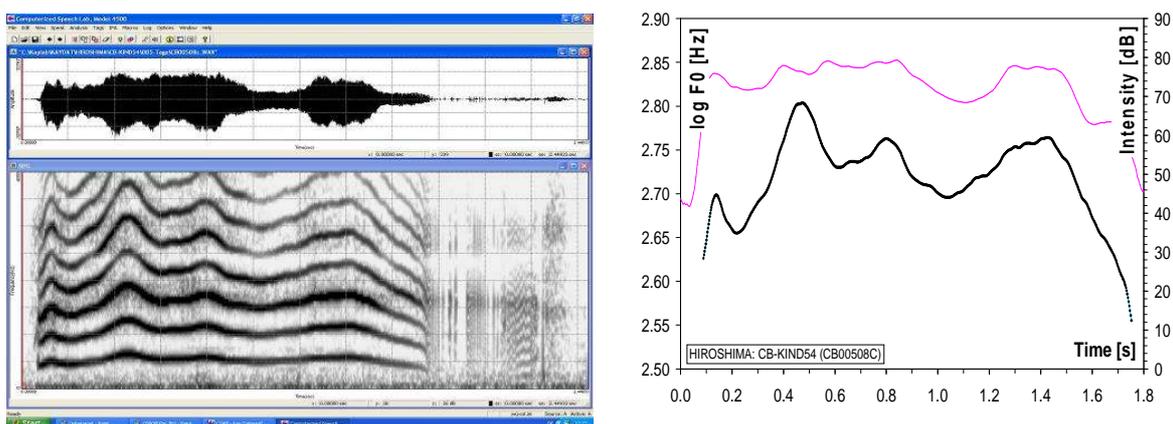
<p><b>Mehrfachbögen (MB)</b></p>	<p>Mehrfachbögen beschreiben komplexere Melodien, die aus Kombinationen unterschiedlicher Grundmelodietypen entstehen. Beispiele:</p>
	
<p><b>Segmentierte Laute (SL)</b></p>	<p>Die Melodieelemente werden durch Vokalisationspausen (hier durch _ _ _ gekennzeichnet) getrennt, in denen keine zwischenzeitliche Inspiration erfolgt. Beispiele:</p>
	

**Abbildung 7: Schematische Darstellung typischer Beispiele von Mehrfachbögen und segmentierten Strukturen (nach WERMKE 2007)**

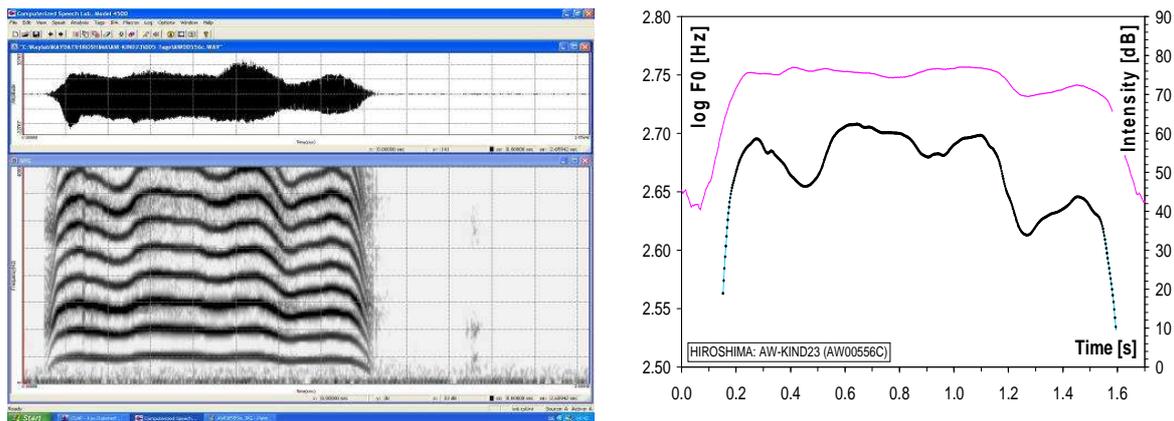


**Abbildung 8: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer doppelböigen Struktur mit Anwelle eines fünf Tage alten japanischen Säuglings**  
 [Kind 54, 47c] (Darstellung mit KAY-CSL und CDAP©)

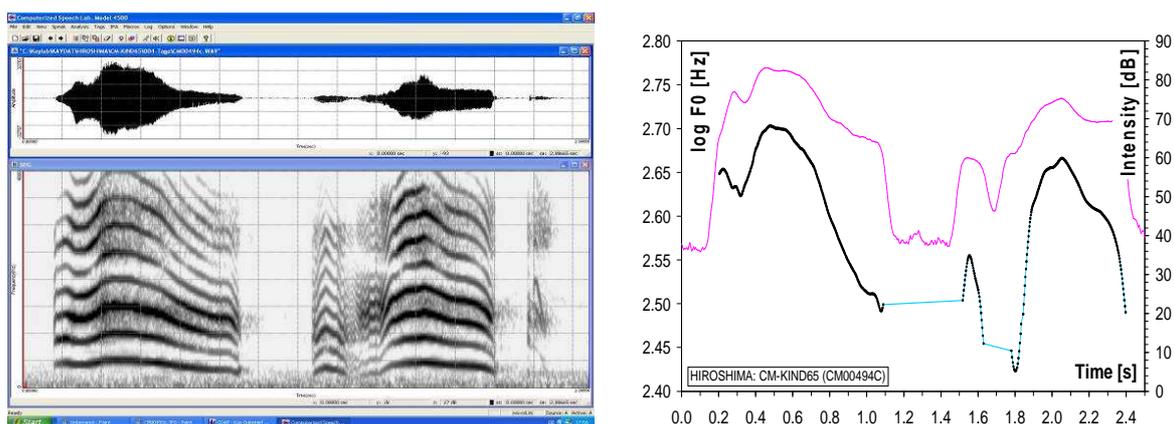
Das obere Fenster zeigt die Abbildung des Signals im Zeitbereich (Amplitude vs. Zeit), das untere Fenster die Darstellung eines Schmalband-Spektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4kHz. Auf der rechten Seite ist die korrespondierende Melodie(schwarz)/Intensitätsgrafik (pink) dargestellt.



**Abbildung 9: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer mehrfachböigen Struktur eines fünf Tage alten japanischen Säuglings**  
 [Kind 54, 8c] (Darstellung mit KAY-CSL und CDAP©)



**Abbildung 10: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer mehrfachbogig-modulierten Struktur eines japanischen Säuglingschreies [Kind 23, 56c] (Darstellung mit KAY-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 11: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik einer segmentierten Struktur eines japanischen Säuglings [Kind 65, 94c] (Darstellung mit KAY-CSL und CDAP©)**

## 2.5 Untersuchung des Melodiekomplexizitätsindex

Um die in Kapitel 3.3 beschriebenen Strukturverhältnisse mit Hilfe eines leicht handhabbaren geeigneten Index auszudrücken, haben WERMKE et al. (2007) einen Melodiekomplexizitätsindex (MCI) eingeführt.

$$\text{MCI} = \frac{\text{KS}}{\text{KS} + \text{EB}}$$

KS=komplexe Strukturen  
EB=Einböige Strukturen

Der Melodiekomplexitätsindex ist somit umso größer je höher der Anteil der Schreie mit komplexer Melodiestructur bei einem Kind ist.

Die Einzelbögen 1B repräsentieren *einfache* Melodiestructuren, während 2B, 3B, MB,  $\geq 1S$ ,  $\geq 2S$  *komplexe* Melodiestructuren repräsentieren. Um den Anteil komplexer Melodiestructuren zu beschreiben, eignet sich der *Melody Complexity Index* (MCI), der sich aus dem Verhältnis von komplexen Strukturen (KS) zur Gesamtheit aller Strukturen+Einzelbögen  $[\text{KS} / (\text{KS} + \text{EB})]$  ergibt.

## 2.6 Besonderheiten in der Kategorisierung japanischer Säuglingslaute

Bei der Vermessung und Charakterisierung der Grundfrequenzverläufe  $F_0$  wurden zusätzlich typische, sich häufig wiederholende Strukturen bemerkt, die wie folgt klassifiziert wurden:

### IIIa/b-Melodietyp

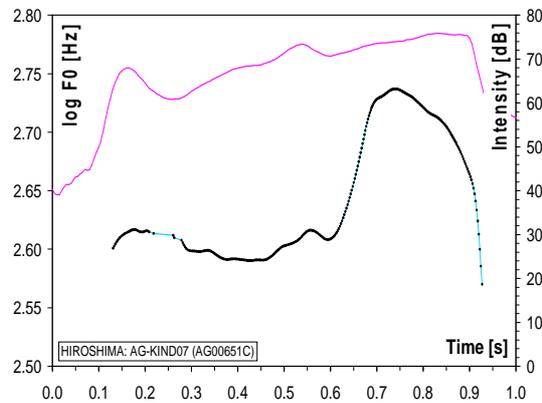
Dieser Melodietyp ist eine Sonderform der komplexen 2B-Melodiestructuren (WERMKE 2002).

- Erst Bogen, dann in fallender Flanke Einbau einer Plateauebene (IIIa)
- Plateauebene mit posteriorer Ausformung eines bogenförmigen Elements (IIIb)

Zusätzlich:

- Bogen möglichst rund und symmetrisch
- Bogen und Plateau von nahezu gleicher Länge
- Plateau und Bogen  $\geq 250\text{ms}$
- Mehr als zwei Halbtonschritten zwischen Plateau und  $F_0\text{-Max}$

- Wechsel der Tonhöhen auch in Intensitätskontur erkennbar und auditiv wahrnehmbar
- [- als zweiböige Struktur vermessen (2B)]



**Abbildung 12: Melodie-/Intensitätsgrafik eines IIIb-Melodietyps eines japanischen Säuglingschreies (Darstellung mit CDAP©)**

## 2.7 Strukturmerkmale

### 2.7.1 An- und Endwellen

Melodiebögen können zu Beginn und/oder zum Ende wellenartige Frequenzmodulationen aufweisen, die jedoch aufgrund des Zeitkriteriums <150ms nicht als eigenständige Bögen betrachtet werden: An- bzw. Endwellen. Ihre anteriore und/oder posteriore Position zum Hauptelement sowie ihre Länge wird in der Strukturanalyse vermerkt.

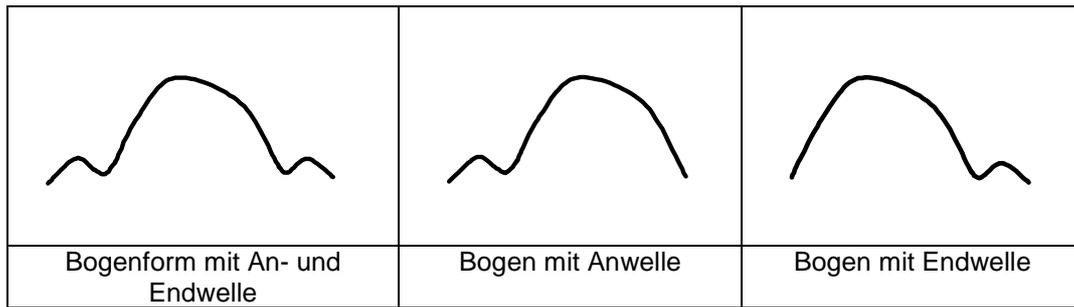


Abbildung 13: Schematische Darstellung von An- und Endwellen

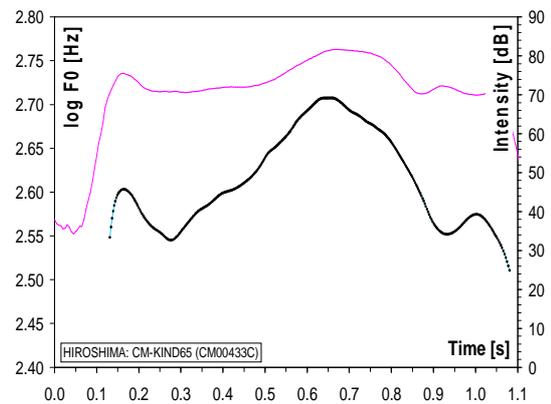
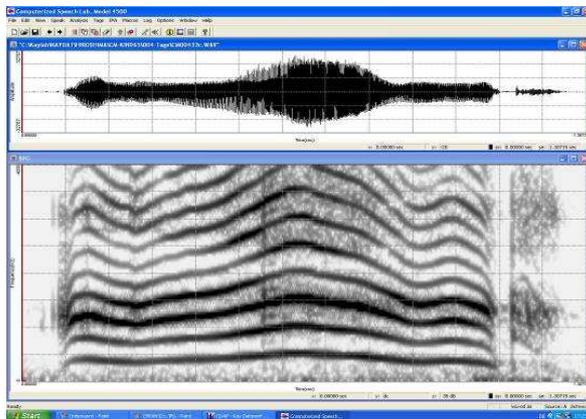
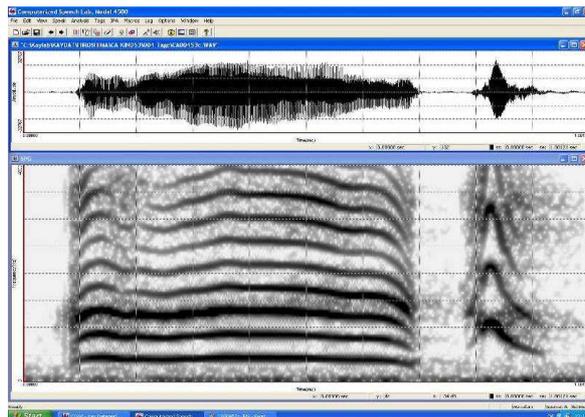


Abbildung 14: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik von An- und Endwelle eines japanischen Säuglingsschreies [Kind 65,33c] (Darstellung mit CDAP© und KAY-CSL)

## 2.7.2 Auftreten auffälliger Inspirationslaute

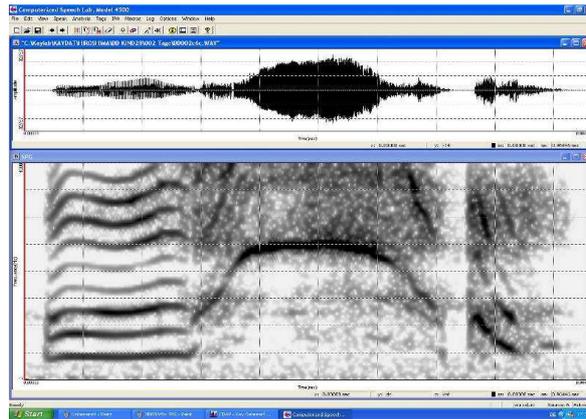
Deutlich hörbare und dabei auffällig hochfrequente und/oder heisere Inspirationslaute stellen ein nicht selten vorkommendes Unreifezeichen bei jungen Säuglingen dar (BOSMA, TRUBY und LIND 1965) und werden in der Strukturanalyse vermerkt.



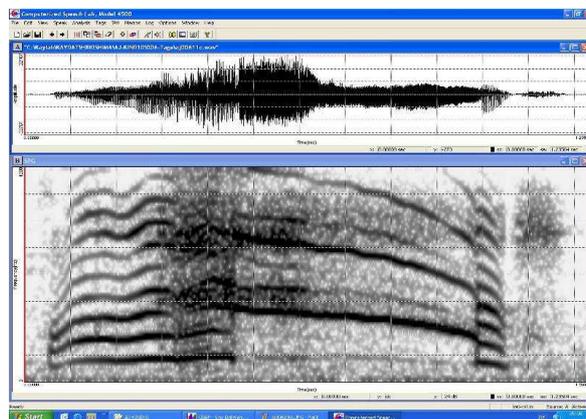
**Abbildung 15: Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit nachfolgendem auffälligem Inspirationslaut [Kind 53, 53c] (Darstellung mit Kay-CSL)**

### **2.7.3 Plötzliche Grundfrequenzsprünge (Shift)**

Ein „Shift“ stellt nach der klassischen Schreiterminologie (WASZ-HÖCKERT et al.1968) einen plötzlich auftretenden, deutlich hörbaren Sprung des Grundfrequenzverlaufes in eine andere Tonhöhe dar, die bei jungen Säuglingen häufig auf eine mangelnde Koordinationsfähigkeit der an der Lautproduktion beteiligten laryngealen und respiratorischen Mechanismen zurückzuführen sind. Diese werden in der Strukturanalyse als Shift/Quieker vermerkt. Typische Beispiele werden in der Abbildung 16 und 17 dargestellt.



**Abbildung 16: Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit plötzlichem Frequenzsprung (Shift) [Kind 28, c6c] (Darstellung mit Kay-CSL)**



**Abbildung 17: Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit plötzlichem Frequenzsprung (Shift) [Kind 10, 11c] (Darstellung mit Kay-CSL)**

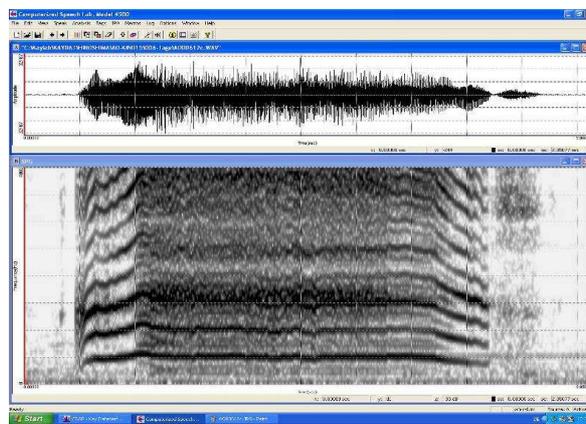
### 2.7.4 Rauschstrukturen

Geräuschartige Elemente, bei denen sich keine klaren Frequenzbänder im Spektrogramm mehr erkennen lassen, werden je nach Lokalisation und Ausprägungsgrad in drei verschiedene Kategorien eingeordnet und in der Signalstruktur dokumentiert:

- a) Rauschbanden am Rand eines Signals

- b) Rauschbande in der Mitte eines Signals
- c) Komplette verrauschtes Signal (wenn mehr als 75% des Lautes verrauscht ist)

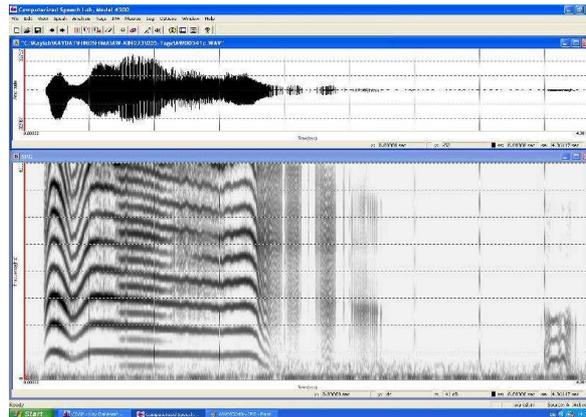
Diese phonatorischen Rauschbänder (Dysphonation) sind auf aperiodische Schwingungen der Stimmlippen bzw. Turbulenzen zurückzuführen (LIND und TRUBY 1965). Vermutlich ist das Vorkommen von subharmonischen Strukturen bereits eine Vorstufe von Rauschstrukturen (MENDE et al. 1990b).



**Abbildung 18: Schmalband-Spektrogramm eines phonatorisch stark verrauschten Säuglingsschreies**  
[Kind 15, 12c] (Darstellung mit Kay-CSL)

### 2.7.5 Subharmonische Strukturelemente

Subharmonische Strukturen lassen sich im Schmalband-Spektrogramm als meist linear verlaufende Strukturen erkennen, die parallel und zwischen dem Grundfrequenzverlauf und seinen Harmonischen verlaufen. Sie werden in der Strukturanalyse als SH dokumentiert.



**Abbildung 19: Schmalband-Spektrogramm eines japanischen Säuglingsschreies mit subharmonischen Strukturen (SH)**  
[Kind 23, 41c] (Darstellung mit Kay-CSL)

## 2.8 Angewandte statistische Methoden

Alle quantitativen und qualitativen Strukturmerkmale wurden im CDAP© tabellarisch in Form von Tabellen [EXCEL 2003 (Microsoft, Redmond, USA)] erfasst.

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit Hilfe des Programmpaketes SPSS für Windows, Version 15.0 (SPSS Inc., USA)

Für alle ausgewerteten Messgrößen wurden einzeln Tests auf ihre Verteilungseigenschaften durchgeführt.

Bei einer hinreichenden Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test bzw. Shapiro-Wilk-Test) wurden zur Testung von Unterschieden t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben verwendet. Andernfalls, wenn die Voraussetzung einer Normalverteilung nicht gegeben war, wurden nichtparametrische Testverfahren (z.B. Mann-Whitney-U-Test) angewandt.

Zur Überprüfung auf Varianzhomogenität wurde der Levene-Test (LEVENE, 1960) verwendet. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $p \geq 0,05$  unterscheiden sich die Varianzen der untersuchten Gruppen nicht signifikant. Dies wurde bei der Testung zwischen den Gruppen berücksichtigt.

Für alle durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein  $p$ -Wert  $< 0,05$  als einheitlich statistisch signifikant festgelegt wurde.

Zur Prüfung, ob die erhöhten MCI-Werte von irgendeinem der zusätzlich erhobenen Faktoren abhängig ist, wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho berechnet.

Zur Prüfung, ob sich die Werte bzgl. der Varianzen der abhängigen Variablen signifikant unterscheiden, dienen zur graphischen Darstellung Boxplotdiagramme.

Der kastenförmige Boxplot wird vom 1. und 3. Quartil (25. bzw. 75. Perzentile) begrenzt, die innere Linie repräsentiert den Medianwert.

### 3 Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden ausgewählte Eigenschaften von 1535 Lautäußerungen 47 neugeborener japanischer Einlinge und 2400 Lautäußerungen 43 deutscher Neugeborener im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg signalanalytisch ausgewertet.

Zielsetzung war es, Ähnlichkeiten und/oder potentielle Unterschiede zwischen den akustischen Eigenschaften deutscher und japanischer Neugeborenen schreie zu beschreiben. Die Identifizierung charakteristischer Besonderheiten spektraler und melodischer Eigenschaften spontaner Lautäußerungen japanischer Neugeborener stand dabei im Mittelpunkt.

Die strukturellen Eigenschaften der deutschen Neugeborenenlaute wurden den Vokalisationen der 47 japanischen Neugeborenen in nachfolgenden Diagrammen vergleichend gegenübergestellt.

Neben der Analyse und Untersuchung der zeitlichen Organisation (*BOMA*) und des Grundfrequenzverhaltens der Lautäußerungen sowie der Darstellung charakteristischer Besonderheiten in den produzierten Melodiestrukturen japanischer Neugeborener, erfolgte auch die Auswertung der Häufigkeitsverteilung verschiedener Signalstrukturen sowie die Untersuchung des Melodiekomplexitätsindex (WERMKE et al. 2007).

#### 3.1 Untersuchung der mittleren Grundfrequenz $F_0$

Da die mittlere Grundfrequenz  $F_0$  ein Indikator für den Funktionszustand der an der Lautproduktion beteiligten laryngealen sowie muskulären Strukturen und zerebralen Kontrollmechanismen ist (WASZ-HÖCKERT et al. 1968, MAKOI et al. 1970, MICHELSSON 1971, LESTER und ZESKIND 1982, LESTER und

BOUKYDIS 1985, WASZ-HÖCKERT et al. 1985, WERMKE et al. 1987, MICHELSSON und MICHELSSON 1999, WERMKE 2002 ), wurde diese in einem ersten Arbeitsschritt analysiert und mit der mittleren Grundfrequenz der Lautäußerungen der deutschen Referenzgruppe verglichen.

Um mögliche Strukturabhängigkeiten der mittleren  $F_0$  zu berücksichtigen, erfolgte die Grundfrequenzanalyse zunächst separat für die 1B- und 2B-Melodiestructuren. In einem nächsten Schritt wurde die mittlere Grundfrequenz der komplexen Strukturen 1S, 3B/MB, 2S/3S und MS-Melodiestructuren analysiert.

### **3.1.1 Mittlere Grundfrequenzwerte der 1B-Melodiestructuren**

Die mittlere Grundfrequenz aller Schreie eines Kindes mit 1B-Struktur wurde zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test) lieferte für beide Gruppen eine hinreichende Normalverteilung ( $p > 0,05$ ) der  $F_0$ -Mittelwerte,  $F_{\text{min}}$ - und  $F_{\text{max}}$ -Werte.

Der errechnete Frequenzmittelwert für die Gruppe der japanischen Neugeborenen ( $n=47$ ) aller Schreie mit einböiger Melodiestructur beträgt 386Hz und liegt somit leicht unter den gemittelten Grundfrequenzwerten der Schreie des Vergleichskollektivs (395Hz). Die Grundfrequenzdifferenz beider Kollektive beträgt somit 9 Hz (Tabelle 7). Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant (t-Test,  $p=0,342$ ).

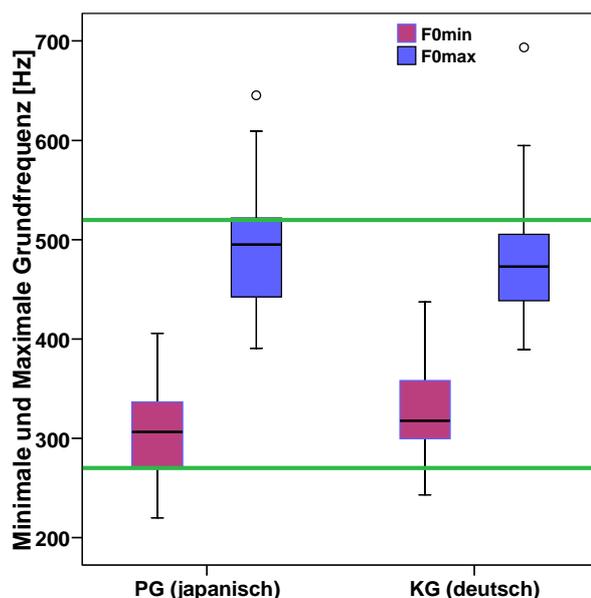
Auch die Unterschiede der  $F_{\text{max}}$ - und  $F_{\text{min}}$ -Werte sind statistisch nicht signifikant (t-Test,  $p=0,584$ ,  $F_{\text{min}}$ :  $p=0,344$ ). Während die Differenz der  $F_{\text{max}}$ -Werte zwischen PG und KG relativ gering ist (488Hz vs. 481Hz), unterscheiden sich die  $F_{\text{min}}$ -Werte beider Gruppen stärker voneinander. Hier liegen die Werte der deutschen Referenzgruppe mit 327Hz oberhalb derer der japanischen Gruppe mit 308Hz. Erkennbar wird, dass die Differenzspanne

zwischen den Fomax- und Fomin-Werten innerhalb des Probandenkollektivs insgesamt größer ist als in der korrespondierenden Kontrollgruppe (180Hz vs. 154Hz).

**Tabelle 7: Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 1B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>	<b>P 25 [Hz]</b>	<b>P 75 [Hz]</b>
<b>PG1B gMW [n=47]</b>	297	511	386	47	7	379	355	410
<b>PG1B Fomin</b>	220	406	308	48	7	307	271	340
<b>PG1B Fomax</b>	391	645	488	58	9	495	441	410
<b>KG1B gMW [n=41]</b>	308	548	395	49	8	388	363	416
<b>KG1B Fomin</b>	243	437	327	45	7	318	299	358
<b>KG1B Fomax</b>	389	694	481	61	9	472	438	506

*Fo*=mittlere Grundfrequenz, *PG*=Probandengruppe, *KG*=Kontrollgruppe, *MW*=Mittelwert, *SD*=Standardabweichung, *SF*=Standardfehler, *P*=Perzentile



**Abbildung 20: Boxplot-Diagramm, Darstellung der Verteilung der minimalen und maximalen Grundfrequenzwerte [Hz] einbögiger Melodistrukturen innerhalb der Probanden- und Kontrollgruppe**

### 3.1.2 Mittlere Grundfrequenzwerte der 2B-Melodistrukturen

Auch die mittlere Grundfrequenz aller Schreie eines Kindes mit 2B-Struktur wurden zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert. 7 Neugeborene der Probandengruppe und 6 der Kontrollgruppe zeigten keine Schreie mit doppelböiger Melodistruktur.

Für die 2B-Strukturen bei der Probandengruppe lieferte der Shapiro-Wilk-Test keine hinreichende Normalverteilung für die Frequenzmittel- ( $p=0,03$ ) und  $F_{0max}$ -Werte ( $p=0,015$ ), damit wurde der Test auf signifikante Unterschiede mit einem nichtparametrischen Test durchgeführt.

Die gefundenen Gruppenunterschiede der  $F_{0gMW}$  (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,328$ ) und  $F_{0max}$ -Werte sind statistisch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,596$ ).

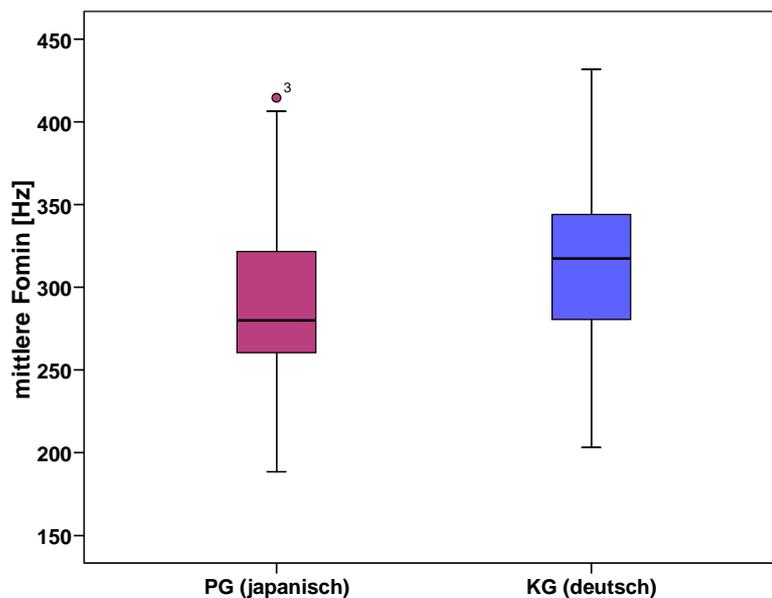
Die Größe  $F_{0min}$  verhält sich für beide Gruppen hinreichend normal verteilt. Der Signifikanztest lieferte hier eine Tendenz zu einem signifikanten Unterschied mit einem relativ kleinen  $p$ -Wert von  $p=0,075$  (t-Test).

Die Testung der Fomin-Parameter lieferte wie bereits bei den 1B-Strukturen einen tieferen Medianwert als bei der Kontrollgruppe (bei fast identischem mittleren Fomax). Die Differenz beträgt 37Hz.

**Tabelle 8: Vergleich der Grundfrequenzverläufe von Schreien der Struktur 2B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>	<b>P 25 [Hz]</b>	<b>P 75 [Hz]</b>
<b>PG2B gMW [n=40]</b>	264	502	373	52	8	367	340	388
<b>PG2B Fomin</b>	189	415	293	54	9	280	260	322
<b>PG2B Fomax</b>	350	659	479	66	10	466	439	513
<b>KG2B gMW [n=37]</b>	298	554	387	49	10	383	338	420
<b>KG2B Fomin</b>	203	432	314	49	8	317	277	346
<b>KG2B Fomax</b>	361	755	478	85	14	453	413	533

*Fo*=mittlere Grundfrequenz, *PG*=Probandengruppe, *KG*=Kontrollgruppe, *MW*=Mittelwert, *SD*=Standardabweichung, *SF*=Standardfehler, *P*=Perzentile



**Abbildung 21: Boxplot-Diagramm, Vergleich der minimalen Grundfrequenzwerte zweibögiger Melodiestruckturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

### 3.1.3 Mittlere Grundfrequenzwerte der 1S-Melodiestruckturen

In einem nächsten Schritt wurde die Analyse der Grundfrequenzwerte ( $F_{0gMW}$ ,  $F_{omin}$ ,  $F_{omax}$ ) der 1S-Melodiestruckturen vorgenommen. Hier zeigten 16 Neugeborene der Probandengruppe und 20 der Kontrollgruppe keine Schreie mit einfach segmentierter Melodistruktur.

Auch hier wurde die mittlere Grundfrequenz aller Schreie eines Kindes mit 1S-Struktur zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel dann pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der geometrische Mittelwert von  $F_0$  des Probandenkollektivs ergab keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe (t-Test,  $p=0,661$ ). Gleiches gilt für  $F_{omax}$  (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,354$ ). Die mittlere Grundfrequenz des Probandenkollektivs liegt mit einem Wert von 370Hz nur geringfügig unterhalb dessen des Kontrollkollektivs (378Hz). Die Differenz beträgt 8Hz.

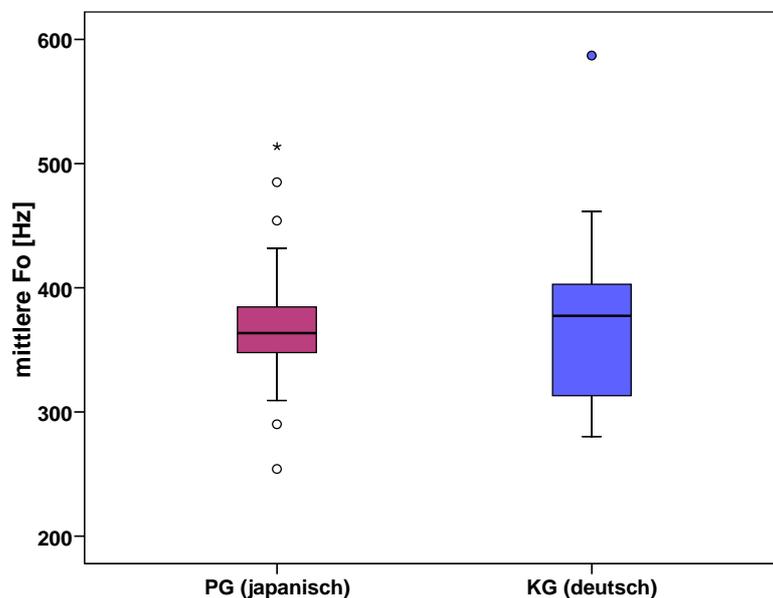
Es zeigte sich jedoch auch hier wieder eine Tendenz zum signifikanten Unterschied bei den  $F_{omin}$ -Werten der Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test,

$p=0,061$ ). Hier liegen die mittleren  $F_{\text{omin}}$ -Werte des Probandenkollektivs mit 287Hz wieder deutlich tiefer als bei dem Kontrollkollektiv (311Hz). Die Differenz beträgt hier 24Hz. Gleichzeitig liegen die  $F_{\text{omax}}$ -Werte innerhalb des PG wie bei den 1B-Strukturen höher (504Hz vs. 484Hz). Die Differenz beträgt 20Hz. Weiterhin zeigte sich bei den 1S-Melodistrukturen ( $F_{\text{ogMW}}$ ,  $F_{\text{omin}}$  und  $F_{\text{omax}}$ ) der japanischen Kinder ein insgesamt viel kleinerer Interquartilbereich ( $F_{\text{ogMW}}=40\text{Hz}$  vs.  $93\text{Hz}$ ,  $F_{\text{omin}}=63\text{ Hz}$  vs.  $102\text{Hz}$ ,  $F_{\text{omax}}=77\text{Hz}$  vs.  $129\text{Hz}$ ), d.h. die Frequenzwerte der 2B- und 1S-Melodistrukturen der japanischen Kinder gruppieren sich stärker um den Medianwert.

**Tabelle 9: Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 1S zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>	<b>P 25 [Hz]</b>	<b>P 75 [Hz]</b>
<b>PG1S gMW [n=31]</b>	254	514	370	53	10	364	347	387
<b>PG1S Fomin</b>	182	400	287	51	9	284	256	284
<b>PG1S Fomax</b>	384	676	504	66	12	498	458	535
<b>KG1S gMW [n=23]</b>	280	587	378	70	15	377	313	406
<b>KG1S Fomin</b>	200	485	311	69	14	293	255	358
<b>KG1S Fomax</b>	313	810	484	100	21	480	415	544

$F_0$ =mittlere Grundfrequenz, PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile



**Abbildung 22: Boxplot-Diagramm, Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte einfach segmentierter Melodistrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

### 3.1.4 Mittlere Grundfrequenzwerte der 3B- und MB-Melodistrukturen

Hier zeigen sowohl in der Probanden- als auch in der Kontrollgruppe 26 Neugeborene, also weniger als die Hälfte der Neugeborenen, keine Schreie mit mehrfachböiger Melodistruktur.

Sofern vorhanden, wurden auch die mittleren Grundfrequenzwerte der mehrfachböigen Melodistrukturen 3B und MB ( $F_{0gMW}$ ,  $F_{0min}$ ,  $F_{0max}$ ) bestimmt.

Auch hier wurde die mittlere Grundfrequenz aller Schreie eines Kindes mit 3B- und MB-Melodistruktur zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel wurden dann pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der Test auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test) lieferte für die Probandengruppe eine hinreichende Normalverteilung der  $F_0$ -Mittelwerte

( $p=0,86$ ),  $F_{\min}$  ( $p=0,86$ ) und  $F_{\max}$  ( $p=0,73$ ), während sie für die Kontrollgruppe keine hinreichende Normalverteilung zeigte. Somit wurde der Test auf signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen mit einem nichtparametrischen Test durchgeführt.

Es gibt keine signifikanten Gruppenunterschiede in den mittleren Grundfrequenzwerten  $F_{\text{ogMW}}$  (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,69$ ),  $F_{\min}$  (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,355$ ) und  $F_{\max}$  (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,57$ ).

Die Differenz der mittleren Grundfrequenzwerte zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv unterscheidet sich kaum (371Hz vs. 378Hz), deutlicher wird wie bei den 1B- und 1S-Strukturen die Differenzspanne zwischen  $F_{\min}$  und  $F_{\max}$ . Innerhalb des Probandenkollektivs liegt  $F_{\min}$  tiefer,  $F_{\max}$  höher als im korrespondierenden Kontrollkollektiv. Die Differenzspanne beträgt im PG 219Hz, im KG 173Hz.

**Tabelle 10: Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 3B und MB zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>	<b>P 25 [Hz]</b>	<b>P 75 [Hz]</b>
<b>PG3B MB gMW [n=21]</b>	266	474	371	48	11	379	339	395
<b>PG3B MB Fomin</b>	163	370	272	55	12	277	235	319
<b>PG3B MB Fomax</b>	368	722	491	81	18	487	436	523
<b>KG3B MB</b>	280	587	378	70	18	365	313	406

<b>gMW [n=17]</b>								
<b>KG3B MB Fomin</b>	309	624	311	75	14	293	328	402
<b>KG3B MB Fomax</b>	361	717	484	88	21	469	430	517

*Fo*=mittlere Grundfrequenz, *PG*=Probandengruppe, *KG*=Kontrollgruppe, *MW*=Mittelwert, *SD*=Standardabweichung, *SF*=Standardfehler, *P*=Perzentile

### 3.1.5 Mittlere Grundfrequenzwerte der 2S, 3S- und MS-Melodistrukturen

Hier zeigten 27 Neugeborene der Probandengruppe und 28 Neugeborene der Kontrollgruppe keine Schreie mit mehrfachsegmentierter Melodistruktur.

Für die übrigen Neugeborenen wurde die Analyse der Grundfrequenzwerte der mehrfachsegmentierten Melodistrukturen 2S, 3S und MS (*FogMW*, *Fomin*, *Fomax*) vorgenommen.

Auch hier wurde die mittlere Grundfrequenz aller Schreie eines Kindes mit 2S-, 3S- und MS-Melodistruktur zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel pro Gruppe (*PG/KG*) wurden dann deskriptiv analysiert.

Die Testung der Parameter auf Normalverteilung ergab eine hinreichende Normalverteilung im Probandenkollektiv, nicht jedoch im Kontrollkollektiv. Somit wurde der Test auf signifikante Unterschiede mit einem nichtparametrischen Test (Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt.

Die gefundenen geringfügigen Gruppenunterschiede sind statistisch nicht signifikant: *FogMW* (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,27$ ), *Fomin* (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,78$ ) und *Fomax* (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,5$ ).

Auch hier zeigt sich, dass *Fomin* (257Hz) und *Fomax* (459Hz) des Probandenkollektivs unterhalb bzw. oberhalb von *Fomin* (267Hz) und *Fomax*

(452Hz) des Kontrollkollektivs liegen. Die Differenzspanne beträgt im PG 202Hz, im KG 185Hz. (vgl. 1B-, 1S-, 2S/3S- und MS-Strukturen).

**Tabelle 11: Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte von Schreien der Struktur 2S, 3S und MS zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>	<b>P 25 [Hz]</b>	<b>P 75 [Hz]</b>
<b>PG3S MS gMW [n=20]</b>	256	464	343	52	12	347	298	369
<b>PG3S MS Fomin</b>	117	371	257	65	14	269	205	304
<b>PG3S MS Fomax</b>	378	559	459	47	10	457	422	488
<b>KG3S MS gMW [n=17]</b>	275	496	334	59	15	329	288	343
<b>KG3S MS Fomin</b>	200	401	267	60	15	261	220	288
<b>KG3S MS Fomax</b>	386	615	452	69	18	438	391	473

*Fo*=mittlere Grundfrequenz, *PG*=Probandengruppe, *KG*=Kontrollgruppe, *MW*=Mittelwert, *SD*=Standardabweichung, *SF*=Standardfehler, *P*=Perzentile

### **3.1.6 Differenz zwischen mittlerer Fomax und Fomin der 1B-, 2B-, 1S, MB und MS-Melodistrukturen**

Nach Vorlage der Ergebnisse der mittleren Grundfrequenzwerte (Kap. 3.1) deuteten sich teilweise deutliche Differenzen der geometrisch gemittelten maximalen und minimalen mittleren Grundfrequenzwerte der Melodistrukturen zwischen PG und KG an.

Die Testung auf Normalverteilung der Differenz maximaler und minimaler 1B-Frequenzwerte lieferte in beiden Gruppen (PG/KG) eine hinreichende Normalverteilung. Die gefundenen Gruppenunterschiede sind statistisch hochsignifikant (t-Test,  $p=0,008$ ).

Die Testung der Differenz maximaler und minimaler Frequenzwerte der 2B-Melodistrukturen auf Normalverteilung ergab keine hinreichende Normalverteilung. Somit wurde der Test auf signifikante Unterschiede der Differenzen mit einem nichtparametrischen Test (Mann-Whitney-U-Test) durchgeführt. Hier zeigen sich signifikante Unterschiede der Differenz-Werte ( $p=0,034$ ).

Die Frequenzwerte der 1S-Melodistrukturen in PG und KG sind hinreichend normal verteilt, die gefundenen Gruppenunterschiede statistisch hochsignifikant (t-Test,  $p=0,011$ ).

Die Testung auf Normalverteilung der Differenzwerte maximaler und minimaler Frequenzverläufe der 3B und MB-Melodistrukturen lieferte in PG und KG eine hinreichende Normalverteilung. Die gefundenen Gruppenunterschiede stellen sich statistisch nicht signifikant dar (t-Test,  $p=0,094$ ).

Die Frequenzwerte der 2S, 3S- und MS-Melodistrukturen liefern keine hinreichende Normalverteilung; die Testung durch ein nichtparametrisches Testverfahren zeigte keine signifikanten Unterschiede der Differenzen auf (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,28$ ).

**Tabelle 12: Vergleich der Differenzwerte minimaler und maximaler Grundfrequenzwerte von Schreien einfacher und komplexer Struktur im Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>Fo</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD [Hz]</b>	<b>SF [Hz]</b>	<b>Median [Hz]</b>
<b>DIFFMaxMin 1B PG</b>	87	332	180**	54	8	179
<b>DIFFMaxMin 1B KG</b>	67	257	154**	37	6	155
<b>DIFFMaxMin 2B PG</b>	74	295	187*	53	8	180
<b>DIFFMaxMin 2B KG</b>	70	323	164*	56	9	150
<b>DIFFMaxMin 1S PG</b>	119	367	214**	61	11	198
<b>DIFFMaxMin 1S KG</b>	45	325	170**	69	13	165
<b>DIFFMaxMin 3BMB PG</b>	84	384	219	83	18	202
<b>DIFFMaxMin 3BMB KG</b>	107	292	180	55	13	164
<b>DIFFMaxMin</b>	72	329	200	55	12	198

<b>2S3SMS PG</b>						
<b>DIFFMaxMin 2S3SMS KG</b>	80	426	198	89	22	174

*F<sub>0</sub>*=mittlere Grundfrequenz, *PG*=Probandengruppe, *KG*=Kontrollgruppe, *MW*=Mittelwert, *SD*=Standardabweichung, *SF*=Standardfehler

## 3.2 Untersuchung zeitlicher Messgrößen: Einzelschrei- und Melodiebogenlängen

Da die intentionale Regelung der zeitlichen Struktur der Lautproduktion die Grundlage des Erwerbs des späteren Sprachrhythmus' ist und auch für die Beurteilung des hirnpfysiologischen Entwicklungsstatus' von Säuglingen von Relevanz ist (THELEN 1979), wurden im nächsten Schritt Melodiebögen- und Schreilängen als Messgrößen, die die zeitliche Organisation des Grundfrequenzverlaufes charakterisieren, ausgewertet.

Korrespondierend zur Auswertung der mittleren Grundfrequenz erfolgte zunächst die Längenanalyse der ‚einfachen‘ 1B-Strukturen, anschließend die der komplexen (2B, 1S, 3B, MB und 2S, 3S, MS) Melodiestrukturen.

### 3.2.1 Gesamtbogenlänge einböiger Melodiestrukturen (1B)

Bei Schreien der Struktur 1B entspricht die Bogenlänge der Schreilänge. Die zeitliche Dauer aller Schreie eines Kindes mit 1B-Struktur wurde zunächst geometrisch gemittelt; diese Kindmittel wurden dann pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

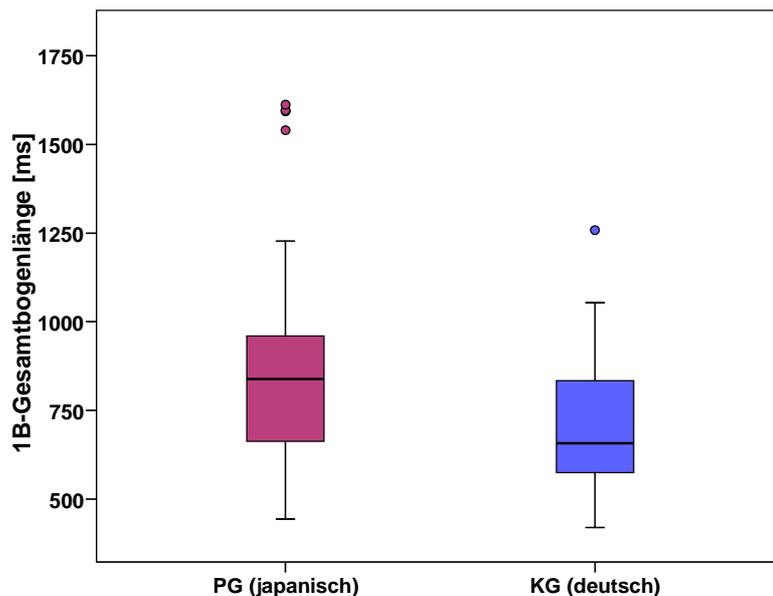
Der Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test) lieferte für beide Gruppen hinreichend normal verteilte logarithmierte Werte, d.h. die Logarithmen dieser Messgrößen sind hinreichend normal verteilt.

Der Mittelwert der Schreilängen mit 1B-Struktur des japanischen Kollektivs beträgt 861ms und liegt über dem des deutschen Vergleichskollektivs (712ms). Dieser Unterschied von 149ms ist statistisch hochsignifikant (t-Test mit logGL,  $p=0,008$ ).

**Tabelle 13: Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 1B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>GL</b>	<b>Min [ms]</b>	<b>Max [ms]</b>	<b>MW [ms]</b>	<b>SD [ms]</b>	<b>SF [ms]</b>	<b>Median [ms]</b>	<b>P 25 [ms]</b>	<b>P 75 [ms]</b>
<b>PG1B gMW [n=47]</b>	443	1612	861**	296	43	838	662	971
<b>KG1B gMW [n=42]</b>	420	1258	712**	186	29	658	573	842

*GL=Gesamtbogenlänge, PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile*



**Abbildung 23: Boxplot-Diagramm, Darstellung der zeitlichen Dauer der Gesamtbogenlängen einböiger Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**  
[\*p=0,008]

### 3.2.2 Gesamtbogenlänge zweiböiger Melodiestrukturen (2B)

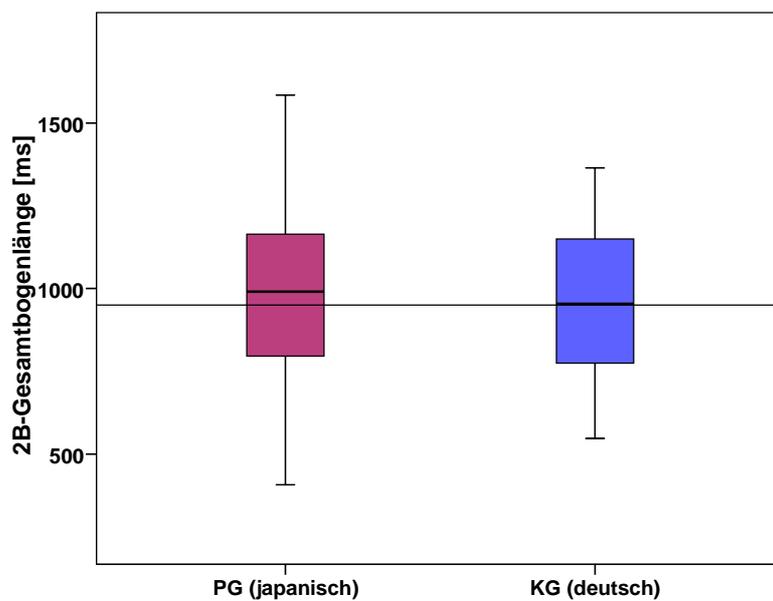
In einem nächsten Schritt wurde die zeitliche Dauer aller Schreie eines Kindes mit 2B-Struktur geometrisch gemittelt; diese Kindmittel wurden dann pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der Test auf Normalverteilung lieferte für beide Gruppen keine hinreichend normal verteilten Log-Werte. Die Länge der 2B-Melodiestrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv (Tab.14) unterscheiden sich jedoch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,903$ ). Der Medianwert der 2B-Melodiestrukturen des Probandenkollektivs liegt mit 991ms etwas über dem des Kontrollkollektivs (954ms).

**Tabelle 14: Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 2B zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

GL	Min [ms]	Max [ms]	MW [ms]	SD [ms]	SF [ms]	Median [ms]	P 25 [ms]	P 75 [ms]
<b>PG2B [n=40]</b>	407	1584	978	292	46	991	792	1165
<b>KG2B [n=37]</b>	547	2815	1005	376	62	954	767	1164

GL=Gesamtbogenlänge, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile



**Abbildung 24: Boxplot-Diagramm, Darstellung der zeitlichen Dauer der Gesamtbogenlängen zweibögiger Melodistrukturen zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

### 3.2.3 Gesamtlänge einfachsegmentierter Melodiestructuren (1S)

In einem weiteren Schritt wurde die zeitliche Dauer aller Schreie eines Kindes mit einfachsegmentierter Melodiestructur geometrisch gemittelt; diese Kindmittel wurden dann pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Für beide Gruppen wurden die Dauer der Gesamtlänge, Pausen- sowie Einzelbogenlänge der 1S-Strukturen ermittelt.

Die Analyse der Verteilungseigenschaften der Gesamt- und Bogenlänge der Schreie zeigt in beiden Gruppen eine Log-Normalverteilung, d.h. die Logarithmen dieser Messgröße sind in beiden Gruppen hinreichend normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test,  $p=0,2$ ). Ein parametrischer Test der Log-Werte lieferte hochsignifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen bezüglich ihrer Gesamtlänge (t-Test,  $p=0,004$ ).

Von allen analysierten Messgrößen zeigen sich lediglich die Log-Werte der Pausenlängen des Probandenkollektivs (PL) als nicht normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test,  $p=0,026$ ). Weder Logarithmen noch Nicht-Log-Werte folgen einer Normalverteilung. Ein nichtparametrischer Test auf Unterschiede in der Pausenlänge zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv lieferte keine signifikanten Unterschiede (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,1$ ).

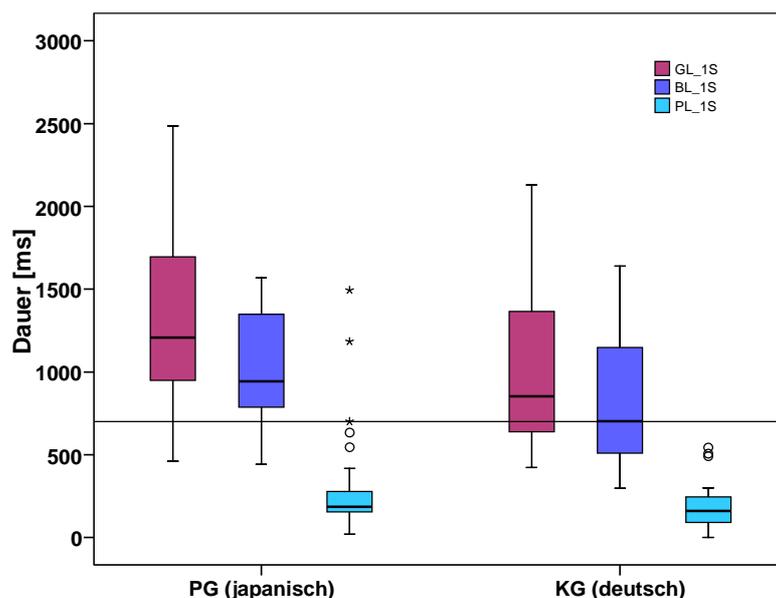
Bei der Längenanalyse der 1S-Melodiestructuren zeigt sich, dass Gesamtlänge, Pausen- und Bogenlänge einfach segmentierter Lautäußerungen der Probandengruppe zeitlich jeweils länger sind als die korrespondierenden Größen der deutschen Kontrollgruppe.

Die zeitliche Differenz der Gesamtlänge beträgt 377ms, die der Bogenlänge 264ms und die der Pausenlänge 113ms zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.

**Tabelle 15: Vergleich der Gesamtlängen, Pausen- und Bogenlängen von Schreien der Struktur 1S zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>L</b>	<b>Min [ms]</b>	<b>Max [ms]</b>	<b>MW [ms]</b>	<b>SD [ms]</b>	<b>SF [ms]</b>	<b>Median [ms]</b>	<b>P 25 [ms]</b>	<b>P 75 [ms]</b>
<b>PG1S GL [n=33]</b>	462	3460	1380**	613	107	1208	934	1705
<b>PG1S PL [n=33]</b>	1494	19	299	310	54	185	150	286
<b>PG1S BL [n=33]</b>	443	3249	1081**	500	87	944	786	1362
<b>KG1S GL [n=28]</b>	422	2130	1003**	476	90	853	639	1442
<b>KG1S PL [n=28]</b>	0	543	186	144	27	159	85	249
<b>KG1S BL [n=28]</b>	298	1639	817**	399	75	702	498	1215

*GL=Gesamtbogenlänge, PL=Pausenlänge, BL=Bogenlänge, 1S=Einfach segmentierter Bogen, PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile*



**Abbildung 25: Boxplot-Diagramm, Vergleich der zeitlichen Dauer von Gesamt- Pausen- und Bogenlänge einfach segmentierter Melodiemeasuren zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

### 3.2.4 Gesamtbogenlänge mehrböiger Melodiemeasuren (3B, MB)

In die Untersuchung der Gesamtbogenlängen komplexer Melodiemeasuren gingen alle geometrisch gemittelten Werte eines Kindes mit mehrböigen Melodiemeasuren (3B, MB) ein, und die Kindmittel wurden nachfolgend pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der Test auf Normalverteilung lieferte für beide Gruppen eine hinreichende Log-Normalverteilung ( $p=0,2$ ). Im Mittel sind die Schreilängen der Struktur 3B und MB der Kontrollgruppe länger (1673ms) als die der Probandengruppe (1484ms). Es zeigen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv (t-Test,  $p=0,336$ ).

**Tabelle 16: Vergleich der Gesamtbogenlängen von Schreien der Struktur 3B und MB zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

GL	Min [ms]	Max [ms]	MW [ms]	SD [ms]	SF [ms]	Median [ms]	P 25 [ms]	P 75 [ms]
<b>PG3BMB [n=21]</b>	588	3139	1484	581	127	1397	1082	1900
<b>KG3BMB [n=17]</b>	1001	2897	1673	651	158	1434	1985	2272

*GL=Gesamtbogenlänge, PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile*

### 3.2.5 Gesamtlänge mehrfach segmentierter Melodiestrukturen (2S, 3S, MS)

In die Untersuchung der Gesamt-, Einzelbogen und Pausenlängen gingen alle geometrisch gemittelten Werte eines Kindes mit mehrfach segmentierten Melodiestrukturen (2S, 3S, MS) ein, und die Kindmittel wurden nachfolgend pro Gruppe (PG/KG) deskriptiv analysiert.

Der Test auf Normalverteilung lieferte für beide Gruppen keine hinreichend normal verteilten logarithmierten Werte. Bei der Längenanalyse zeigt sich, dass Gesamtlänge, Einzelbogen- und Pausenlänge jeweils länger sind als die korrespondierenden Größen der deutschen Kontrollgruppe.

Ein nichtparametrischer Test auf Unterschiede in den Log-Werten zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv lieferte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (Mann-Whitney-U-Test,  $P=0,144$ ).

Die zeitliche Differenz der Gesamtlänge beträgt 807ms, die der Bogenlänge 390ms und die der Pausenlänge 406ms zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv.

**Tabelle 17: Vergleich der Gesamtlängen von Schreien der Struktur 2S, 3S und MS zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv**

<b>GL</b>	<b>Min [ms]</b>	<b>Max [ms]</b>	<b>MW [ms]</b>	<b>SD [ms]</b>	<b>SF [ms]</b>	<b>Median [ms]</b>	<b>P 25 [ms]</b>	<b>P 75 [ms]</b>
<b>PG23MS GL [n=7]</b>	758	3806	2435	1084	410	2075	1842	3622
<b>PG23MS PL [n=7]</b>	160	1194	780	359	136	898	546	1118
<b>PG23MS BL [n=7]</b>	598	2720	1645	823	311	1402	957	2612
<b>KG23MS GL [n=7]</b>	349	2320	1628	806	305	2009	677	2248
<b>KG23MS PL [n=7]</b>	88	795	374	358	98	385	159	600
<b>KG23MS BL [n=7]</b>	261	1832	1255	624	236	1421	506	1828

*GL=Gesamtlänge, PL=Pausenlänge, BL=Bogenlänge, 1S=einfach segmentierter Bogen, PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile*

### **3.3 Analyse der Auftrittshäufigkeiten einzelner melodischer Strukturtypen (QSS-Analyse)**

Die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse ergeben sich aus der Auswertung der relativen prozentualen Auftrittshäufigkeiten melodischer Strukturtypen von Säuglingsschreien. Die dargestellten relativen Häufigkeiten entsprechen den Mittelwerten der japanischen bzw. deutschen Gruppe, da vor ihrer Auswertung zunächst die Werte jedes einzelnen Probanden gemittelt wurden.

Bei der QSS-Analyse stand die Frage im Vordergrund, welche relativen Häufigkeitsverteilungen der analysierten Melodiestrukturen japanischer und deutscher Neugeborenenenvokalisationen erkennbar werden bzw. inwieweit die relative Auftrittshäufigkeit einzelner Strukturtypen auch geschlechtsspezifische Unterschiede erkennen lassen.

#### **3.3.1 Vergleich der Auftrittshäufigkeit analysierter Melodiestrukturen japanischer und deutscher Neugeborenenenschreie**

Die Analyse der Häufigkeitsverteilungen von Einfachbögen und komplexen Strukturen (nicht segmentierten DB/MB und segmentierten Strukturtypen) ergab, dass die Einfachbögen mit 59% den größten Anteil aller analysierten Melodiestrukturen innerhalb des japanischen und mit 64% innerhalb des deutschen Kollektivs darstellen.

Der zweitgrößte Anteil der analysierten Melodiestrukturen setzt sich im Probandenkollektiv zu 18% und im Kontrollkollektiv zu 17% aus segmentierten Melodiestrukturen zusammen.

Nicht segmentierte DB/MB treten im Probandenkollektiv zu 23%, im Kontrollkollektiv zu 19% auf.

Es zeigt sich eine hohe Übereinstimmung in Art und Häufigkeit der Strukturtypen zwischen beiden Gruppen sowie in der relativen Häufigkeitsverteilung einfacher, komplexer und segmentierter Strukturtypen. Jedoch wird eine Tendenz der Verringerung der EB-Strukturen in der

japanischen Neugeborenenengruppe und damit einem leicht höheren Anteil in der Gruppe der komplexen Strukturen deutlich. Um diese Beobachtung zu prüfen, wurde ein einfacher dimensionsloser Index berechnet: Der Melodiekomplexizitätsindex (vgl. Kap. 2.5).

Der durchschnittlich errechnete MCI erreicht bei den japanischen Neugeborenen 0,41, bei den deutschen Neugeborenen 0,36.

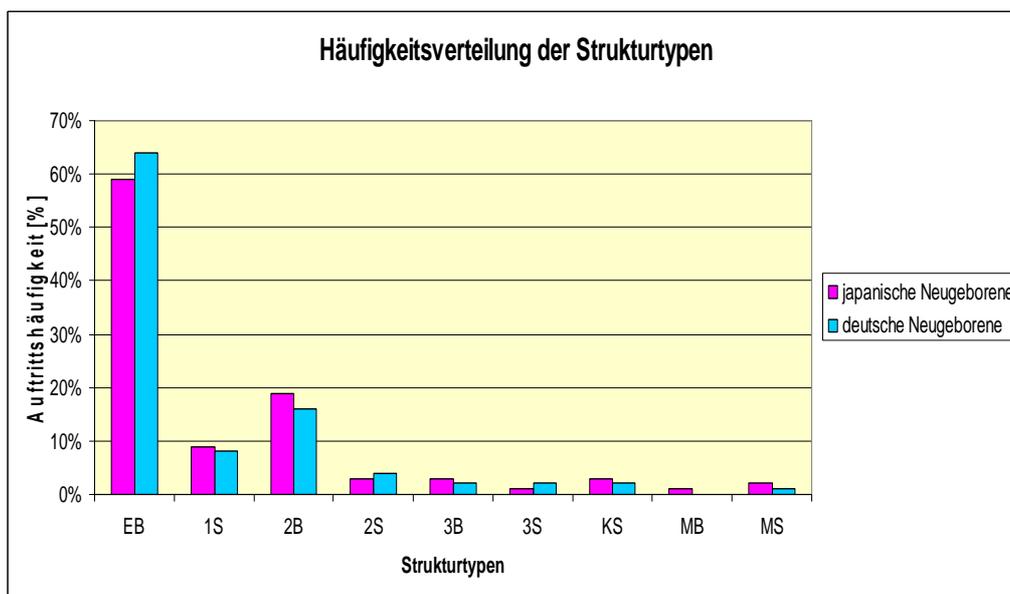
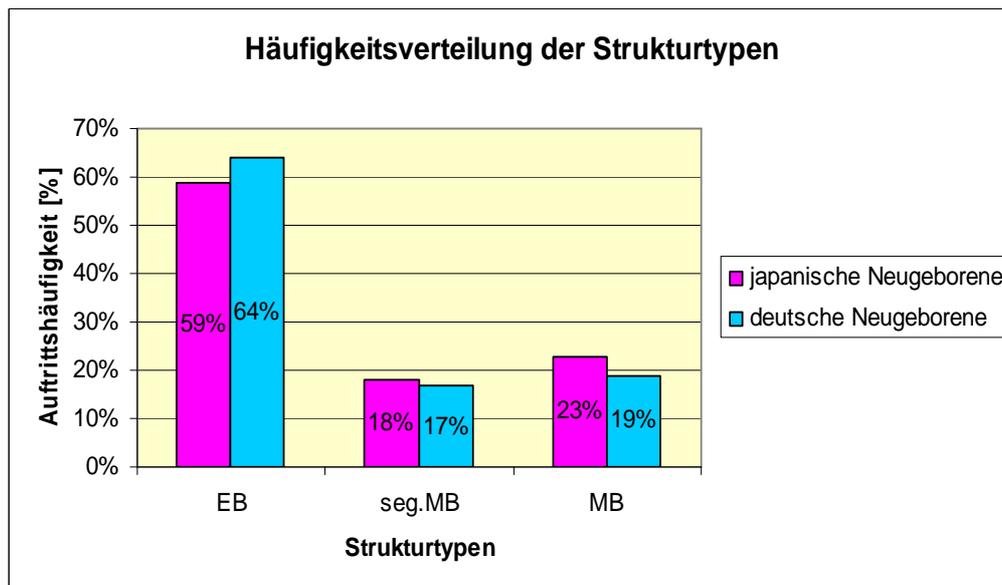


Abbildung 26: Relative Auftrittshäufigkeit [%] einfacher und komplexer Melodiestrutturen in japanischen [n=1535] und deutschen Neugeborenen schreien [n=2400]

	1B	1S	2B	2S	3B	3S	KS	MB	MS
<b>Probandengruppe</b>	59%	9%	19%	3%	3%	1%	3%	1%	2%
<b>Kontrollgruppe</b>	64%	8%	16%	4%	2%	2%	2%	0%	1%



**Abbildung 27: Relative Auftrittshäufigkeit [%] einfacher und komplexer Melodistrukturen in japanischen [n=1535] und deutschen Neugeborenen [n=2400]**

### **3.3.2 Geschlechtsspezifischer Vergleich der Auftrittshäufigkeit einfacher und komplexer Melodistrukturen japanischer und deutscher Neugeborenen**

Im geschlechtsspezifischen Vergleich wurde die Häufigkeitsverteilung der Melodistrukturen der weiblichen und männlichen japanischen Neugeborenen mit denen der weiblichen und männlichen deutschen Neugeborenen verglichen.

Hierbei wurden die Melodistrukturen der männlichen japanischen Neugeborenen [n=832] den Melodistrukturen männlicher deutscher Neugeborener [n=867] gegenübergestellt.

Sowohl bei der japanischen Probandengruppe als auch bei der deutschen Kontrollgruppe stellt die Gruppe der einfachen, einbögigen Melodistrukturen den größten Anteil der Strukturmerkmale ihrer Laute dar: 64% im japanischen, 68 % im deutschen Kollektiv.

Der Anteil segmentierter Laute produzierter Melodiestructuren liegt bei den männlichen japanischen Neugeborenen bei 20%, 15% bei den männlichen deutschen Neugeborenen

16% der produzierten Melodiestructuren der männlichen japanischen Neugeborenen und 17% der produzierten Melodiestructuren männlicher deutscher Neugeborener stellt die Gruppe der nicht segmentierten Doppelbögen/Mehrfachbögen dar.

Der Index der Melodiekomplexität beträgt 0,36 im Probandenkollektiv, 0,32 im Kontrollkollektiv.

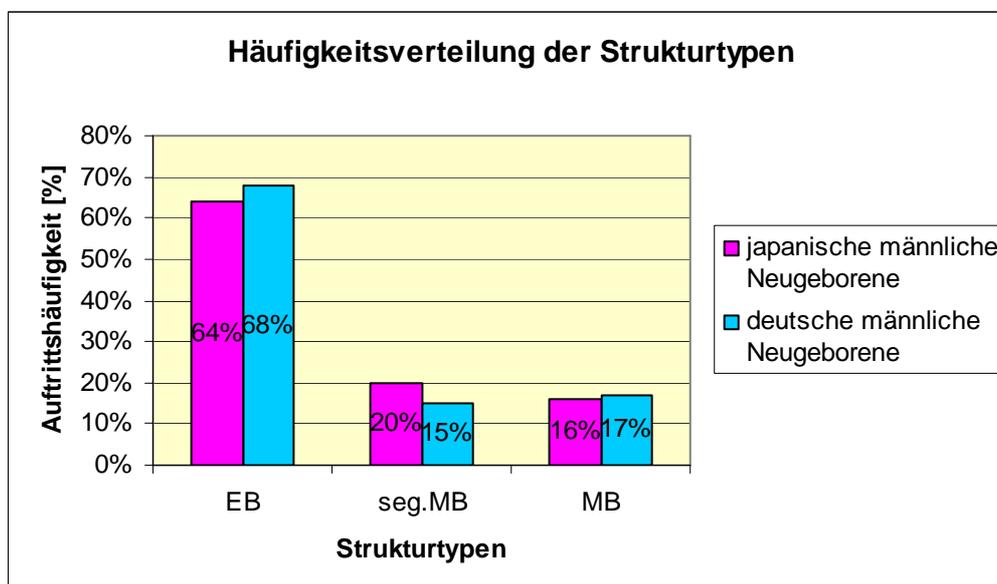


Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung der Strukturtypen männlicher japanischer Neugeborener [n=832] und männlicher deutscher Neugeborener [n=867]

In einem nächsten Schritt wurde die Häufigkeitsverteilung der produzierten Melodiestructuren der weiblichen japanischen Neugeborenen [n=632] mit denen der weiblichen deutschen Neugeborenen [n=947] verglichen.

Auch hier stellt die Gruppe der einfachen, einbögigen Melodiestructuren den größten Anteil der Strukturmerkmale ihrer Laute dar: 54% im japanischen, 61 % im deutschen Kollektiv.

Der Anteil segmentierter Laute produzierter Melodiestructuren liegt bei den weiblichen japanischen Neugeborenen bei 16%, 18% bei den weiblichen deutschen Neugeborenen

31% der produzierten Melodiestructuren der weiblichen japanischen Neugeborenen und 20% der produzierten Melodiestructuren weiblicher deutscher Neugeborener stellt die Gruppe der nicht segmentierten Doppelbögen/Mehrfachbögen dar.

Der Index der Melodiekomplexität beträgt 0,46 im Probandenkollektiv, 0,39 im Kontrollkollektiv.

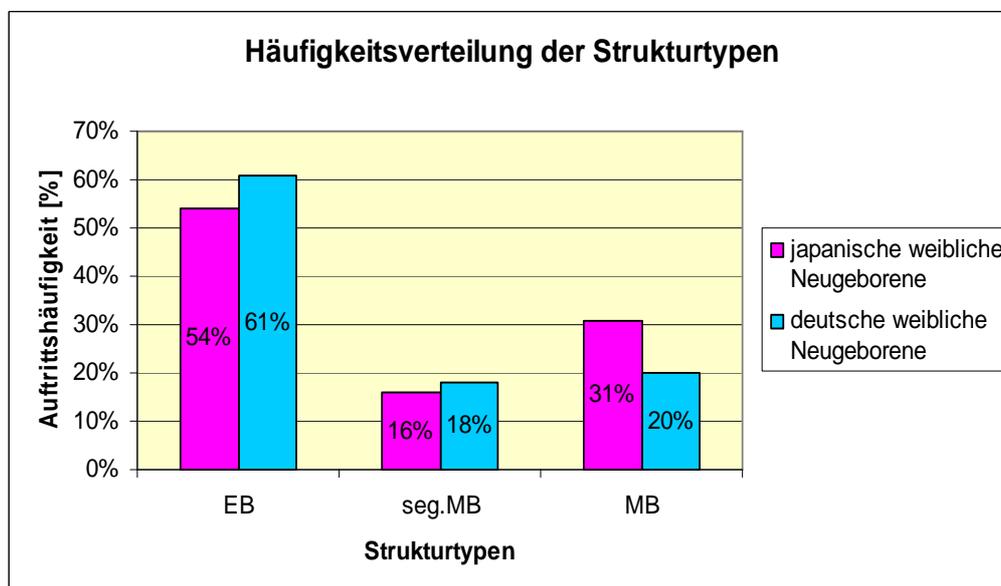


Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung der Strukturtypen weiblicher japanischer Neugeborener [n=632] und der weiblicher deutscher Neugeborener [n=947]

### 3.4 Analyse der MCI-Werte in PG und KG

Beim Vergleich der MCI-Mittelwerte zwischen der japanischen Probandengruppe und der deutschen Kontrollgruppe wird deutlich, dass der Index der Melodiekomplexität im Probandenkollektiv höher liegt (0,41) als im Kontrollkollektiv (0,36) (Tabelle 18).

Tabelle 18: MCI-Werte für alle Neugeborenen sowie Gruppenmittelwerte

	Min [Hz]	Max [Hz]	MW [Hz]	SD	SF	Median
<b>PG</b> [n=47]	0,00	0,91	0,41	0,25	0,04	0,44
<b>KG</b> [n=43]	0,00	0,93	0,36	0,26	0,04	0,31

PG=Probandengruppe, KG=Kontrollgruppe, MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler

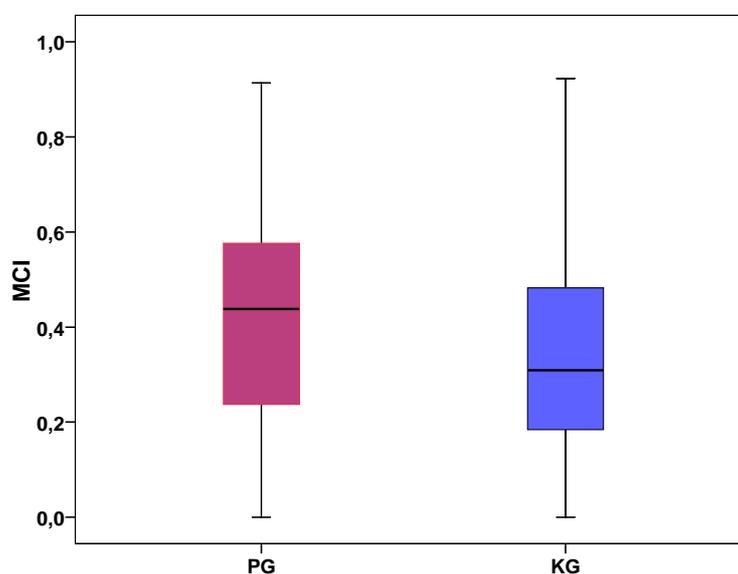


Abbildung 30: Boxplot-Diagramm, Darstellung der MCI-Verteilung zwischen Probanden- und Kontrollkollektiv

Die Werte der Melodiekomplexizität sind in beiden Gruppen normal verteilt ( $p=0,2$  in PG;  $p=0,159$  in KG); sie unterscheiden sich trotz deutlicher Mittelwertunterschiede statistisch nicht signifikant voneinander (t-Test,  $p=0,356$ ).

### 3.4.1 Geschlechtsspezifische Analyse der MCI-Werte in PG und KG

Im geschlechtsspezifischen Vergleich der MCI-Mittelwerte der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen zeigt sich, dass die Werte der Melodiekomplexität der Schreie bei den Mädchen höher liegen (0,46) als die der Jungen (0,36).

Die Werte der männlichen als auch der weiblichen japanischen Neugeborenen sind normal verteilt ( $p=0,2$ ); sie unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (t-Test,  $p=0,149$ ).

**Tabelle 19: MCI-Mittelwerte für die Gruppe der japanischen Jungen [n=26] bzw. Mädchen [n=21]**

	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD</b>	<b>SF</b>	<b>Median</b>
<b>Jap. Jungen [n=26]</b>	0,00	0,88	0,36	0,27	0,05	0,31
<b>Jap. Mädchen [n=21]</b>	0,01	0,91	0,46	0,23	0,05	0,49

*MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler*

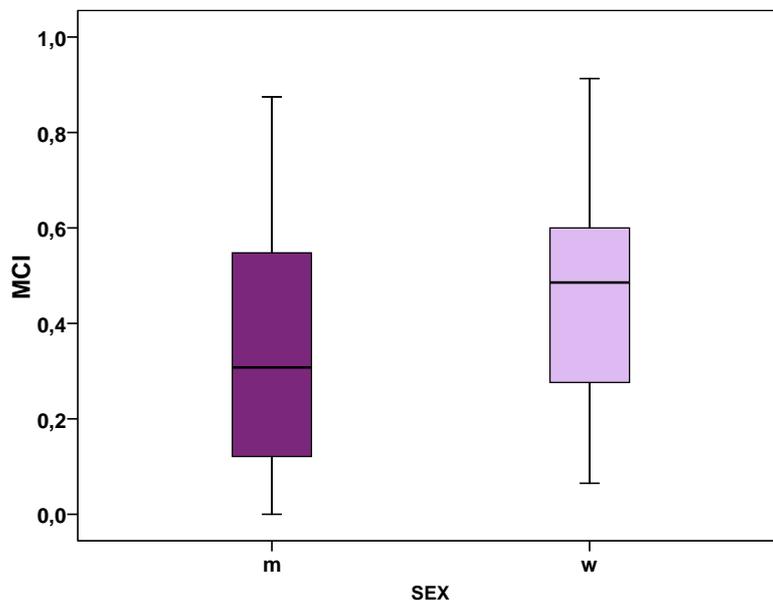


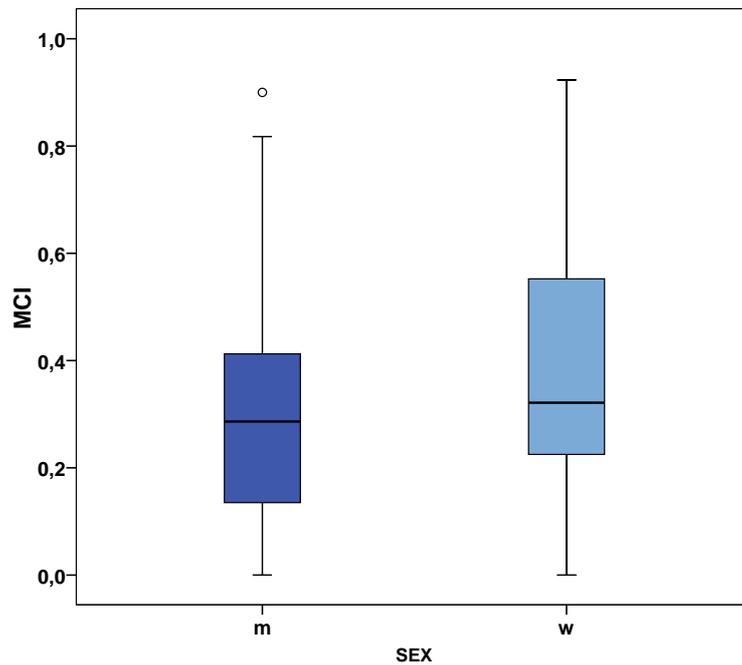
Abbildung 31: MCI-Werte japanischer Jungen [n=26] und Mädchen [n=21]

Auch in der KG sind die Werte der männlichen als auch der weiblichen deutschen Neugeborenen normal verteilt ( $p=0,2$ ); sie unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (t-Test,  $p=0,386$ ).

Tabelle 20: MCI-Mittelwerte für die Gruppe der deutschen Jungen [n=19] bzw. Mädchen [n=24]

	Min [Hz]	Max [Hz]	MW [Hz]	SD	SF	Median
<b>Dt. Jungen [n=19]</b>	0,00	0,9	0,32	0,25	0,06	0,29
<b>Dt. Mädchen [n=24]</b>	0,00	0,92	0,39	0,26	0,05	0,32

MW=Mittelwert, SD=Standardabweichung, SF=Standardfehler, P=Perzentile



**Abbildung 32: MCI-Werte deutscher Jungen [n=19] und Mädchen [n=24]**

Auch bei der geschlechtsspezifischen Analyse unterscheiden sich die normal verteilten Werte der männlichen Neugeborenen in KG und PG nicht signifikant voneinander (t-Test,  $p=0,603$ ). Gleiches gilt für die weiblichen Neugeborenen in KG und PG (t-Test,  $p=0,289$ ).

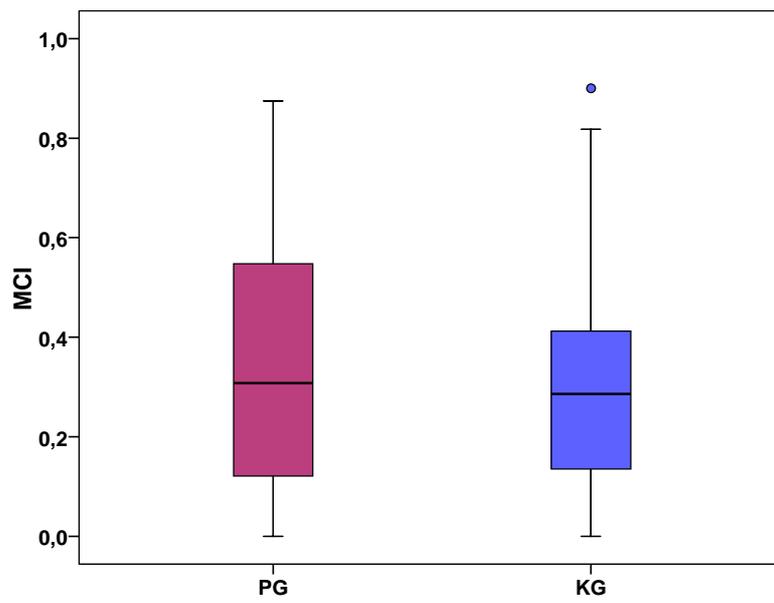


Abbildung 33: MCI-Werte japanischer [n=26] und deutscher Jungen [n=19]

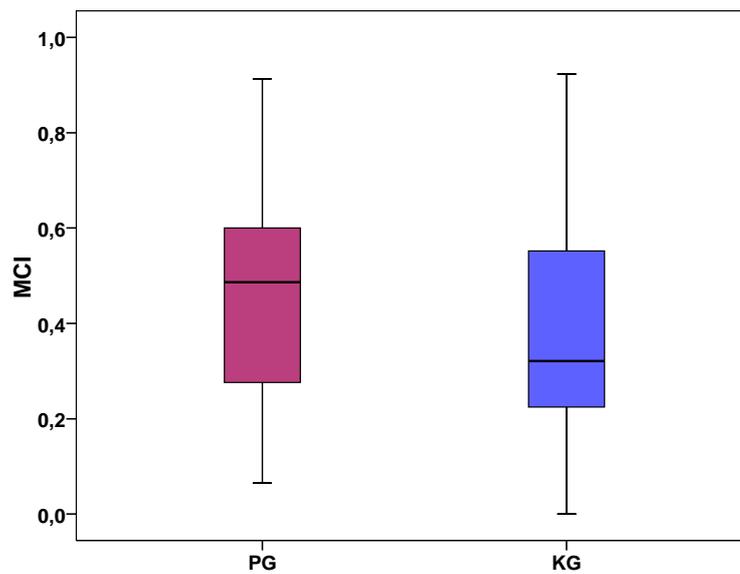


Abbildung 34: MCI-Werte japanischer [n=21] und deutscher Mädchen [n=24]

### **3.5 Beschreibung beobachteter und gemeinsamer differenter Strukturmerkmale deutscher und japanischer Schreie**

#### **3.5.1 Beschreibung gemeinsamer Strukturmerkmale**

Neben den in Kap. 3.3 bereits beschriebenen Ähnlichkeiten in den auftretenden Strukturtyp-Kategorien sollen an dieser Stelle beobachtete strukturelevante Übereinstimmungen zwischen deutschen und japanischen Schreimelodien ergänzt werden.

Wie nach dem von WERMKE und MENDE (MENDE und WERMKE et al. 1990, MENDE und WERMKE 1992) postulierten Entwicklungsgramm zu erwarten, fanden sich sowohl in den deutschen als auch in den japanischen Schreimelodien vorherrschend einfache, einböigige Strukturen (Kap. 3.3.). Dabei konnten auch in den Melodien japanischer Neugeborener die Grundtypen von Melodiebögen (Kap. 2.4.1.1) identifiziert werden.

Darüber hinaus hat die Autorin vorliegender Arbeit aber ein relativ häufig auftretendes Vorkommen des Typs „lb“ (WERMKE 2002), also einer relativ schnell ansteigenden und nachfolgend langsam abfallenden Melodiekontur (Kap. 2.4.1.1) beobachtet. Typische Beispiele sind in Abbildung 36 und 37 gezeigt. Dieser Melodietyp ist auch als vorherrschender Typ einböigiger Melodien deutscher Neugeborener beschrieben (WERMKE 2002).

Diese Struktur zeigt sich bei 18,8% aller analysierten Strukturen japanischer Säuglingsschreie und wurde auch in Kombination beobachtet (Abb. 37).

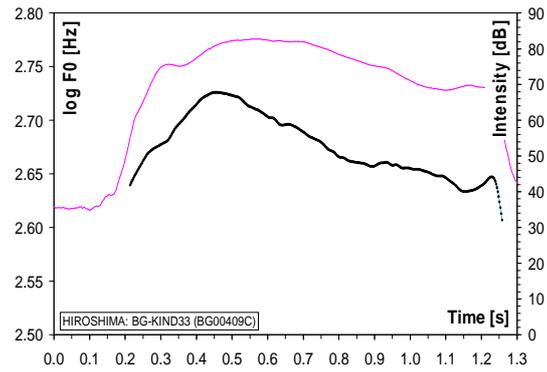
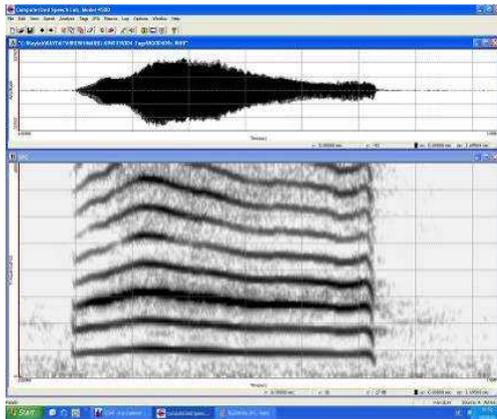


Abbildung 35: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Melodietyp Ib (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

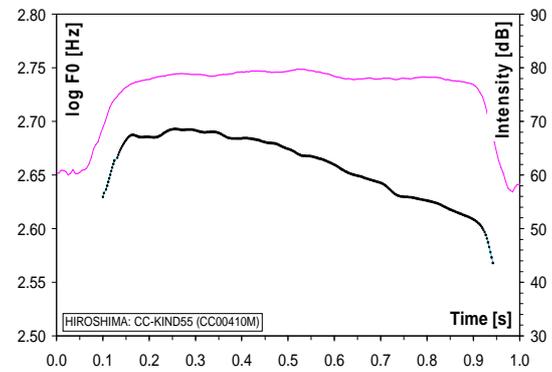
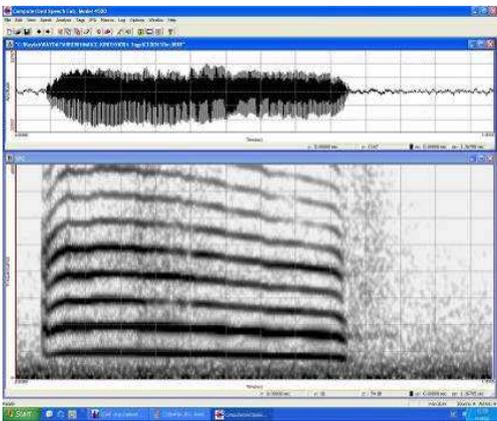
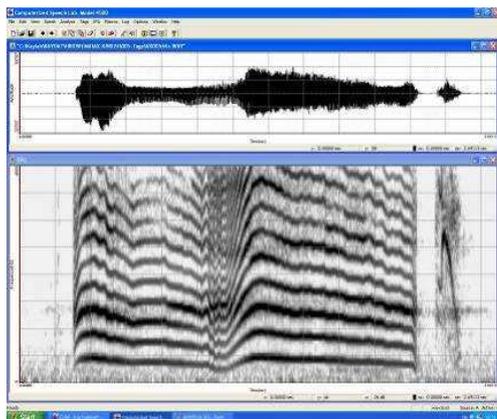


Abbildung 36: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Melodietyp Ib (Kind 55), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)



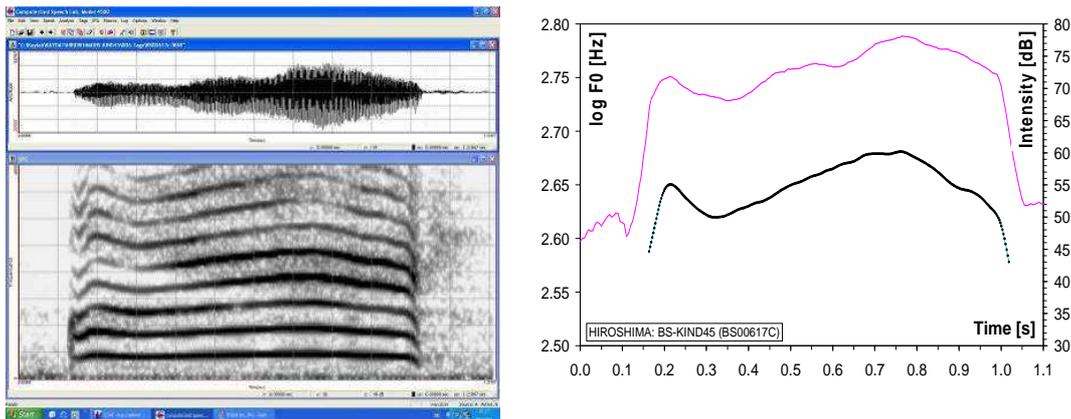
**Abbildung 37: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit doppelböiger Melodie kombiniert aus dem Grundtyp Ib (Kind 24), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

### Prominente Anwellen

Weiterhin zeigen sich auch in den Schreien japanischer Neugeborener Strukturen mit prominenten Anwellen (1,9%), aus welchen vermutlich die Ausbildung einer zweiten bogenförmigen Struktur (>150ms, mehr als 2 Halbtonabschnitte bis Bogenmaximum) erfolgt.

Oftmals stellen diese Anlaute schon regelrecht bogenförmige Strukturen dar, die entweder das zuvor festgelegte Hubkriterium bereits erfüllen, nicht aber das Bogenkriterium oder umgekehrt, um als eigenständiger Bogen gewertet zu werden und repräsentieren somit prominente Anwellen.

Die nachfolgend abgebildete Struktur zeigt einen prominenten Anlaut von 150ms und  $\geq 2$  Halbönen; im Vergleich zum nachfolgenden deutlich prominenteren Element wird diese Frequenzmodulation jedoch nicht als eigenständige Struktur gewertet.



**Abbildung 38: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit prominenter Anwelle (Kind 45), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

### 3.5.2 Beschreibung typischer Strukturbesonderheiten der Melodie japanischer Neugeborenen schreie

Bei der Strukturanalyse der Melodien japanischer Neugeborenen schreie fiel im Vergleich zu den Melodiestructuren deutscher Neugeborenen laute auf, dass sich „japanische“ Melodiebögen häufig durch plateauartige Elemente auszeichneten (26,6% bis 33,4%).

Rechnet man neben ausgeprägten Plateaus auch kürzere plateauartige Elemente in Form „katzenohrartiger Strukturen“, eines „Plateaueinbaus in fallender Flanke“, eines „Plateaus nach An- oder Endwelle“ und den Melodie-Typ II hinzu, so kommt das Melodieelement „Plateau“ in 44,8% bis 51,9% aller analysierter japanischer Laute vor.

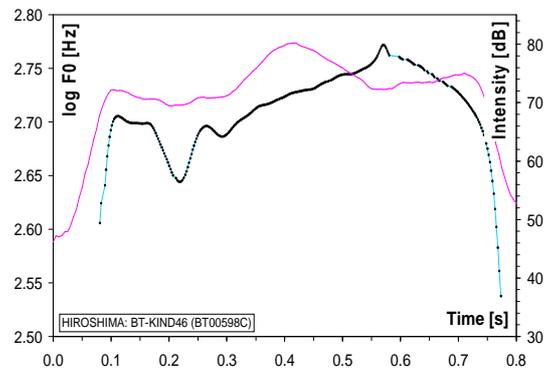
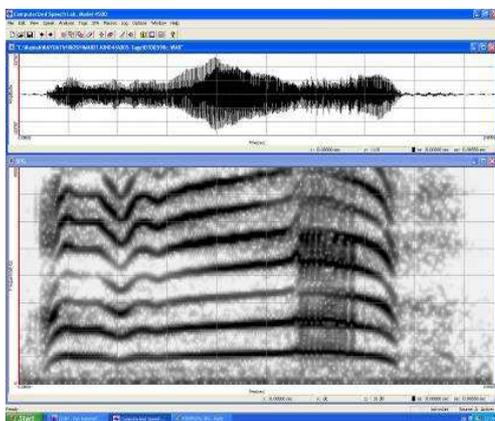
Dies ist der markanteste Unterschied in der Melodiestructur beider Neugeborenen gruppen.

Nachfolgend werden typische Beispiele solcher plateauförmiger Strukturelemente an unterschiedlichen Positionen innerhalb der produzierten Melodiestructuren dargestellt. Das Auftreten solcher Plateauphänomene wurde sowohl in der An- oder Endwelle von Melodien, zwischen Anwelle und Hauptbogen als auch in dem/n bogenförmigen Element/en oder in der ansteigenden oder abfallenden Flanke einzelner Melodiebögen beobachtet.

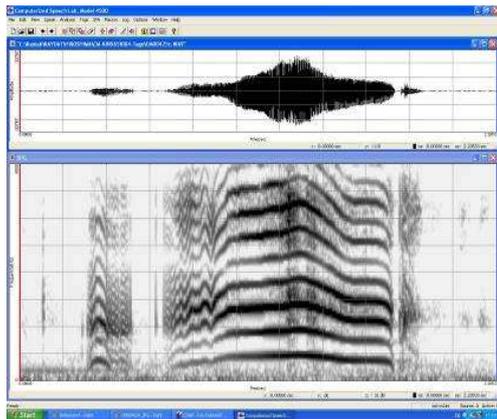
Auch plateauförmige Abflachungen des Frequenzmaximums (Melodietyp II) treten zu 7,8% von insgesamt 1535 Lauten auf.

### Plateauförmige Abflachung am Anfang bzw. Ende der Melodie in japanischen Säuglingsschreien

Der Einbau von plateauförmigen Ebenen wurde zum Beispiel am Melodieanfang unmittelbar vor dem darauf folgenden Bogen gefunden (Abb.39) oder am Ende (Abb.40).



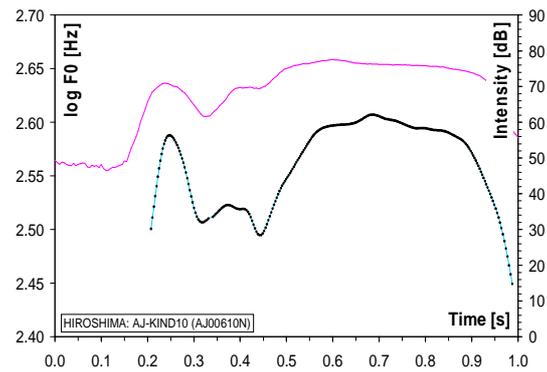
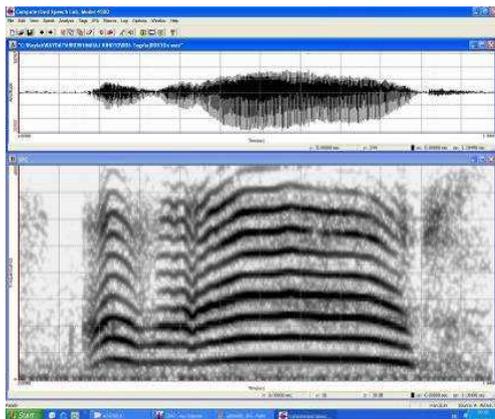
**Abbildung 39: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingsschreies mit plateauförmig abgeflachtem Beginn (Kind 46), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



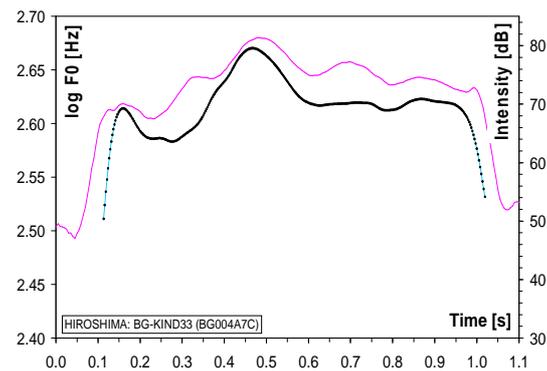
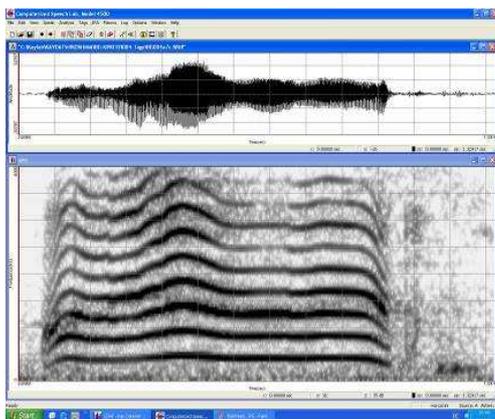
**Abbildung 40: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmiger Abflachung in der absteigenden Melodiefanke am Lautende (Kind 65), Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©**

**Ausbildung einer plateauförmigen Fläche zwischen An/Endwelle und bogenförmigem Hauptelement**

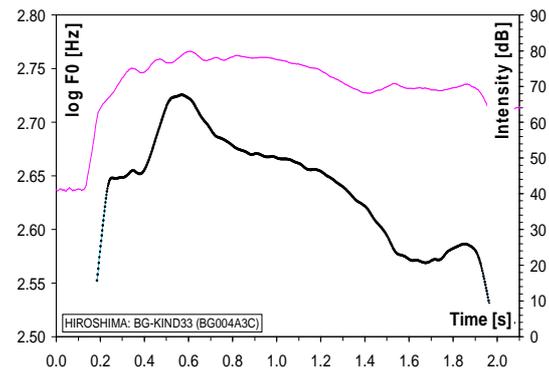
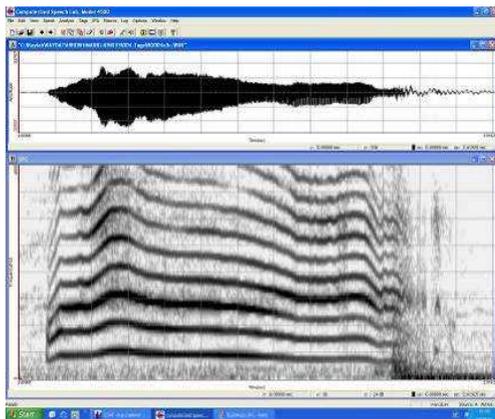
Als weitere beobachtete Besonderheit zeigte sich in [n=109] Melodien japanischer Neugeborenenenschreie der „Einbau“ eines kurzen plateauförmigen Elementes nach einer Anwelle (7,8% von n=1535 Melodiestructuren) (Abb. 41, 42) oder, wenn auch seltener (0,3% von n=1535 Melodiestructuren), zwischen Endwelle und bogenförmigem Hauptelement (Abb. 43).



**Abbildung 41: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit einem plateauartigem Element nach einer Anwelle (Kind 10), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 42: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaeinbau zwischen Hauptbogen und Endelement (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

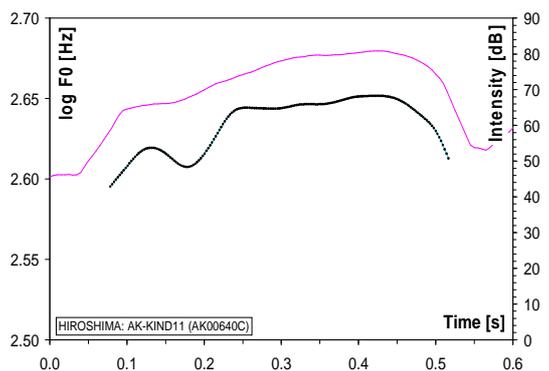
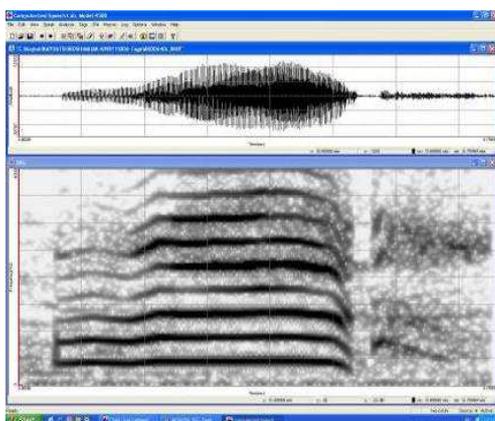


**Abbildung 43: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau am Anfang und kurz vor dem Ende der Melodie (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

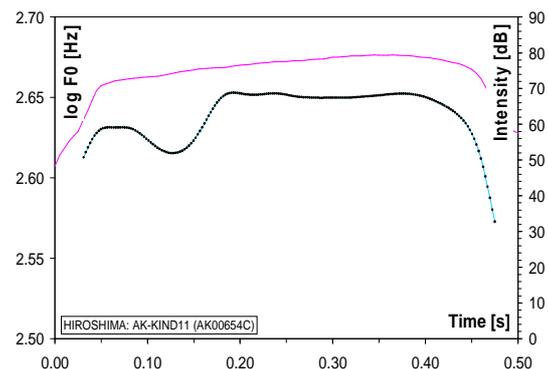
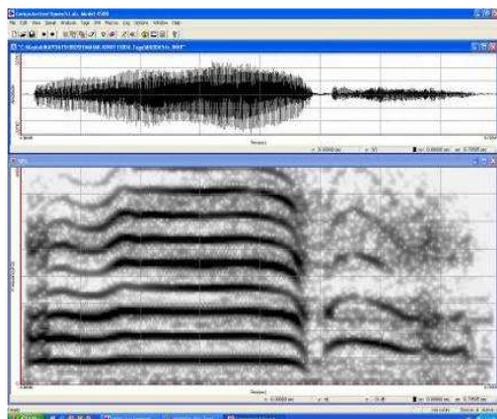
### Plateauförmige Abflachung der Bögen

Die plateauförmige Abflachung von An- und Endwellen sowie Hauptbögen ist ein sehr häufig auftretendes Phänomen in den Melodien der japanischen Neugeborenen schreie.

Die nachfolgenden zwei Abbildungen zeigen zwei sehr typische Beispiele anhand einböiger Melodiestructuren mit ausgeprägtem Plateau des Hauptbogens.

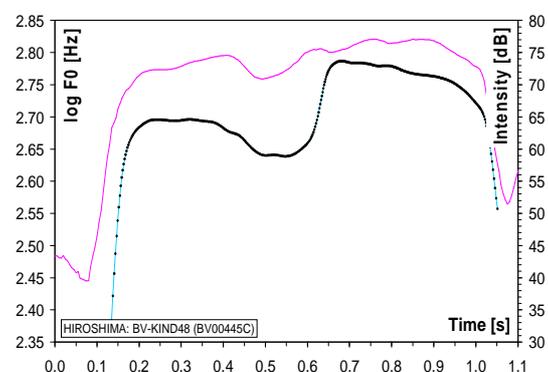
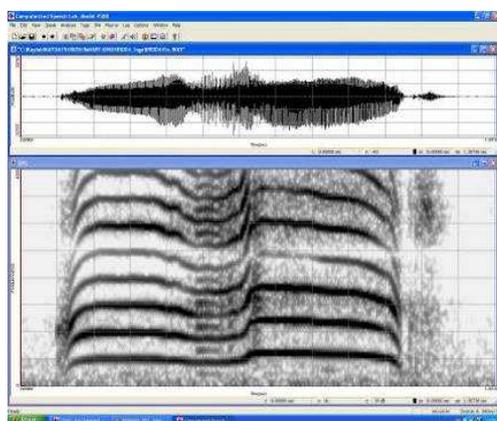


**Abbildung 44: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachtem Hauptbogen (Kind 11), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

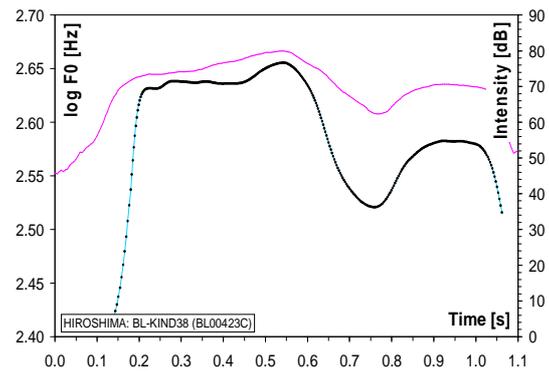
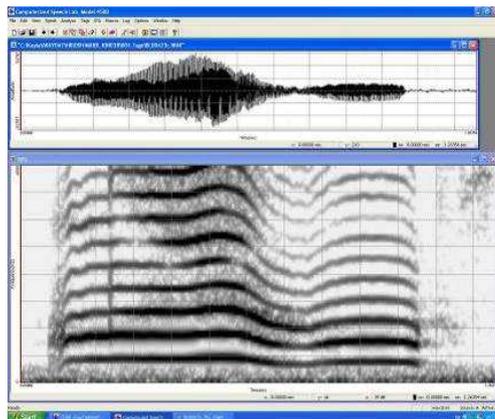


**Abbildung 45: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauartig abgeflachter Anwelle sowie Hauptbogen (Kind 11), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

Die nachfolgend abgebildeten Beispiele (Abb. 46, 47) demonstrieren doppelböige Melodiestructuren mit plateauartig abgeflachten Bögen. Es kommen sowohl jambische Doppelbögen („LOW-HIGH“) als auch trochäische Doppelbögen („HIGH-LOW“) vor.

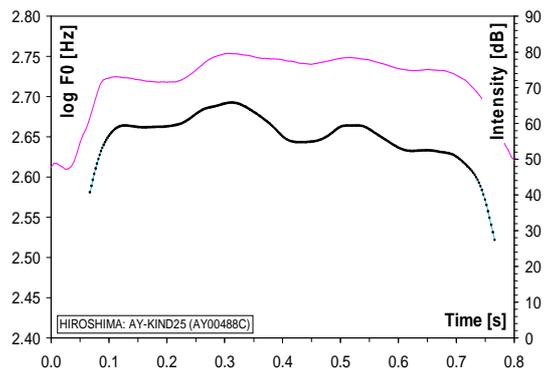
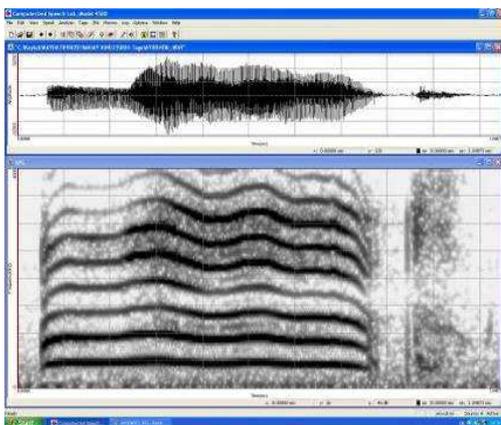


**Abbildung 46: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauartig abgeflachten Bögen (Kind 48), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 47: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauartig abgeflachten Bögen (Kind 38), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

Auch in stärker frequenzmodulierten Melodien erkennt man die Tendenz zur „Plateaubildung“ (Abb. 48).



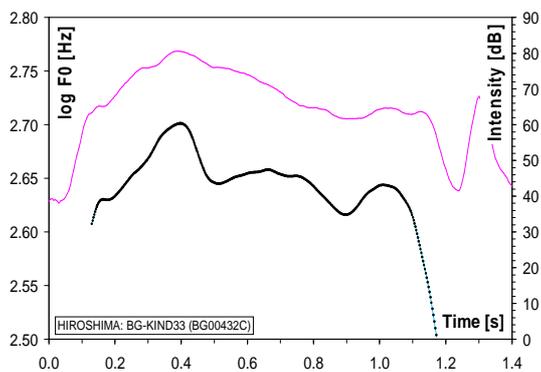
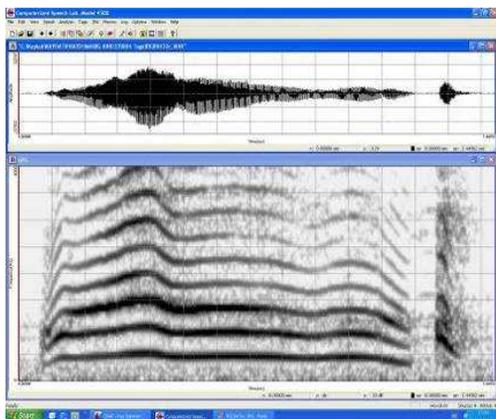
**Abbildung 48: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit mehrfachböiger Struktur und Einbau von Plateauebenen (Kind 25), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

**Ausbildung einer plateauartigen Fläche innerhalb zweier bogenförmiger Strukturen**

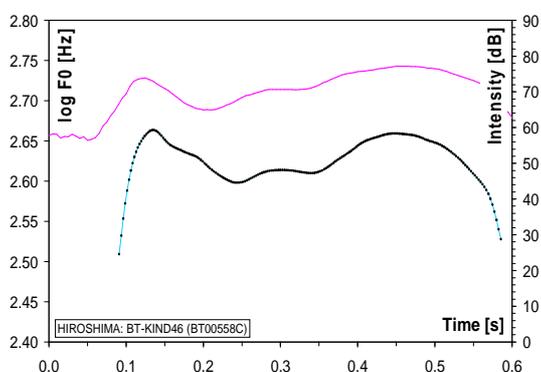
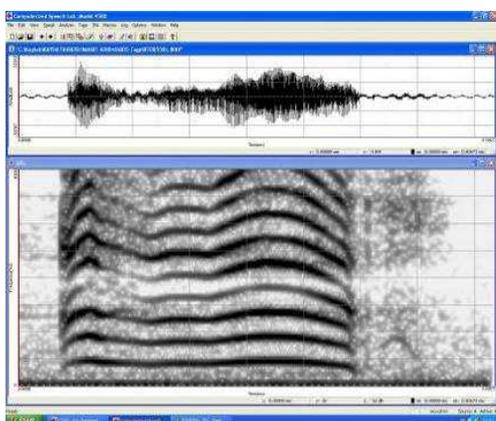
Die nachfolgenden Abbildungen 49 bis 51 veranschaulichen Beispiele einer weiteren Variante von Melodieelementen mit Plateautendenz. Diese Struktur

wurde von mir „katzenohrartige Struktur“ genannt“ und ist durch den Einbau einer plateauartigen Fläche zwischen zwei bogenförmigen Strukturen („Ohren“) charakterisiert.

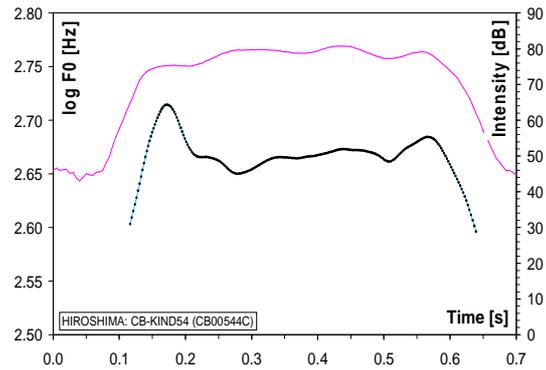
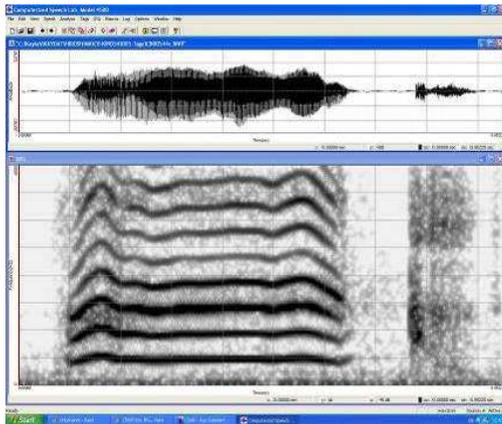
Sie tritt in 2,8% aller analysierten Melodien auf.



**Abbildung 49: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateaubene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 50: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateaubene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen (Kind 46), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

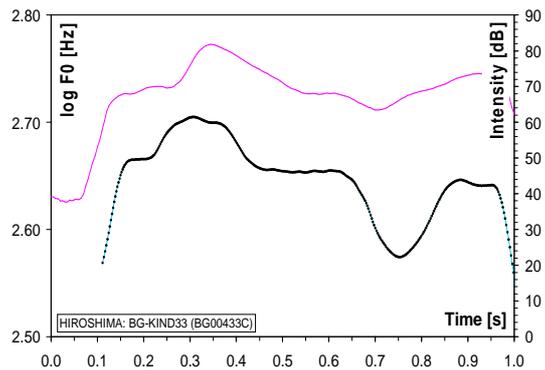
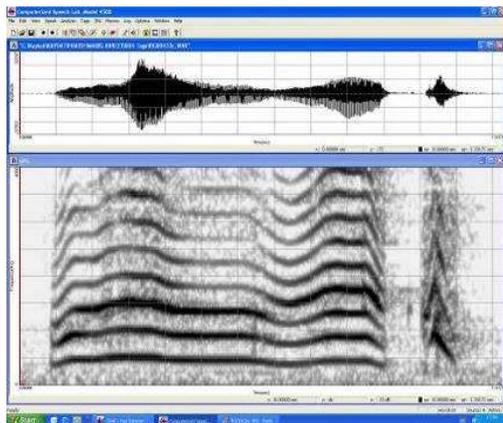


**Abbildung 51: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Einbau von einer Plateauebene zwischen zwei bogenförmigen Strukturen (Kind 54), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

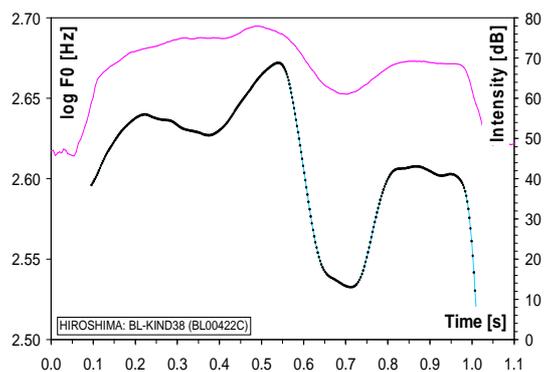
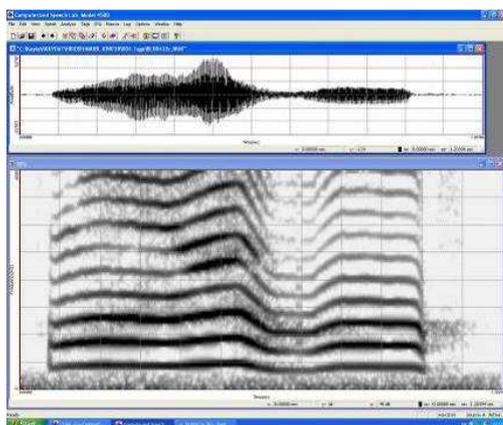
**Plateaueinbau in mehrfachböigen Melodiestructuren**

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen komplexe, mehrfachböige Melodiestructuren mit „Einbau“ von Plateauebenen.

Die Abbildung 52 zeigt ein Beispiel mit vier plateauförmigen Elementen: (a) einer plateauförmigen Anwelle, (b) zwei Plateauebenen in fallender Flanke des ersten Melodiebogens und (c) ein abgeflachtes Maximum vom zweiten Melodiebogen.



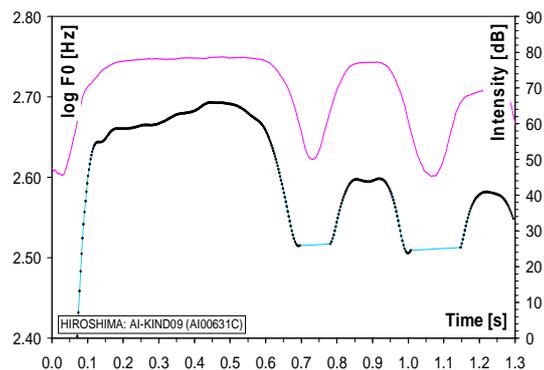
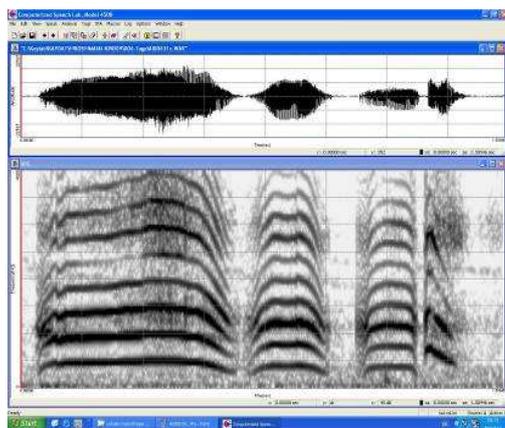
**Abbildung 52: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit doppelböiger Struktur und Einbau von vier Plateauebenen (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



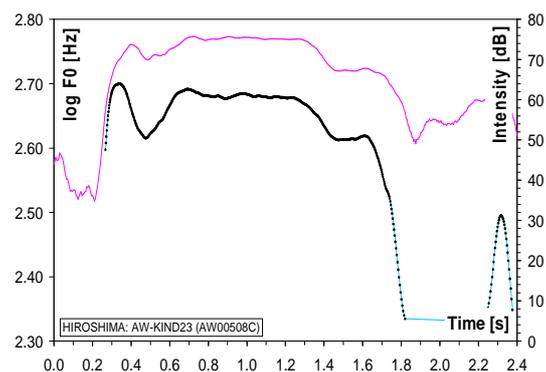
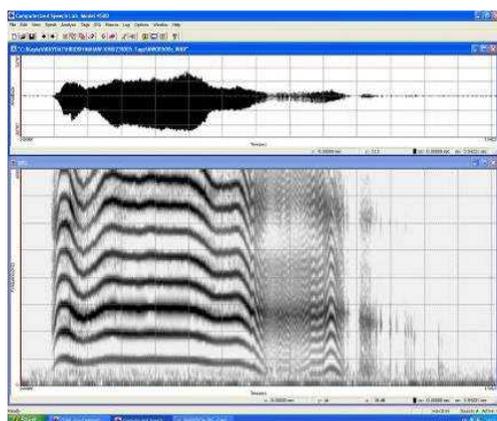
**Abbildung 53: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit dreiböiger Struktur und Ausbildung von Plateauebenen im 1. und 3. Bogen sowie im Übergangsbereich zwischen 2. und 3. Bogen (Kind 38), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

**Plateauförmig abgeflachte Melodiestructuren mit Segmentierung**

Auch in komplexen segmentierten Melodien sind plateauförmige Abflachungen beobachtet worden. Die Abbildung 54 (2S-Struktur) und die Abbildung 55 (KS-Struktur) zeigen typische Beispiele.



**Abbildung 54: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachten segmentierten Bögen (Kind 9), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 55: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig abgeflachtem Bogen (Kind 23), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

**Einbau von Plateauebenen in fallender Flanke (Melodietyp Ib)**

Vor allem bei dem in den Säuglingsschreien relativ häufig vorkommenden Melodie-Typ Ib (Kap. 3.5.1) wird der „Einbau“ von plateauförmigen Flächen in der fallenden Flanke deutlich (0,6% in allen gefundenen Melodiestructuren, zu 0,9% in allen gefundenen 1B-Strukturen).

Nachfolgend sind dafür typische Beispiele gegeben.

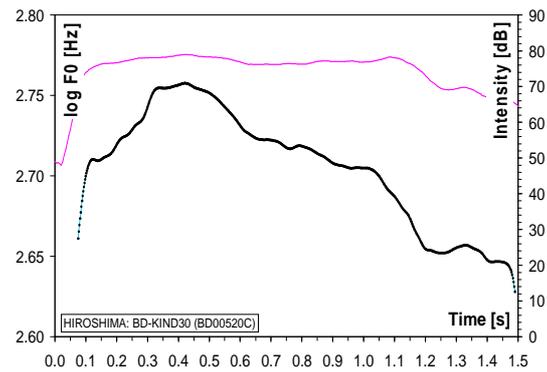
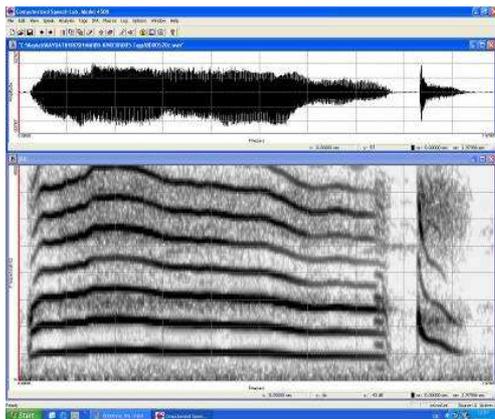


Abbildung 56: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau einbau in fallender Flanke (Kind 30), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

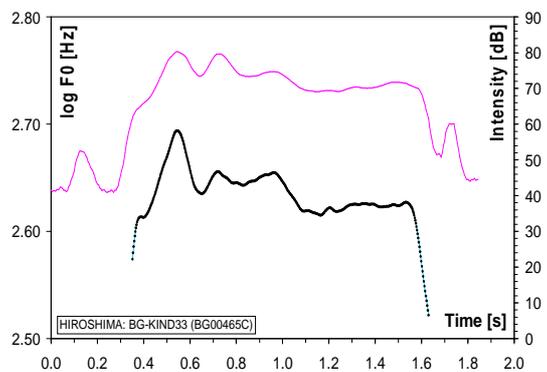
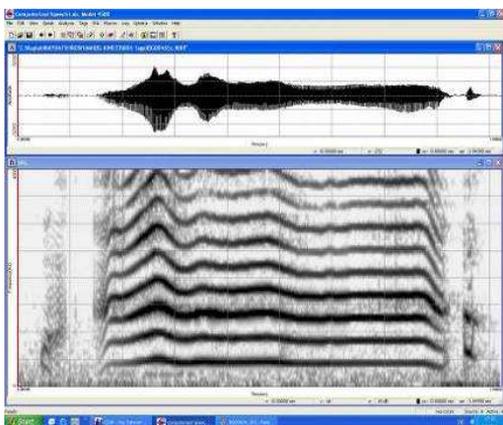


Abbildung 57: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau einbau in fallender Flanke (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

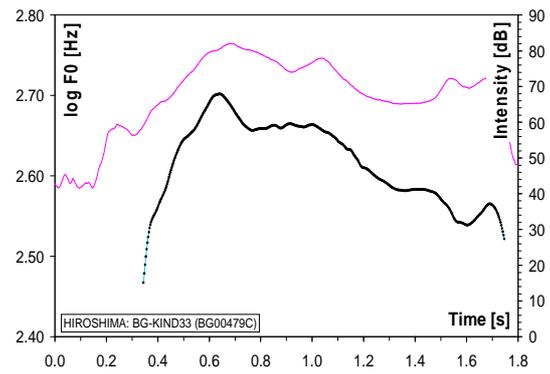
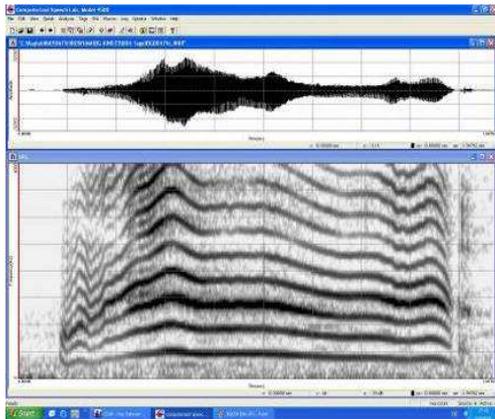


Abbildung 58: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau einbau in fallender Flanke (Kind 33), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

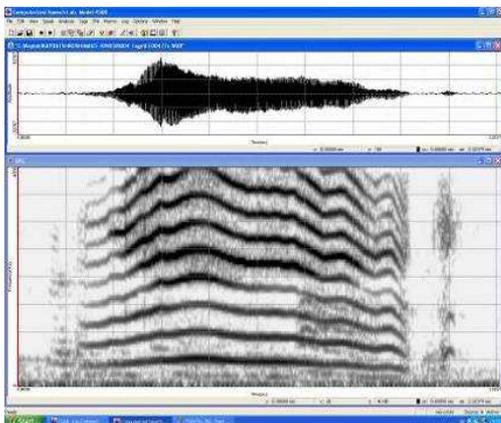
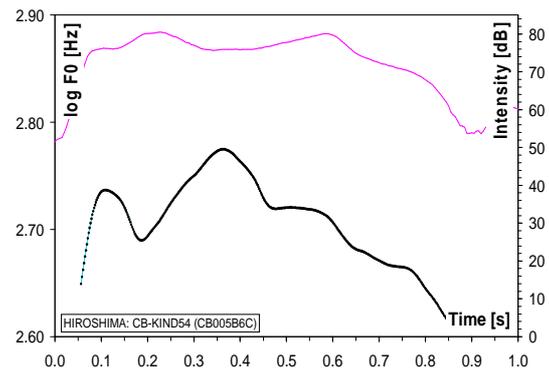
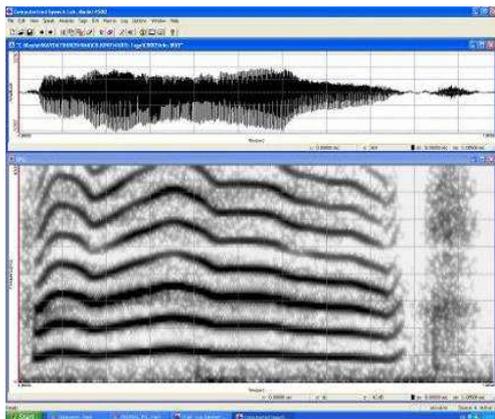


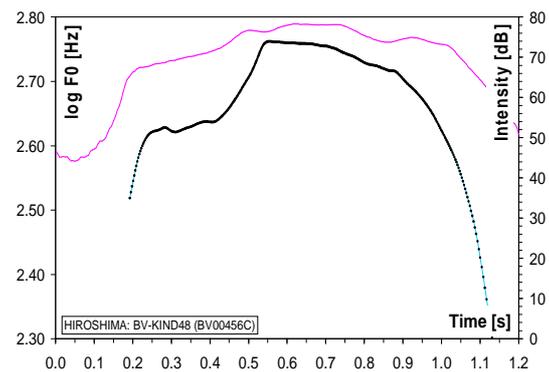
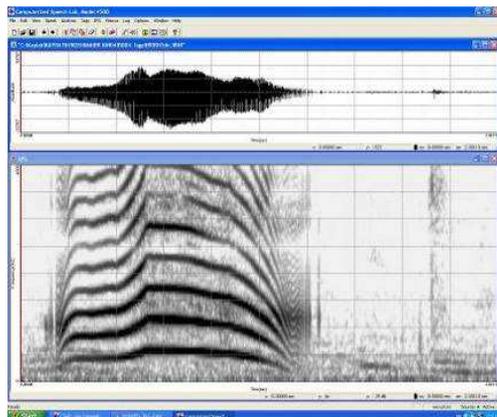
Abbildung 59: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateau einbau in fallender Flanke (Kind 58), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)



**Abbildung 60: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Plateaeinbau in fallender Flanke (Kind 54), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

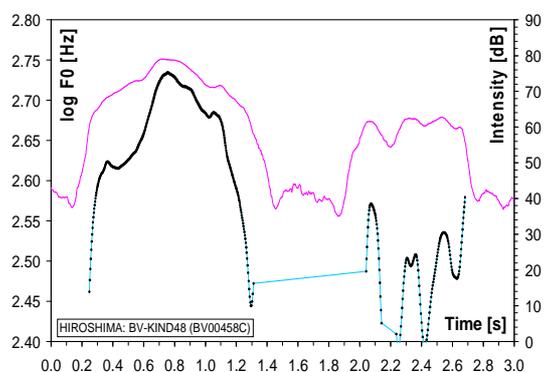
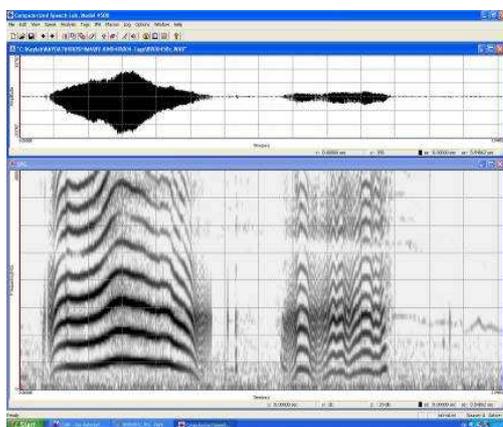
### Ausbildung von „haifischflossenartigen Strukturen“

Als weitere Auffälligkeit zeigt sich in ca. 0,3% aller analysierten Melodien japanischer Neugeborener die Bildung sogenannter „haifischflossenartiger Strukturen“ in den Melodien japanischer Neugeborener. Diese Struktur ist durch den plötzlichen Sprung des Grundfrequenzverlaufes von einer plateauartig ausgeformten Anwelle auf ein höheres Tonlevel und nachfolgendem Abfall der Melodie nach Erreichen eines spitz ausgeformten Frequenzmaximums gekennzeichnet.

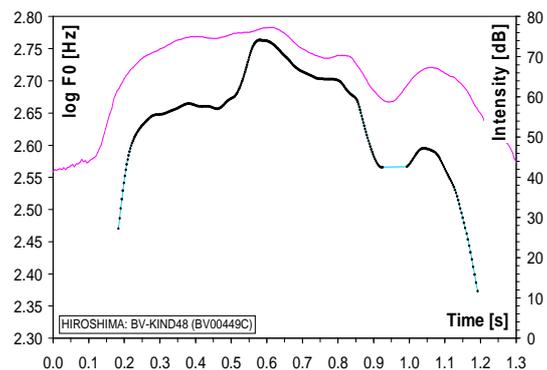
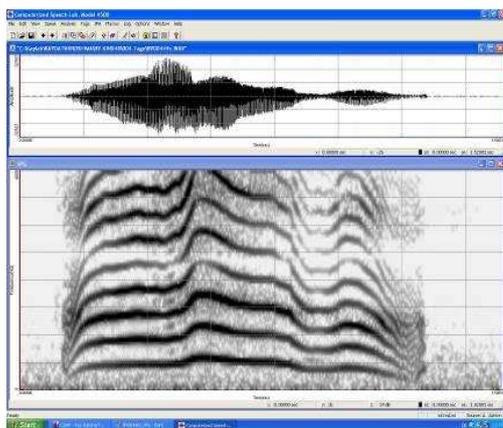


**Abbildung 61: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/ Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauartig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements (Kind 48, 1), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

Die in Abbildung 61 gezeigte Struktur tritt mit hoher Formähnlichkeit bei demselben Neugeborenen in einem segmentierten Laut (Abb.62) sowie in einem dreibögigem Laut (Abb.63) wieder auf.

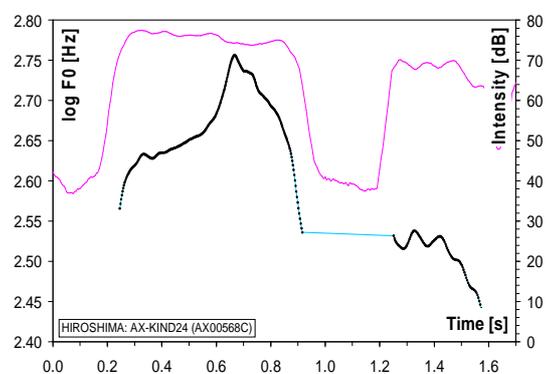
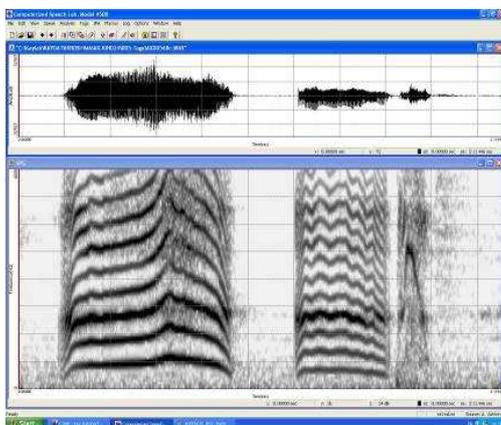


**Abbildung 62: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauartig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements (Kind 48, 2) (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

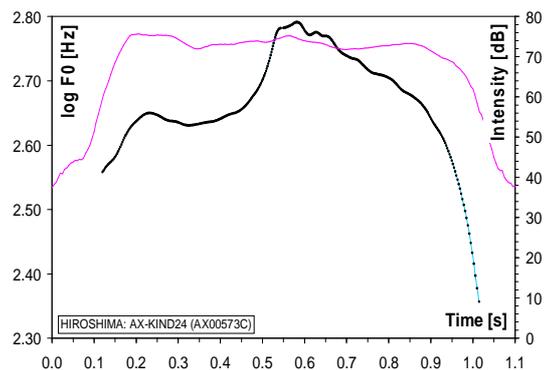
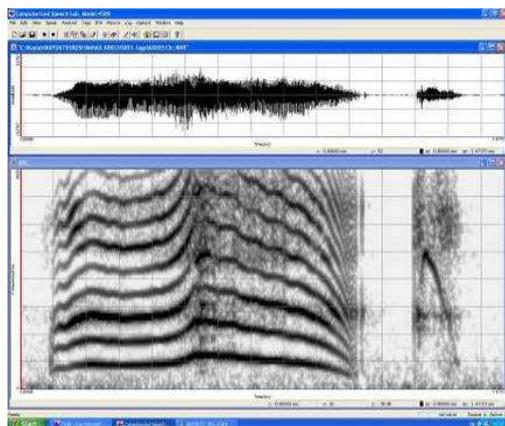


**Abbildung 63: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements (Kind 48, 3), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

Diese hohe Formähnlichkeit dieser Struktur zeigt sich auch im Vergleich zu Melodien anderer Neugeborener (hier Kind 24, Abb. 64, 65).



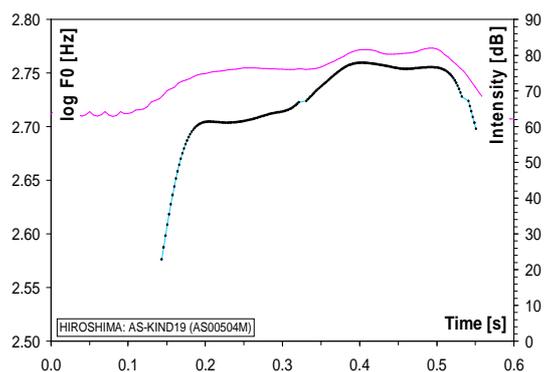
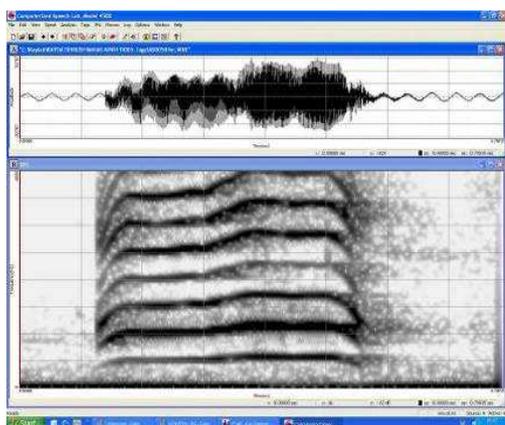
**Abbildung 64: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit plateauförmig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements (Kind 24), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**



**Abbildung 65: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines segmentierten japanischen Säuglingslautes mit plateauartig ausgeformter Anwelle und „haifischflossenartiger Struktur“ des Hauptelements (Kind 24), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

**Tonlevel-Sprünge in japanischen Säuglingsschreien**

In vielen der vorhergehend gezeigten Beispiele entstehen durch den Einbau der Plateauelemente Tonniveauunterschiede. Dies ist anhand der nachfolgenden Beispiele noch einmal in ausgeprägter Form dargestellt.



**Abbildung 66: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung (Kind 19), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)**

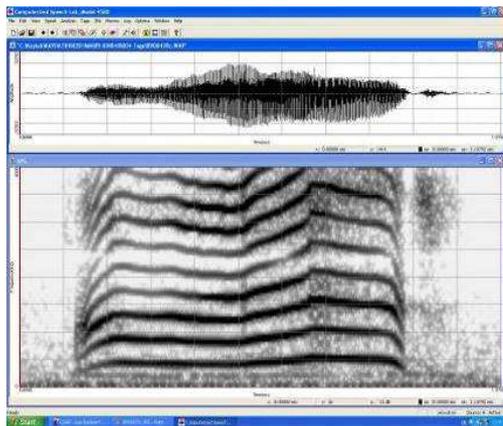


Abbildung 67: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung (Kind 48), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

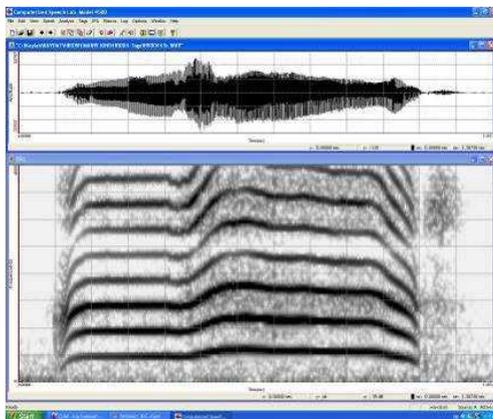


Abbildung 68: Schmalband-Spektrogramm und Melodie-/Intensitätsgrafik eines japanischen Säuglingslautes mit Tonlevelsprung (Kind 48), (Darstellung mit Kay-CSL und CDAP©)

### 3.6 Korrelationen zwischen MCI-Werten der Neugeborenen und aktiver musikalischen Betätigung der Mutter

Um zu prüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen der Auftrittshäufigkeit komplexer Strukturen in den Neugeborenen schreien und der musikalischen Betätigungen der Mutter in der Schwangerschaft gibt (vgl. Tabelle 5), wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt.

Das musikalische Verhalten der Mütter wurde per Fragebogen von der Autorin vorliegender Arbeit von den Wöchnerinnen erfragt.

Es ergaben sich keine signifikanten Korrelationen zwischen dem MCI und den musikalischen Hörgewohnheiten der Mutter, wohl aber hinsichtlich ihrer aktiven musikalischen Betätigung. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,36 (Spearman-Rho;  $p= 0,007$ ).

Aus der in Tabelle 5 aufgeführten Übersichtstabelle zur musikalischen Gewohnheit der japanischen Mütter wird ersichtlich, dass neun der 46 befragten Mütter während der Schwangerschaft einer aktiven musikalischen Betätigung nachgingen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Melodiekomplexitätsindex der japanischen Neugeborenen der musikalisch aktiven Mütter, die geschlechtsspezifische Verteilung sowie eine Auflistung der Art der musikalischen Betätigung.

Der prozentuale Anteil weiblicher Neugeborener überwiegt mit 66,7% weit die Gruppe der männlichen Neugeborenen (33,3%) musikalisch aktiver Mütter.

**Tabelle 21: Übersicht der Probanden musikalisch aktiver Mütter mit Auflistung der Art der musikalischen Aktivität, der MCI-Werte, des Geschlechts und des Alters des Neugeborenen in Tagen**

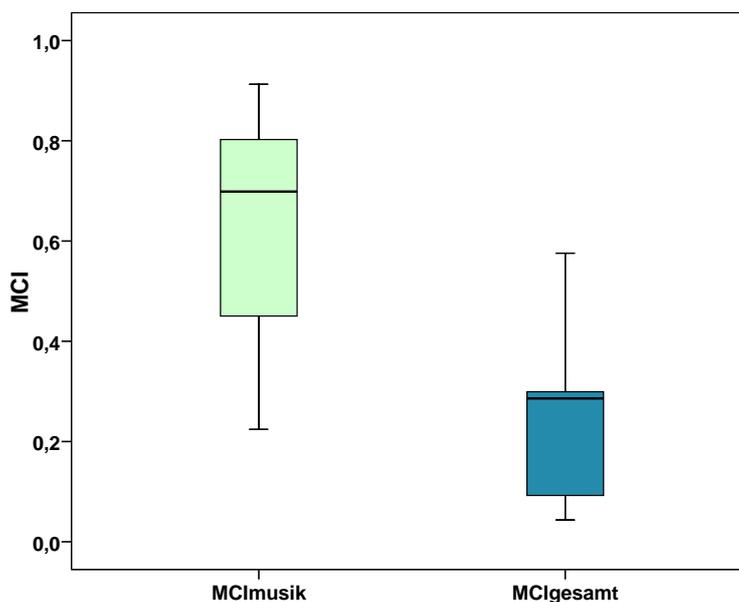
Proband	Art (MA)	MCI	Geschlecht	Alter[d]
Kind 14	Gesang	0,88	w	4
Kind 16	Klavier	0,69	w	4
Kind 22	Gesang	0,51	m	5
Kind 23	Klavier	0,91	w	5
Kind 31	Klavier	0,70	m	4
Kind 38	Gesang	0,73	w	4
Kind 40	Jap. Zupfinstrument	0,58	w	3
Kind 52	Klavier	0,22	w	4
Kind 53	Klavier	0,39	m	4

Mittelt man die MCI-Werte dieser Neugeborenen ergeben sich die in Tabelle 22 aufgeführten Werte.

**Tabelle 22: Deskriptive Analyse des Melodiekomplexitätsindexes der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter im Vergleich zu „nicht-aktiven“ Müttern**

MCI	Min [Hz]	Max [Hz]	MW [Hz]	SD	SF	Median
<b>MCI<sub>musik</sub></b> [n=9]	0,22	0,91	0,63	0,24	0,08	0,70
<b>MCI<sub>gesamt</sub></b> [n=46-9]	0,043	0,58	0,25	0,17	0,06	0,29

MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung, S = Standardfehler



**Abbildung 69: MCI-Werte der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter [n=9] im Vergleich zu „nicht-aktiven“ Müttern [n=46-9]**

Das durchschnittliche Lebensalter des rekrutierten Probandenkollektivs (vgl. Tabelle 2) liegt bei 4,1Tagen. Das Durchschnittsalter der Mädchen liegt bei 4,2 Tagen, bei den Jungen bei vier Tagen. Damit sind die Kinder musikalisch

aktiver Mütter nicht etwa älter als die im Gesamtkollektiv japanischer Neugeborener.

**Tabelle 23: Deskriptive Analyse des Melodiekomplexizitätsindex der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter**

<b>MCI</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD</b>	<b>SF</b>	<b>Median</b>
<b>Jap. Jungen [n=3]</b>	0,38	0,88	0,66	0,25	0,14	0,71
<b>Jap. Jungen gesamt [n=26-3]</b>	0,00	0,84	0,31	0,27	0,07	0,29
<b>Jap. Mädchen [n=6]</b>	0,51	0,91	0,73	0,20	0,12	0,69
<b>Jap. Mädchen Gesamt [n=21-6]</b>	0,07	0,72	0,41	0,21	0,05	0,47

*MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung, SF= Standardfehler*

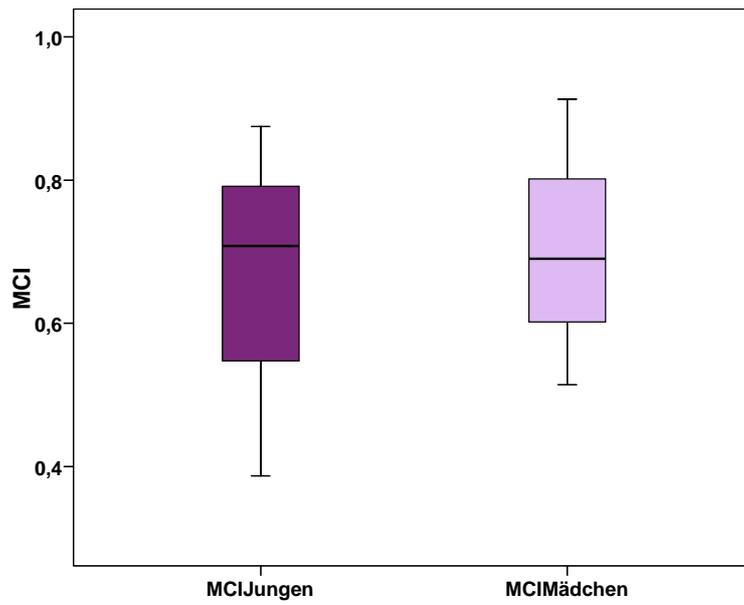


Abbildung 70: MCI-Werte der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter

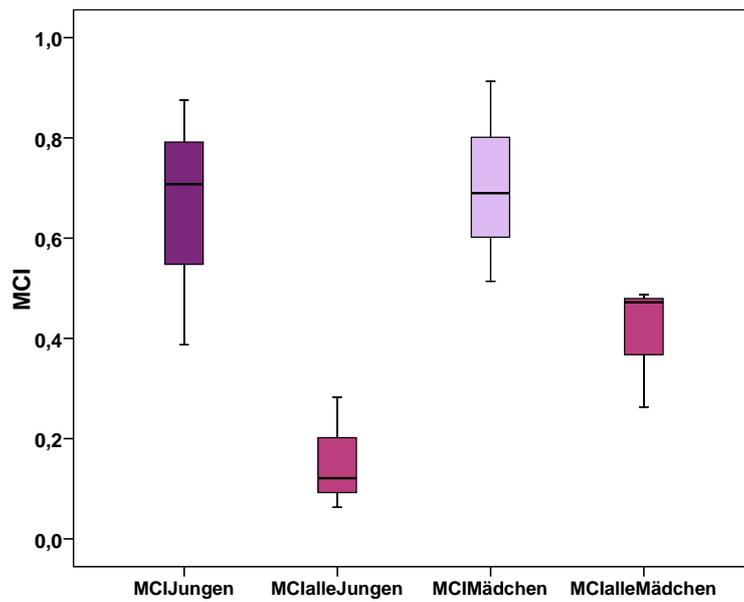


Abbildung 71: MCI-Werte der männlichen und weiblichen japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter im Vergleich zum geschlechtsspezifischen Gesamt-Probandenkollektiv

### 3.6.1 Korrelationen der somatischen Werte zur Geburt mit den Geburtsmodi und Prüfung des MCI

Mittels Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Spearman-Rho fand sich keine signifikante Korrelation der somatischen Werte zur Geburt (Geburtsgewicht, Geburtslänge, Kopfumfang) mit den Geburtsmodi. Geburtsmodus und Geschlecht der Neugeborenen war signifikant negativ korrelierend. So zeigte sich, dass die männlichen Probanden insgesamt größere somatische Werte aufweisen und aufgrund der insgesamt oft zierlicheren Konstitution der japanischen Frauen - verglichen zu gleichaltrigen Europäerinnen - hier vermutlich häufiger zu einer primären Sectio caesarea führten.

**Tabelle 24: Korrelation von Geburtsmodi und somatischen Werten zur Geburt**

			Korrelationen				
			GBM	GBGW	GBL	KU	GS
Spearman-Rho	GBM	Korrelationskoeffizient	1,000	,146	-,085	,014	-,344**
		Sig. (1-seitig)	,	,164	,284	,462	,009
		N	47	47	47	47	47
	GBGW	Korrelationskoeffizient	,146	1,000	,247*	,380**	-,368**
		Sig. (1-seitig)	,164	,	,047	,004	,006
		N	47	47	47	47	47
	GBL	Korrelationskoeffizient	-,085	,247*	1,000	,129	-,135
		Sig. (1-seitig)	,284	,047	,	,193	,182
		N	47	47	47	47	47
	KU	Korrelationskoeffizient	,014	,380**	,129	1,000	-,011
		Sig. (1-seitig)	,462	,004	,193	,	,470
		N	47	47	47	47	47
	GS	Korrelationskoeffizient	-,344**	-,368**	-,135	-,011	1,000
		Sig. (1-seitig)	,009	,006	,182	,470	,
		N	47	47	47	47	47

\*\* . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (1-seitig).

\* . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 signifikant (1-seitig).

### 3.6.2 Prüfung des MCI der Neugeborenen, die primär per sectionem caesaream geboren wurden

Sechs der 47 rekrutierten Probanden (12,8%) sind durch eine primäre Sectio caesarea geboren worden; ihr durchschnittliches Lebensalter zum Aufnahmezeitpunkt beträgt 4,8 Tage und liegt damit gering über dem Durchschnittsalter der neugeborenen japanischen Jungen in Tagen (4,0).

Der errechnete Mittelwert des Geburtsgewichts beträgt 3053g ( $\pm 272$ g), der Geburtslänge 50,4cm ( $\pm 1,63$ cm) sowie des Kopfumfangs 34,3cm ( $\pm 1,03$ cm).

**Tabelle 25: Übersicht der MCI-Werte und Alter der Neugeborenen, die primär per sectionem caesaream geboren wurden**

	<b>MCI</b>	<b>Alter[d]</b>
<b>Kind30</b>	0,00	5
<b>Kind35</b>	0,55	6
<b>Kind42</b>	0,84	4
<b>Kind53</b>	0,39	4
<b>Kind59</b>	0,25	3
<b>Kind66</b>	0,50	7

Der Geburtsmodus dieser Probanden führt zu geringfügigen Abweichungen in der Melodiekomplexität, der im Mittel bei 0,42 und somit etwas über dem durchschnittlichen MCI-Wert der männlichen japanischen Probanden (vgl. Tab. 19) liegt. Der Mittelwert der Laute der männlichen japanischen Neugeborenen liegt bei 0,36.

**Tabelle 26: Deskriptive Analyse des Melodiekomplexitätsindex der Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter**

<b>MCI</b>	<b>Min [Hz]</b>	<b>Max [Hz]</b>	<b>MW [Hz]</b>	<b>SD</b>	<b>SF</b>	<b>Median</b>
<b>Primäre Sectio [n=6]</b>	0,00	0,84	0,42	0,28	0,12	0,45

*MW= Mittelwert, SD= Standardabweichung, S = Standardfehler*

## **4 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse**

### **4.1 Analyse der mittleren Grundfrequenzwerte und der „Plateauphänomene“: Die Reflexion sprachspezifischer Prägungen im Neugeboreneneschrei**

Die Kontrolle, Steuerung und Feinabstimmung der sehr sensibel auf Stör- und Stressfaktoren reagierenden Phonationsmechanismen unterliegt einer komplexen neurophysiologischen und zerebralen Kontrolle (TITZE 1993). Störungen im neuro-physiologischen Netzwerk der Phonationskontrolle wirken sich direkt auf die Stimmqualität aus. Eine Steigerung der Muskelspannung der Larynxmuskeln oder eine Zunahme des subglottischen Druckes führen beispielsweise zu einer erhöhten Grundfrequenz.

In der „Schreidiagnostik“ stellt die Grundfrequenz daher eine wichtige Messgröße zur Indikation potentieller neuro-physiologischer Dysfunktionen dar (WASZ-HÖCKERT et al.1968, MICHELSSON 1971, TENOLD 1974, ZESKIND und LESTER 1978, WASZ-HÖCKERT et al. 1985, WERMKE et al. 1987, MENDE et al. 1990, MICHELSSON und MICHELSSON 1999, LAGASSE 2005).

Vorangegangene Arbeiten im Bereich der Schreiforschung belegen vor allem den diagnostischen Wert der mittleren Grundfrequenz und der Grundfrequenzverläufe der Säuglingslaute. Der Normbereich der mittleren Grundfrequenz der Schreie medizinisch unauffälliger Neugeborener liegt zwischen 300 und 650Hz; Werte >650Hz weisen auf potentielle, zumindest transitorische Regelstörungen hin und indizieren einen „Risikostatus“. Allerdings sind hierbei das Alter des Säuglings, die schreiauslösende Situation (Schmerzschreie haben eine erhöhte Grundfrequenz) und der Entwicklungszustand (Beachtung von Re- Organisationsprozessen) zu berücksichtigen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden (WERMKE 2002).

Es gibt umfangreiche Studien, die besagen, dass die Grundfrequenz und Parameter, die ihre Variabilitätseigenschaften reflektieren, geeignete akustische Indikatoren für den neurophysiologischen Entwicklungsstatus des Kindes sind (u.a. WASZ-HÖCKERT 1968, MICHELSSON 1971, TENOLD 1974, MICHELSSON und SIRVIO 1976, ZESKIND und LESTER 1978, LESTER und ZESKIND 1979, WASZ-HÖCKERT et al. 1985, FULLER und HIROII 1986, WERMKE 1987, WERMKE et al. 1987, KOIVISTO 1987, MENDE et al. 1990a, CORVIN et al. 1992, 1996, PEARCE und TAYLOR 1993, ROTHGÄNGER et al. 1994, FORT und MANFREDI 1998, MICHELSSON und MICHELSSON, 1999).

Auch HIRSCHBERG und Mitarbeiter (1990, 1995, 1999) gehen von einer Beteiligung spezieller neurophysiologischer Mechanismen an der Schreiproduktion aus und führen die pathologischen Stimmgebungen der Säuglinge (Dysphonie) auf eine unreife Innervation des Larynx zurück.

Die Grundfrequenz hat auch einen prognostischen Charakter für die (früh-) kindliche Entwicklung, denn die oben genannten potentiellen Risikofaktoren können nicht nur zu Beeinträchtigungen der kognitiven Entwicklung des Kindes, sondern auch zu senso-motorischen Entwicklungsretardierungen führen (COLTON et al. 1985, LESTER 1987, CORWIN et al. 1992, LESTER et al. 1995).

LESTER (1987) konnte zum Beispiel durch Studien an fünfjährigen Kindern, die im Neugeborenenalter auffällig erhöhte  $F_0$ -Werte aufwiesen, zeigen, dass diese schlechtere Resultate in kognitiven Tests erzielten als Kinder ohne  $F_0$ -Auffälligkeiten im Neugeborenenalter.

In vorliegender Arbeit wurden 1535 mittlere Grundfrequenzverläufe und strukturelle Lautparameter japanischer Neugeborener analysiert und mit einer deutschen Referenzgruppe verglichen; bewusst wurden eutrophe bzw. klinisch-neurologisch unauffällige Neugeborene in ihrer ersten Postnatalwoche in die Untersuchungen aufgenommen. Damit war nicht zu erwarten, dass sich beide Neugeborenenengruppen in der mittleren  $F_0$  unterscheiden.

Der Vergleich der mittleren Grundfrequenzwerte der Schreie der japanischen Probanden- und der deutschen Kontrollgruppe lieferte keine signifikanten Unterschiede.

Auch der Befund, dass das Merkmal „Shift“ nur bei 0,4% der Schreie auftritt, spricht für eine altersgerechte und unauffällige laryngeale Regelung bei allen untersuchten japanischen Neugeborenen.

Auch die Extremwerte auftretender  $F_0$ -Werte ( $F_{0min}/F_{0max}$ ) unterscheiden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Trotzdem konnte im Durchschnitt ein größerer Variationsbereich zwischen  $F_{0min}$  und  $F_{0max}$  bei den japanischen Neugeborenen beobachtet werden (Kap. 3.1.6). Wie deutlich dieser Befund ist, zeigt sich daran, dass er unabhängig von der Melodiestructur nachgewiesen werden konnte. Die Testung der mittleren  $F_{0min}/max$ -Differenzen lieferte für die Melodien des Strukturtyps 1B, 2B signifikante Unterschiede. Für die höher komplexen Strukturkategorien 1S, 3B, 3M, 3S und MS zeigten sich zwar keine statistisch signifikanten Unterschiede, aber ebenfalls eine deutliche Tendenz.

Realisiert wird der größere Variationsbereich nicht durch eine Erhöhung von  $F_{0max}$ , sondern durch eine signifikante Absenkung von  $F_{0min}$  in der japanischen Probandengruppe.

Studien von AMANO, NAKATANI und KONDO (2005) über den durchschnittlichen Grundfrequenzverlauf japanischer Kinderlaute vom Geburtszeitpunkt bis zu ihrem 5. Lebensjahr zeigen ein sukzessives Abfallen des Grundfrequenzverlaufes (16Hz pro 12 Monate); ähnliche Ergebnisse findet BENNET (1983).

Auch MCROBERTS und BEST (1997) studierten die mittleren Grundfrequenzwerte eines Kleinkindes zwischen 3-17 Monaten unter verschiedenen Sozialisierungskonditionen; deutlich wurde, dass der Grundfrequenzverlauf nicht von diesen abhängig war, sondern signifikant vom Alter: 407Hz mit 7 Monaten, 330Hz mit 15 Monaten und 326Hz mit 17 Monaten.

Diese altersabhängige Absenkung der mittleren Grundfrequenz erklärt sich wahrscheinlich vor allem durch Wachstumsvorgänge. Eine Größenzunahme

des Larynx bzw. der Stimmlippenlänge ist mit einem Absinken der mittleren  $F_0$  verbunden. Diese Wachstumseinflüsse zeigen sich insbesondere in  $F_{0min}$ .

Allerdings kann das Wachstumsargument nicht den Befund erklären, dass  $F_{0min}$  im Mittel bei den japanischen Neugeborenen tiefer liegt als bei den deutschen Neugeborenen. Im Gegenteil, aufgrund der grundsätzlich konstitutionell bestehenden Unterschiede zwischen asiatischen und europäischen Neugeborenen müsste man bei den japanischen Neugeborenen eher höhere  $F_{0min}$ -Werte erwarten, da die somatischen Maße der japanischen Neugeborenen deutlich unter denen der deutschen Neugeborenen liegen (Tab.2).

Der Befund der erniedrigten  $F_{0min}$ -Werte könnte möglicherweise im Zusammenhang mit den beobachteten Plateauphänomenen (Kap. 3.5.2) als Zeichen eines sprachspezifischen Einflusses interpretiert werden.

Unabhängig davon, inwieweit in neuester Zeit diskutierte genetische Faktoren dabei eine Rolle spielen könnten (DEDIU und LADD 2007), könnten diese Befunde auch auf eine pränatale Prägung hindeuten (vgl. Kap.1):

Die erzeugten Melodieformen japanischer Neugeborener zeigen eine deutliche Tendenz zur Bevorzugung der spezifischen Melodiestructur: Ib. Diese zeichnen sich durch eine asymmetrische Bogenform mit einer kurzzeitig ansteigenden  $F_0$ -Flanke und zeitlich deutlich verlängert abfallenden Flanke aus (vgl. Abb. 6). Analoge Befunde erhoben DE BOYSSON-BARDIES und VIEHMAN (1991) anhand von Intonationsanalysen 18 Monate alter japanischer Kinder; auch hier fanden sich bevorzugt Ib-Typ-Konturen. Für das Japanische ist eine zum Ende abfallende Intonationskontur typisch.

Der Einwand, es könne sich bei dem Ib-Typ der Schreie um eine Reflektion physiologischer Vorgänge (Atemzyklus) handeln, wird dadurch entkräftet, dass MAMPE (2007) ein entgegengesetztes Muster bei französischen Neugeborenen im gleichen Alter gefunden hat.

Die beobachtete Präferenz des jambischen Betonungsmusters (Endbetonungen) in den produzierten Melodieformen französischer

Neugeborener könnte deuten, dass eine intrauterine Prägung für die aufgefundene Bevorzugungstendenz verantwortlich sein könnte und offensichtlich bereits früheste kindliche Vokalisationen sprachspezifische Prägungen reflektieren.

Die hier gefundene Tendenz zur Fomin-Absenkung bei vergleichbaren Fomax-Werten könnte ebenso eine sprachspezifische Prägung reflektieren. Das Japanische ist zwar keine rein tonale Sprache, wie zum Beispiel Mandarin-Chinesisch oder Vietnamesisch, aber Frequenzniveaunkontraste sind hier ebenso eine charakteristische Spracheigentümlichkeit (ABE 1958, persönliche Mitteilung von Dr. Yamada-Bochynek 2008).

Durch die Fomin-Absenkung wird der Kontrast zwischen Melodieminimum- und maximum verstärkt und damit spätere „HIGH/LOW“ oder „LOW/HIGH“-Eigenschaften vorbereitet. Diese Levelkontrastierung wird durch die eingebauten Plateaelemente (Kap.3.5.2) noch verstärkt, da letztere die Perzeption der Tonabstände erleichtern.

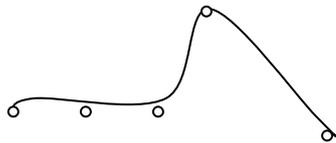
Auch im japanischen Sprachgebrauch zeichnen sich die deutliche Dehnung der Vokale und das kontinuierliche Halten von Tonhöhen ab (ABE 1958, persönliche Mitteilung von Dr. Yamada-Bochynek 2008), wodurch das Entstehen von Plateauflächen auch in den Schreien der jungen japanischen Kinder denkbar wäre. Gemäß Yamada-Bochynek (2008) gibt es im Vergleich zum Chinesischen keine Tonhöhenunterschiede innerhalb eines gehaltenen Tones.

Erstaunlicherweise entspricht die bei den japanischen Neugeborenen vokalisierten Melodiestructur „Haifisch“ einem prosodischen Charakteristikum des in Hiroshima vorkommenden *Hiroshimaben-Dialekts* (persönliche Mitteilung von Dr. Yamada-Bochynek 2008)

Dies soll am Beispiel des Wortes (arigato=danke) erläutert werden.

Wie die Intonationskurve zeigt, liegt die Hauptbetonung hier auf dem Konsonanten to-, während a- ri- ga- monoton ausgesprochen werden und sich

gewissermaßen auf einem plateauartigen Tonlevel befinden. Vergleicht man diese Melodieform mit den in den japanischen Neugeboreneneschreien gefundenen Melodiestructuren, erkennt man eine unerwartet hohe Ähnlichkeit (Abb. 72, Anhang)



a- ri- ga- to- o-

Anhand gefundener Melodiecharakteristika zeigt sich eine tendenzielle Kongruenz dieser prosodischen „Rohbausteine“ zu Eigenschaften des von erwachsenen Japanern und Japanerinnen in Hiroshima gesprochenen Dialekts: der Zielsprache.

Auch MASATAKA (1992) stellte anhand seiner wissenschaftlichen Arbeiten mit acht bis 26 Wochen alten japanischen Kindern fest, dass die akustischen Merkmale den Pitch-Konturen (Grundfrequenzmaxima) oder Intonationsmustern der mütterlichen Lautäußerungen bereits sehr ähneln. Dies basiere primär auf der Wahrnehmungsfähigkeit des Kindes, akustische Merkmale in der Sprache Erwachsener zu unterscheiden (COOPER und ASHLIN 1990).

Da dieses Phänomen jedoch bei nur einer relativ kleinen Fallzahl auftritt und lediglich von einer zu vermutenden, tendenziellen Eigenschaft gesprochen werden kann, bedarf es weiterführender wissenschaftlichen Studien in intensiverer Zusammenarbeit mit Linguisten, Phonetikern sowie Dialektologen.

Die Interpretation der Befunde in Form einer Reflexion zielsprachlicher prosodischer Eigenheiten wird auch durch die hohen perzeptiven Diskriminationsleistungen junger Säuglinge gestützt (MEHLER et al. 1988, MOON et al. 1993, JUSCZYK 1997, CHRISTOPHE und MORTON 1998, NAZZI et al. 1998, WEISSENBORN et al. 1998, HÖHLE und WEISSENBORN 1998, JUSCZYK 1999, HÖHLE und WEISSENBORN 1999). Hierauf ist in der Einleitung (Kap. 1) bereits ausführlich eingegangen worden.

Die nachgewiesene intrauterine Hörfähigkeit prägt ganz offensichtlich bereits auf melodisch-rhythmische Eigentümlichkeiten der mütterlichen Sprache und führt dazu, dass Neugeborene nur wenige Stunden nach ihrer Geburt ihre Muttersprache von einer Fremdsprache mit anderer Rhythmik unterscheiden können. Schließlich stellt die mütterliche Stimme neben ihrem Herzschlag eine der Hauptbestandteile der intrauterinen Geräuschkulisse dar (SPITZER 2002). Es wäre somit vorstellbar, dass die japanischen Neugeborenen die intrauterin auditiv wahrgenommenen sprachspezifischen Muster und Intonationen der mütterlichen Sprache bereits mit ihren ersten Lautäußerungen rhythmisch und melodisch nachzuahmen versuchen. Hier soll explizit auf eine gewisse „Übung“ der gespeicherten Referenzmuster hingewiesen werden, da das Neugeborene die mütterlichen Lautmuster in Form von Laut*produktion* im Unterschied zur Laut*perzeption* intrauterin nicht üben kann (WERMKE 2002).

Der Säuglingsschrei dient schließlich nicht nur dem Signalisieren von „Not“ oder „Hilflosigkeit“, „Schmerz“, „Unwohlsein“ oder „Hunger“, sondern ist integraler Bestandteil der vorsprachlichen Entwicklung. Diese beginnt mit dem Prosodieerwerb und dem Ziel, die muttersprachliche Intonation zur Kommunikation nachzuahmen und zu üben. Diese Entwicklung beginnt unmittelbar nach der Geburt und ist Voraussetzung für den jungen Säugling, die Sprache der Eltern später imitieren zu können (PINKER 1998, S. 307).

Laut WERMKE (2004) wird die Lautproduktion sukzessive trainiert, und dieses Training (phänomenologische Reifung) beginne bereits in der ersten Lebenswoche mit dem ersten Schrei. WERMKE (2002) postuliert, dass die Protomodule bis zur intentionalen Anwendung über komplizierte Reifungsprozesse unter Einbeziehung von „Trainingsprozessen“ stabilisiert, teilweise auch modifiziert werden müssen. Dies ist ein langer Weg, bei dem sich postnatal gezeigte Präferenzen auch noch einmal wieder verlieren könnten, bevor sie intentional erzeugt werden können.

Da die Lautäußerungen der Neugeborenen bereits in der ersten Lebenswoche (Durchschnittsalter 4 Tage) aufgenommen wurden, ist ein maßgebliches Einwirken auditiver extrauteriner Lauterfahrungen nicht anzunehmen. Obwohl nicht ausgeschlossen werden kann, dass die sprachspezifischen Prägungen auf einen Lernprozess in den ersten Lebenstagen zurückzuführen sein könnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die gefundene Präferenz in der verwendeten abfallenden Melodieform (Ib-Melodietyp), der systematische Einbau von Plateauebene sowie die Frequenzlevelkontrastierung eine sprachspezifische Prägung der Schreimelodien der japanischen Neugeborenen implizieren. Aufgrund dieser und vorheriger Befunde anderer Autoren ist denkbar, dass schon die frühesten kindlichen Laute sprachspezifische Prägungstendenzen aufweisen und Grundbausteine für den Erwerb prosodischer Eigenschaften der mütterlichen Sprache enthalten.

Für die Prüfung dieser Erklärungshypothese sind weiterführende Studien notwendig. Dabei wäre ein Vergleich der gefundenen Charakteristika japanischer Neugeborenen schreie zu solchen von Neugeborenen mandarin-chinesisch sprechender Mütter (tonale Sprache) zu deutschen Neugeborenen wissenschaftlich sehr interessant.

## **4.2 Sprachspezifische Prägung versus universaler Eigenschaften der Schreimelodien**

Mehrere Forschungsarbeiten von MENDE et al. 1990a, MENDE und WERMKE 1992, WERMKE und MENDE 1992, WERMKE und MENDE 1994, WERMKE und MENDE 2000, WERMKE 2002, WERMKE 2004, WERMKE und FRIEDERICI 2004 weisen auf die Existenz eines universellen, genetisch determinierten, endogenen Entwicklungsprogramms des kontinuierlichen Spracherwerbs hin, welches unmittelbar nach der Geburt einsetzt und für die Produktion zunehmend komplexer gestalteter Lautäußerungen mit steigendem Alter verantwortlich ist. Es ist somit von einem kontinuierlichen

Entwicklungsweg der ersten frühkindlichen Schreilaute bis hin zu späteren Wort- und Satzkonstruktionen auszugehen, für dessen Umsetzung zerebrale und komplexe neurophysiologische Verschaltungsmechanismen verantwortlich sind. Innerhalb des vorgegebenen endogenen Entwicklungsprogramms werden die vorsprachlichen Rohbausteine (*Protomodule*) stabilisiert, modifiziert und kombiniert, wodurch eine Komplexitätsentwicklung von zunächst einfachen, einbögigen zu immer komplexeren, doppel- und/oder mehrfachböigen Melodiestructuren möglich ist.

Die Struktur- und Komplexitätsuntersuchung ergab, dass diesbezüglich hohe Ähnlichkeiten zwischen beiden untersuchten Gruppen bestehen. Bei den japanischen Schreien fanden sich komplexe, vor allem 2B-Strukturen, was möglicherweise durch den Plateaueinbau zu erklären ist, der zu einer zu erhöhten Komplexität führt.

Die beobachtete zeitlich schon früher einsetzende Komplexitätsentwicklung bei den japanischen Neugeborenen könnte Ausdruck einer genetisch determinierten „kulturspezifischen“ Entwicklung sein. DEDIU und LADD (2007) fanden durch ihre Arbeiten eine deutliche Korrelation zwischen den Genen ASPM und Mikrozephallin und dem Vorkommen der tonalen Sprache. Sie postulieren eine Verbindung zwischen dem Vorkommen tonaler Sprachen und diesen Gengruppen:

„We hypothesise that the effects of the genetic differences in these two genes give rise to some kind of predisposition in individuals, so that developing in a certain way might be more natural than developing in some other way [...]. It remains true that any normal human infant will acquire the language of any community in which it's raised, regardless of it's genetic makeup.“  
(S.1)

Es gibt Hinweise darauf, dass die Fähigkeit zur Erzeugung komplexerer Melodieelemente in den Lautäußerungen junger Säuglinge in direktem Zusammenhang mit der späteren Wortproduktionsleistung stehen könnte (WERMKE et al. 2007). In diesem Zusammenhang erscheint von Bedeutung, dass verglichen zur deutschen Vokabelmenge von 8.000 bis 10.000 Worten im

Japanischen durchschnittlich das 4 bis 5-fache der Wortanzahl zur Verfügung steht: etwa 40.000 bis 50.000 aktive Worte (persönliche Mitteilung von Dr. Yamada-Bochynek 2008).

Eine weitere Überlegung ist auch hier die mit der ersten Lautproduktion beginnende Übung des intrauterin auditiv wahrgenommenen und prägenden japanischen Sprachinputs sowie muttersprachlicher rhythmischer Spracheigentümlichkeiten, sprachspezifischer Muster und Intonationen. Intrauterin wahrgenommen hat das japanische Ungeborene vermutlich die für die japanische Sprache charakteristische hohe Vokabelmenge (Melodievariation), was die zeitlich frühere Produktion komplexerer Melodiestructuren in ihren produzierten Vokalisationen ausgelöst haben könnte. Die gespeicherten Referenzmuster werden unmittelbar postnatal beginnend im Sinne von produzierten *Protomodulen* bis hin zu fertigen *Modulen* über komplexe Entwicklungsprozesse trainiert: „Stimulationseffekt“.

Da der Aufnahmezeitpunkt der Schreie unmittelbar nach der Geburt (zweiter bis siebter Postnataltag) gewählt wurde, ist ein maßgeblicher Einfluss anderer auditiv wahrnehmbarer und prägender extrauteriner Umweltfaktoren vergleichsweise gering, obwohl der Aspekt einer möglichen „Schreinachahmung“ durch den Einfluss (eines) anderen/s Kindes/r nicht ausgeschlossen werden kann; dies ist jedoch für alle Säuglingskollektive ungeachtet ihres soziokulturellen Hintergrundes von Relevanz, findet sich im Praktischen am ehesten in der postnatalen Unterbringung der Säuglinge, also im „Neugeborensaal“ oder am Mutterbett. Im vorliegenden Fall der japanischen und deutschen Säuglingsgruppen war diese Einflussgröße vergleichbar und damit zu vernachlässigen. Schlussendlich reduzieren sich dann die generierenden Faktoren der beobachteten japanischen Charakteristika der Säuglingsschreie auf die genetische Prägung und/oder die intrauterine auditive Wahrnehmung.

### **4.3 Bedeutung und Auswirkung intrauterin wahrgenommener Musikerfahrungen auf den Melodiekomplexizitätsindex**

Beispielhaft sind Forschungsarbeiten von DECASPER und Mitarbeitern (1994), bei denen Föten zwischen ihrer 34. und 37. Schwangerschaftswoche zweimal täglich die identische Geschichte mittels einer Tonbandaufnahme vorgespielt bekamen. Erstaunlicherweise führte dies in der 37. Schwangerschaftswoche zu einem verminderten Pulsschlag, nicht jedoch das Vorspielen einer anderen, von derselben Sprecherin gesprochenen unbekanntem Geschichte. Die Föten schienen offensichtlich auch pränatal die Fähigkeit zur Erinnerung einer bestimmten Sprachmelodie sowie die Differenzierung dieser zu anderen, nicht vertrauten Melodien zu haben (SPITZER 2002).

Der Kinderarzt Albrecht Peiper hatte bereits 1925 mittels einer Autohupe das Phänomen der Habituation bei seinen Untersuchungen zur intrauterinen Schallwahrnehmung beobachtet und beschrieben:

„Wird der Reiz einige Male hintereinander wiederholt, so verschwindet rasch jede Reaktion. [...]Der erfolgreiche Reizversuch hinterlässt also beim [...] ungeborenen Kinde eine Spur, die das Zustandekommen einer neuen Reaktion hemmt. [...] Das Auftreten von Spuren beweist aber, dass schon das ungeborene Kind eine gewisse Merkfähigkeit einfachster Art besitzt“ (Peiper, 1925, S. 239f).

Auf die hohen pränatalen perzeptiven Diskriminationsleistungen ist bereits an anderer Stelle (Kap. 1) hingewiesen worden.

In der empirischen Schreiforschung hat man sich demzufolge auch die Frage gestellt, ob die nachgewiesene intrauterine Hörfähigkeit durch eine aktive Musikbetätigung der Mutter postnatal zu einem erhöhten Melodiekomplexizitätsindex (MCI) der Schreie führen könnte.

Hier wurden dafür Hinweise gefunden, in denen signifikante Korrelationen bezüglich der aktiven musikalischen Betätigung (vgl. Tab. 5) der Mutter und dem MCI des Kindes bestehen.

Der Mittelwert des Melodiekomplexitätsindex MCI der neun japanischen Neugeborenen musikalisch aktiver Mütter liegt bei 0,63 und liegt somit über dem durchschnittlichen Melodiekomplexitätsindex des restlichen japanischen Gesamtkollektivs (0,25).

Der vom Fötus auditiv wahrgenommene Einfluss musizierender oder singender Mütter während des letzten Schwangerschaftstrimenon scheint nach Datenlage zu einer tendenziell höheren Anzahl melodisch komplexer Strukturelemente im Vokalisationsrepertoire des Neugeborenen und folglich zu einem höherem MCI zu führen.

Die theoretische Begründung für diesen vermuteten Zusammenhang liegt in identischen bzw. sich überlappenden Hirnstrukturen für die musikalische und sprachliche Melodie (DOKOU 2007).

Da in vorliegender Arbeit jedoch lediglich eine sehr kleine Fallzahl untersuchter Probanden vorliegt, sind weiterführende Studien mit größerem Probandenkollektiv erforderlich, um diese Hypothese zu prüfen.

#### **4.4 Zeitliche Organisation der Laute**

Auch die Analyse der zeitlichen Lautorganisation der Säuglingsschreie ist von medizinischer Relevanz bei der Einschätzung des neurophysiologischen Entwicklungsstandes des Kindes:

Die Lautlängen der japanischen Probanden wurden vermessen und mit gemittelten Werten der deutschen Kontrollgruppe hinsichtlich ihrer zeitlichen Organisation verglichen.

Aus Forschungsarbeiten von WILDER und BAKEN (1974) geht hervor, dass sich im Zeitregime des Atemzyklus menschlicher Säuglinge während des Schreiens in den ersten acht Lebensmonaten eine deutliche Verlängerung der expiratorischen Phase zeigt. Um lange Phasen im Verlauf einer expiratorischen Phase zu erzeugen, ist eine intentionale, fein abgestufte Kontrolle der Atemfunktion erforderlich - vor allem bei Erzeugung von Betonungen oder melodisch und/oder rhythmisch komplexer Lautäußerungen.

Voraussetzung für die Stimmgebung ist, dass die Expirationsluft mit optimalem Druck in der erforderlichen Menge und ausreichender Dauer zur Verfügung steht (FIUKOWSKI 1992). Je nach Lungenvolumen sind daher unterschiedliche respiratorische Muskelaktionen erforderlich - so wie für die Phonation (Stimmlippenbewegungen) ein komplexes Netz von neurophysiologischen Regel- und Verarbeitungsmechanismen vonnöten ist.

Bei der Analyse der aus nur einem Bogen bestehenden Melodiestrukturen (1B) zeigen die japanischen Neugeborenen trotz der Einflüsse individueller Reife- und Adaptionszustände zeitlich verlängerte Schreilaute, d.h. zur Produktion dieser dürfte den japanischen (MW: 861ms) vergleichend zu den deutschen Säuglingen (MW: 712ms) vermutlich „mehr Luft und/oder Kraft“ für die verlängerte expiratorische Phase zur Verfügung stehen und/oder nach einem anderen internen, genetisch determinierten, „sprachspezifischen“ Programm ablaufen.

Beim Mittelwertsvergleich der zweibögigen Melodieelemente zeigt sich im Kontrollkollektiv eine zeitliche Verlängerung der Gesamtbögen, die 1005ms, in der Probandengruppe 978ms beträgt. Beim Vergleich der Medianwerte kann dies jedoch nicht bestätigt werden. Hier zeigen die Schreie des Probandenkollektivs eine zeitlich längere Schreidauer (991ms) auf als die des Vergleichskollektivs (954ms).

Deutlicher hingegen wird die zeitliche Längendifferenz bei den einfach segmentierten Melodiestrukturen. Hierbei zeigt sich, dass der errechnete Mittelwert der Gesamtschreilänge japanischer Neugeborener (Vokalisation plus Vokalisationsstopp) bei 1380ms und bei 1003ms im deutschen Neugeborenenkollektiv liegt.

Ein ähnlich starker Effekt der Längendifferenz ergibt sich auch beim Mittelwertvergleich der Pausen- und Bogenlängen. Die Pausenlänge beträgt im Probandenkollektiv 299ms, 186ms im Vergleichskollektiv sowie die Bogenlänge 1081ms, 817ms hingegen im Vergleichskollektiv.

Das Weinen bzw. Schreien längerer Exspirationsphasen bedarf einer größeren phonatorischen und respiratorischen Kontrolle sowohl der Atemfunktion als auch der an der Phonation beteiligten nervalen und muskulären Strukturen.

Der häufige Einbau von Plateauebenen (vgl. Kap. 3.5.2) als ein offensichtlich sehr wesentlicher Baustein japanischer Säuglingsvokalisationen zeigt des Weiteren eine stabil gehaltene Grundfrequenz.

Frühere Studien von SUTHERLAND und RATTCLIFF (1961), GINET (1969), CHISWICK (1976) wiesen auf eine Abhängigkeit der Schreilänge von der Lungenkapazität hin. Demnach müsste sich in der hypothetischen Annahme einer vergrößerten Lungenkapazität und/oder eines verstärkten subglottischen (bzw. translaryngealen) Druckes japanischer Neugeborener beim Schreien eine Erklärung oben beobachteter Lautbildungsphänomene finden. Somatische bzw. atemphysiologische Studien liegen dazu nicht vor.

Da die erhobenen Perinataldaten und anthropometrischen Geburtsdaten der japanischen Neugeborenen aber eine wesentlich „zierlichere Konstitution“ (vgl. Tab. 2) aufzeigen, wird eine vergrößerte Lungenkapazität trotz dieser „kleineren anatomisch-physiologischen Verhältnisse“ denkbar unwahrscheinlich.

Neurophysiologisch könnte bei den Japanern postnatal eine tendenzielle, schnellere Stabilisierung der Atemkontrolle (verbesserte respiratorische und phonatorische Kompetenz) und/oder temporär postnatal stabilerer Adaptionsprozesse als Erklärung dienen. Aber auch für diese Hypothese wurden keine stützenden Argumente gefunden.

Folglich bleibt vor allem die Hypothese einer postnatal stattfindenden neurologisch schnelleren Realisierung des endogenen zerebralen Entwicklungsprogramms und beteiligter neurophysiologischer Steuerungs- und Kontrollmechanismen japanischer Kinder (tendenzielle Entwicklungsakzeleranz) bestehen. Allein Studien mit größerer Stichprobe können klären, ob es sich tatsächlich um einen charakteristischen Unterschied handelt, oder eher eine inter-individuelle Variation dafür verantwortlich ist.

## 4.5 Der Säuglingsschrei: Weiterführende Untersuchungen

Ein möglicher Ansatz zur Klärung diskutierter prägender genetischer, intra- und extrauteriner Einflüsse bestünde im Falle der japanischen Sprachkultur in einer Registrierung und Analyse von Neugeboreneneschreien innerhalb der ersten Postnatalwoche in verschiedenen Regionen des Inselreiches. Dialekte Nord-, Zentral- und Südjapans differieren deutlich und ließen daher hypothetisch unterschiedliche Ausprägungen der Ib- oder auch anderer Melodiestrukturen erwarten.

Da sowohl anthropologisch-konstitutionell die Phänomenologie der Japaner und linguistisch die „Grundsprache“ im ganzen Land sehr homogen sind, ließe sich quasi ein Destillat japanischer Sprachstrukturen regional erstellen und ungeachtet des Menschentyps- und des Anteils genetischer Prägung auf einen weitgehend kleinen, gemeinsamen Nenner bringen, den es dann zu „subtrahieren“ gelte. Es erschiene so möglich, die lediglich durch intrauterine auditive Perzeption beeinflusste Schreimelodiemodifikation zu extrahieren, unter weitgehender Vernachlässigung sowohl genetischer als auch postnataler Beeinflussung.

Während die vier Grundmelodietypen offenbar „suprakulturell“ einen universellen Charakter zu haben scheinen, wäre so die sprachkulturelle Beeinflussung von Säuglingsvokalisationen bereits *in utero* spezifisch belegbar. Dies stellt eine Anregung zur Weiterführung der hier initiierten Forschung in Japan dar.

International gesehen ergeben sich naturgemäß weite Recherchemöglichkeiten, die bei möglichst reinen Sprachkulturen die jeweilige Modifikation der Schreimelodie analysieren ließen, um wiederum später im Kulturvergleich der Sprachen die jeweils unterschiedlichen Säuglingsschreistrukturen darzulegen. Auch ließen sich unter Umständen Rückschlüsse bei sprachspezifischen Melodiemustern auf Reifungsstörungen der Kinder gewinnen.

Da sich im Rahmen vorliegender Forschungsarbeit eine offensichtliche Relevanz der analysierten Lautäußerungen für den direkten Spracherwerbsprozess ergibt und der Schrei als sprachrelevanter Bestandteil der vorsprachlichen Entwicklung oder Lautrepertoires angesehen werden kann (WERMKE, 2002), eröffnen sich neue Aspekte für die Schreidiagnostik und für denkbar mögliche Präventiv- und frühe Therapieverfahren von Kindern mit einem Risiko für eine spezifische Spracherwerbsstörung und/oder für potentiell auffällige Kinder aufgrund oro-fazialer Spaltbildung. Im Rahmen von Präventivverfahren ist es demzufolge wichtig, nicht nur die Schreiquantität, sondern auch die Qualität, seine Variationsbreite und Modulationseigenschaften zu analysieren, da durch eine detaillierte Strukturanalyse der Säuglingsschreimelodien ein potentieller Risikostatus für Entwicklungsstörungen und die vorsprachliche Entwicklung erstellt werden kann.

## 5 Zusammenfassung

In vorliegender Arbeit wurden spektrale und melodische Eigenschaften spontaner Lautäußerungen japanischer Neugeborener erster Postnatalwoche untersucht sowie ein Vergleich zu deutschen Säuglingsvokalisationen durchgeführt.

Das selektierte Probandenkollektiv setzt sich aus 47 medizinisch unauffälligen, zwei bis sieben Tage alten japanischen Neugeborenen zusammen, deren Mütter zum Zeitpunkt der Lautaufnahmen die japanische Nationalität aufwiesen und insbesondere während des letzten Schwangerschaftstrimenon ausschließlich die japanische Sprache sprachen.

Die digitalen Lautaufnahmen der später insgesamt 1535 analysierten Säuglingsschreie erfolgten im Zeitraum von Mitte April bis Ende Mai 2007 in den neonatologischen Abteilungen des Hiroshima City Hospitals, Masaoka Hospitals sowie im „Hospital of the Electric Power Company“ in Hiroshima, Japan, und wurden mit hoher Konstanz der Aufnahmebedingungen von der Autorin vorliegender Arbeit selbst durchgeführt.

Die gewonnenen Daten in Form digitaler Schreiaufnahmen wurden anschließend im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung & Entwicklungsstörungen (Leitung: Prof. Dr. Kathleen Wermke) an der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer) des Universitätsklinikums Würzburg signalanalytisch ausgewertet.

Zu Vergleichszwecken wurde eine geeignete Kontrollgruppe 43 eutroph geborener deutscher Neugeborener aus der Datenbank am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg herangezogen. Die Auswahlkriterien der Kontrollgruppe entsprachen denen der Probandengruppe.

Die Editierung und Spektralanalyse der aufgenommenen Lautäußerungen wurden mit dem Sprachanalysesystem CSL (Computer-Speech-Lab)-4400 der Firma KAY Elemetrics Corporation (Pine Brook/NJ/USA) durchgeführt. Zusätzlich

wurde mit dem Ergänzungs-Software-Modul (MDVP-Modul) sowie dem Cry-Data-Analysis-Program (CDAP©, Firma pw-project) für die Auswertung gearbeitet.

Mit dem CSL-System erfolgte von jedem Einzelsignal die Errechnung und graphische Darstellung der Frequenz-Spektrogramme und Intensitätskonturen der japanischen Säuglingsschreie. Die Melodieanalyse erfolgte mit dem Programm-Modul „MDVP“ des CSL-Systems. Weiterhin erfolgte eine systematische Kategorisierung der Lautäußerungen nach standardisierten Strukturmerkmalen in einfache und komplexe sowie in segmentierte Melodiestrukturen mit Hilfe des Softwareprogramms CDAP© (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma „pw-project“.

Da umfangreiche Studien gezeigt haben, dass die Grundfrequenz der Säuglingslaute einen Hinweis auf den neurophysiologischen Entwicklungszustand eines Neugeborenen liefert und das Ausmaß möglicher neonataler, pathologischer ZNS-Veränderungen reflektieren kann, wurde diese Größe auch hier ermittelt. Beim Vergleich der mittleren Grundfrequenzen zwischen der japanischen Probanden- und deutschen Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Mittelwertunterschiede festgestellt werden.

Die mittleren Grundfrequenzwerte liegen eindeutig im Normbereich, der sich über eine Frequenzspanne von 300-650Hz erstreckt. Bei neuro-zerebralen Dysfunktionen gelten Werte >650Hz als hinweisend pathologisch und prognostisch ungünstig.

Die ermittelten Grundfrequenzwerte der Schreie japanischer und deutscher Neugeborener reflektieren damit eine intakte neurophysiologische Regelkapazität und neuro-zerebrale Funktionalität. Gefundene Gruppenunterschiede sind damit nicht auf neuro-physiologische Unterschiede der laryngealen Kontrolle zurückführbar.

Eine signifikant differierende Größe war der Variationsbereich zwischen der minimalen und maximalen  $F_0$  der Schreie, der bei dem japanischen Probandenkollektiv deutlich größer war. Auch in zeitlichen Parametern der Melodieproduktion fanden sich Unterschiede.

Bei der Analyse der 1B- und 1S-Melodiestructuren zeigen die japanischen Neugeborenen deutlich verlängerte Bögen bzw. Schreilaute. Eine noch stärkere Längendifferenz ergab sich beim Vergleich der 2S, 3S und MS-Melodiestructuren. Hier beträgt der Mittelwert der errechneten Bogenlängen in der japanischen Probandengruppe 2435ms, im deutschen Vergleichskollektiv liegt er durchschnittlich bei lediglich 1628ms (Kap. 3.2.5).

Die Frage, welche vermuteten Ähnlichkeiten, aber auch welche Unterschiede und/oder eventuelle charakteristische Besonderheiten in Hinblick auf spektrale und melodische Eigenschaften spontaner Lautäußerungen japanischer Neugeborener deutlich werden, konnte wie folgt beantwortet werden.

Als universelle Gemeinsamkeit zeigen sich auch in den japanischen Schreien die vier Grundmelodietypen nach WERMKE (2002), die offensichtlich genetisch determiniert sind und durch komplexe neurophysiologische Mechanismen nach einem speziellen internen, endogenen Programm erzeugt werden. Somit zeichnet sich die Existenz eines universellen Grundmusters und Melodierepertoires in den Lautproduktionen junger deutscher und japanischer Säuglinge ab. Auch das Überwiegen einfacher Melodiestructuren in diesem frühen Alter in beiden Gruppen spiegelt die universellen Eigenschaften der vorsprachlichen Entwicklung wider.

Neben der bevorzugten fallenden Melodiestructur Ib japanischer Neugeborener, die mit der fallenden Intonation im Japanischen korreliert (wie auch im Deutschen), zeigen sich als „Spezifika“ der Melodien der japanischen Neugeborenen das Auftreten von „Plateauebene“, welche durch kurzzeitig relativ stabile Melodieverläufe charakterisiert sind, sowie der vergrößerten F<sub>0</sub>min-max-Range.

Auch im japanischen, alltäglichen Sprachgebrauch zeichnen sich eine deutliche Dehnung der Vokale und das kontinuierliche Halten von Tonhöhen ab.

Erstaunlicherweise erinnern einzelne Eigenschaften der bei den japanischen Neugeborenen vokalisierten gefundenen Melodiecharakteristika an ein strukturelles Charakteristikum des in Hiroshima vorkommenden Dialekts.

Da der Aufnahmezeitpunkt der Schreie unmittelbar nach der Geburt (zweiter bis siebter Postnataltag) gewählt wurde, ist ein maßgeblicher Einfluss anderer auditiv wahrnehmbarer und prägender extrauteriner Umweltfaktoren vergleichsweise gering.

Ob diese prosodischen Ähnlichkeiten nun Bestandteil eines genetisch determinierten „tonalsprachspezifischen“ Lautrepertoires sind und/oder durch intrauterine Prägung entstehen, wird diskutiert, kann aber nur durch weiterführende Studien geklärt werden.

Insgesamt zeichnet sich eine Tendenz des bevorzugten Auftretens charakteristischer Melodiestructuren der zu erlernenden Zielsprache ab.

Die Ergebnisse der MCI-Analysen implizieren, dass signifikante Korrelationen bezüglich des erhöhten MCI und aktiver musikalischer Betätigung der Mütter während der Schwangerschaftsmonate bestehen könnten. Der vom Fötus auditiv wahrgenommene Einfluss musikinstrumentenspielender oder singender Mütter scheint offensichtlich zu einer tendenziell höheren Anzahl melodisch komplexer Strukturelemente im Vokalisationsrepertoire des Neugeborenen zu führen.

Die vorliegende Forschungsarbeit bestätigt die Annahme der Relevanz frühester vorsprachlicher Lautäußerungen für den Spracherwerb. Der Schrei kann als sprachrelevanter Bestandteil der vorsprachlichen Entwicklung angesehen werden.

Sie demonstriert neben zu erwartenden kulturuniversellen Eigenschaften der Neugeborenenlaute auch Spezifika der japanischen Melodie. Diese Spezifika stehen in engem Zusammenhang mit Intonationseigenschaften der japanischen Sprache. Damit hat sich die Studienhypothese bestätigt, die annahm, dass intrauterine Hörerfahrungen Neugeborenenlaute prägen können. Aufgrund der relativ kleinen Stichprobe und der gleichzeitig für die Sprachentwicklung bekannten hohen inter-individuellen Variabilitäten, haben die Befunde Hypothesencharakter.

Sollten sie durch nachfolgende Studien bestätigt werden, hätte dies Konsequenzen für die vorsprachliche Diagnostik bei Risikokindern, wie z.B. Säuglinge mit oro-fazialen Spalten. Gleichzeitig ließen sich daraus aber auch innovative Ansätze für frühe Therapieverfahren von Kindern mit einem Risiko für eine Sprech- und Spracherwerbsstörung ableiten.

## 6 Literaturverzeichnis

- ABE, I. (1985a). A Study of English Intonation (in Japanese). 122-123. Tokyo:Kenkyu-sha, *Lingua* 7, 2: 183-194. In: HIRST, D. und DI CRISTO, A (1998). *Intonation Systems, A Survey of Twenty Languages*. CNRS Laboratoire Parole et Language Institut de Phonetique, Universite de Provence: Cambridge University Press.
- AMANO, S.; NAKATANI, T. und KONDO, T. (2005). Fundamental frequency of infants' and parents' utterances in longitudinal recordings. NTT Communications Science Laboratories, Kyoto, Japan. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 119, No. 3, 1636-1647.
- BARR, R. G.; CHEN, S.; HOPKINS, B. und WESTRA, T. (1996). Crying patterns in preterm infants. *Dev. Med. Child Neurol.*, 38 (4), 345-355.
- BATES, E.; THAL, D.; FINLANY, B. und CLANCY, B. (2001). Early Language Development and its Neural Correlates. To appear in: RAPIN, I. und SEGALOWITZ, S. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, Vol. 6, Child Neurology (2<sup>nd</sup> edition). Amsterdam: Elsevier.
- BLANTON, M. C. (1917). The behaviour of the human infant during the first thirty days of life. *Psychol. Rev.* 24, 456-483. In: PRECOTT, R. (1975). Infant cry sound; developmental features. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 57, No. 5, 1186.
- BENNET, S. (1983). A 3-year longitudinal story of school-aged children's fundamental frequencies. *J. Speech Hear. Res.* 26, 137-142.
- BOLTEZAR, I. H.; BURGER, Z. R. (1997). Instability of voice in adolescence: pathologic condition or normal developmental variations? *The Journal of Pediatrics* 130, 185-180.
- BORSCHBERG, H. und RUPPERT, R. (1998). Vergleich stimmlicher Eigenschaften und anthropometrischer Merkmale bei mono- und dizygoten Zwillingen im ersten Lebensjahr. Dissertation, Humboldt-Universität, Berlin.
- BOSMA, J. ; TRUBY, H. und LIND, L. (1965). Cry Motions of the newborn infant. Wenner-Gren Research Laboratory, Norrtull's Hospital, Stockholm, Sweden and National Institute of Dental Research, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. In : LIND, J. (1965). *Newborn Infant Cry*. *Acta Paediatrica Scandinavica*, Supplement 163.
- BOUKYDIS, C. F.; LESTER, B. M. ; MCGRATH, M. ; CENSULLO, M. ; ZAHR, L. ; BRAZETTON, T. B. (1990). Behavioral and psychophysiologic assessment of the preterm infant. *Clin Perinatol.* 17(1) : 155-71.
- BOYSSON-BARDIES, B. de et al. (1986). Acoustic investigations of cross-linguistic variability in babbling. In: LINDBLOM, B., ZETTELSTRÖM, R. (eds.), *Precursors of early speech*. Wenner-Gren Symposium Series, Vol. 44, New York, Stockton, pp 113-126.
- BOYSSON-BARDIES, B. de und VIEHMAN, M. M. (1991). Beginnings of prosodic organization: intonations and duration patterns of disyllables produced by Japanese and French infants, CNRS-EHESS, Laboratoire de Psychologie Expérimentale, Paris, France. *Language and Speech*, 34 (4), 299-318.
- BOYSSON-BARDIES, B. de (2001). *How language comes to Children. From Birth to Two Years*. Cambridge. MIT Press.

- BREZINKA, C.; LECHNER, T. und STEPHAN, K. (1997). The fetus and noise. *Gynäkologische und Geburtshilfliche Rundschau*, 37(3), 119-129, Innsbruck, Österreich
- BREZINKA, C.; LECHNER, T.; STEPHAN, K. und PFEIFFER, K. (1998). Vibroacoustic Stimulation of the Fetus Using a Conventional Mechanical Alarm Clock. *J Matern Fetal Investig.*, 8(4): 172-177, Department of Obstetrics and Gynecology, Innsbruck, Österreich
- BUNGER, P.C. (1989). *Developmental Neuroanatomy and Neurophysiology*. Boston, Brown and Company.
- CALACEI-Projekt (2005). Universal and Specific Properties of a Uniquely Human Competence. Tools to study language acquisition in early infancy: Brain and behavioural studies. EU Contract no. 12778 (NEST) (Kooperationsprojekt Italien, Deutschland, Grossbritannien)
- CACACE, A. T.; ROBB, M. P.; SAXMAN, J. H.; RISEMBERG, H. und KOLTAL, P. (1995). Acoustic features of normal-hearing pre-term infant cry. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 33 (3), 213-224.
- CAMPISI, P.; TEWFIK, T. L.; PELLAND-BLAIS, E.; HUSEIN, M. Und SADEGHI, N. (2000). Multidimensional voice program analysis in children with vocal cord nodules. *J. Otolaryngol.*, 29 (5), 302-308.
- CHISWICK, M. L. und MILNER, R. D. (1976). Crying vital capacity. Measurement of neonatal lung function. *Arch Dis Child.*, 51(1): 22-7.
- CHRISTOPHE, A.; MORTON, J. (1998). Is Dutch native English? Linguistic analysis by 2-month-olds. *Developmental Science* 1, 215-219.
- COLTON, R. H.; STEINSCHNEIDER, A.; BLACK, L. und GLEASON, J. (1985). The Newborn Infant Cry: 1st Potential Implications for Development and SIDS. In: LESTER, B. M. and BOUKYDIS, C. F. Z., *Infant Crying. Theoretical and Research Perspectives*, (6) 119-138. New York and London, Plenum Press.
- COOPER, R. P. und ASHLIN, R. N. (1990). Preference for infant-directed speech in the first month after birth. *Child Development*, 61, 1584-1595. In: MASATAKA, N. (1992). Early Ontogeny of Vocal Behavior of Japanese Infants in Response to Maternal Speech, *Child Development*, 63, 1177.
- CORWIN, M. J.; LESTER, B. M.; SEPKOSKI, C. M.; MCLAUGHLIN, S.; KAYNE, H. und GOLUB, H. (1992). Effects of in utero cocaine exposure on newborn acoustical cry characteristics. *Pediatrics*, 89 (6 Pt 2), 1199-1203.
- DEDIU, D. Und LADD, D. R. (2007). Linguistic tone is related to the population frequency of the adaptive two brain size genes, ASPM and Microcephalin, *PNAS* 104 :10944-109949 (DOI :10.1073/pnas <http://www.telegraph.co.uk/core/content>
- D'ELIA, A.; PIGHETTI, M.; VANACORE, F.; FABBROCINI, G.; ARPAIA, L. (2005). Vibroacoustic stimulation in normal term human pregnancy, 81(5): 449-53. Department of Obstetrics and Gynaecology, Naples, Italy
- DECASPER, A. J.; FIFER, W. P.(1980). Of human bondage: Newborns prefer their mother's voices. *Science* 1980: 208:1174-6.
- DECASPER, A. J.; SPENCE, M. J. (1986). Prenatal maternal speech influences newborns' perception of speech sound. *Infant Behav Devel* 1986; 9: 133-50.
- DECASPER, W.; LECANUET, J. P.; BUSNEL, M. C.; GRANIER-DEFERRE, C.; MAUGEAIS, R. (1994). Fetal reactions to recurrent maternal speech. *Infant Behavior and Development* 17, 159-164.
- DEMOSS, R. T. (1999). *Brain waves through time*. New York, London, Plenum Trade.

- DENNER, M. (2007). Untersuchung spektraler und melodischer Eigenschaften vorsprachlicher Laute von Säuglingen mit einer familiären Disposition für eine spezifische Spracherwerbsstörung. Dissertation, Universität Würzburg, Deutschland.
- 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 – ein Beitrag zur Entwicklung geeigneter Frühförderkonzepte. Dissertation, Universität Würzburg, Deutschland.
- DRAGANOVA, R.; ESWARAN, H.; MURPHY, P.; LOWERY, C. und PREISSEL, H. (2007). Serial magnetoencephalographic study of fetal and newborn auditory discriminative evoked responses. *Early Hum Dev*, 83(3): 199-207. United States
- ECKEL, H. E.; KOEBKE, J.; SITTEL, C.; SPRINZL, G. M.; POTOTSCHNIG, C. und STENNERT, E. (1999). Morphology of the human larynx during the first years of life studied on whole organ serial sections. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.*, 108 (3), 232-238.
- FIFER, T. M. und MOON, C. (1989). Psychobiology of newborn auditory preferences. *Seminars in Perinatology 1989*; 13:430-3.
- FIKKERT, P. (1994). On the acquisition of prosodic structure. Dordrecht, ICG Printing.
- FIUKOWSKI, H. (1992). Sprecherzieherisches Elementarbuch. Tübingen. Niemeyer.
- FLETCHER, P. und GARMAN (1986). Language acquisition. Studies in first language development. Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press.
- FORT, A. und MANFREDI (1998). Acoustic analysis of newborn infant cry signals. *Med. Eng. Phys*, 20 (6), 432-442.
- FRANCO, F. (1988). Infant cry in the perspective of language development: spectrographic analysis of vocalisations and psychological accounts. 10-16. Palmerston North, N. Z., Massey University Press.
- FRIEDRICH, G.; BIGENZAHN, W. und ZOROWKA, P. (2005). Phoniatrie und Pädaudiologie. Bern. 337f.
- FULLER, B. F. und HORII, Y. (1986). Differences in fundamental frequency, jitter and shimmer among four types of infant vocalisations, *J. Commun. Disord.*, 19 (6), 441-447.
- GERHARDT, K. J. und ABRAMS, R. M. (1996). Fetal hearing characterization of the stimulus and response. *Semin Perinatol.* 20(1): 11-20. Review.
- GINET, J. ; LEVILAIN, J. C. ; GRISLAIN, J. R. ; MAINARD, R. ; DE BERRANGER, P. und BRELET, G. (1969). Expressions des valeurs normales du volume courant, du volume du cri. *Anesth. Anal. Réan*, 26, 799-808.
- HAUSSCHILDT, S. (2006). Akustische Eigenschaften von Säuglingslauten bei eingesetzter versus nicht eingesetzter Oberkieferplatte – ein Beitrag zur Untersuchung des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die vorsprachliche Entwicklung von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte. Dissertation, Universität Würzburg, Deutschland.
- HEPPER, P. G. (1988). Foetal "soap" addiction. *Lancet*; 11<sup>th</sup> June: 1347-8
- HEPPER, P. G. (1991). An examination of fetal learning before and after birth. *Irish J Psychol* 1991; 12:95-107.
- HEPPER, P. G.; SCOTT, D. und SHAHIDULLAH, S. (1993). Newborn and fetal response to maternal voice. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 11, 147-153.
- HEPPER, P. G. und SHAHIDULLAH (1994). Noise and the fetus: a critical review of the literature. Sudbury, Norfolk: HSE Books.

- HEPPER, P. G. (1996). Fetal memory: Does it exist? What does it do? *Acta Paediatrica Suppl* 416, 16-20.
- HIRSCHBERG, J. (1990). The value of the acoustic analysis of pathological infant cry and breathing noise in everyday practice. *Early child development and care*, 65, 57-69.
- HIRSCHBERG, J.; DEJONCKERE; P. H.; HIRANO; M.; MORI, K.; SCHULTZ-COULON, H. J. und VRTICKA, K. (1995). Voice disorders in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 109-125.
- HIRSCHBERG, J. (1999). Dysphonia in infants. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 203-296.
- HÖHLE, B. und WEISSENBORN, J. (1998). Sensitivity to closed-class-elements in preverbal children. Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Boston Conference on Language Development, 348-359, Somerville, Cascadilla Press.
- HÖHLE, B. und WEISSENBORN, J. (1999). Discovering grammar: Prosodic and morpho-syntactic aspects of rule formation in First Language Acquisition. In: FRIEDERICI, A. D. und MENZEL, R., Learning: Rule Extraction and Representation, Berlin. DeGruyter. 37-69.
- HUOTILAINEN, M.; KUJALA, A.; HOTAKAINEN, M.; PARKKONEN, L.; TAULU, S.; SIMOLA, J.; NENONEN, J.; KARJALAINEN, M.; NÄÄTÄNEN, R. (2005). Short-term memory functions of the human fetus recorded with magnetoencephalography, *NeuroReport*, Vol 16:81-84, Helsinki, Finland.
- JONES, M. C. (1965). An investigation of certain acoustic parameters of the crying vocalization of young deaf children. Unpublished Ph. D. dissertation, Northwestern U. In: PRECOTT, R. (1975). Infant cry sound; developmental features. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 57, No. 5, 1186.
- JUSCZYK, P. W. (1997). The discovery of spoken language. Cambridge, MIT Press.
- JUSCZYK, P. W. (1999). Narrowing the Distance to Language: One Step at a Time. *J. Commun. Disord.*, 32, 207-222.
- JUSCZYK, P.W. (2000). The discovery of spoken language. Massachusetts: MIT Press.
- KARELITZ, S.; FISICHELLI, V. R. (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.
- KEMPF, A.; MENDE, W.; BIRR, M.; VOELTER, C.; STELLZIG-EISENHAUER, A. und WERMKE, K. (2008). From Crying to Talking in Infants with Malformations of the Vocal Tract. 20th Biennial ISSBD Meeting, University of Würzburg, Department of Psychology, Germany
- KOIVISTO, M.; WASZ-HÖCKERT, O.; VUORENSKI, V.; PARTANEN, T. J. und LIND., J. (1970). Cry Studies in neonatal Hyperbilirubinemia. *Acta Paediatrica Scandinavica Suppl.* 206, 26-27.
- KOIVISTO, M.; MICHELSSON, K.; SIRVIÖ, P.; WASZ-HÖCKERT, O. (1974). Spectrographic Analysis of Pain Cry of Hypoglycemic Newborn Infants. XIV. International Congress of Pediatrics, Buenos Aires, Vol. 1, 250.
- KOIVISTO, M. (1987). Cry analysis in infants with Rh haemolytic disease. *Acta Paediatr. Scand. Suppl.*, 335, 1-37.
- LAGASSE, L., NEAL, R., LESTER, B (2005). Assessment of Infant Cry : Acoustic Cry Analysis and Parental Perception. *Mental Retardation and Developmental Disabilities*, Research Reviews 11 :83-93. Rhode Island
- LARSON, C. R. (1998). Cross-Modality Influences in Speech Motor Control: The Use of Pitch Shifting for the Study of FO Control. *J. Commun. Disord.*, 31, 489-503.

- LAUFER-ZLATIN, M. A. und HORII, Y. (1977). Fundamental frequency characteristics of infant non-distress vocalization during the first twenty-four weeks. *Journal of Child Language* 4: 171-184
- LECANUET, J. P. (1996). Prenatal auditory experience. In I. Deliege und J.A. Sloboda (Eds.). *Musical beginnings*. Oxford University Press
- LECANUET, J. P.; GRANIER-DEFERRE, C.; DECASPER, A. J.; MAUQEAIS, R.; ANDRIEU, A. J.; BUSNEL, M. C. (1993). Fetal perception and discrimination of speech stimuli; demonstration by cardiac reactivity; preliminary results. *C R Acad Sci III*; 305(5):161-4.
- LEDERMANN, D., ZMORA, E., HAUSSCHILDT, S., STELLZIG-EISENHAUER, A., WERMKE, K. (2008). Classification of cries of infants with cleft lip palate using Parallel Hidden Markov models. *Med Biol Eng Comput* (online publication)
- LEE, T. H. ; LEE, B. C. und CHEN, J. Y. The pitch patterns of infants acquiring tonal languages: the perspective from Chinese. Internetauszug, Sep. 2008: <http://www.pubmed.de/data/nlm.link.html>
- LESTER, B. M., 1976. Spectrum analysis of the cry sounds of well-nourished and malnourished infants. *Child Development*, 47, (1), 237-241.
- LESTER, B. M. (1984). A biosocial Model of Infant Crying. In: Lipsitt L, Rovee-Collier C, editors. *Advances in Infant Research*. Norwood, NY: Ablex, 167-212.
- LESTER, B. M. (1987). Developmental outcome prediction from acoustic cry analysis in term and preterm infants. *Pediatrics*, 80, (4), 529-534.
- LESTER, B. M., CORWIN, M. J., SEPKOSKI, C. M., SEIFER, R., PEUCKER, M., MCLAUGHLIN, S. und GOLUB, H. L. (1991). Neurobehavioral syndromes in cocaine-exposed newborn infants. *Child Development*, 62, (4), 694-705.
- LESTER, B. M., TRONICK, E. Z., LAGRASSE, L. (2002). The Maternal Lifestyle Study: Effects of substance Exposure during Pregnancy on neuro-developmental Outcome in 1-month-old Infants. *Pediatrics* 110, 1182-1192.
- LESTER, B. M. und BOUKYDIS, C. F. Z. (1985). *Infant crying. Theoretical and Research Perspectives*. Plenum Press, New York.
- LESTER, B. M. und BOUKYDIS, C. F. Z. (1990). No Language but a Cry. In: Papousek, H., Jurgens, J., Papousek, M., editors. *Nonverbal vocal Communication: Comparative and Developmental Approaches*. NY: Cambridge University Press, 41-69.
- LESTER, B. M. und ZESKIND, P. S. (1979). The Organization and Assessment of Crying in the Infant at Risk. In: Field, T. M., Sostek, A. M., Goldberg, S. and Schumann, H. H. (Eds.), *Infants born at risk*, 121-145, New York, Spectrum.
- LESTER, B. M. und ZESKIND, P. S. (1982). *A Biobehavioral Perspective on Crying in Early Infancy*. (1), 133-180. New York, Plenum Publishing Corporation.
- LIEBERMANN, P. (1985). The Physiology of Cry and Speech in Relation to Linguistic Behavior. In: Lester, B. M. and Boukydis, C. F. Z., *Infant Crying. The Theoretical and Research Perspectives*, (2), 29-57. New York and London, Plenum Press.
- LIND, J. and TRUBY, H. M. (1965). *Newborn Infant Cry*. 1-128. Uppsala, Almqvist und Wiksells Boktryckeri AB.
- LIND, J. et al. (1966). Vocal responses to painful stimuli in newborn and young infants. *Ann. Paed. Fenn.* 12, 174-180. In: PRECOTT, R. (1975). Infant cry sound; developmental features. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 57, No. 5, 1186.

- LIND, K. und WERMKE, K. (2002). Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 months. *Int. J. Pediatric Otorhinolaryngology* 64(2), 97-104.
- LUDLOW, C. L. (2005). Central Nervous System Control of the Laryngeal Muscles in Humans. *Respir. Physiol. Neurobiology* 147, 205-222.
- MAKOI, Z., POPPER, P. und KISS, P. Gegesi (1970). Analysis of infant cry as an indicatory function. *Acta paediatrica Hungaricae*, 11, 281-284.
- MAMPE, B. (2007). Vergleichende Untersuchung prosodischer Eigenschaften von Lautäußerungen französischer und deutscher Neugeborener, Magistra Artium (M. A.), Würzburg.
- MASATAKA, N. (1992). Early Ontogeny of Vocal Behavior of Japanese Infants in Response to Maternal Speech, *Child Development*, 63, 1177-1185.
- MCROBERTS, G. W. und BEST, C. T. (1997). Accomodation in mean Fo during mother-infant and father-infant vocal interactions: a longitudinal case study. *J. Child Lang* 24, 719-736.
- MEHLER, J.; BERTONCINI, J.; BARRIRE, M. und JASSIK-GERSCHENFELD, D. (1978). Infant recognition of mothers voice. *Perception* 7, 491-497.
- MEHLER, J.; JUSCZYK, P. W.; LAMBERTZ, G.; HALSTED, N.; BERTONCINI, J. und AMIEL-TISON, C. (1988). A Precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, 29, 144-178.
- MENDE, W.; WERMKE, K.; SCHINDLER, S.; WILOPOSKI, K. und HÖCK, S. (1990a). 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., SCHINDLER, S.; WILZOPOLSKI, K.; HÖCK, S. (1990). 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. und 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), 31-39.
- MENDE, W. und WERMKE, K. (1993). The structure of noisy regions of baby sounds. 15<sup>th</sup> annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. San Diego/USA.
- MICHELSSON, K.; TIISALA, R. und WIST, A. (1968). Perinatal mortality in diabetic pregnancy. *Ann Chir Gynaecol Fenn.* 57(3):420-4.
- MICHELSSON, K. (1971). Cry analysis of symptomless low birth weight and of asphyxiated newborn infants. *Acta Paediatr. Scand. Suppl.*, 216, 1-45.
- MICHELSSON, K. und SIRVIO, P. (1976). Cry analysis in congenital hypothyroidism. *Folia Phoniatr. Basel*, 28 (1), 40-47.
- MICHELSSON, K. und SIRVIO, P. (1977a). Pain cry in full-term asphyxiated newborn infants correlated with late findings. *Acta Paediatr. Scand.*, 66 (5), 611-616.
- MICHELSSON, K.; SIRVIO, P. und WASZ-HÖCKERT, O. (1977b). Sound spectrographic cry analysis of infants with bacterial meningitis. *Dev. Med. Child Neurol.*, 19 (3), 309-315.
- MICHELSSON, K. und WASZ-HÖCKERT, O. (1980). The value of cry analysis in neonatology and early infancy. 152-182. Houston, College Hill Press.
- MICHELSSON, K.; RAES, J., THODÉN, C. J. und WASZ-HÖCKERT, O. (1982). Sound spectrographic Cry Analysis in neonatal Diagnostics. An evaluative Study. *Journal of Phonetics* 10, 79-88.
- MICHELSSON, K.; KASKINEN, H.; AULANKO, R. und RINNE, A. (1984). Sound spectrographic cry

- analysis of infants with hydrocephalus. *Acta Paediatr. Scand.*, 73 (1), 65-68.
- MICHELSSON, K. und MICHELSSON, O. (1999). Phonation in the newborn, infant cry. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 49 (Suppl. 1), 297-301.
- MOON, C.; COOPER, R. P.; FIFER, W. P. (1991). Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behav. Dev.*; 36: 13-26
- MOON, C.; PANNETON-COOPER, R. und FIFER, W. P. (1993). Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behav. Dev.*, 16, 494-500.
- MÜLLER, F.; O'RAHILLY, R. und TUCKER, J. A. (1985). The human larynx at the end of the embryonic period proper. *Ann Otol Rhinol. Laryngol.*, 94, 607-612.
- NAZZI, T.; BERTONCINI, J. und MEHLER, J. (1998). Language discrimination by newborns: Towards an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24 (3), 756-766.
- NUGENT, J. K.; LESTER, B. M. und GREENE, S. M. (1996). The Effects of Maternal Alcohol Consumption and Cigarette Smoking during Pregnancy on acoustic Cry Analysis. *Child Development* 67, 1806-1815.
- OERTER, R. und MONTADA (2002). *Entwicklungspsychologie*. Weinheim.
- OLLER, D. K. (2000). *The emergence of the speech capacity*. Mahwah, London, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- OSTWALD, P. F.; PELTZMANN, P.; GREENBERG, M. und MEYER, J. (1970). Cries of a trisomy 13-15 infant. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 12, 472-472.
- PEARCE, S. und TAYLOR, B. (1993). Time-frequency analysis of infant cry: measures that identify individuals. *Physiol. Meas.*, 14 (3), 253-262.
- PEIPER, A. (1925). Sinnesempfindungen des Kindes vor seiner Geburt. *Monatsschrift für Kinderheilkunde*, 29, 236-241, S. 239.
- PINKER, S. (1994). *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. New York, HarperCollins.
- PINKER, S. (1998). *Der Sprachinstinkt*. München, Knauer, ISBN 3-426-77363-5
- PRECHTL, H. F.; THEORELL, K.; GRAMSBERGEN, A.; LIND, J. (1969). A statistical analysis of cry patterns in normal and abnormal newborn infants. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 11(2), 142-52.
- PRECOTT, R. (1975). Infant cry sound; developmental features. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 57, No. 5, 1186-1191.
- PREVIC, F. H. (1991). A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychol. Rev.*, 98 (3), 299-334.
- QUERLEU, D. ; RENARD, X. ; VERSYP, F. ; PARIS-DELRUE, L. und CREPIN, G. (1988). Fetal hearing. *European Journal of Obstetrical Gynecology and Reproduction Biology* 28(3), 191-212.
- RAMUS, F., NESPOR, M., MEHLER, J. (2000). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition* 75(1), AD3-AD30.
- ROTHGÄNGER, H.; MICHELSSON, K.; GRAUEL, E. L.; WOLFGANG und WASZ-HÖCKERT, O. (1994). Anwendung der hochauflösenden Grundfrequenzanalyse bei der Untersuchung des Säuglingsschreies von Kindern mit ZNS-Störungen. In: WESSEL, K. F. und NAUMANN, F., *Kommunikation und Humanontogenese* Bd. 6, 294-305. Bielefeld, Kleine Verlag.
- ROTHGÄNGER, H. (1999). *Bioakustik des Menschen. Eine Gesamtdarstellung der nonverbalen und verbalen Kommunikation*. Bielefeld: Kleine Verlag GmbH.

- SHAHIDULLA, S. und HEPPEL, P. G. (1994). Frequency discrimination by the fetus. *Early Hum Dev.*, 36(1): 13-26. Department of Obstetrics and Gynaecology, Belfast, UK
- SIRVIÖ, P. und MICHELSSON, K. (1976). Sound-Spectrographic Cry Analysis of Normal and Abnormal Newborn Infants. *Folia Phoniatrica* 28, 161-173.
- SPITZER, M. (2002). Musik im Kopf, Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk, ISBN 3-7945-2174-9.
- STECK-WALTER, S. (2007). Quantitative Strukturanalyse vorsprachlicher Vokalisationen von Säuglingen mit orofazialen Spalten im zweiten Lebenshalbjahr bei kieferorthopädischer Frühbehandlung. Dissertations-Arbeit, Universität Würzburg, Deutschland.
- STEVENS, B.; MCGRATH, P.; GIBBINS, S., BEYENE, J.; BREAU, L.; CAMFIELD, C.; FINLEY, A., FRANCK, L.; HOWLETT, A.; JOHNSTON, C.; MCKEEYER, P.; O'BRIEN, K.; OHLSSON, A.; YAMADA, J. (2007). Determining Behavioural and Physiological Responses to Pain in Infants at Risk for Neurological Impairment. *Pain* 127, 94-102.
- STORCH, G. (2002). Phonetik des Deutschen: für sprachtherapeutische Berufe. Stockach. Günther Storch Verlag.
- SUTHERLAND, J. M. und RATTCLIFF, J. W. (1961). Lung function at birth in babies developing respiratory distress, Auszug: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119695363/abstract> (Sep.2008))
- TENOLD, J. L. (1974). Cepstral and stationary analysis of full-term and premature infants' cries. *J. Acoust. Soc. Am*, 56 (3), 975-980.
- THELEN, E. (1979). Rhythmical stereotypies in normal human infants. *Anim Behav*, 27(Pt 3): 699-715
- TITZE, I. R. (1993). *Vocal Fold Physiology*, frontiers in Basic Science. Singular Publishing Group, Inc. San Diego, California. ISBN 1-879105-86-1
- TONKOVA-YAMPOL'SKAYA, R. V. (1968). Development of speech intonation in infants during, the first two years of life. *Voprosy psikhologii*, 14 (3), 94-101.
- VIHMAN, M. (1979). Individual Differences in Babbling and early Speech: Predicting to age three. Basingstoke, In: Lindblom, B. and Zetterstrom, R., *Precursors of early speech*, Basingstoke, Hampshire, MacMillan.
- VIHMAN, M.; Ferguson, C. und Elbert, M. (1986). Phonological Development from Babbling to Speech: Common tendencies and individual differences. *Applied Psycholinguistics*, 7, 3-40.
- VIHMAN, M. und GREENLEE, M. (1987). Individual differences in phonological development: Age one and age three. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30, 503-528.
- VIHMANN, M. M und ROUG-HELLICHIUS, L. (1991). The emergence of phonological organization. In O.Engstrand und C. Kylander (eds.), *Papers from the symposium, Current Phonetic Research Paradigms: Implications for speech motor control* (Stockholm, August 13-16, 1991). PERILUS, 14, 161-6
- VOIGT, M; SCHNEIDER, K. T. M., JÄHRIG, K. (1996). Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Teil 1: Neue Perzentilwerte für die Körpermaße von Neugeborenen. *Geburtsh. Und Frauenk.* 56 (1996) 550-558
- VOIGT, M.; SCHNEIDER; K. T. M. und JÄHRIG, K. (2007). Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 57 (1997), 246-255.
- VUORENKOSKI, V.; LIND, J. und PARTANEN, T. J. et al. (1966). Spectrographic analysis of cries from children with malade du cri du chat. *Ann. Paediatr. Fenn.*, 12 (3), 174-180. In: PRECOTT, R.

- (1975). Infant cry sound; developmental features. *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 57, No. 5, 1186.
- WEIKUM, W. M.; VOULOUMANOS, A.; NAVARRA, J.; SOTO-FARACO, S. ; SEBASTIAN-GALLES, N.; WERKER, J. F. (2007). Visual language discrimination in infancy. *Science* 316, 1159.
- WHALEN, D. H.; LEVITT, A. G. und WANG, Q. (1991). Intonational differences between the reduplicative babbling of French- and English-learning infants. *J. Child. Lang.*, 18(3), 501-516.
- WASZ-HÖCKERT, O., LIND, J, VUORENKOSKI, V., PARTANEN, T und VALANNE, E. H. (1968). The infant cry: A spectrographic and auditory analysis. London, Heinemann.
- WASZ-HÖCKERT, O.; MICHELSSON, K. und LIND, J. (1985). Twenty-Five Years of Scandinavian Cry Research. In: LESTER, B. M. and BOUKYDIS, C. F. Z., *Infant Crying. Theoretical and Research Perspectives*, (4), 83-104. New York and London, Plenum Press.
- WASZ-HÖCKERT, O.; KOIVISTO, M. und VUORENKOSKI, V. (1971). Spectrographic Analysis of Pain Cry in Hyperbilirubinemia. *Biology of the Neonate* 17 (1971), 260-271.
- WEISSENBORN, J.; HÖHLE, B.; KIEFER, D. und CAVAR, D. (1998). Children's sensitivity to word-order violations in German: Evidence for very early parameter-setting. *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Boston Conference on Language Development*, Somerville, 756-767, Cascadilla Press.
- WERMKE, K. (1987). Begründung und Nachweis der Eignung des Säuglingsschreies als Indikator für zentralnervöse Funktionsstörungen des Neugeborenen – Fallstudien unter Einsatz eines speziellen Computerverfahrens. Dissertation Humboldt-Universität zu Berlin.
- WERMKE, K. und MENDE, W. (1992). Sprache beginnt mit dem ersten Schrei. *Spectrum der Wissenschaften*, 115-118.
- WERMKE, K. und MENDE, W. (1993). Variability of the cry melody as an indicator for certain developmental stage. San Diego/USA, 15<sup>th</sup> Annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- WERMKE, K. und MENDE, W. (1994). Ontogenetic development of infant cry- and non-cry vocalization as early stages of speech abilities, *Proceedings of the Third congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association*. 9.-11.8.1993. Helsinki/Finnland. 181-189. Publications of the Department of Phonetics University of Helsinki.
- WERMKE, K. und SIEGMUND, R. (2000). Abnormales Schreien und gestörtes Schlafverhalten bei Säuglingen – Konsequenzen für die Mutter-Kind-Beziehung? *Homo*, 51, 144.
- WERMKE, K. und MENDE, W. (2000). Developmental changes of infant cries during the first months of life: the evolution of complex vocalizations. Paper presented at the Workshop "*Development and Interaction of Linguistic and Non-Linguistic Cognition in Infants*", Berlin.
- WERMKE, K.; HAUSER, C.; KOMPOSCH, G. und STELLZIG, A. (2001). Spectral analysis of cries of unilateral cleft lip and palate infants. *Cleft Palate Journal*. (submitted).
- WERMKE, K.; HAUSER, C.; KOMPOSCH, G. und STELLZIG-EISENHAEUER, A. (2002). Spectral Analysis of Prespeech Sounds (Spontaneous Cries) in Infants With Unilateral Cleft Lip and Palate (UCLP): A Pilot Study. *Cleft Palate-Craniofac Journal* 39(3), 285-294.
- WERMKE, K.; MENDE W.; MANFREDI C. und BRUSCAGLIONI, P.(2002). Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Med. Eng Phys.* 24; 501-514.
- WERMKE, K. (2002). Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten. Habilitationsschrift. Humboldt-Universität zu Berlin. <http://edoc.hu-berlin.de>.
- WERMKE, K.; LIND, K. und DIEBOW, D. (2003). Developmental aspects of cry melodies – a retrospective

- analysis in SLI-risk children. Poster at the 70<sup>th</sup> Biennial Meeting of the Society of Research in Child Development, Tampa, Florida.
- WERMKE, K. (2004). Vom Schreien zur Sprache – Was die Schrei-Melodien von Säuglingen über die vorsprachliche Entwicklung aussagen. *Frühförderung interdisziplinär*, Ernst Reinhardt Verlag München Basel 23, 61-68.
- WERMKE, K. und FRIEDERICI, A. D. (2004). Developmental changes of infant cries – the evolution of complex vocalizations. *Behavioral and Brain Sciences* 27, 474-475.
- WERMKE, K.; MENDE, W.; KEMPF, A.; MANFREDI, C.; BRUSCAGLIONI, P.; STELLZIG-EISENHAUER, A. (2005). Interaction patterns between melodies and resonance frequencies in infants' pre-speech utterances. Models and analysis of vocal emissions for biomedical applications 4<sup>th</sup> international workshop: October 29-31 2005, Firenze, Italy. Firenze University Press. Atti, 21 <http://digital.casalini.it/8884533201>
- WERMKE, K. (2006). Die Bedeutung der frühesten Babylaute für den Spracherwerb. Erste Ergebnisse einer Längsschnittuntersuchung im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie. *Kinderärztliche Praxis*, Sonderheft „Frühe Gesundheitsförderung und Prävention“, 18-23.
- WERMKE, K.; LEISING, D.; STELLZIG-EISENHAUER, A. (2007). Relation of Melody Complexity in Infants' Cries to Language Outcome in the Second Year of Life: A Longitudinal Study. *International Journal of Clinical Phonetics and Linguistics*, 21(11-12), 961-973.
- WILDER, C. N. und BAKEN, R. J. (1974). Respiratory patterns in infant cry. *Human Communication*, 3, 18-34.
- YAMADA-BOCHYNEK, Y. (persönliche Mitteilung, 2008). Japanologie, FU-Berlin.
- ZESKIND, P. S. und LESTER, B. M. (1978). Acoustic features and auditory perceptions of the cries of newborns with prenatal and perinatal complications. *Child Development*, 49 (3), 580-589.
- ZESKIND, P. S. und LESTER, B. M. (1981). Analysis of cry features in newborns with differential fetal growth. *Child Development*, 52 (1), 207-212.

## 7 Anhang

### 7.1 Tabellen und Verzeichnisse

Tabelle 27: Perzentilwerte des Geburtsgewichts japanischer Neugeborener in [kg]

(kg)

年・月・日齢	男子							年・月・日齢	女子						
	パーセンタイル値								パーセンタイル値						
	3	10	25	50 中央値	75	90	97		3	10	25	50 中央値	75	90	97
出生時	2.23	2.52	2.76	3.00	3.26	3.51	3.79	出生時	2.25	2.50	2.72	2.95	3.21	3.46	3.73
1日	2.18	2.47	2.70	2.93	3.18	3.43	3.70	1日	2.18	2.41	2.62	2.84	3.09	3.33	3.58
2日	2.16	2.44	2.67	2.89	3.14	3.39	3.65	2日	2.15	2.38	2.58	2.80	3.04	3.28	3.53
3日	2.17	2.46	2.69	2.92	3.17	3.41	3.65	3日	2.15	2.39	2.59	2.81	3.05	3.29	3.54
4日	2.21	2.50	2.73	2.97	3.22	3.47	3.69	4日	2.17	2.41	2.61	2.83	3.07	3.31	3.56
5日	2.25	2.55	2.78	3.02	3.28	3.53	3.74	5日	2.20	2.43	2.64	2.86	3.11	3.34	3.60
6日	2.29	2.59	2.83	3.08	3.34	3.58	3.80	6日	2.24	2.47	2.67	2.90	3.15	3.39	3.65
7日	2.33	2.64	2.88	3.13	3.39	3.63	3.85	7日	2.28	2.52	2.72	2.95	3.20	3.45	3.70

[Erklärung: tabellarische Darstellung der 3. bis 97. Perzentile des Geburtsgewichts (quer) zum Geburtszeitpunkt, sowie vom ersten bis siebten Tag (senkrecht)]

links: Werte der neugeborenen Jungen, rechts: Werte der neugeborenen Mädchen

**Tabelle 28: Perzentilwerte der Geburtslänge japanischer Neugeborener in [cm]**

表2 一般調査および病院調査による身長の3、10、25、50、75、90および97パーセンタイル値 年・月・日齢別、性別

(cm)

年・月・日齢	男子							年・月・日齢	女子						
	パーセンタイル値								パーセンタイル値						
	3	10	25	50 中央値	75	90	97		3	10	25	50 中央値	75	90	97
出生時	44.9	46.5	47.7	49.0	50.1	51.0	52.0	出生時	45.0	46.1	47.3	48.5	49.7	50.9	52.0

[Erklärung: tabellarische Darstellung der 3. bis 97.Perzentile der Geburtslänge (quer) zum Geburtszeitpunkt, sowie vom ersten bis siebten Tag (senkrecht)]

links: Werte der neugeborenen Jungen, rechts: Werte der neugeborenen Mädchen

**Tabelle 29: Perzentilwerte des Kopfumfanges japanischer Neugeborener in [cm]**

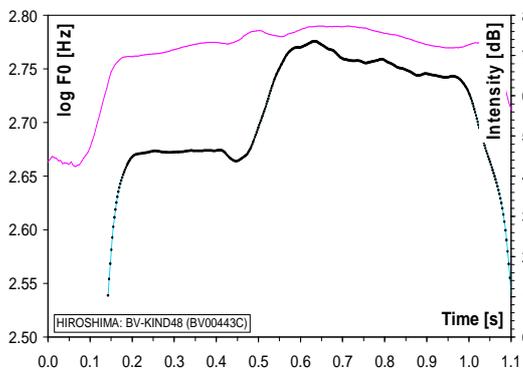
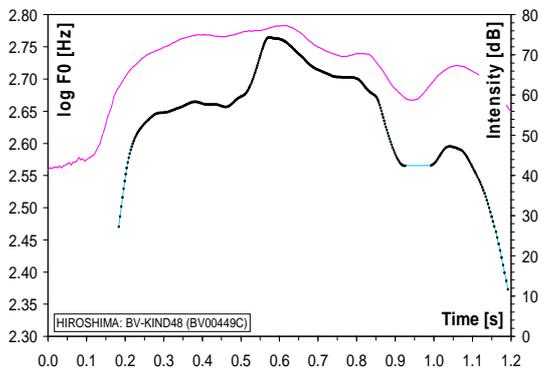
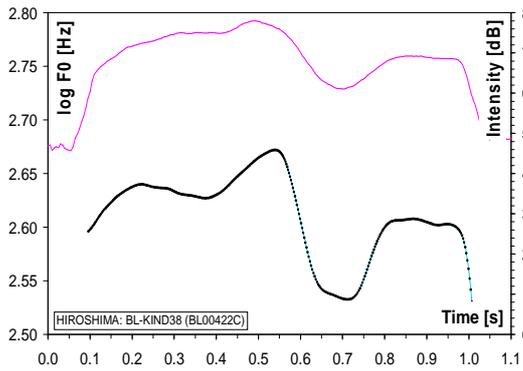
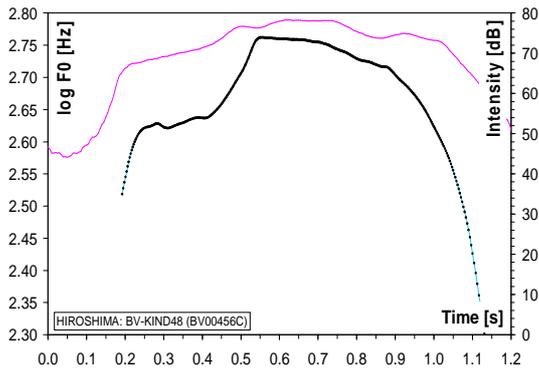
表4 一般調査および病院調査による頭囲の3、10、25、50、75、90および97パーセンタイル値 年・月・日齢別、性別

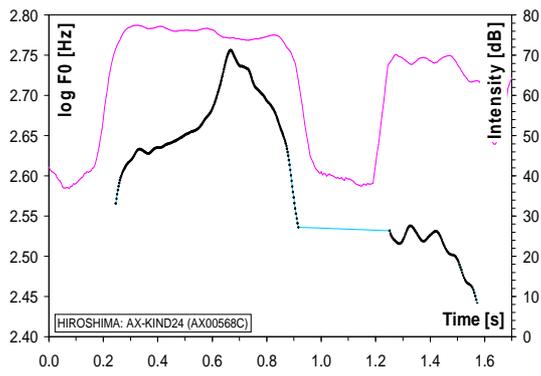
(cm)

年・月・日齢	男子							年・月・日齢	女子						
	パーセンタイル値								パーセンタイル値						
	3	10	25	50 中央値	75	90	97		3	10	25	50 中央値	75	90	97
出生時	31.2	31.9	32.7	33.5	34.3	35.1	35.8	出生時	30.4	31.3	32.2	33.0	33.8	34.6	35.3

Erklärung: tabellarische Darstellung der 3. bis 97.Perzentile des Kopfumfanges (quer) zum Geburtszeitpunkt, sowie vom ersten bis siebten Tag (senkrecht)]

links: Werte der neugeborenen Jungen, rechts: Werte der neugeborenen Mädchen





**Abbildung 72: Abbildungsübersicht über Ib-Melodistrukturen mit anteriorem Plateauausbau**

---

## Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Frau Professor Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer (Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg) für die Möglichkeit bedanken, eine Dissertation in dem zur Poliklinik gehörenden Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) anzufertigen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Professor Dr. Kathleen Wermke (Leiterin des ZVES) für ihre hervorragende fachliche Beratung, uneingeschränkte Unterstützung und ihre vielen wertvollen wissenschaftlichen Ratschläge. Auch bedanke ich mich für ihre Zuverlässigkeit, für ihre Zeit und Geduld, sich selbst an Wochenend- und Feiertagen für ihre Doktoranden einzusetzen.

Für die Übernahme und Erstellung des Zweitgutachtens und seinen fachlichen Rat bedanke ich mich ebenso herzlich bei Herrn Professor Dr. Joachim Müller.

Herrn Peter Wermke danke ich besonders für die unermülich-geduldige und kompetente Unterstützung bei Formatierungs- und Excelfragen sowie für die Bereitstellung der von ihm entwickelten und bereitgestellten Analysesoftware CDAP.

Mein besonders herzlicher Dank gilt Herrn Dr. Takashi Takiguchi, Frau Mieko Takiguchi und Frau Emiko Abe, die meine Arbeit in Japan organisiert und von den ersten schwierigen Schritten an dort begleitet haben.

Auch danke ich den japanischen Ärzten und Wöchnerinnen der neonatologischen Abteilungen des *Masaoka Hospitals*:

Dr. Y. Masaoka, Dr. N. Masaoka, Dr. Tohru Masaoka,  
des *Hiroshima City Hospitals*:

Dr. Tomio Okazaki und Frau Yamamoto

sowie des „*Hospital of the Electric Power Company*“:

Dr. Hasegawa und Frau Moriyama

für ihren hohen persönlichen Einsatz und ihr Engagement bei der Datenerhebung in Hiroshima.

---

Weiterhin bedanke ich mich sehr herzlich bei allen 68 japanischen Kindern und deren Eltern für ihr Interesse und Vertrauen. Ohne sie wäre die Durchführung und das Realisieren dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Für die hilfreiche Unterstützung beim Korrekturlesen danke ich herzlich Herrn Rainer Müller; Frau Dr. Yamada-Bochynek danke ich für ihre fachliche Beratung zur japanischen Intonation und ihre vielen interessanten Anregungen.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinem Vater, Dr. med. Konrad Dahlem, als meinen unschätzbaren Helfer und Begleiter meiner Arbeit von Anfang an bedanken: Für seine unermüdete Geduld, seinen Optimismus und seine vielen wertvollen wissenschaftlichen und menschlichen Ratschläge und Ideen. Auch bedanke ich mich bei meiner Mutter, Kazuko Dahlem, für ihre zwischenmenschlichen und kulturüberbrückenden Hilfestellungen während meiner Zeit in Japan, sowie meinen Geschwistern und Freunden für ihre hilfreiche Unterstützung.

---

## CURRICULUM VITAE

### *Persönliche Daten*

Name	Melanie-Michiko Dahlem
Geburtsdatum	16. Februar 1980
Geburtsort	Hannover, Deutschland
Nationalität	Deutsch

---

Juli	2000	Erlangen der allgemeinen Hochschulreife (Abitur) in Hannover
	1993 – 2000	Teilnahme am muttersprachlichen Unterricht in japanischer Sprache an der Friedrich-Ebert- Schule, Hannover (Note : 2.0)
März	2001	<i>Immatrikulation zum Studium der Zahnheilkunde</i> an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
März	2004	Zahnärztliche Vorprüfung (Note: 2.0)
Dezember	2006	Zahnärztliche Prüfung/Staatsexamen (Note: 1.8) an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg und <i>Erlangen der Approbation</i>
März	2007	Auslandsfamulatur im National University Hospital SINGAPUR, NUH (Dental Center/Pediatric Dentistry) als Gastzahnärztin
April/Mai	2007	Beginn der Dissertation, Aufenthalt im Hiroshima City Hospital, Hiroshima, Japan
seit Nov	2007	Assistenz Zahnärztin, Berlin-Charlottenburg



---