

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie

der Universität Würzburg

Direktorin: Professor Dr. med. dent. A. Stellzig-Eisenhauer

---

**Charakterisierung akustischer Eigenschaften des spontanen  
Neugeborenen schreies in den ersten drei Lebenstagen in Abhängigkeit  
vom Geburtsmodus**

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt

von Sarah Höing

aus Warendorf

Würzburg, Februar 2010

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

**Koreferent:** Professor Dr. med. Dominique Singer

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

Tag der mündlichen Prüfung 13.09.2010

Die Promovendin ist Ärztin der Humanmedizin

Die Welt wird jedes Mal neu erschaffen, wenn ein Kind geboren wird. Geboren zu werden bedeutet, dass uns eine ganze Welt geschenkt wird. (*Jostein Gaarder*)

In Dankbarkeit meinen Eltern, Geschwistern und Freunden gewidmet

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung und Zielstellung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Spontangeburt und Sectio caesarea im Vergleich.....	5
1.2 Hypothesen.....	11
<b>2 Material und Methode</b> .....	<b>14</b>
2.1 Neugeborenen-Management und Zeitpunkt der Lautaufnahmen.....	14
2.2 Probanden und Auswahlkriterien.....	15
2.2.1 Gruppe der spontan geborenen Neugeborenen (VAG).....	17
2.2.2 Gruppe der per primärer Sectio geborenen Neugeborenen (PS).....	18
2.2.3 Gruppe der per sekundärer Sectio entbundenen Neugeborenen (SS).....	20
2.3 Methodik .....	23
2.3.1 Datenerhebung.....	23
2.4 Datenanalyse .....	24
2.4.1 Dateneingabe und manuelle Segmentierung .....	26
2.4.2 Spektralanalyse.....	26
2.4.3 Ermittlung des Grundfrequenzverlaufs (Melodie) und der Intensitätskonturen .....	30
2.4.4 Klassifizierung der Neugeborenen schreie anhand ihrer Melodiestructur....	31
2.5 Ermittlung des Komplexitätsgrades der Schreimelodien (MCI-Definition).....	35
2.6 Statistische Auswertung.....	35
<b>3 Ergebnisse</b> .....	<b>37</b>
3.1 Betrachtung möglicher für die Schreiauswertung relevanter Cofaktoren .....	37
3.1.1 Auswertung anthropometrischer Daten.....	37
3.1.2 Schwangerschafts- und Geburtsfaktoren.....	39
3.1.3 Aufnahmecharakteristika .....	42
3.2 Auswertung der akustischen Charakteristika .....	43
3.2.1 Strukturanalyse der Neugeborenen schreie in Abhängigkeit vom Geburtsmodus.....	43
3.2.1.1 Auswertung der relativen Auftrittshäufigkeiten einzelner Strukturmerkmale zum ersten Aufnahmezeitpunkt.....	43
3.2.1.2 Auswertung der relativen Auftrittshäufigkeiten einzelner Strukturmerkmale zum zweiten Aufnahmezeitpunkt.....	48
3.2.1.3 Veränderung der Melodiestructur vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt....	53
3.2.1.4 Charakterisierung des Grades der erreichten Melodiekomplexität anhand des MCI-Indexes .....	56
3.2.2 Ergebnisse der quantitativen Analyse einzelner Melodieparameter .....	61
3.2.2.1 Auswertung der mittleren Grundfrequenz.....	61
3.2.2.2 Auswertung der mittleren Einzelschreilänge .....	63

3.2.3	Auswertung der Frequenzmodulationsamplitude (Gesamthub).....	66
3.3	<b>Beschreibung von beobachteten Unterschieden im „Schreiverhalten“ bei den verschiedenen Geburtsmodi .....</b>	<b>69</b>
4	<b>Diskussion .....</b>	<b>72</b>
4.1	<b>Melodiestrukturanalyse.....</b>	<b>72</b>
4.2	<b>Mittlere Grundfrequenz, mittlere Einzelschreilänge und mittlerer Frequenzmodulationshub .....</b>	<b>77</b>
	Mittlere Grundfrequenz .....	78
	Frequenzhub.....	78
	Mittlere Einzelschreilänge.....	79
5	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>81</b>
6	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>84</b>
7	<b>Anhang.....</b>	<b>104</b>
8	<b>Danksagung</b>	
9	<b>Lebenslauf</b>	

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Analyseschritte zur Auswertung der Neugeborenen schreie (aus Wermke 2002) .....	25
Abbildung 2-2: Schmalband-Spektrogramm (45 Hz Bandbreite) eines Säuglingslautes .....	27
Abbildung 2-3: Auftreten von Subharmonischen im Spektrogramm bei $F_0/2$ (roter Pfeil), der gelbe Pfeil kennzeichnet die Phase der Inspiration.....	28
Abbildung 2-4: Spektrogramm eines Neugeborenen schreies der eine breite Rauschbande enthält. Anfang und Ende des Schreies zeigen eine deutliche Harmonischenstruktur, während die Mitte phonatorisch verrauscht ist.....	29
Abbildung 2-5: Frequenzspektrogramm eines Neugeborenen schreis mit Rauschanteil am Ende des Schreis (a), in der Mitte des Schreis (b) mit komplett verrauschter Struktur (Anteil des Rauschens > 75 %) .....	30
Abbildung 2-6: Melodie-/ Intensitätsdiagramm eines Neugeborenen schreies .....	31
Abbildung 2-7: Beispiele von Säuglingsschreien mit komplexer Melodiestructur.....	33
Abbildung 2-8: Beispiele für Frequenzspektrogramme von Neugeborenen schreien mit komplexer Melodiestructur (segmentierte Formen).....	34
Abbildung 3-1: Aufnahmezeitalter .....	42
Abbildung 3-2: Anzahl der Schreie.....	42
Abbildung 3-3: Relative Auftrittshäufigkeit der untersuchten Strukturtypen der Säuglingsschreie zum ersten Aufnahmezeitpunkt der VAG-Gruppe (blau) und der Sectiogruppe (PS und SS, rot).....	44
Abbildung 3-4: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen zwischen VAG-Gruppe (blau) mit PS-Gruppe (orange) zum 1. Aufnahmezeitpunkt .....	46
Abbildung 3-5: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenen schreien zwischen der VAG-(blau) und der SS-Gruppe (gelb) zum 1. Aufnahmezeitpunkt .....	47
Abbildung 3-6: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenen schreien zwischen der PS-(orange) und der SS-Gruppe (gelb) zum 1. Aufnahmezeitpunkt.....	48
Abbildung 3-7: Relative Auftrittshäufigkeit der untersuchten Strukturtypen der Säuglingsschreie zum zweiten Aufnahmezeitpunkt. Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen für die Schreie der VAG-Gruppe (blau) und der undifferenzierten Sectiogruppe (rot) 50	
Abbildung 3-8: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenen schreien zwischen der VAG-Gruppe (blau) und der PS-Gruppe (orange) zum 2. Aufnahmezeitpunkt .....	51

Abbildung 3-9: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenenenschreien zwischen der VAG-Gruppe (blau) und der SS-Gruppe (gelb) zum 2. Aufnahmezeitpunkt.....	52
Abbildung 3-10: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenenenschreien zwischen der PS-Gruppe (orange) und der SS-Gruppe (gelb) zum 2. Aufnahmezeitpunkt.....	53
Abbildung 3-11: Veränderung der relativen Auftrittshäufigkeit verschiedener Melodiestructuren vom ersten (dunkle Farbe) zum zweiten (helle Farbe) Aufnahmezeitpunkt bei der VAG-Gruppe (a), der PS-Gruppe (b) und der SS-Gruppe (c).....	55
Abbildung 3-12: Phonatorisches Rauschen zum ersten (a) und zweiten (b) Aufnahmezeitpunkt. (VAG-Gruppe: blau, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: gelb) .....	56
Abbildung 3-13: MCI für die drei Modusgruppen für den ersten (a), und zweiten Aufnahmezeitpunkt (b). Eine vertikale Orientierungslinie wurde beim Medianwert (0,3) der PS-Gruppe zum ersten Aufnahmezeitpunkt gesetzt. ....	59
Abbildung 3-14: Boxplotdiagramm der gemessenen mittleren Einzelschreilängen in den drei Modusgruppen zu beiden Aufnahmezeitpunkten .....	66
Abbildung 3-15: Mittelwert des Gesamthubs für die drei Modusgruppen zu den zwei Aufnahmezeitpunkten.....	69
Abbildung 7-2: Verteilung des Geburtsgewichts innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz) .....	116
Abbildung 7-3: Verteilung der Körperlänge innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz).....	116
Abbildung 7-4: Verteilung des Kopfumfang innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz).....	117

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Gesamtkollektiv .....	16
Tabelle 2.2:	Probanden-Auswahlkriterien .....	17
Tabelle 2.3:	Charakterisierung der VAG-Gruppe .....	18
Tabelle 2.4:	Indikationen für die Durchführung einer primären Sectio .....	19
Tabelle 2.5:	Charakterisierung der Gruppe der primären Sectiones .....	20
Tabelle 2.6:	Indikationen für eine sekundäre Sectio .....	21
Tabelle 2.7:	Probanden aus der Gruppe der sekundären Sectiones .....	22
Tabelle 3.1:	Mittelwerte der Geburtsmaße in den drei Gruppen .....	38
Tabelle 3.2:	Durchschnittliches Alter der Mütter differenziert nach Modusgruppen ..	40
Tabelle 3.3:	Durchschnittliche Geburtsdauer .....	41
Tabelle 3.4:	Deskriptive Analyse des MCI zum ersten und zweiten Aufnahmezeitpunkt .....	57
Tabelle 3.5:	Deskriptive Analyse der mittleren Grundfrequenz der Neugeborenen-schreie .....	62
Tabelle 3.6:	Deskriptive Analyse der Einzelschreilänge für alle Strukturentypen, sowie zusätzlich separat für Schreie mit dem Strukturtyp 1B zu beiden Aufnahmezeitpunkten .....	64
Tabelle 3.7:	Deskriptive Analyse des durchschnittlichen Melodiehubes (FM-Amplitude) .....	67
Tabelle 7.1:	Geburtshilfliche Daten .....	104
Tabelle 7.2:	Anzahl der aufgenommenen Schreie (N) und Alter (horae postnatales (hpn)) der Neugeborenen für beide Aufnahmezeitpunkte .....	107
Tabelle 7.3:	Deskriptive Analyse des MCI zum ersten und zweiten Aufnahmezeitpunkt .....	109
Tabelle 7.4:	Deskriptive Analyse der mittleren Grundfrequenz der Neugeborenen-schreie .....	112



## Abkürzungsverzeichnis

NGU	Neugeborenenuntersuchung
APGAR	Activity/ Pulse/ Grimace/ Appearance/ Respiration
vSSW	vollendete Schwangerschaftswochen
G/P	Gravidiät/ Parität
SS	sekundäre Sectio
PS	primäre Sectio
VAG	vaginale Entbindung
VHL	vordere Hinterhauptslage
BEL	Beckenendlage
HHL	hintere Hinterhauptslage
SL	Schädellage
QL	Querlage
CDAP©	Cry-Data-Analysis-Program
MDVP-Advanced	Multi-Dimensional-Voice-Program Advanced
B	Bogen
SB	segmentierte Bögen
SMB	segmentierte Mehrfachbögen
MB	Mehrfachbögen
SH	Subharmonische
KL	Kurzlaut
KS	Komplexe Segmentierung
MCI	Melody Complexity Index
dB	Dezibel
Hz	Hertz
F <sub>0</sub>	Mittlere Grundfrequenz
F <sub>max</sub>	Maximale Grundfrequenz

## 1 Einleitung und Zielstellung

In der vorliegenden Arbeit wurden ausgewählte akustische Eigenschaften Neugeborener in Abhängigkeit vom Geburtsmodus in den ersten 72 Stunden postnatal untersucht. Es gibt verschiedene Gründe für die Eignung von Schreieigenschaften zur Charakterisierung der postnatalen Adaptation. Dazu zählt insbesondere die Tatsache, dass für das Schreien eine hohe respiratorisch-phonatorische Koordinationsleistung erforderlich ist (BOSMA, LINDT & TRUBY 1965 IN NEWBORN INFANT CRY, LESTER 1978, WERMKE 2002, NEWMAN 2004 IN BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES 2004, S. 470).

Seit Beginn einer systematischen, klinisch orientierten Schreiforschung vor mehr als 45 Jahren wurde ein umfangreiches Wissen zur Reflektion neurophysiologischer Zustände und Reifungsstadien in akustischen Schreieigenschaften akkumuliert. So ist belegt, dass chromosomale Aberrationen, bestimmte Stoffwechselerkrankungen, Frühgeburtlichkeit, eine intrauterine Wachstumsretardierung oder ZNS-Schäden typische Veränderungen der Schreie betroffener Säuglinge bewirken können. Intrauterine Wachstumsstörungen durch Störungen im Hormonhaushalt oder eine Plazentainsuffizienz, Stoffwechselstörungen oder die intrauterine Einwirkung von Noxen, beeinträchtigen die neurophysiologische Reifung der beteiligten Funktionssysteme genauso, wie eine prätermale Geburt oder perinatale Sauerstoffmangelzustände (VGL. BARR 1996, BARR, HOPKINS & GREEN 2000 IN CRYING AS A SIGN, A SYMPTOM AND A SIGNAL, SOLTIS 2004).

Wermke (2002) zeigt auf, dass sich die an der Lautproduktion beteiligten Strukturen beim Säugling durch ihre frühe Reife auszeichnen:

„Ein deutliches Indiz für die frühe Reife erkennt man bei Betrachtung der Reifungsrichtung des Gehirns. Das Reifungszentrum des Gehirns befindet sich dort, wo sich die Wandungen der Neuralrinne zum Neuralrohr zuerst zusammenfügen. Nicht weit davon befindet sich später das wichtigste subkortikale Phonationszentrum der Primaten, das von Strukturen des

periaquaeductalen Grau gebildet wird (z.B. PLOOG 1976, JÜRGENS & PRATT 1979, PLOOG & JÜRGENS 1980, HOLSTEGE 1989).“ (Wermke 2002, S.11)

Sie zeigt weiterhin auf, dass auch die embryonale Entwicklung peripherer Strukturen der Lautproduktion zu einem ontogenetisch sehr frühen Zeitpunkt beginnt und dass das Neugeborene bereits ein reifes, funktionsfähiges laryngeales System besitzt. In der bisher detailliertesten Untersuchung haben Bosma et al. (1965) die Reife laryngealer Regelmechanismen bei der Schreiproduktion des Säuglings mit Hilfe einer Kombination kineradiologischer, lautspektrographischer und spirographischer Untersuchungen nachgewiesen.

Die zuverlässigsten und stabilsten in der Schreidiagnostik verwendeten akustischen Messgrößen sind die Grundfrequenz ( $F_0$ ) und Parameter, die ihre Variabilitätseigenschaften reflektieren (u.a. WASZ-HÖCKERT 1968, MICHELSSON 1971, WASZ-HÖCKERT ET AL. 1985, WERMKE 1987, WERMKE ET AL. 1987, KOIVISTO 1987, MENDE ET AL. 1990A, FORT & MANFREDI 1998, MICHELSSON & MICHELSSON 1999, WERMKE 2002). Schreie zerebral geschädigter Säuglinge (verschiedene Ätiologien) zeigen eine charakteristische  $F_0$ -Erhöhung (u.a. MICHELSSON 1971; MICHELSSON ET AL. 1977A, B; MICHELSSON & WASZ-HÖCKERT 1980; CACACE ET AL. 1995, BARR ET AL. 1996, MICHELSSON & MICHELSSON 1999). Aber nicht nur die mittlere  $F_0$  der Schreie ist verändert, sondern auch ihre Zeitfunktion, die Melodie. Abweichungen von der für gesunde Säuglinge typischen „steigend-fallenden“ oder „fallenden“ Melodiekontur der Schreie werden vor allem bei Funktionsstörungen des ZNS beobachtet (u.a. WASZ-HÖCKERT ET AL. 1968, MICHELSSON ET AL. 1971, MICHELSSON ET AL. 1984).

Ein Argument für die Beteiligung komplexer neurophysiologischer Mechanismen an der Schreiproduktion liefern auch die Arbeiten von Hirschberg und Mitarbeiter (1980, 1995, 1999). Die bei verschiedenen Krankheitsbildern pathologische Stimmgebung des Säuglings, die u.a. durch eine instabile Schreimelodie gekennzeichnet ist, führen auch diese Autoren auf eine unreife Innervierung des Larynx zurück.

Die laryngealen Anregungsprozesse werden durch die Variation der Grundfrequenz am unmittelbarsten reflektiert. Die Melodie, die auch in der vorliegenden Arbeit im Fokus steht, wird damit zum wichtigsten Parameter bei der Analyse der respiratorisch-laryngealen Kontrollleistungen und damit auch der perinatalen Adaptation Neugeborener. Aufgrund der engen physiologischen Kopplung zu neurologischen und respiratorischen Prozessen, kann der Säuglingsschrei wichtige Hinweise über den Ablauf der sich an die Geburt anschließenden Anpassungsvorgänge geben (MAKÓI 1974).

Die modernen Forschungen zum Säuglingsschrei knüpfen an diese Ergebnisse an, können aber bedingt durch die Fortschritte in der Aufnahme- und Analysetechnik mit ganz neuen methodischen Ansätzen arbeiten. Die Untersuchung des Säuglingsschreies ermöglicht aufgrund neuer technischer Fortschritte und wissenschaftlicher Erkenntnisse nunmehr auch Aussagen über den Verlauf der frühesten vorsprachlichen Entwicklung (MENDE ET AL. 1990A, WERMKE ET AL. 1996, WERMKE 2002, WERMKE ET AL. 2002, WERMKE 2008).

Auch die Tatsache, dass das vorsprachliche Entwicklungsprogramm unmittelbar nach der Geburt, quasi mit dem ersten Schrei, einsetzt (WERMKE 2002) begründet die Eignung des Säuglingsschreies als Bioindikator für die perinatale Adaptation.

Der Säugling kommt nicht mit einer fertigen Sprache zur Welt, sondern durchläuft vergleichbar mit der motorischen und geistigen Entwicklung (MEILENSTEINE DER ENTWICKLUNG, K. & B. BOBATH 1977) zunächst einen wohl organisierten vorsprachlichen Reifungs- und Entwicklungsprozess. Dieser Prozess beginnt bereits intrauterin im letzten Trimester der Schwangerschaft mit spezifischen Perzeptionsleistungen unter besonderer Sensitivität für Melodien und Rhythmen (u.a. FIFER & MOON 1989, JAMES ET AL. 2002, MORRE ET AL. 1995, AL-QAHTANI 2005, WINKLER ET AL. 2009). Beim Übergang vom intra- zum extrauterinen Leben durchläuft diese Entwicklung eine besonders sensible Phase (MAKÓI 1974).

Unter dem Einfluss evolutions- und neurobiologischer Forschungsergebnisse setzte sich in den letzten Jahren zunehmend die Ansicht durch, dass zu den biologischen Prädispositionen des Spracherwerbs auch eine vorsprachliche „Trainingsphase“ gehört, die schon kurz nach der Geburt beginnt. Die Beobachtung einer universellen Abfolge von immer komplexer werdenden Melodien legt die Annahme eines genetischen Entwicklungsprogramms nahe, das unmittelbar nach der Geburt einsetzt und den Erwerb zunehmend komplexerer Schreimelodien im Verlauf der ersten Lebensmonate steuert. (WERMKE 2002, WERMKE & MENDE 2009). Damit hat der Säuglingsschrei zumindest zwei Funktionen: (1) biologische Alarmfunktion bei akuter Gefahr und (2) sprachvorbereitende Trainingsfunktion (WERMKE 2002). Wie schnell postnatal komplexe Melodien erzeugt werden hängt von der individuellen Fitness eines Neugeborenen und damit von seinem Adaptationszustand ab. Das vorsprachliche Entwicklungsprogramm beginnt faktisch mit dem ersten Schrei, kann aber in seiner epigenetischen Entfaltung durch medizinische Risikofaktoren verzögert werden. Der vorliegenden Untersuchung liegt die Annahme zugrunde, dass eine unauffällige perinatale Adaptation zu einer stabilen Schreiproduktion führt. Hierbei zeichnen sich die Einzelschreie durch eine klare Harmonischenstruktur bei überwiegend einfacher Melodie aus, welche aus nur einem steigend-fallenden Melodiebogen besteht. Je besser die Adaptation, desto eher sollten sich bereits erste komplexere, d.h. mehrböigige Melodien in den Schreien zeigen, die den nächsten Entwicklungsschritt des vorsprachlichen Entwicklungsprogramms reflektieren.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den potentiellen Einfluss des Geburtsmodus auf die Melodiestructur der Neugeborenenenschreie innerhalb der ersten drei Lebenstage zu untersuchen, um so Hinweise über den Verlauf der perinatalen Adaptation zu erhalten. Es sollen diesbezüglich potentielle Unterschiede zwischen drei Geburtsmodi (primäre Sectio, sekundäre Sectio, vaginale Entbindung) analysiert werden.

Basierend auf den genannten Studien wird davon ausgegangen, dass die Erzeugung komplexer Schreimelodien den Beginn einer nächsten Phase des

vorsprachlichen Entwicklungsprogramms und damit eine erfolgreiche perinatale Adaptation widerspiegelt.

Mit Hilfe einer geeigneten quantitativen Maßzahl, dem Melodie-Komplexitäts-Index (MCI) soll diese Entwicklung charakterisiert werden. Parallel dazu könnte sich eine verbesserte Adaptation auch in einer Abnahme akustischer Phänomene widerspiegeln, die die laryngeale Regelleistung reflektieren. Dies sind zum Beispiel das Auftreten von Subharmonischen oder phonatorische Rauschelemente (MENDE ET AL. 1990 IN PHYSICAL LETTERS ARBEIT). Eine Abnahme dieser Phänomene in den Schreien ist durch eine verbesserte respiratorisch-phonatorische Regelleistung bedingt.

Aufgrund der vorliegenden Hinweise auf eine enge Kopplung von physiologischer Adaptation und laryngealer Lautproduktion kommt der Suche nach spezifischen Unterschieden im Schreimuster bei Neugeborenen, die durch Kaiserschnitt bzw. vaginal entbunden wurden, klinische Relevanz zu.

Aus Gründen der rasanten Entwicklung des Neugeborenen und den dabei ablaufenden beachtlichen Anpassungsleistungen während der ersten Lebenstage, wurde in der vorliegenden Arbeit ein Untersuchungsintervall innerhalb der ersten drei Lebenstage gewählt.

### **1.1 Spontangeburt und Sectio caesarea im Vergleich**

Bei diesen Geburtsmodi sind besonders deutliche Unterschiede in der postnatalen Adaptation des Neugeborenen in den ersten Lebenstagen beobachtet worden (POHJAVOURI 1983, FAXELIUS 1984, OTAMIRI 1991 + 1992, CHRISTENSSON 1993, EL KHODOR & BOKSA 1997, BIRD 1997, ALBACH 1998, ENDO ET AL. 2001, COSKUN ET AL. 2001, ENDO ET AL. 2001, MEARS 2004, RICHARDSON 2004, FOGELSON 2005, KIRKEBY HANSEN 2007). Diese scheinen sich jedoch schon innerhalb der ersten Lebenstage auszugleichen, was sich beispielsweise an der außerordentlich raschen Umstellung von den intrauterinen sporadischen Atemzügen hin zu einer regelmäßigen, rhythmischen und gleichmäßigen Atmung für einen einwandfreien Gasaustausch zeigt. Diese Umstellung könnte

sich auch in den postnatalen Lautproduktionen der Neugeborenen reflektieren, und Einfluss auf Klangcharakteristika des Neugeborenen schreiens haben.

Auswirkungen und mögliche Nachteile des Kaiserschnitts wären danach als temporär einzustufen und auf die Phase der perinatalen Adaptation begrenzt. Allerdings zeigt eine Literaturlauswertung, dass es bezüglich möglicher Folgen einer Kaiserschnittentbindung sehr unterschiedliche Auffassungen gibt.

So geben Chang et al. (2006) zum Beispiel eine bis zu einem Jahr postpartum erhöhte Hospitalisationsrate bei Kaiserschnittkindern aufgrund von Infektionen, respiratorischen, digestiven und zirkulatorisch bedingten Krankheiten an. Leung et al. (2007) stellten dagegen lediglich ein geringgradig erhöhtes Auftreten von banalen Infekten bei per Sectionem geborenen Kindern innerhalb der ersten 18 Lebensmonate fest.

Während man früher vermutete, dass der Kaiserschnitt für den Säugling bis auf eine verzögerte pulmonale Adaptation (AVERY ET AL. 1966, USHER ET AL. 1971, FOURNET ET AL. 1972, HACK ET AL. 1976, BRICE & WALKER 1977, LECLAIRE ET AL. 1979) kaum mit Konsequenzen verbunden sei – die perinatale Adaptation schien sich nicht signifikant von dem der vaginal entbundenen Neugeborenen zu unterscheiden –, postulieren zahlreiche neuere Studien (MORRISON 1995, BIRD 1996, HOOK 1997, TRUFFERT 2000, VAN DEN BERG 2001, SCHNEIDER 2001, KIM ET AL. 2003, NICOLL ET AL. 2004, MEARS 2004, ZANARDO 2004, FOGELSON 2005, KIRKEBY HANSEN 2007), dass sich ein Kaiserschnitt negativ auf die perinatale Adaptation des Neugeborenen auswirken kann und als Risikofaktor angesehen werden sollte. Kaiserschnittgeburten erfordern häufiger eine pädiatrische Reanimation und das Risiko für eine spätere Totgeburt ist doppelt so hoch (SMITH 2003, 2005). Unterschiede fanden sich auch zwischen der primären und der sekundären Sectio. So wiesen Towner et al. (1999) in einer großen Kohortenstudie in Kalifornien/USA ein dreifach erhöhtes Auftreten von Gehirnblutungen nach Durchführung einer sekundären Sectio nach.

Nach Auswertung der Literatur zeigen sich hauptsächlich Unterschiede im Prozess der respiratorischen Adaptation und den Folgen einer Verzögerung

dieser Anpassungsvorgänge bei abdominaler Schnittentbindung (AVERY ET AL. 1966, USHER ET AL. 1964 + 1971, FOURNET 1973, HACK ET AL. 1975, BRICE & WALKER 1977, MILNER ET AL. 1978, COHEN & CARSON 1985, WHITE ET AL. 1985, KRANTZ ET AL. 1986, MORRISON 1995, HOOK ET AL. 1997, BLAND 2001, VAN DEN BERG 2001, ROTH-KLEINER ET AL. 2003). Dazu zählen das Atemnotsyndrom und die transiente Tachypnoe. Insbesondere für die Geburt per primärer Sectio ist ein solcher Zusammenhang gefunden worden (FAXELIUS 1982, MORRISON 1995, KERO 2002, ROTH-KLEINER 2003, SMITH 2004, NICOLL 2004, KIRKEBY HANSEN ET AL. 2007). Frühere Studien (FAWCITT 1959, LIND 1959, BORELL 1962, KARLBERG ET AL. 1962, VYAS ET AL. 1981) implizieren, dass eine Sectio das Risiko für postnatale respiratorische Auffälligkeiten dadurch erhöht, dass die thorakale Kompression, die mit einer vaginalen Entbindung verbunden ist, nicht erfolgt.

Neuere Studien zu postpartalen respiratorischen Anpassungsvorgängen betonen die Bedeutung der Wechselwirkungen zwischen mütterlichen und kindlichen Faktoren (u.a. HOOK 1997, ROTH-KLEINER ET AL. 2003), hormonellen Faktoren (Katecholaminausschüttung) auf den Geburtsvorgang und die sich unmittelbar anschließende perinatale Adaptation des Neugeborenen bei den einzelnen Geburtsmodi.

Andere Autoren beschreiben, dass die Konzentration von Lecithin/Sphingomyelin und Surfactant Protein A bei Neugeborenen nach primärer Sectio im Vergleich zu vaginal geborenen Neugeborenen und Neugeborenen nach sekundärer Sectio geringer sind (CALLEN 1979, PATEL 1983).

Andere Studien neueren Datums (MADAR ET AL. 1999, VAN DEN BERG 2001, ROTH-KLEINER ET AL. 2003, NICOLL ET AL. 2004, ZANARDO ET AL. 2004, KIRKEBY HANSEN ET AL. 2007) sehen keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen pulmonalen Anpassungsstörungen und dem Geburtsmodus, sondern machen vielmehr die „Unreife“ des Kindes dafür verantwortlich.

Neben der Respiration findet sich ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen vaginaler Geburt und Kaiserschnitt in der Umstellung des kardiovaskulären Systems vom fetalen auf den extrauterinen Kreislauf. Aufgrund der zunächst



verminderten Lungendurchblutung und einer geringeren Katecholamin-ausschüttung bei abdomineller Schnittentbindung können kardiovaskuläre Anpassungsvorgänge erst verzögert stattfinden. Es wurden niedrige diastolische Drücke und eine erhöhte Herzfrequenz bei per Sectio geborenen Kindern festgestellt (POHJAVOURI 1983, FAXELIUS 1984, YLIKORKALA 1986, GEMELLI ET AL. 1992). Neuere Studien (HIRSIMAKI 1992, AGATA 1995, COSKUN 2001, BAYTUR 2004) konnten allerdings keine eindeutigen signifikanten Unterschiede diesbezüglich messen. Coskun (2001) folgert daraus, dass diese Unterschiede keine Auswirkung auf gesunde Neugeborene haben mögen, aber bei perinatalen Infektionen und hypoxischen Zuständen, wie sie z.T. nach einem sekundären Kaiserschnitt vorkommen, von Bedeutung sind.

Neurologisch lässt sich eine verzögerte Adaptationsgeschwindigkeit nach Kaiserschnittentbindung feststellen, die mit einer milden Asphyxie während des Eingriffs begründet wird (OTAMIRI 1991, 1992). Diese verlangsamte neuronale Geschwindigkeit der Adaptation zeigt sich z.B. in einem verminderten Muskeltonus. Des Weiteren kommt es auch zu einer verminderten Reaktion auf Geräusche (OTAMIRI 1992). Erstaunlicherweise beschreibt Otamiri jedoch gleichzeitig bei den per primärer Sectio Geborenen eine gesteigerte Reflexantwort, die mit einer erhöhten Katecholaminfreisetzung (OTAMIRI 1991) in Verbindung gebracht wird.

Besonders hervorzuheben sind auch veränderte Stoffwechsel- und Hormonspiegel nach Kaiserschnittentbindung. Die Sectio nimmt Einfluss auf verschiedene Achsen zwischen Hypothalamus, Hypophyse und Endorgan. Betroffen sind zum Beispiel die Hypothalamus-Hypophysen-Thyreoidea-Achse, die Hypophysen-Nebennierenachse (Kortisolausschüttung), sowie Mediatoren wie der Prostacyclin- und der Thromboxanspiegel (FAXELIUS ET AL. 1983, HÄGNEVIK 1984, YLIKORKALA 1986, POHJAVOURI 1983, LAO & PANESAR 1989, MIYAMOTO 1991, GEMELLI ET AL. 1992, CHRISTENSSON 1993, BIRD ET AL. 1996, BOKSA 1997, COSKUN 2001, MEARS ET AL. 2004, MC ELDUFF 2005).

Höhere Schilddrüsenhormonwerte bei vaginal entbundenen Neugeborenen bewirken eine bessere und schnellere Adaptation dieser Gruppe an das

extrauterine Leben. Schilddrüsenhormone sind wesentlich an der Reifung zentral-nervöser Strukturen (HARVEY & WILLIAMS 2002, SARLIÈVE ET AL. 2004, BERNAL ET AL. 1992, 1995, 2002, 2005, AHMED ET AL. 2008, LU ET AL. 2008, DENVER ET AL. 2009) und ausgeglichenen Stoffwechselfvorgängen beteiligt. Bird et al. 1996 zeigten unterschiedliche Spiegel von TSH, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, welche unter anderem die Mobilisierung von Energiereserven (braunes Fett) und folgend die Regelung der Körpertemperatur sowie die Gewichtsentwicklung steuern. Ein Kaiserschnitt wirkte sich dabei nachteilig auf die Entwicklung dieser Parameter aus. Allerdings relativieren neuere Studien das Ausmaß dieses Einflusses (Mc ELDUFF ET AL. 2005, TURAN 2007).

Trotz teilweise widersprüchlicher Befunde bezüglich des Ausmaßes eines Einflusses durch den Geburtsmodus auf die perinatale Adaptation Neugeborener in den ersten drei Lebenstagen scheint Übereinstimmung darin zu bestehen, dass eine Sectio die normale perinatale Adaptation beeinflusst. Demzufolge ist auch zu erwarten, dass sich Unterschiede in den untersuchten Schreimerkmalen zwischen den drei Modusgruppen zeigen.

Die Unterschiede in der postnatalen Adaptation auf der metabolischen Seite sind hingegen nicht so stark ausgeprägt, allerdings auch bisher nicht so detailliert untersucht. Eine Hypoglykämie bzw. Gefahr einer Hypoglykämie findet sich jedoch bei per primärer Sectio entbunden Neugeborenen häufiger (HÄGNEVIK ET AL. 1984). Auch hämatologische (NIKISCHIN ET AL. 1997) oder immunologische Größen (EGGESBØ ET AL. 2003, MALAMITSI –PUCHNER ET AL. 2004) können durch den Geburtsmodus beeinflusst werden.

Zusammenfassend lässt sich nach Durchsicht der Literatur, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, die Schlussfolgerung ziehen, dass teilweise sehr widersprüchliche Ansichten bezüglich der Auswirkungen des Geburtsmodus auf einzelne physiologische Messgrößen (s.o.) und deren Bewertung bestehen. Die vorliegende Arbeit soll nicht dazu dienen eine Bewertung der einzelnen Geburtsmodi anhand der Analyse von Schreieigenschaften der Neugeborenen zu treffen, sondern lediglich den Einfluss des Geburtsmodus auf Melodieeigenschaften des Neugeborenen schreies detailliert untersuchen.

## **Auswirkungen auf den Neugeboreneneschrei**

Bisher existieren nur wenige Untersuchungen (MAKÓI ET AL. 1974, CHISWIK ET AL. 1976, BRANCO ET AL. 2005), die sich mit der direkten Auswirkung des Geburtsmodus auf den Neugeboreneneschrei und das Schreiverhalten befassen. In diesen Studien wurde zudem nicht zwischen primärer und sekundärer Sectio unterschieden. Somit kann der vorliegenden Untersuchung auch Grundlagencharakter eingeräumt werden.

Makói et al. (1974) konnten im Ergebnis ihrer Untersuchung als erste aufzeigen, dass das Weinen Hinweise auf perinatale Adaptationsvorgänge liefert. Sie konnten Unterschiede in den Schreicharakteristika bei verschiedenen Geburtsmodi aufzeigen: Vaginal entbundene Säuglinge zeigten seltener „ansteigende Formen von Tonstößen“, eine größere Tonhöhenvariabilität, ein „stärker variiertes Wiederholen von Tonstößen eines einzigen Typus“ sowie „rhythmische Muster von Tonstößen und Einatmung“ (S. 159). Diese Befunde demonstrieren damit Unterschiede in den Melodiemustern der Neugeboreneneschreie. Vaginal geborene Neugeborene zeigten z.B. weniger steigende Melodieverläufe, die nach den klassischen Kriterien der Schreidiagnostik als auffällig eingestuft werden (WASZ-HÖCKERT 1968). Auch fand sich nach dieser Untersuchung eine größere Irregularität in der Melodie bei den per Sectio geborenen Neugeborenen. Zurückgeführt wurden diese Unterschiede auf physiologische Besonderheiten der Geburt nach den verschiedenen Modi.

Chiswick & Milner (1976) maßen unterschiedlich große Vitalkapazitäten („Crying vital capacity“) bei den verschiedenen Geburtsmodi mittels plethysmographischer Untersuchungen von insgesamt fünf geäußerten Schreien mit einer Gesamtdauer von 20 Sekunden zu unterschiedlichen Zeitpunkten (0-6 h postpartal bis 10. Lebenstag). Bei Neugeborenen nach vaginaler Entbindung fand sich in den ersten zwei Lebenswochen eine signifikant höhere „Crying vital capacity“ als bei per primäre Sectio geborenen Neugeborenen. Auch der Anstieg der „Crying vital capacity“ postpartal zeigte sich bei der Sectiogruppe verzögert. Chiswick & Milner erklären diese

Unterschiede durch eine verzögerte Fruchtwasserresorption aus der Lunge nach Geburt per Sectio aufgrund fehlender thorakaler Kompression.

In einer neueren Untersuchung von Branco et al. (2005) wurden jeweils sechs Lautproduktionen (Schreie) 30 Neugeborener in den ersten Lebensminuten nach vaginaler Entbindung und primärer Sectio untersucht. Die Autoren leiten aus den Ergebnissen ihrer Schreianalyse eine größere Stabilität des Allgemeinzustandes der Gruppe der spontan geborenen Säuglinge wenige Minuten nach der Geburt ab, wie sie auch schon von Makóí et al. (1974) postuliert wurde. Messgrößen in dieser Studie waren die Einzelschreilänge, die mittlere, maximale und minimale Grundfrequenz und die Intensität der Schreie. Außerdem wurde das Auftreten von inspiratorischen Lauten untersucht. Unterschiede zwischen den beiden Geburtsmodi, der primären Sectio und der vaginalen Entbindung, wurden bei der Signallänge (0,7 s versus 0,9 s), der Auftrittshäufigkeit inspiratorischer Laute und dem Auftreten von Melodien komplexerer Struktur festgestellt. Letztere waren nach vaginaler Entbindung häufiger zu beobachten, während es auf Unreife deutende auffällige inspiratorische Laute seltener gab. Leider sind die untersuchten Messgrößen von den Autoren nicht oder sehr unklar beschrieben, so dass man die Ergebnisse nur partiell nachvollziehen kann. Die Art der Entbindung hat nach Aussage der Autoren jedoch keinen Einfluss auf die mittlere, minimale und maximale Grundfrequenz sowie die Intensität der Schreie.

Alle Studien implizieren, dass Melodieeigenschaften in besonderer Weise geeignet sind, potentielle Unterschiede bei Schreimerkmalen von Neugeborenen zu untersuchen. Aus diesem Grund wurden auch für die vorliegende Untersuchung melodische Strukturmerkmale des Neugeborenen schreis als Messgrößen für die Untersuchung gewählt.

## **1.2 Hypothesen**

Auf der Grundlage vorangegangener Studien und der ausgewerteten Literatur wurden durch die vorliegende Untersuchung folgende Hypothesen geprüft.

Das angeborene Programm der Melodieentwicklung (WERMKE 2002, WERMKE & MENDE 1994) von anfänglich einbögigen Melodietypen zu zunehmend komplexeren Melodiemustern wird nicht durch exogene Einflussfaktoren, wie z.B. dem Geburtsmodus beeinflusst. Aufgrund der Bedeutung der Melodieentwicklung für die vorsprachliche Entwicklung hätte eine solche Einflussnahme dramatische Konsequenzen für den Spracherwerb (WERMKE & MENDE 2009 IN PRESS)

H1 Alle Neugeborenen erzeugen in den hier untersuchten Aufnahmeintervallen vorwiegend Schreie, die aus einbögigen Melodien bestehen.

Unabhängig vom Gestationsalter (ab ca. 32 SSW, WERMKE 2002) beginnt das Melodieentwicklungsprogramm mit dem ersten Lebenstag, faktisch mit dem ersten Schrei. Damit werden in Abhängigkeit vom physischen Zustand des Neugeborenen und dem Verlauf der perinatalen Adaptation bereits in den ersten Lebenstagen Schreie mit komplexer Melodiestructur (z.B. Zwei- und mehrböige Melodien) erwartet. Der relative Anteil solcher komplexer Melodiestructuren ist ein Indikator für die Entwicklungsgeschwindigkeit und damit die individuelle Fitness und die perinatale Adaptation.

H2 Zum ersten Aufnahmezeitpunkt (12 h postnatal) unterscheiden sich die Modusgruppen im relativen Anteil ihrer Schreie mit komplexer Melodie. Der höchste Anteil an komplexen Melodiestructuren wird in der VAG-Gruppe erwartet, gefolgt von der PS- und zuletzt der SS-Gruppe.

H3 Vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt erfolgt gemäß dem angeborenen Melodieentwicklungsprogramm eine weitere Zunahme komplexer Melodien in allen drei Gruppen. Die größte Zunahme wird in der VAG-Gruppe erwartet, gefolgt von der PS-Gruppe und der SS-Gruppe.

Neuere Untersuchungen haben belegt, dass die Körpermaße Neugeborener keinen signifikanten Einfluss auf die laryngeal erzeugte Grundfrequenz und ihre

Zeitfunktion, die Melodie, haben (WERMKE 2002, WERMKE & ROBB 2009). Auffällige neurophysiologische Funktionszustände dagegen können sich in Schreieigenschaften reflektieren (WASZ-HÖCKERT 1968, LESTER & BOUKYDIS 1985). Da alle hier untersuchten Neugeborenen medizinisch unauffällig sind, sind auch diesbezüglich keine Gruppenunterschiede zu erwarten.

H4 Es werden keine Unterschiede in den Neugeborenen schreien der drei Gruppen bezüglich der mittleren Grundfrequenz, der mittleren Einzelschreilänge und des mittleren Melodiehubes ihrer Schreie zu beiden Aufnahmezeitpunkten erwartet.

## **2 Material und Methode**

Zur Untersuchung potentieller Unterschiede in der perinatalen Adaptation Neugeborener nach unterschiedlichen Geburtsmodi wurde in der vorliegenden Arbeit der Neugeborenen-schrei ausgewählt.

Die Datenerhebung in Form von digitalen Schreiaufzeichnungen wurde in der Neugeborenenabteilung (Direktor der Kinderklinik: Prof. Dr. Ch. P. Speer) an der Frauenklinik (Direktor: Prof. Dr. J. Dietl) der Julius-Maximilians-Universität Würzburg unter der Betreuung von Prof. Dr. D. Singer durchgeführt und umfasste einen Zeitraum von einem halben Jahr (November 2004-Juli 2005). Die weitere Bearbeitung und Auswertung der digitalen Schreiaufzeichnungen fand im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES, Leiterin: Prof. Dr. K. Wermke) an der Poliklinik für Kieferorthopädie (Direktorin: Prof. Dr. A. Stellzig-Eisenhauer) unter der Betreuung von Frau Prof. Dr. K. Wermke statt (Zeitraum März 2006 – Dezember 2008).

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg geprüft und ihrer Durchführung zugestimmt (Studiennummer 49/05).

### ***2.1 Neugeborenen-Management und Zeitpunkt der Lautaufnahmen***

Alle in der vorliegenden Arbeit untersuchten Neugeborenen durchliefen ein „Routineprogramm“, bestehend aus Erstversorgung im Kreißsaal, Neugeborenenuntersuchung im Perinatalzentrum sowie abschließender U2 vor Entlassung.

Die erste Lautaufnahme wurde in der Regel parallel zur Neugeborenenuntersuchung (im Alter von 0-12 h) vorgenommen. Um den Verlauf der perinatalen Adaptation beurteilen zu können, wurde 48-72 h nach der Geburt, in der Regel im Rahmen der U2, eine zweite Aufnahme durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich termgeborene, gesunde Neugeborene mit komplikationslosem perinatalen Adaptationsverlauf untersucht. Entwicklungsstörungen, Fehlbildungen und schwerwiegende Anpassungsprobleme (Atmung), Geburtsverletzungen sowie sonstige gravierende Erkrankungen (z.B. Infektionen) wurden ausgeschlossen. Diese Homogenisierung wurde vorgenommen, um die Schreibefunde direkt mit dem Geburtsmodus korrelieren zu können. Medizinische Risikofaktoren würden die Variabilität der Schreimerkmale erhöhen und mögliche geburtsmodusbedingte Effekte maskieren.

Zusätzlich wurden geburtshilfliche Daten erfasst (Familienstand, Anzahl und Schicksal vorausgegangener Schwangerschaften, Alter und Beruf der Eltern, Rauchgewohnheiten der Mutter, sowie Sprachauffälligkeiten innerhalb der Familien). Bei den hier untersuchten Neugeborenen zeigten sich keine systematischen statistisch auswertbaren Beziehungen dieser Faktoren zu den untersuchten akustischen Messgrößen.

## **2.2 Probanden und Auswahlkriterien**

In der vorliegenden Studie wurden 41 reife und gesunde Neugeborene von Müttern mit regelrechtem Schwangerschaftsverlauf untersucht (Tabelle 2.1), die je nach Art der Entbindung einer der drei Gruppen – Spontangeburt (VAG), primäre Sectio (PS), sekundäre Sectio (SS) – zugeordnet wurden. Es wurden für jede Gruppe mindestens 12 Neugeborene rekrutiert. Dabei wurde, soweit möglich, in jeder Gruppe auf ein möglichst ausgeglichenes Geschlechterverhältnis geachtet. Dieses konnte lediglich in der Gruppe der vaginalen Entbindungen erreicht werden (Tabelle 2.1).



**Tabelle 2.1: Gesamtkollektiv**

<b>Geburtsmodus</b>	<b>Anzahl (N)</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>
Spontangeburt	13	7	6
Primäre Sectio	16	5	11
Sekundäre Sectio	12	3	9
Gesamtanzahl	41	15	26

Wie in Kapitel 2.1 erwähnt wurde der Einfluss anderer potentieller Einflussfaktoren auf akustische Eigenschaften der Neugeborenen schreie durch relativ strenge Auswahlkriterien für die Studienteilnahme minimiert (Tabelle 2.2).

In der Gruppe der spontan entbundenen Neugeborenen wurden Vakuumextraktion und Forcepsentbindung nicht berücksichtigt. Von der Untersuchung ausgeschlossen waren ebenso Frühgeburten (vor der 37 vSSW), hypotrophe Neugeborene (<2500 g) sowie übertragene Neugeborene (nach der 42 vSSW).

Als Anästhesieform wurde bei dem primären Kaiserschnitt ausschließlich eine Spinalanästhesie mit 0,1 % Bupivacain und 1 µg Sufentanyl in 1 ml verwendet. Bei der spontanen Entbindung und der sekundären Sectio wurde eine Periduralanästhesie (PDA) mit 0,2 % Naropin und 0,5 µg Sufentanyl in 3-6 ml/h angewendet, die im Falle einer sekundären Sectio in Einzelfällen durch eine „Aufspritzung“ (0,75 % Naropin, 0,5-1 µg Sufentanyl in 15-20 ml) ergänzt wurde.

**Tabelle 2.2: Probanden-Auswahlkriterien**

- gesunde, reife Neugeborene > 37 und < 41 vollendeten SSW
- Geburtsgewicht > 2500 g
- kontrollierte Schwangerschaft mit unauffälligem Verlauf
- APGAR 5'  $\geq$  9, NapH  $\geq$  7,1
- keine gravierende, phototherapiepflichtige Neugeborenenengelbsucht
- keine gravierende Hypo-/ Hyperglykämie o.ä.
- keine Malformationen
- TSH-Werte im Normbereich, geprüft im Rahmen des ersten Stoffwechselscreenings
- neurologische Erstuntersuchung unauffällig
- routinemäßige Überprüfung der Hörfähigkeit mithilfe otoakustischer Emissionen (OAEs) am 2. bzw. 3. Lebenstag unauffällig
- Bereitschaft der Eltern zur Teilnahme an der gesamten Studie (schriftliche Einwilligungserklärung)

**2.2.1 Gruppe der spontan geborenen Neugeborenen (VAG)**

Die Gruppe der spontan geborenen Neugeborenen setzt sich aus 13 Neugeborenen zusammen, die zwischen der 37. und 41. Schwangerschaftswoche (vSSW) geboren wurden (Tabelle 2.3).

Mit Ausnahme des Probanden GMVI ist jedes Neugeborene dieser Gruppe aus der vorderen Hinterhauptslage entbunden worden.

Die längste Geburtsdauer betrug 19,5 h (GMVF).

Der Kopfumfang betrug im Mittel 34,8 cm (Min: 32,5 cm, Max: 36,5 cm), das Geburtsgewicht  $3495 \pm 471$  g. Das höchste Geburtsgewicht lag bei 4180 g (GMVK), das Geringste bei 2875 g (GMVD). Die gestationsalterabhängige somatische Klassifikation der Neugeborenen anhand von repräsentativen Perzentilenkurven ist im Anhang (Kapitel 7) wiedergegeben.

Tabelle 2.3: Charakterisierung der VAG-Gruppe

Probandencode	SSW	Geburtslage	Geschlecht	Geburtsdauer [h]	Apgar 5'	Apgar 10'	Na pH	Nv pH	Kopfumfang [cm]	Länge [cm]	Gewicht [g]
GMVA	40+4	VHL	w	6,53	10	10	7,32	7,36	34,5	51	3265
GMVB	40+2	VHL	w	3,80	10	10	7,31	7,37	34	50	3850
GMVC	39+3	VHL	m	3,83	10	10	7,26	7,35	35,5	53	3990
GMVD	41+0	VHL	w	4,86	10	10	7,17	7,24	35	50	2875
GMVE	38+0	VHL	m	0,82	10	10	7,35	7,51	33,5	50	3105
GMVF	40+6	VHL	w	19,55	10	10	7,14	7,22	35	50	3210
GMVG	38+6	VHL	m	9,76	10	10	7,25	7,34	36,5	51	3745
GMVH	39+5	VHL	w	0,06	10	10	7,37	7,42	32,5	47	2920
GMVI	39+2	BEL	m	2,45	10	10	7,32	7,38	34	48	2900
GMVJ	40+3	VHL	m	2,62	10	10	7,17	7,36	36	53	3790
GMVK	40+0	VHL	w	1,68	10	10	7,25	7,37	36	55	4180
GMVL	40+5	VHL	m	11,02	10	10	7,36	7,38	35	53	4055
GMVM	40+2	VHL	w	6,75	10	10	7,23	7,48	35	52	3545

### 2.2.2 Gruppe der per primärer Sectio geborenen Neugeborenen (PS)

Indikationen für eine Geburt durch primäre Sectio sind für die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Neugeborenen in Tabelle 2.4 angeführt. Diese Indikationen entsprechen den in der Literatur beschriebenen Indikationen für eine primäre Sectio (STAUBER & WEYERSTAHL, 2005, insbesondere S. 641+ S. 682, BÜHLING & FRIEDMANN, 2009, insbesondere S. 284-287, DIEDRICH,

HOLZGREVE, JONAT, SCHNEIDER, SCHULTZE-MOSGAU, WEISS, 2007, insbesondere S. 538).

**Tabelle 2.4: Indikationen für die Durchführung einer primären Sectio**

- Alter der Schwangeren >35 Jahre, Erstgebärende
- Geburtshilflicher Befund, Fußlage, Mehrlingsschwangerschaften
- Hinweis auf Missverhältnis Kopf/ Becken, Kindsgewicht > 3500g oder enges Becken
- Erkrankungen der Mutter, die kein Mitpressen erlauben (Operationen am Uterus, z.B. Resectio, Myomenukleation)

Die Gruppe der durch primäre Sectio geborenen Neugeborenen besteht aus 16 Neugeborenen, die zwischen der 37. und 39. vollendeten Schwangerschaftswoche (vSSW) entbunden wurden (Tabelle 2.5).

Die Probanden GMPF und GMPG sind als dizygote Zwillinge zur Welt gekommen. Proband GMPH ist ebenfalls ein Zwillingsskind, die Zwillingsschwester fiel wegen ihres zu niedrigen Geburtsgewichtes aus der Studie heraus.

Als Geburtslage kamen hier sechsmal die Beckenendlage (BEL), sechsmal die vordere Hinterhauptslage (VHL), sowie dreimal die Schädellage (SL) vor. Da im Fall der Durchführung einer primären Sectio noch keine Wehentätigkeit besteht (laut Definition vor Beginn der Eröffnungswehen), gibt es ein der Geburtsdauer bei Spontangeburt korrespondierendes Maß hier nicht. Sowohl der 5´Apgar als auch der 10´Apgar lagen bei allen Neugeborenen dieser Gruppe bei 10 Punkten. Als Nabelschnur-pH-Wert wurden Werte zwischen 7,22 und 7,36 gemessen. Der Kopfumfang betrug im Mittel 35,0 cm (Min: 34,0 cm, Max: 37,0 cm), das Geburtsgewicht  $3133 \text{ g} \pm 304$  (Min: 2690 g, Max: 3805 g).

Die gestationsalterabhängige somatische Klassifikation der Neugeborenen anhand von repräsentativen Perzentilenkurven ist im Anhang (Kapitel 7) wiedergegeben.

**Tabelle 2.5: Charakterisierung der Gruppe der primären Sectiones**

Probandencode	SSW	Geburtslage	Geschlecht	Geburtsdauer [h]	Apgar 5'	Apgar 10'	Na pH	Nv pH	Kopfumfang [cm]	Länge [cm]	Gewicht [g]
GMPA	38+0	BEL	m	0,16	10	10	7,31	7,35	35	47	2805
GMPB	38+6	SL	m	0,16	10	10	7,28	7,32	34	50	3410
GMPC	37+4	SL	m	0,16	10	10	7,29	7,34	34.5	49	3285
GMPD	38+1	SL	w	0,16	10	10	7,3	7,36	34	48	3150
GMPE	38+3	VHL	m	0,16	10	10	7,29	7,34	36	52	3805
GMPF	38+1	VHL	w	0,16	10	10	7,35	7,4	35	48	2800
GMPG	38+1	BEL	m	0,16	10	10	7,36	7,4	34	52	3280
GMPH	37+0	QL/SL	m	0,16	10	10	7,31	7,31	35	45	2690
GMPI	39+1	BEL	m	0,16	10	10	7,31	7,33	36	50	3025
GMPJ	39+0	VHL	m	0,16	10	10	7,22	7,26	34	50	2835
GMPK	38+2	VHL	m	0,16	10	10	7,24	7,3	36	49	3305
GMPL	37+6	BEL	w	0,16	10	10	7,33	7,37	35	51	3010
GMPM	38+5	BEL	w	0,16	10	10	7,32	7,34	34	49	3200
GMPN	38+3	VHL	m	0,16	10	10	7,29	7,32	34	49	3050
GMPO	38+2	BEL	m	0,16	10	10	7,3	7,32	36	48	2910
GMPP	39+1	VHL	w	0,16	10	10	7,31	7,37	37	50	3570

### 2.2.3 Gruppe der per sekundärer Sectio entbundenen Neugeborenen (SS)

Bei den 12 Neugeborenen dieser Gruppe lag das Gestationsalter zwischen der 37. und 41. vollendeten Schwangerschaftswoche (vSSW). Die festgestellten

Geburtslagen waren in dieser Gruppe vergleichsweise variabel. Bei den untersuchten Neugeborenen lag eine Sectio-Indikation nach den in Tabelle 2.6 angegebenen Kriterien vor.

**Tabelle 2.6: Indikationen für eine sekundäre Sectio**

- **Pathologische CTG-Befunde**, pathologische Mikroblut-untersuchungen, Nabelschnurvorfall, Insertio velamentosa, vorzeitige Plazentaablösung, Rhesus-Inkompatibilität, **Diabetes mellitus**, kindliche Fehlbildungen oder Infektionen
- Schwere Allgemeinerkrankungen, Erschöpfung der Mutter
- **drohende Eklampsie, vorzeitige Plazentaablösung**, drohende Uterusruptur
- **vorzeitiger Blasensprung, Terminüberschreitung**

\*die in der vorliegenden Arbeit dokumentieren Indikationen sind fett markiert hervorgehoben

Sowohl der 5´Apgar- als auch der 10´Apgar – Wert lag mit Ausnahme eines Neugeborenen (GMSD (Apgar´5:9)) bei 10 Punkten.

Der Nabelschnur-pH-Wert lag zwischen 7,27 und 7,36. Der Kopfumfang betrug im Mittel 34,8 cm (Min: 32,5 cm, Max: 36,5 cm), das Geburtsgewicht 3536 g ± 600 (Min: 2660 g; Max: 4860 g). Die gestationsalterabhängige somatische Klassifikation der Neugeborenen anhand von repräsentativen Perzentilenkurven ist im Anhang (Kapitel 7) wiedergegeben.

Tabelle 2.7: Probanden aus der Gruppe der sekundären Sectiones

Probandencode	SSW	Geburtslage	Geschlecht	Geburtsdauer [h]	Apgar 5'	Apgar 10'	Na pH	Nv pH	Kopfumfang [cm]	Länge [cm]	Gewicht [g]
GMSA	37+0	HHL	m	12,3	10	10	7,22	7,27	32	48	2660
GMSB	39+4	SL	m	14,1	10	10	-	7,37	38	53	4860
GMSC	40+0	SL	m	17,1	10	10	7,32	7,34	35	53	3480
GMSD	41+0	NB	m	15,1	9	10	7,37	7,41	36	50	3480
GMSE	37+1	BEL	w	3,97	10	10	7,28	7,32	35	50	2710
GMSF	40+0	VHL	m	6,8	10	10	7,24	7,26	35	51	3440
GMSG	41+1	RL	m	8,98	10	10	7,21	7,26	41	55	3800
GMSH	41+5	VHL	m	5,28	10	10	7,29	7,47	36	52	3800
GMSI	40+2	HHL	m	9,85	10	10	7,27	7,31	35	48	3030
GMSJ	40+4	VHL	w	23,9	10	10	7,35	7,38	34	53	4100
GMSK	41+6	VL	w	12,7	10	10	7,35	7,36	34	51	3665
GMSL	38+2	VHL	m	9,57	10	10	7,31	7,32	37	50	3410

## **2.3 Methodik**

### **2.3.1 Datenerhebung**

Schreiaufnahmen sind im Gegensatz zu Sprachaufnahmen nicht in gleicher Weise standardisierbar. Damit man eine gewisse Standardisierung erreichen konnte, wurden alle Schreiaufnahmen nur von einer Person, der Autorin vorliegender Arbeit, durchgeführt. Dadurch wurden eine relative Standardisierung der Aufnahmesituation und eine vergleichbare Qualität der einzelnen Aufnahmen (Mikrofonabstand vom Mund, Hintergrundgeräusche, Aussteuerung, Lage der Kinder bei der Aufnahme, exakte Protokollierung) gewährleistet. Ein Begleitprotokoll zur Aufnahme enthält Informationen über Randbedingungen während der Aufnahme (Situation vor der Aufnahme, Bemerkungen zur Aufnahme, mütterliche Angaben zur Befindlichkeit des Kindes).

Die Aufnahme der Neugeborenenenschreie fand bei jedem Neugeborenen zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten statt. Alle Lautierungen wurden spontan, das heißt, in einer „schmerzfreien“ Situation, geäußert und mit einem tragbaren DAT-Recorder (Tascam BP-D1) unter Verwendung eines Earthworks TC20 Kondensatormikrophons mit einer Abtastfrequenz von 48 kHz und einer Dynamikbreite von 16 bit aufgenommen.

Die Dauer der einzelnen Aufnahmen betrug ca. 1-2 Minuten, das entspricht einer durchschnittlichen Anzahl von 50-60 Schreien. Der Abstand zwischen Mund und Mikrofon lag bei ca. 15 cm. Es wurde eine Vordämpfung von 20 dB eingestellt, um Übersteuerungen bei lautem Schreien zu vermeiden, gleichzeitig wurde der Aufnahmepegel manuell sorgfältig ausgesteuert.

Die erste Aufnahme fand zu einem möglichst „geburtsnah“ gewählten Zeitpunkt in einem Zeitintervall von 0-12 h nach der Geburt statt. Die Neugeborenenuntersuchung (NGU) oder die erste pflegerische Versorgung durch eine Schwester des Kinderzimmers diente als Standardsituation für die erste Aufnahme.



Aufgrund der Besonderheit der Geburtssituation und der hohen Anspannung der werdenden Eltern ist es schwierig, unmittelbar nach der Geburt im Kreißsaal die ersten Schreie aufzunehmen. Dieses ist trotzdem in 3 Fällen gelungen (Kind GSM, GMPO, GMPP). Um Nebengeräusche weitestgehend zu vermeiden, konnte in einigen Fällen ein separates Zimmer zur Lautaufnahme genutzt werden. Hier waren die Hintergrundgeräusche wesentlich geringer und die Qualität der Aufnahmen hochwertiger. Aus diesem Grund ist der Aufnahmeort variabel. Der jeweilige Aufnahmeort bzw. ein Wechsel des Aufnahmeortes wurden im Aufnahmeprotokoll vermerkt. Die hier berichteten Ergebnisse wurden dadurch nicht beeinflusst.

Die zweite Aufnahme wurde im Alter von 48-72 h durchgeführt. Hier galt als Standardsituation die morgendliche Pflege (ca. 6:30 Uhr) bzw. das Wickeln des Neugeborenen vor dem Stillen. In vielen Fällen waren die Eltern bei der zweiten Aufnahme ihres Kindes anwesend.

Ein Begleitprotokoll zur Aufnahme wurde auch hier erstellt und enthält Randbedingungen der Aufnahme (Situation vor der Aufnahme, Bemerkungen zur Aufnahme, mütterliche Angaben zur Befindlichkeit des Kindes, kindliche Entwicklungsbesonderheiten).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Aufnahme von spontanem Weinen am zweiten bzw. dritten Tag leichter gelang, was sich auch in der höheren Anzahl der aufgenommenen Schreie widerspiegelt. Insgesamt konnten 4354 Schreie aufgenommen werden.

#### **2.4 Datenanalyse**

Das Weinen der Säuglinge besteht aus einer Abfolge einzelner, jeweils während einer einzelnen Expiration geäußelter Schreie, denen jeweils ein deutlich kürzerer Inspirationslaut folgt. In der vorliegenden Arbeit wurden einzelne expiratorische Schreie analysiert, Inspirationslaute wurden nicht berücksichtigt.

Die am ZVES routinemäßig durchgeführte Datenanalyse ist in verschiedene Bearbeitungsschritte unterteilt. Diese Analyseschritte sind im nachfolgenden Flussdiagramm zusammengestellt.

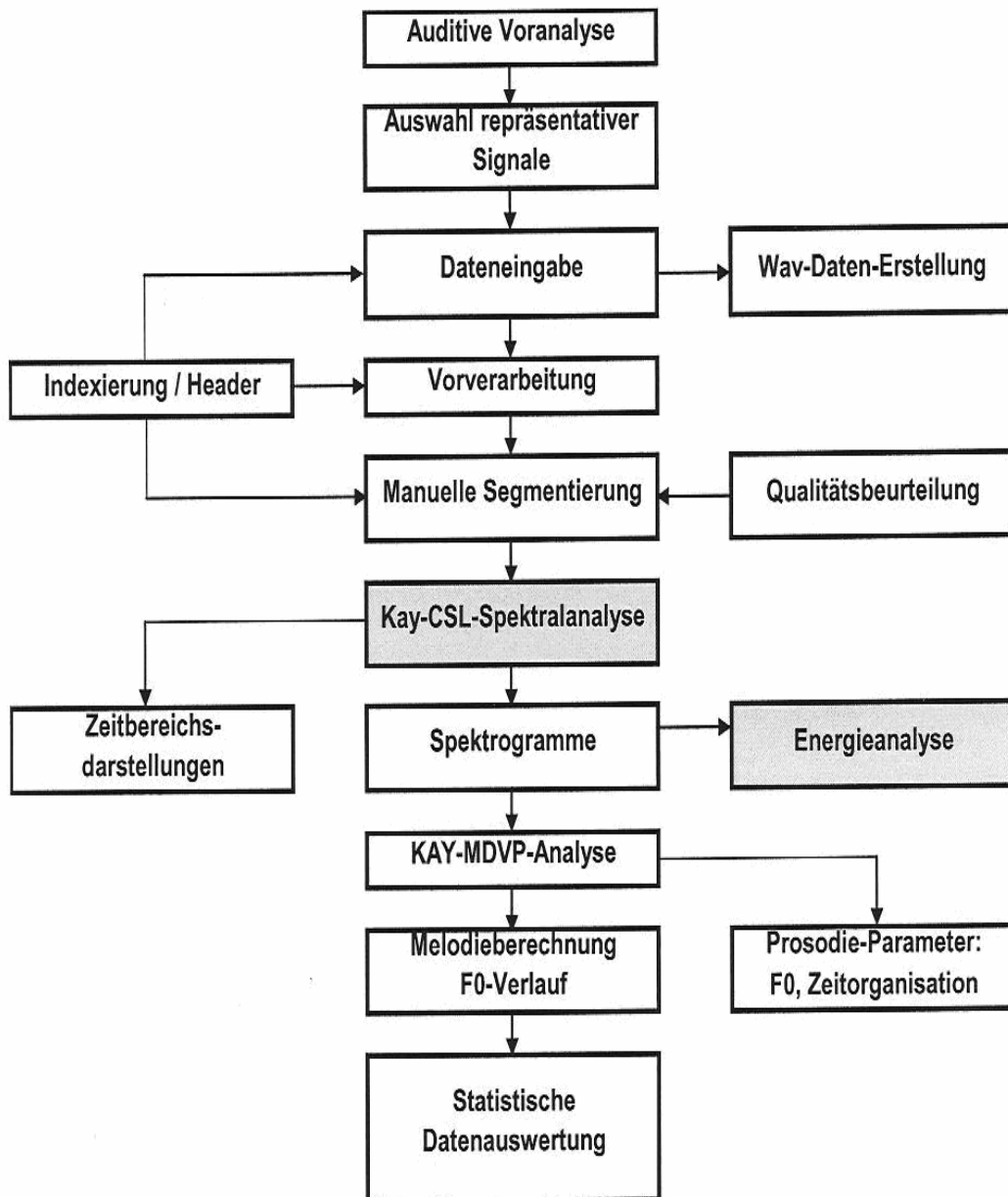


Abbildung 2-1: Analyseschritte zur Auswertung der Neugeborenenenschreie  
(aus WERMKE 2002)

Das Grundsystem für die Datenanalyse ist ein im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung & Entwicklungsstörungen (Poliklinik für Kieferorthopädie) installiertes komplexes Auswertungssystem. Es besteht aus dem Computer-Speech-Lab vom Typ CSL 4400 der Firma KAY Elemetrics/USA mit Ergänzungs-Software-Modul dieses Systems (MDVP-Modul) sowie dem CDAP-Programmpaket (Cry-DATA-Analysis-Program, Firma pw-project, Germany). Mit diesem System können unter anderem eine interaktive Editierung, eine Zeitbereichs- und Spektralanalyse sowie Melodie- und Formantenanalyse vorgenommen werden. Es handelt sich um ein flexibles und umfangreich getestetes Standardsystem für die Analyse von Lautäußerungen insbesondere kindlicher Laute.

#### **2.4.1 Dateneingabe und manuelle Segmentierung**

Mit Hilfe des CSL-Systems werden die digital aufgezeichneten Lautaufnahmen in den Analysecomputer eingelesen, geeignete Signale (einzelne Schreie) bzw. Signalserien (Schreisequenzen) anhand der Ergebnisse der Zeitbereichsanalysen ausgewählt und abgespeichert. Diese Prozedur ist die Grundvoraussetzung für alle nachfolgenden signalanalytischen Auswertungen. Bei der Abspeicherung werden die Signale sowohl als Zeitsignal als auch als Audio-Signal archiviert und in eine Datenbank übernommen.

Die Editierung erfolgt interaktiv, indem einzelne Schreie durch Cursor markiert und nachfolgend separat als WAV-files abgespeichert wurden.

#### **2.4.2 Spektralanalyse**

Nach der Dateneingabe und Editierung werden mit Hilfe des CSL-Systems von jedem Einzelsignal Frequenz-Spektrogramme und Intensitätskonturen errechnet und grafisch dargestellt. Mit Hilfe einer Folge von Fast-Fouriertransformationen (FFT) unter der Verwendung eines HANNING-Fensters (1024 Abtastwerte) wurde dazu eine instationäre Spektralanalyse für jedes Schreisignal durchgeführt.

Im Ergebnis der Aneinanderreihung der einzelnen Kurzzeitspektren, welche alle ca. 6,8 Sekunden neu entstehen, ergibt sich ein instationäres Powerspektrum (Abbildung 2-2).

Es visualisiert die einzelnen Frequenzänderungen im Zeitverlauf, und liefert gleichzeitig eine bildliche Darstellung des gehörten Klangspektrums. Die Energiedichte im Spektrogramm ist hier in einer Grauwertskala codiert; schwarz bedeutet die höchste Energiedichte.

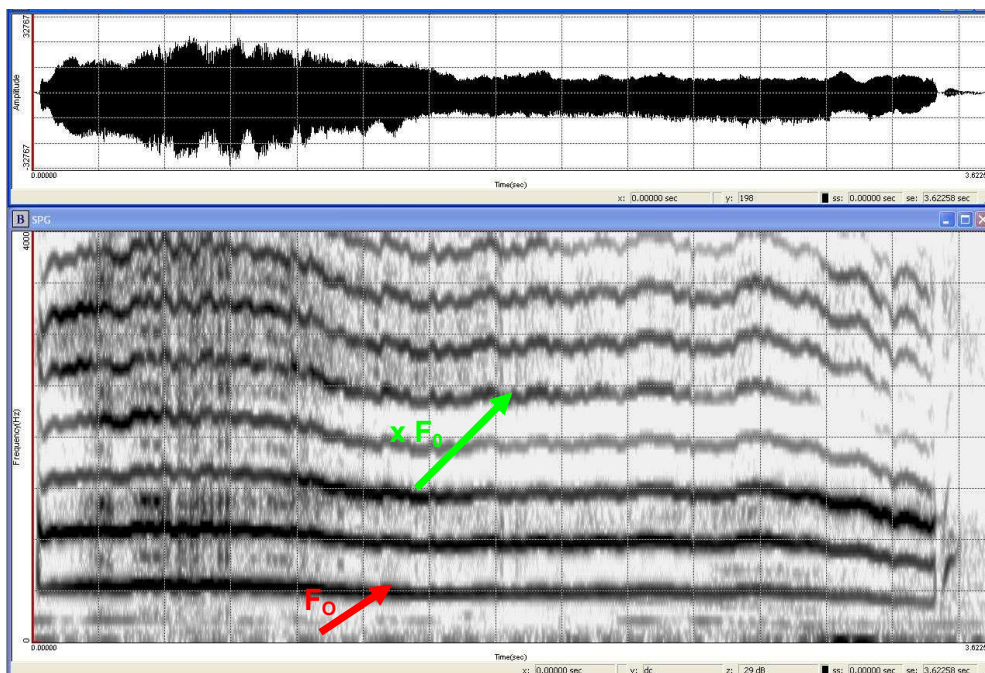


Abbildung 2-2: Schmalband-Spektrogramm (45 Hz Bandbreite) eines Säuglingslautes

Im oberen Fenster ist das Signal im Zeitbereich dargestellt (Amplitude/ Zeit). Im unteren Fenster ist das Schmalband-Spektrogramm (Frequenz/ Zeit) der im Signal enthaltenen Frequenzkomponenten im Bereich von 0–4 kHz und deren Veränderungen über die Dauer des Signals dargestellt. Der unterste Balken repräsentiert die zeitliche Veränderung der Grundfrequenz ( $F_0$ ), die Melodie, die darüber liegenden Balken repräsentieren die Harmonischen. Sie sind Vielfache von  $F_0$  ( $x F_0$ ).

Alle in der vorliegenden Arbeit abgebildeten Spektrogramme zeigen Frequenzkomponenten in einem Bereich von 0-4 kHz (y-Achse). Besonders zu beachten ist allerdings, dass der jeweils dargestellte Zeitbereich variieren kann

und sich nach der Länge des jeweiligen Schreies richtet. Diese kann im CSL nicht normiert werden. Die folgend abgebildeten Melodiegraphiken, die mit dem CDAP-System erstellt wurden, sind diesbezüglich flexibel.

Säuglingsschreie bestehen aus einem komplizierten Gemisch von Schwingungen vieler Frequenzen, aus dem die anregende Grundfrequenz ( $F_0$ ) berechnet werden kann. Im Vergleich zur Stimme Erwachsener liegt die Grundfrequenz um etwa 1 bis 2 Oktaven höher. Sie zeigen oft stärkere Instabilitäten, z. B. in Form von plötzlichen  $F_0$ -Sprüngen innerhalb eines Lautes. Zusätzlich zeigen sie einen hohen Gehalt an Subharmonischen, Rauschbanden oder anderen nicht harmonischen Komponenten (Abbildung 2-3, Abbildung 2-4). Diese Phänomene entstehen durch irreguläre Stimmlippenbewegungen (MENDE ET AL. 1990 IN PHYSICAL LETTERS).

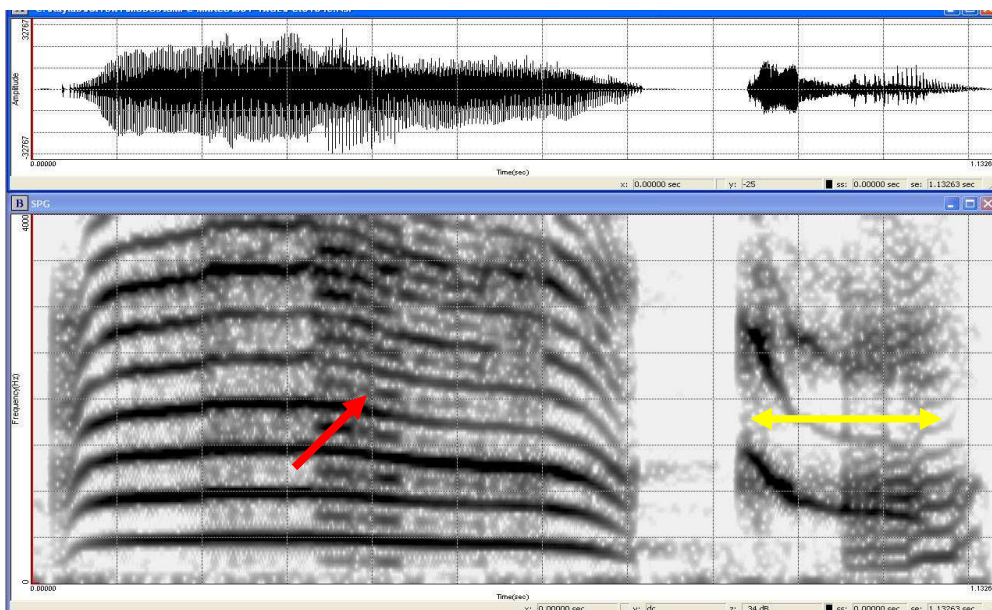


Abbildung 2-3: Auftreten von Subharmonischen im Spektrogramm bei  $F_0/2$  (roter Pfeil), der gelbe Pfeil kennzeichnet die Phase der Inspiration.

Subharmonische können nicht nur bei  $F_0/2$  sondern auch bei  $F_0/3$  oder  $F_0/4$  etc. auftreten. Eine Kaskade solcher Subharmonischenszenarien kann dazu führen, dass die Harmonischenstruktur komplett gestört ist und rauschartige Phänomene entstehen (MENDE ET AL. 1990 B). Diese Phänomene sind gut hörbar und werden im Spektrogramm durch Rauschbanden deutlich (Abbildung

2-4). Es wird vermutet, dass das Auftreten von Subharmonischen eine Vorform des Rauschens ist (MENDE ET AL. 1990 B). Subharmonische können entweder gemeinsam mit den Rauschbanden bzw. separat von diesen auftreten. Ein Auftreten von Subharmonischen wurde bei der hier durchgeführten Klassifizierung unter Bemerkungen (SH) vermerkt und ihr prozentualer Anteil am Signal ermittelt.

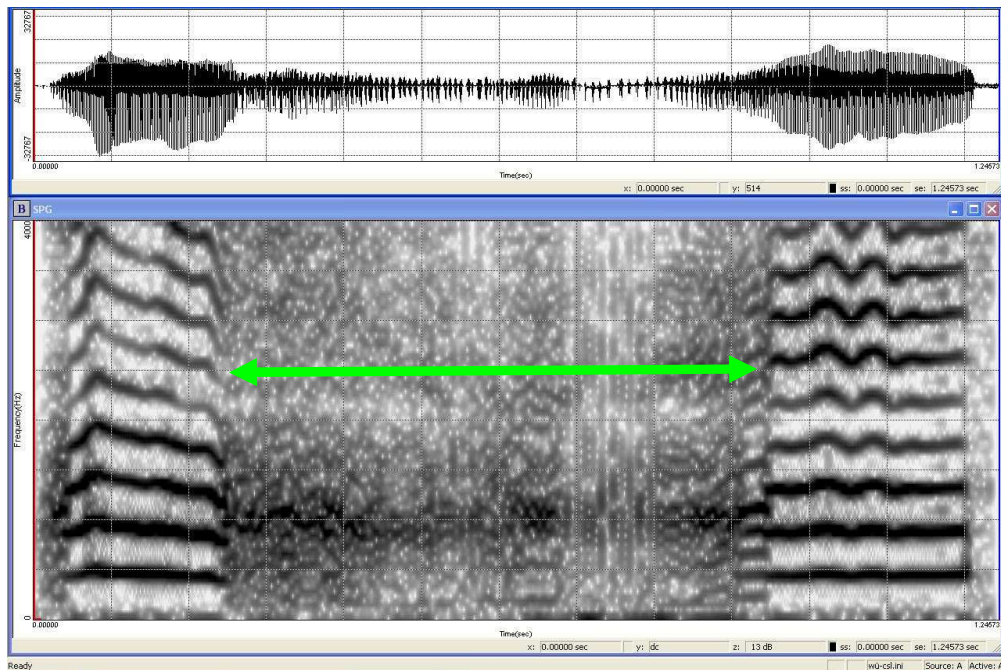


Abbildung 2-4: Spektrogramm eines Neugeborenen schreies der eine breite Rauschbande enthält. Anfang und Ende des Schreies zeigen eine deutliche Harmonischenstruktur, während die Mitte phonatorisch verrauscht ist.

Mit Hilfe der Spektrogramme werden damit Zeitfunktionen spektraler Eigenschaften der Laute, wie der Harmonischenstruktur, auftretende Frequenzsprünge und der veränderliche Gehalt an Subharmonischen oder Rauschbanden wiedergegeben.

Hier wurden Signale mit geräuschartigen Elementen unterklassifiziert und zwar nach Anteil und Position der Rauschelemente im Signal. Der interaktiv ermittelte Geräuschgrad in Prozent wurde ebenfalls erfasst (Abbildung 2-5).

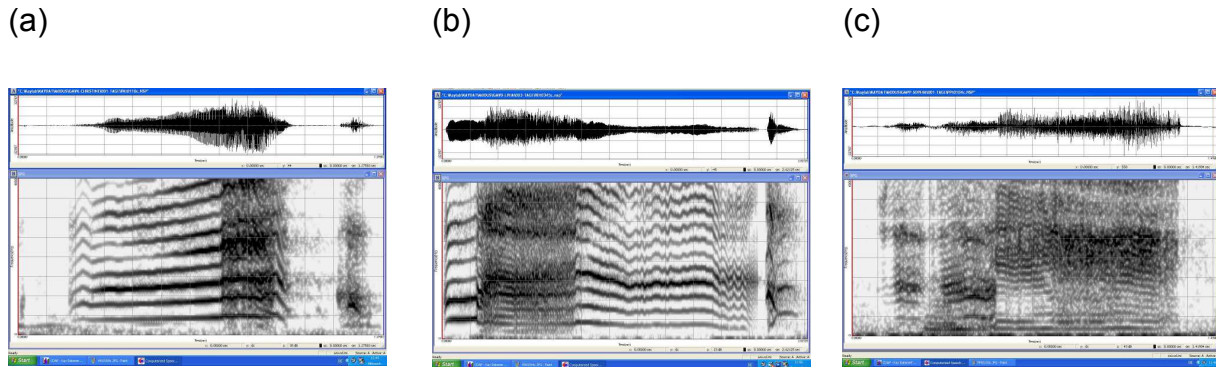


Abbildung 2-5: Frequenzspektrogramm eines Neugeborenen schreies mit Rauschanteil am Ende des Schreies (a), in der Mitte des Schreies (b) mit komplett verrauschter Struktur (Anteil des Rauschens > 75 %) (c).

### 2.4.3 Ermittlung des Grundfrequenzverlaufs (Melodie) und der Intensitätskonturen

Die Berechnung der mittleren Grundfrequenz ( $F_0$ ), ihres Verlaufs (Melodie), des Intensitätsverlaufs und ausgewählter statistischer Größen erfolgte mit dem Programm-Modul „MDVP-Advanced“ (Multi-Dimensional-Voice-Program Advanced) des CSL-Systems. Um die Präzision hinsichtlich der  $F_0$ -Bestimmung zu gewährleisten, wurden nur relativ langsame  $F_0$ -Modulationen (< 15 %/6,8 ms) untersucht. Schreie mit schnelleren Frequenzänderungen oder mit Rauschanteil wurden von weiteren Analysen ausgeschlossen.

Mit dem speziell für die Analyse von Säuglingsschreien entwickelten Programm CDAP<sup>®</sup> (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma „pw-project“ wurden anschließend die mit dem MDVP-Modul errechneten Melodie- und Intensitätsverläufe nachbearbeitet und grafisch dargestellt (Abbildung 2-6).

Aufgrund der teilweise sehr komplizierten Signaleigenschaften von Säuglingsschreien und der kurzen Korrelationslängen, die bei der  $F_0$ -Bestimmung durch das CSL-System angewandt wurden (WERMKE 2002), mussten die Melodien teilweise nachbearbeitet werden.

Im Gegensatz zum CSL-System kann mit dem CDAP<sup>®</sup>-System die Zeitachse manuell skaliert werden. War das zu analysierende Signal nicht länger als zwei Sekunden so wurde im Allgemeinen mit einer Zwei-Sekunden-Skala auf der

x-Achse [Time] gearbeitet, um durch die so vorgenommene Standardisierung eine Fehlbeurteilung hinsichtlich einer Verzerrung der Zeitachse zu vermeiden. Für die y-Achse wurde eine „gehörsrichtige“ logarithmische Skala verwendet.

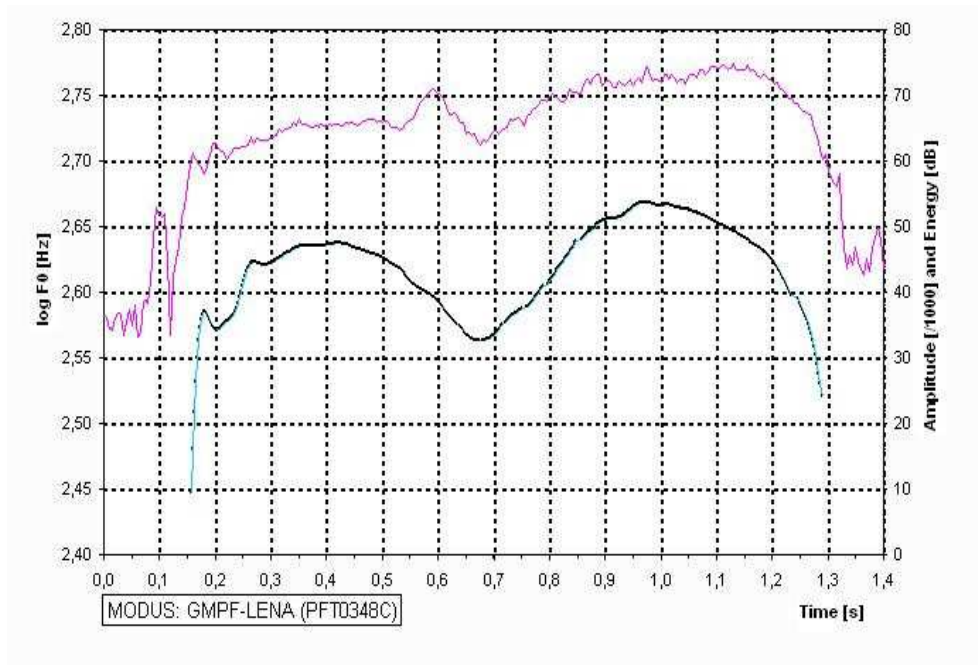


Abbildung 2-6: Melodie-/ Intensitätsdiagramm eines Neugeborenschreies

Dargestellt ist der Verlauf der Grundfrequenz (schwarz) sowie parallel dazu die Intensitätskontur (rot) eines Säuglingsschreies. Die Melodie besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Bögen.

#### 2.4.4 Klassifizierung der Neugeborenschreie anhand ihrer Melodiestructur

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die auftretenden Melodiestructurvarianten des aufgezeichneten Schreirepertoires der untersuchten Neugeborenen während der ersten drei Tage zu beschreiben und zu klassifizieren. Mithilfe dieser Strukturanalyse sollten potentielle Unterschiede im Schreimuster der Neugeborenen in Abhängigkeit vom Geburtsmodus untersucht werden.

Basierend auf den Spektrogrammen und Melodie/Intensitätsdiagrammen wurden alle 4354 aufgenommenen Schreie anhand eines von Wermke (2002) entwickelten Klassifizierungssystems, beruhend auf der Evaluation der



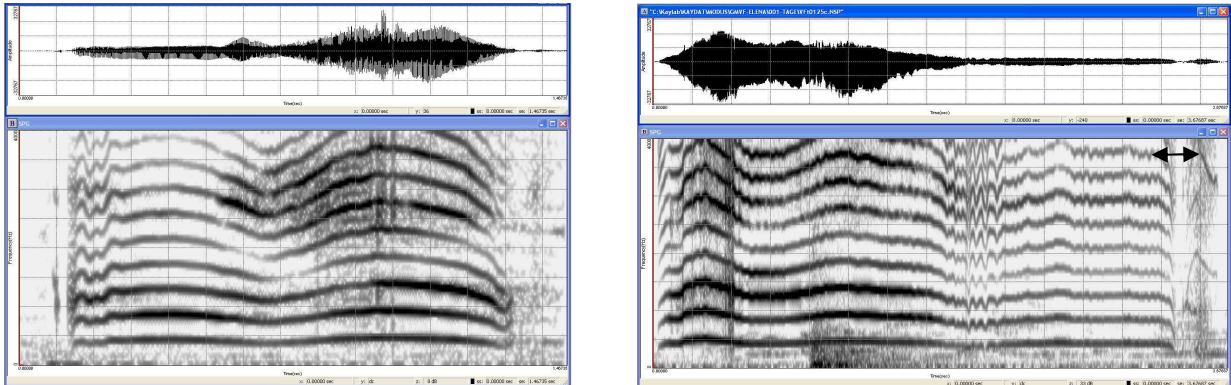
Grundfrequenzmodulation (Melodie), des Frequenzhubes sowie der Länge des jeweiligen Schreies klassifiziert. Dabei wurden bezüglich der Schreilänge zunächst Kurzlaute von „echten“ Schreien separiert. Als Kurzlaut (KL) gilt jedes Signal mit einer Länge von weniger als 300 ms.

Einfache Schreimelodien bestehen aus einem einzelnen sich auf- und abbewegenden Melodiebogen. Ein Bogen ist mit einer Länge von  $> 300$  ms und einem Frequenzhub von ( $\pm 1,5$  Halbtönen) definiert.

Bei komplexen Melodien sind diese Einzelbögen, die auch unterschiedliche Formen haben können (WERMKE 2002), miteinander zu Zweierbögen, Dreierbögen oder Mehrfachbögen (MB) kombiniert (Abbildung 2-7).

In der vorliegenden Arbeit werden folgende komplexe Melodiestrukturen unterschieden: Doppelbögen (2B), Dreifachbögen (3B), segmentierte Doppelbögen (1S), komplexe Segmentierungen (KS). Nachfolgend sind dazu typische Beispiele angegeben (Abbildung 2-7).

(a)



(b)

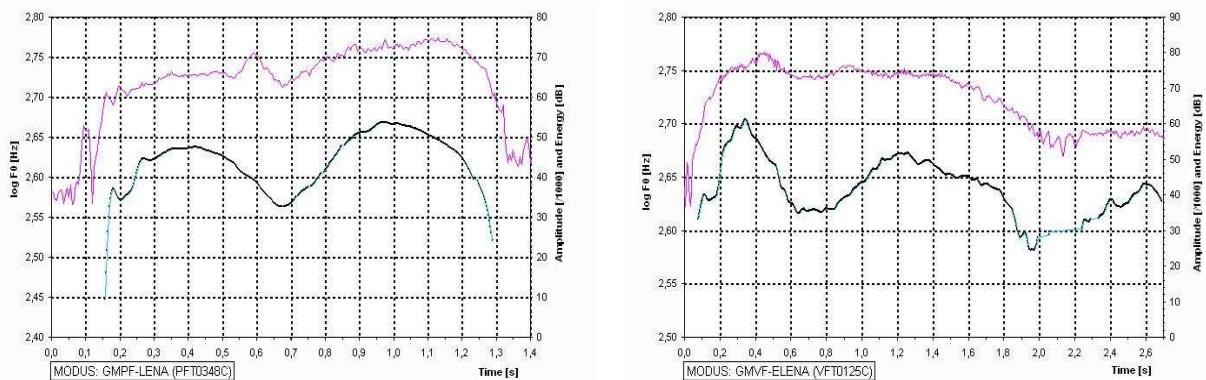


Abbildung 2-7: Beispiele von Säuglingsschreien mit komplexer Melodiestructur

(a) Spektrogramme von Säuglingsschreien mit Zweierbogenstruktur (links) und Dreierbogenstruktur (rechts)

(b) Melodie-/ Intensitätsdiagramme der dargestellten Säuglingsschreie

Zwischen den einzelnen Melodiebögen komplexer Schreie können so genannte Segmentierungspausen vorkommen, die durch Unterbrechungen der laryngealen Schwingung („Glottal stop“) entstehen. Diese Segmentierungen können sowohl „vollständig“ bzw. „unvollständig“ sein. Im Audio-Signal sind diese Pausen deutlich hörbar. Eine vollständige Segmentierung ist dann vorhanden, wenn im Spektrogramm an dieser Stelle keine Harmonischen

erkennbar sind. Ein Intensitätsabfall über 9 dB ist für Segmentierungen typisch und gilt immer als „vollständige“ Segmentierung.

In der vorliegenden Arbeit werden folgende Formen segmentierter komplexer Melodiestrukturen unterschieden:

<p>einfache Segmentierung (1S) (s. Beispiel Abbildung 2-8 a)</p>	<p>Melodien, die aus 2 Bögen bestehen, wobei diese Bögen durch eine Pause (Abfall der Intensität &gt; 9dB) getrennt, also „segmentiert“ sind.</p>
<p>Komplexe Segmentierung (KS) (s. Beispiel Abbildung 2-8 b)</p>	<p>Im Unterschied zu „1S“ sind die beiden durch die Pause getrennten Elemente keine Einzelbögen, sondern mindestens eines der Elemente besteht aus einer komplexen Struktur.  (z. B. 1B – Pause – 2B, oder 1B – Pause – 3B)</p>
<p>zwei- und mehrfache Segmentierung (2S, 3S, MS) (s. Beispiel Abbildung 2-8 c)</p>	<p>Melodien, die 2 oder mehr Pausen enthalten.  (z.B. 1B – Pause – 1B – Pause – 2B)</p>

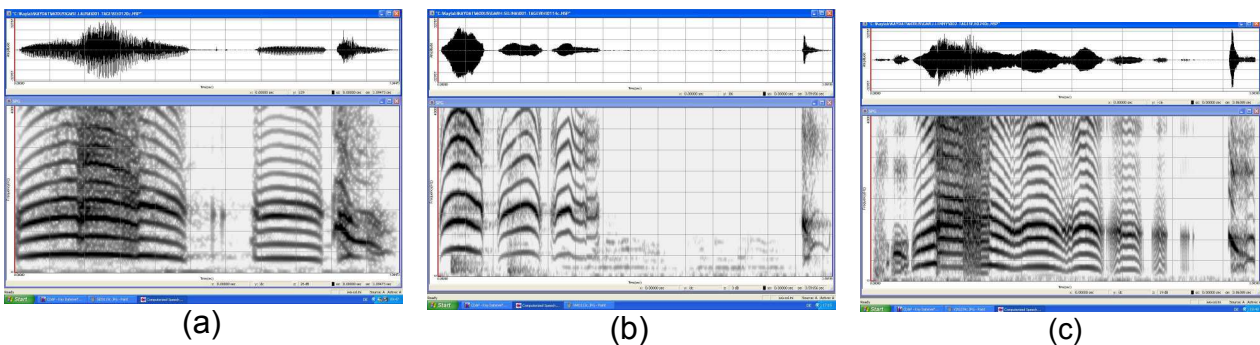


Abbildung 2-8: Beispiele für Frequenzspektrogramme von Neugeborenen-schreien mit komplexer Melodiestruktur (segmentierte Formen)

Aufgrund zu starker Frequenzirregularitäten nicht einzuordnende Schreimelodien wurden unter der Rubrik Fragezeichen vermerkt und nicht in die weiteren Analysen mit einbezogen. Wie weiter unten aufgezeigt unterschieden sich die Gruppen bezüglich dieser Strukturkategorie nicht.

## **2.5 Ermittlung des Komplexitätsgrades der Schreimelodien (MCI-Definition)**

Die postnatale Entwicklung der Melodiestructur (WERMKE 2002, 2008) verläuft von zunächst vorherrschend einfachen Strukturen (nur 1B-Strukturen) zu komplexen Melodiestructuren (2B, 3B, > 3B, 1S, 2S etc.). Der Melody-Complexity Index (MCI) stellt eine geeignete Maßzahl zur Charakterisierung eines erreichten Entwicklungsstadiums der Melodiekomplexität dar (WERMKE ET AL. 2007). Je größer der MCI-Wert ist, desto mehr komplexe Melodien hat ein Säugling in dem zugrunde liegenden Altersbereich erzeugt. Die Fähigkeit komplexe Melodien zu erzeugen, korreliert mit der Reife und dem vorsprachlichen Entwicklungsstadium eines Säuglings.

Rechnerisch wird der Melody-Complexity-Index (MCI) aus der Auftrittshäufigkeit von Schreien mit Mehrfachbögen bezogen auf alle erzeugten Schreie ermittelt.

$$[1] \text{ MCI} = \text{MB} / (\text{MB} + \text{EB})$$

MB - Mehrfachbögen  
EB - Einzelbögen

Für jedes Neugeborene wurde für jeden der zwei Aufnahmezeitpunkte der MCI errechnet.

## **2.6 Statistische Auswertung**

Alle mit dem CSL-System und/oder dem CDAP-System berechneten Parameter und Messgrößen wurden in Excel-Tabellen übernommen und dadurch einer Bearbeitung im Statistikprogramm SPSS zugänglich gemacht.

Eine explorative und deskriptive Datenanalyse lieferte Hinweise auf die Verteilungseigenschaften einzelner Messgrößen. Für sämtliche Messgrößen

wurden zentrale statistische Größen wie der Mittelwert, die Standardabweichung, der Median, Minimum und Maximum erfasst. Bei den Mittelwerten für die akustischen Parameter der Melodiebögen, wie  $F_0$ , Bogenlänge und Bogenhub wurde für jedes Kind einzeln und für jeden der beiden Aufnahmezeitpunkte das jeweils geeignete Mittel berechnet und anschließend in eine Gruppenanalyse einbezogen.

Alle verwendeten Messgrößen wurden auf ihre Normalverteilung hin überprüft. In Abhängigkeit vom Ergebnis des Tests auf Normalverteilung wurden für die weitere statistische Analyse parametrische (bei hinreichender Normalverteilung) oder nicht parametrische Testverfahren angewendet.

Mit dem Wilcoxon-Test sowie dem t-Test für gepaarte Stichproben wurde auf mögliche Zusammenhänge und Korrelationen innerhalb der Modusgruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten geprüft.

Signifikanzniveaus wurden wie folgt bezeichnet:

$p \leq 0,05$  signifikant (\*)

$p \leq 0,01$  sehr signifikant (\*\*) und bei

$p \leq 0,001$  höchst signifikant (\*\*\*)

Altersabhängige Veränderungen des MCI, der Signallänge, der mittleren Grundfrequenz  $F_0$  und des Hubs wurden in Boxplotdiagrammen graphisch veranschaulicht. In einem solchen Diagramm stellt die untere Begrenzung die 25. Perzentile und die obere Begrenzung die 75. Perzentile dar. Die äußeren Markierungen kennzeichnen jeweils das Minimum und Maximum der Werte. Ausreißer sind mit einem Kreis gekennzeichnet und stellen Daten dar, die zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom oberen bzw. unteren Rand der Box entfernt liegen. Dagegen stehen die Sternchen für Extremwerte, die sich im Abstand von mehr als drei Balkenlängen von der oberen oder unteren Begrenzung der Box befinden.

### **3 Ergebnisse**

Der Zielstellung vorliegender Arbeit bei der Datenanalyse Rechnung tragend, wurden die Neugeborenen in drei „Modusgruppen“ unterteilt: Spontangeburt (VAG), primäre Sectio (PS) und sekundäre Sectio (SS).

Zunächst soll kurz auf die Ergebnisse der somatischen Klassifikation der Neugeborenen sowie auf mütterliche Charakteristika der hier untersuchten Probanden eingegangen werden. Diese Betrachtung diene zum einen dazu, aufzuzeigen, dass die hier untersuchten Neugeborenen bezüglich ihrer somatischen und mütterlichen Daten in den Normbereich deutscher Neugeborener fallen. Darüber hinaus war es für die Interpretation der Schreianalysen wichtig zu prüfen, ob sich die Neugeborenen der drei Modusgruppen im Durchschnitt bezüglich dieser Größen voneinander unterscheiden. Sollte dieses der Fall sein, müssten die jeweiligen Messgrößen als Cofaktoren bei der Auswertung der akustischen Daten Berücksichtigung finden. Die kurze Zusammenstellung dieser Faktoren in Kapitel 3.1 soll unabhängige Variablen und Störfaktoren (Confounder) abschätzen helfen.

Danach werden die Ergebnisse der Analyse der akustischen Parameter der im Rahmen der Arbeit aufgenommenen Lautproduktionen beschrieben.

#### ***3.1 Betrachtung möglicher für die Schreiauswertung relevanter Cofaktoren***

##### **3.1.1 Auswertung anthropometrischer Daten**

Anthropometrische Daten sind objektive Größen zur Beurteilung des Reife- und Entwicklungsstatus eines Neugeborenen. Die gestationsalterabhängige somatische Klassifikation der Neugeborenen anhand von repräsentativen Perzentilenkurven ist im Anhang (Kapitel 7) wiedergegeben. Bei einem Vergleich dieser anthropometrischen Parameter (Kopfumfang, Länge, Geburtsgewicht) mit Angaben aus der Literatur (KOLETZKO & G.-A. HARNACK 2003, SPEER & GAHR 2004, SITZMANN 2006) für gesunde, termingerecht geborene Neugeborene zeigen sich gute Übereinstimmungen.

Eine Bestimmung der Gruppenmittelwerte somatischer Daten lieferte lediglich geringfügige Differenzen zwischen den Modusgruppen (Tabelle 3.1). Berücksichtigt man die Gestationsalterunterschiede, die zwischen den Modusgruppen bestehen (Tabelle 7.1), dann relativieren sich die gefundenen, ohnehin sehr geringen Differenzen zwischen den Modusgruppen bezüglich des Geburtsgewichtes und der Geburtslänge.

**Tabelle 3.1: Mittelwerte der Geburtsmaße in den drei Gruppen**

<b>Kopfumfang</b>			
<b>Modusgruppe</b>	<b>PS</b>	<b>SS</b>	<b>VAG</b>
Mittelwert [cm] und Standardabweichung	35,0 ± 1,0	35,7 ± 2,4	34,8 ± 1,1
Median [cm]	35	35	35
Minimum [cm]	34	32	32,5
Maximum [cm]	37	41	36,5
<b>Geburtslänge</b>			
<b>Modusgruppe</b>	<b>PS</b>	<b>SS</b>	<b>VAG</b>
Mittelwert [cm] und Standardabweichung	49,2 ± 1,8	51,2 ± 2,1*	51 ± 2,2*
Median [cm]	49	51	51
Minimum [cm]	45	48	47
Maximum [cm]	52	55	55
<b>Geburtsgewicht</b>			
<b>Modusgruppe</b>	<b>PS</b>	<b>SS</b>	<b>VAG</b>
Mittelwert [g] und Standardabweichung	3133 ± 304	3536 ± 600*	3495 ± 471*
Median [g]	3100	3480	3545
Minimum [g]	2690	2660	2875
Maximum [g]	3805	4860	4180

\*signifikanter Unterschied zu PS (p < 0,05)

### **3.1.2 Schwangerschafts- und Geburtsfaktoren**

In Tabelle 7.1 im Anhang sind weitere Faktoren detailliert aufgeführt. Diese sollen hier nur übersichtsmäßig kurz erwähnt werden.

#### **Lagetyp**

In der Gruppe der Spontangeburt fanden sich außer einer Beckenendlage (BEL) bei Kind GMVI jeweils nur Geburten aus vorderer Hinterhauptslage (VHL). In der PS-Gruppe wurden 38 % (N=6) der Neugeborenen aus der vorderen Hinterhauptslage (VHL) geboren, bei 37 % (N=6) fand sich eine Beckenendlage (BEL), zu 25 % (N=4) traten Schädellage (SL) bzw. Querlage (QL) auf. In der SS-Gruppe fand sich primär die VHL (33 % (N=4)) als Lagetyp; an zweiter Stelle stand die SL bzw. die hintere Hinterhauptlage (HHL).

#### **Gravidität/ Parität**

Die Geburtenzahl war in der VAG-Gruppe und der PS-Gruppe mit 1-3 Geburten am höchsten. Die niedrigste Geburtenzahl wies die Gruppe der sekundären Sectiones mit einer Geburtenanzahl von eins auf. Während in der Gruppe der primären Sectio und der vaginal Geborenen in der Regel bereits die zweite Schwangerschaft bestand, war die Schwangerschaft in der zuletzt genannten Gruppe im Mittel auch die erste Schwangerschaft. Insgesamt fanden sich fünf durch Fehlgeburten oder Aborte bedingte Abweichungen des Verhältnisses von Gravidität zu Parität (Tabelle 7.1, Anhang)

#### **Mütterliches Alter**

Für das Alter der Mütter ergaben sich folgende in Tabelle 3.2 wiedergegebenen Werte für die einzelnen Modusgruppen:



**Tabelle 3.2: Durchschnittliches Alter der Mütter differenziert nach Modusgruppen**

Modusgruppe	PS	SS	VAG
Mittelwert [Jahre] + SD	30,3 ± 4,2	31,1 ± 4,4	32,8 ± 5,9
Median [Jahre]	31,5	32	34
Minimum [Jahre]	22	26	24
Maximum [Jahre]	36	38	41

Die Spannbreite des mütterlichen Alters war innerhalb der Gruppe der vaginal entbundenen Kinder am größten (17 Jahre), gefolgt von der PS-Gruppe (14 Jahre Unterschied) und der SS-Gruppe mit 12 Jahren Altersspanne. Mit einem Altersdurchschnitt von 30 Jahren waren die Mütter, welche sich einer primären Sectio unterzogen am jüngsten, die spontan entbindenden Mütter mit 33 Jahren am ältesten. Diese ermittelten Altersunterschiede sind statistisch nicht signifikant.

### **Schwangerschaftsdauer**

Die Schwangerschaftsdauer wurde in vollendeten Schwangerschaftswochen (SSW) nach dem Zeitpunkt der zuletzt stattgefundenen Menstruation berechnet. Die vaginal entbundenen Kinder wurden zumeist in der 39. (23 %) bzw. 40. (54 %) Schwangerschaftswoche am Termin entbunden. Bei der primären, geplanten Sectio wurde der elektive operative Eingriff häufig auf die 38. Woche gelegt, weshalb der Anteil der zu diesem Zeitpunkt entbundenen Neugeborenen in dieser Gruppe besonders hoch ist (67 %). Im Gegensatz dazu fanden sich bei der sekundären Sectio gehäuft Entbindungen zu späteren Schwangerschaftswochen. 42 % wurden in der 41. Schwangerschaftswoche nach zusätzlicher Einleitung mit Misoprostin bzw. Prostaglandin geboren. Bei statistischer Testung ergeben sich signifikante Gruppenunterschiede bezüglich des Gestationsalters zwischen PS- und SS-Gruppe (Mann-Whitney-Test,

p= 0,006) sowie zwischen PS- und VAG-Gruppe (Mann-Whitney-Test: p< 0,001). Keine statistisch signifikanten Unterschiede zeigen sich zwischen der VAG- und der SS-Gruppe (Mann-Whitney-Test, p(VAG /SS) = 0,548). Damit war die PS-Gruppe erwartungsgemäß und methodisch bedingt im Vergleich zur VAG- und SS-Gruppe um durchschnittlich zwei Wochen jünger.

### Geburtsdauer

Bei der primären Sectio ließen sich keine genauen Angaben bezüglich der Geburtsdauer machen; die Entwicklung des Kindes im Verlauf der Operation war dort einheitlich und lag bei wenigen bis zu zehn Minuten.

In der VAG-Gruppe lag die mittlere Geburtsdauer bei 5,69 ± 5,32 Stunden. Die kürzeste Geburtsdauer zeigte GMVH (0,06 Stunden), am längsten war die Geburtsdauer bei GMVF (19,55 Stunden).

Besonders lange Geburtsverläufe fanden sich bevorzugt bei der sekundären Sectio. Hier war die mittlere Geburtsdauer gegenüber der vaginalen Entbindung um 5,52 Stunden verlängert. Das Maximum betrug 23,87 Stunden, das Minimum 3,97 Stunden. Die Unterschiede zwischen der VAG-Gruppe und SS-Gruppe sind statistisch signifikant (Mann-Whitney-Test, p= 0,008).

**Tabelle 3.3: Durchschnittliche Geburtsdauer**

	VAG-Gruppe	SS-Gruppe
Mittelwert	5,69 ± 5,32 h **	11,21 ± 5,85h **
Median	3,83 h	9,42 h
Minimum	0,07 h	3,97 h
Maximum	19,55 h	23,87 h

\*\* p < 0,005

Bei einem Vergleich zu der in Lehrbüchern angegebenen üblichen Geburtsdauer (STAUBER & WEYERSTAHL, 2007, insbesondere S. 612, BÜHLING & FRIEDMANN, 2009, insbesondere S.250, DIEDRICH, HOLZGREVE, JONAT,

SCHNEIDER, SCHULTZE-MOSGAU, WEISS, 2007, insbesondere S. 386) ergeben sich außer bei Kind GMVF keine wesentlichen Abweichungen.

### 3.1.3 Aufnahmecharakteristika

Aus methodisch-technischen Gründen wurden die Neugeborenen der Gruppe der geplanten primären Sectiones im Mittel ca. eine Stunde eher aufgezeichnet. Für den ersten Aufnahmezeitpunkt beträgt der Zeitabstand zur Geburt im Mittel  $5 \pm 2,7$  Stunden. Im Vergleich dazu liegen der Mittelwert für das Zeitintervall zwischen Geburt und erstem Aufnahmezeitpunkt bei der Gruppe der spontanen Entbindung bei  $6,3 \pm 3,6$  Stunden und bei  $6,8 \pm 3,9$  Stunden für die Gruppe der sekundären Sectiones. Insgesamt ist der Zeitpunkt der ersten Aufnahme variabler, als der Zeitpunkt der zweiten Aufnahme. Dort ist ein einheitlicheres Zeitintervall vorhanden, wie sich der graphischen Darstellung in Abbildung 3-1 entnehmen lässt. Dies hat methodisch-technische Gründe, da zum Zeitpunkt der zweiten Aufnahme festgelegte Versorgungszeiten der Neugeborenen genutzt werden konnten. Trotzdem wurden die Zeitintervalle für die Aufnahmen relativ einheitlich im Einklang mit dem Studiendesign realisiert.

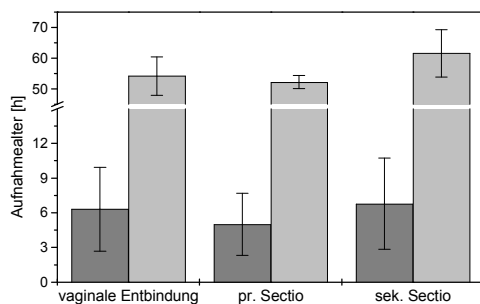


Abbildung 3-1: Aufnahmezeitalter

Durchschnittliches Aufnahmezeitalter in den verschiedenen Modusgruppen während der 1. Aufnahme (grau) und 2. Aufnahme (hellgrau) dargestellt als Mittelwert.

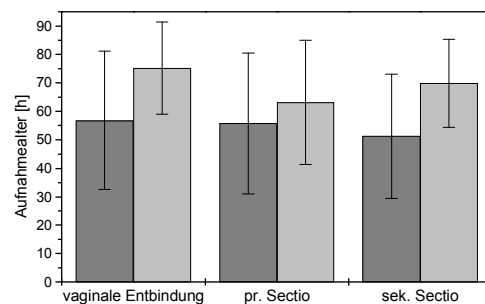


Abbildung 3-2: Anzahl der Schreie

Durchschnittliche Anzahl aufgenommener Schreie in den verschiedenen Modusgruppen während der ersten Aufnahme (grau) und 2. Aufnahme (hellgrau) dargestellt als Mittelwert.

Der Mittelwert des Zeitintervalls zwischen Geburt und zweitem Aufnahmezeitpunkt für die Gruppe der spontanen Entbindung liegt bei  $54 \pm 6$  Stunden für die Gruppe der primären Sectio bei  $52 \pm 2$  Stunden und bei der sekundären Sectio bei  $62 \pm 7$  Stunden.

Der Mittelwert bei der Anzahl der aufgenommenen Schreie für das erste Aufnahmeintervall liegt in der Gruppe der spontanen Entbindung bei  $57 \pm 24$  bei der primären Sectio bei  $56 \pm 25$  sowie bei  $51 \pm 22$  bei den sekundären Sectiones.

Dahingegen konnten bei der zweiten Aufnahme am dritten bzw. vierten Lebenstag eine größere Anzahl von spontanen Schreien aufgezeichnet werden. Die durchschnittliche Anzahl beträgt in der VAG-Gruppe  $75 \pm 16$  Schreie; in der PS-Gruppe liegt die Zahl bei  $63 \pm 22$  und in SS-Gruppe bei durchschnittlich  $70 \pm 17$ .

### **3.2 Auswertung der akustischen Charakteristika**

#### **3.2.1 Strukturanalyse der Neugeborenen schreie in Abhängigkeit vom Geburtsmodus**

Die klassifizierten Strukturmerkmale und gemessenen akustischen Parameter der Neugeborenen schreie (Kapitel 2.4.2 – Kapitel 2.4.4) wurden für jedes Neugeborene für beide Aufnahmezeiten gesondert analysiert und anschließend geeignet gemittelt und zwischen den drei Modusgruppen (VAG, PS, SS) verglichen.

##### **3.2.1.1 Auswertung der relativen Auftrittshäufigkeiten einzelner Strukturmerkmale zum ersten Aufnahmezeitpunkt**

Zunächst wurde die Gruppe VAG mit den per Sectionem geborenen Neugeborenen verglichen, ohne nach Sectioart (PS bzw. SS) zu differenzieren (Abbildung 3-3).

In den ersten 12 h postnatal bilden 1B-Strukturen in beiden Gruppen den Hauptanteil der analysierten Strukturtypen; dieser liegt zwischen 54-55 %. In

der relativen Auftrittshäufigkeit folgen 2B-Strukturen mit 8 % (VAG) und 11 % (PS und SS). Segmentierungen kommen in beiden Gruppen zu einem geringeren Anteil (0-6 %) vor. Bei diesen segmentierten Strukturen sind es vor allem Einfachsegmentierungen vom Typ 1S (VAG: 5 %, PS/SS: 6 %), die in den Schreien nachgewiesen wurden. Als weiterer, relativ häufig auftretender Strukturtyp in den Neugeborenen schreien zum ersten Aufnahmezeitpunkt wurde „Rauschen“ (VAG: 15 %, PS/SS: 6 %) beobachtet, also Schreie ohne klare Harmonischenstruktur (vgl. Kapitel 2.4.2). Die relative Auftrittshäufigkeit solcher dysphoischer Schreie ist in der Gruppe der vaginal Entbundenen mehr als doppelt so hoch wie in der Sectiogruppe. Strukturtypen höherer Komplexität (3B, MB, MS) kommen in beiden Gruppen kaum vor (0-2 %).

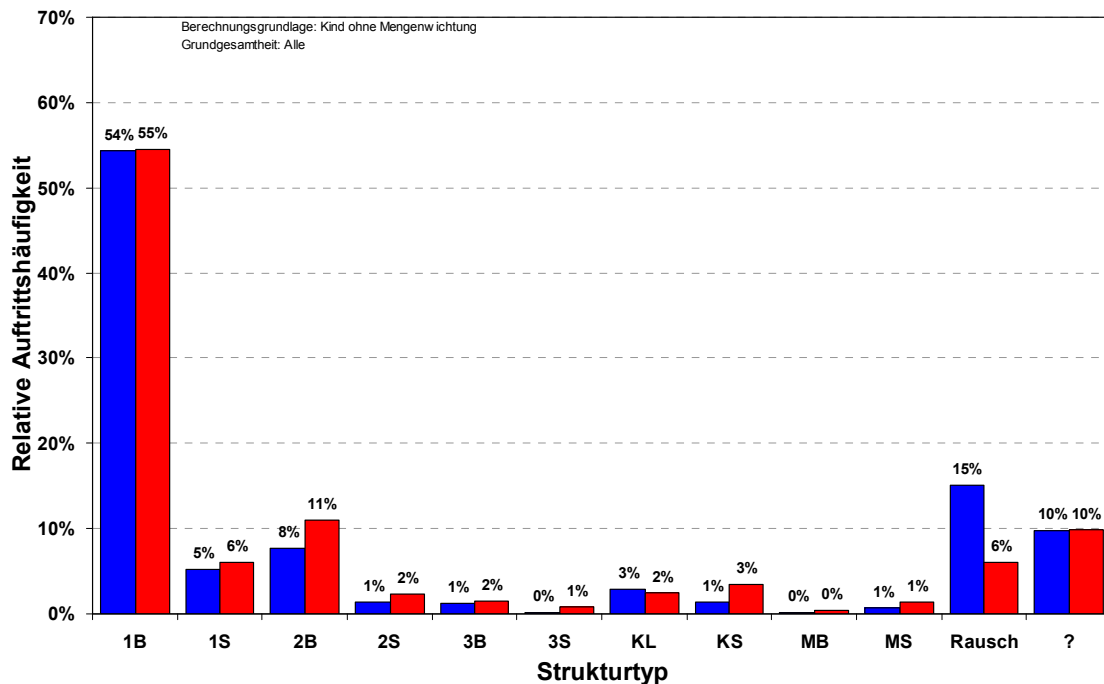


Abbildung 3-3: Relative Auftrittshäufigkeit der untersuchten Strukturtypen der Säuglingsschreie zum ersten Aufnahmezeitpunkt der VAG-Gruppe (blau) und der Sectiogruppe (PS und SS, rot)

Das Diagramm Abbildung 3-3 verdeutlicht eine hohe Übereinstimmung in den Strukturcharakteristika der Neugeborenen schreie und ihrer relativen Auftrittshäufigkeit zwischen den Gruppen. Neben dem faktisch identischen relativen Anteil der Schreie, deren Melodie aus einem Einfachbogen besteht, existieren auch bei verschiedenen anderen Strukturtypen sehr hohe

Übereinstimmungen bezüglich ihrer Auftrittshäufigkeiten. Einheitlich 10 % der aufgezeichneten Schreie beider Gruppen konnten aufgrund starker Frequenzmodulationen keinem der definierten Strukturtypen zugeordnet werden (Typ „?“; Abbildung 3-3). Diesbezüglich bestehen also keine Unterschiede.

Deutliche Unterschiede zeigen sich damit lediglich in den Auftrittshäufigkeiten von Schreien mit doppelböiger Melodie (2B) und von komplett dysphonischen Schreien (Rausch, vgl. Kapitel 2.4.4). Die per Sectio geborenen Neugeborenen erzeugen im Durchschnitt bereits innerhalb der ersten zwölf Lebensstunden deutlich mehr doppelböige Schreimelodien als die vaginal Entbundenen. Bei Letzteren ist dagegen der Anteil der dysphonischen Schreie erhöht.

In einem weiteren Analyseschritt wurde die Sectiogrube in die beiden Untergruppen PS und SS unterteilt und bezüglich der Melodiestructur mit der VAG-Gruppe verglichen. Der Vergleich erfolgte unter Berücksichtigung des Komplexitätsgrades (einfache Bögen versus komplexe Bögen) sowie rhythmischer Eigenschaften (Segmentierungen).

So wurden komplexe Melodiestructuren in zwei Kategorien „segmentierte Mehrfachbögen“ (SMB) beziehungsweise „nicht segmentierte Mehrfachbögen“ (MB) unterteilt. Sie wurden damit basierend auf rhythmischen Eigenschaften unterschieden (vgl. Kapitel 2.4.4). Die Gruppe der segmentierten Mehrfachbögen (SMB) enthält Schreimelodien der Strukturtypen 1S, 2S, 3S und MS, in die Gruppe der „MB“ fallen die Strukturen 2B, 3B und MB (vgl. Kapitel 2.4.4). Ebenfalls berücksichtigt wurde wiederum der Strukturtyp „Rausch“.

Bei einem Vergleich der Schreie der VAG-Gruppe mit der PS-Gruppe (Abbildung 3-6) fällt neben einer wiederum identischen hohen Auftrittshäufigkeit von 1B-Strukturen die höhere relative Auftrittshäufigkeit von Schreien mit MB-Struktur in der Gruppe der primären Sectiones auf (16 % versus 11 %). Auch die durchschnittliche relative Auftrittshäufigkeit der Schreie mit SMB-Struktur ist

mit 15% um 5% höher als bei der VAG-Gruppe. Der jeweilige Anteil von MB- und SMB-Strukturen ist allerdings innerhalb beider Gruppen nicht verschieden.

Die VAG-Gruppe enthält dagegen mit 17% „Rausch“ im Durchschnitt deutlich mehr dysphonische Schreie. Die 10% höhere Auftrittshäufigkeit vollständig verrauschter Schreie ohne erkennbare Harmonischenstruktur hat auf der anderen Seite den Effekt eines Rückganges der komplexen Strukturen vom Typ SMB und MB.

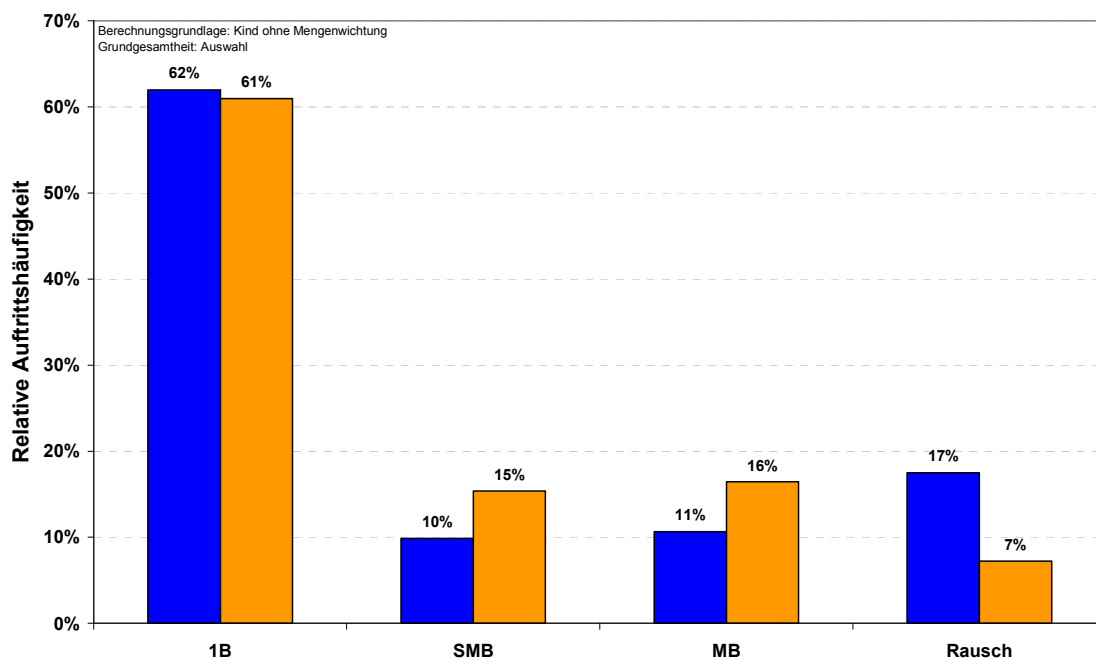


Abbildung 3-4: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen zwischen VAG-Gruppe (blau) mit PS-Gruppe (orange) zum 1. Aufnahmezeitpunkt

Bei einem Vergleich der relativen Häufigkeiten einzelner Strukturtypen der analysierten Schreie der VAG-Gruppe mit der SS-Gruppe zeigt sich ein ähnliches Bild (vgl. Abbildung 3-5). Die Schreie der VAG-Gruppe sind durchschnittlich stärker dysphonisch und dementsprechend ist der Anteil an segmentierten und nichtsegmentierten Mehrfachbögen etwas geringer. Auffallend ist auch hier wiederum die hohe Übereinstimmung beider Gruppen in den Auftrittshäufigkeiten der 1B-Strukturen. Dennoch gibt es einen Unterschied beim Vergleich der VAG-Gruppe mit der SS-Gruppe. Dieser Unterschied

besteht in der relativen Auftrittshäufigkeit der segmentierten Mehrfachbögen (VAG: 10 %, SS: 18 %). Während die VAG- und PS-Gruppe SMB- und MB-Strukturen in jeweils etwa gleichem Verhältnis erzeugen (vgl. Abbildung 3-4), überwiegen die SMB-Strukturen bei der SS-Gruppe. Auch hier zeigt sich eine größere relative Auftrittshäufigkeit von dysphonischen Strukturen in der Gruppe der vaginal geborenen Säuglinge (VAG: 17 %, SS: 6 %).

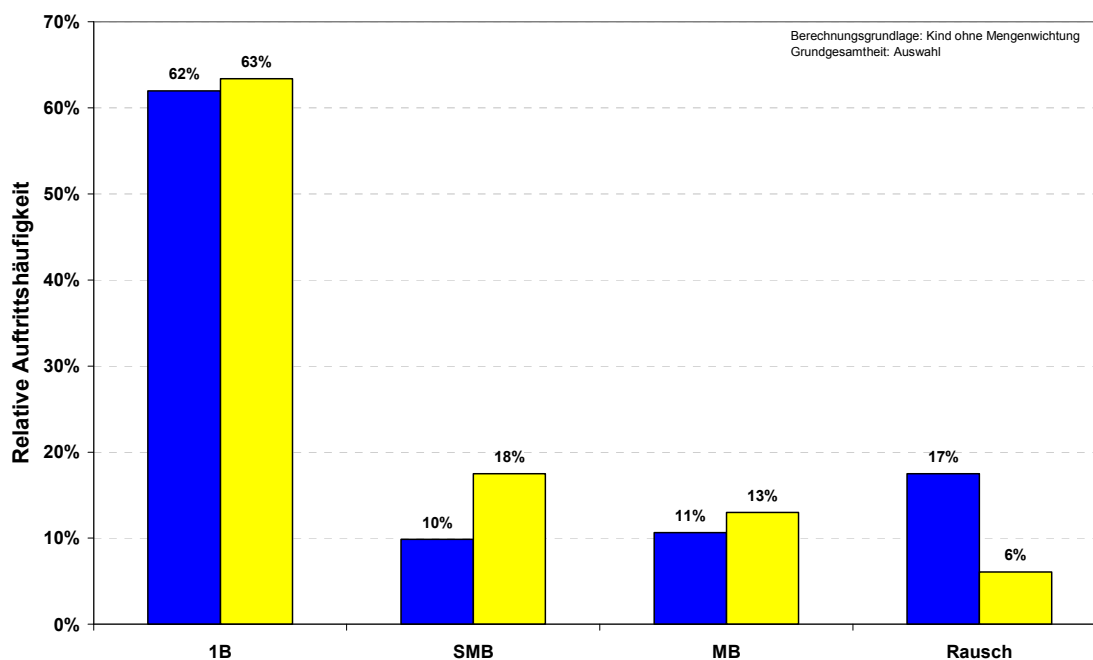


Abbildung 3-5: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeboreneneschreien zwischen der VAG-(blau) und der SS-Gruppe (gelb) zum 1. Aufnahmezeitpunkt

In Abbildung 3-6 sind die relativen Auftrittshäufigkeiten der analysierten Melodiestructuren für die beiden Sectiogruppen noch einmal gegenübergestellt. Bei insgesamt hoher Übereinstimmung wird ein Unterschied im Verhältnis SMB zu MB deutlich. Während die SS-Gruppe bezüglich komplexer Strukturen eine höhere relative Häufigkeit an SMB-Strukturen aufweist (PS: 15 %, SS: 18 %), zeigt sich in der PS-Gruppe ein leichtes Überwiegen der MB-Strukturen. (PS: 16 %, SS: 13 %). Die relative Häufigkeit der Kategorie „Rausch“ unterscheidet sich nicht wesentlich zwischen beiden Gruppen (PS: 7 % SS: 6 %). Während das Verhältnis SMB/MB in der PS-Gruppe ausgewogen ist, zeigt die SS-Gruppe mehr segmentierte Strukturen.



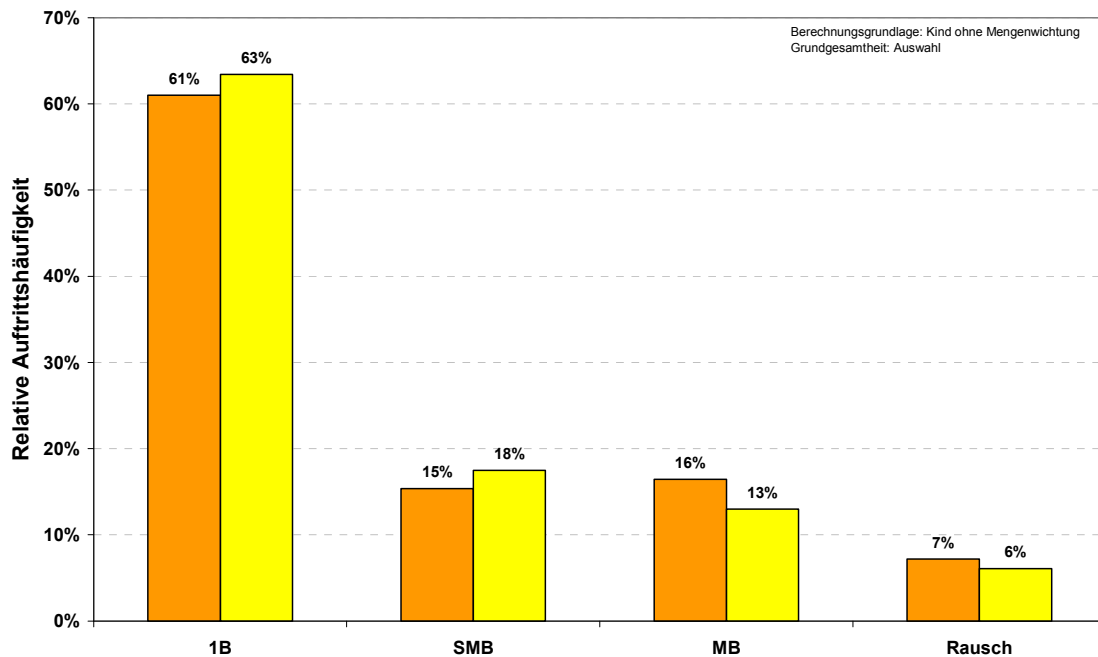


Abbildung 3-6: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenenerschreien zwischen der PS-(orange) und der SS-Gruppe (gelb) zum 1. Aufnahmezeitpunkt

### 3.2.1.2 Auswertung der relativen Auftrittshäufigkeiten einzelner Strukturmerkmale zum zweiten Aufnahmezeitpunkt

In gleicher Weise wie zum ersten Aufnahmezeitpunkt (Kapitel 3.2.1.1) wurden auch die Analysen zum zweiten Aufnahmezeitpunkt durchgeführt.

In Abbildung 3-7 sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen ausgewerteten Strukturmerkmale zum Zeitpunkt der zweiten Aufnahme im Vergleich zwischen der VAG- und zunächst wieder der undifferenzierten Sectiogruppe wiedergegeben. Wie bereits während der ersten 12 Stunden postnatal sichtbar, nehmen auch zum zweiten Aufnahmezeitpunkt die 1B-Strukturen den Hauptanteil der erzeugten Melodiestructuren ein (VAG: 54 %, PS/ SS: 49 %).

In der VAG-Gruppe ist die relative Auftrittshäufigkeit mit 54 % im Vergleich zum ersten Aufnahmezeitpunkt gleich geblieben, bei den zusammengefassten Sectiogruppen ist sie von 55 % auf 49 % gesunken. Diese Absenkung vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt ist mit einer deutlichen Zunahme von 5 % unklarer, nicht kategorisierbarer Strukturen (Typ „?“) und einer leichten

Zunahme in der Auftrittshäufigkeit dysphoischer Schreie (von 6 % auf 8 %) verbunden.

In der VAG-Gruppe ist dagegen eine starke Abnahme dysphoischer Schreie vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt zu beobachten (15 % auf 6 %), der Anteil der Schreie mit Typ "?" ist gleich geblieben. Hiermit zeigen sich Unterschiede zwischen VAG-Gruppe und den beiden Sectiogruppen (PS und SS). Gemeinsam ist beiden der deutliche Anstieg der relativen Häufigkeit von 2B-Strukturen. In der VAG-Gruppe steigt der Anteil um mehr als das Doppelte (8 % auf 19 %) (Abbildung 3-3, Abbildung 3-7). In der undifferenzierten Sectiogruppe steigt die relative Häufigkeit hingegen nur gering, von 11 % auf 14 %, an. Bezüglich der relativen Auftrittshäufigkeit der 2B-Strukturen hat die VAG-Gruppe die Sectiogruppe damit nach 48-72 Stunden „überholt“.

Höher komplexe Strukturkategorien treten auch zu diesem Zeitpunkt mit einer nur geringen relativen Auftrittshäufigkeit auf (0-3 %) und wurden an dieser Stelle nicht weiter untersucht.

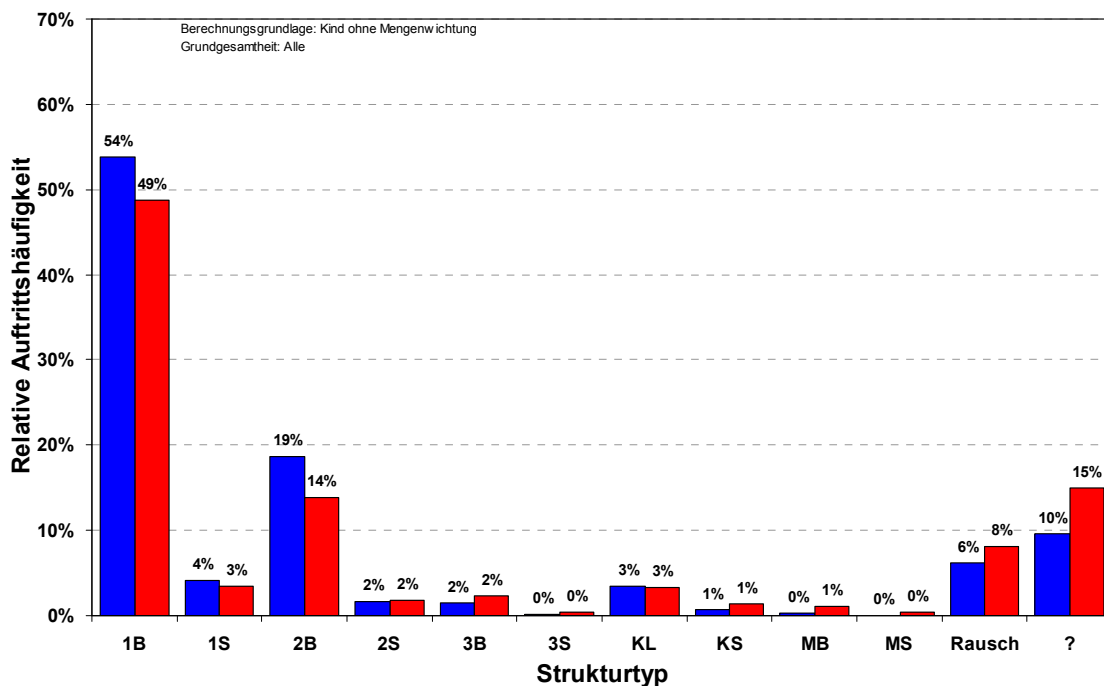


Abbildung 3-7: Relative Auftrittshäufigkeit der untersuchten Strukturtypen der Säuglingsschreie zum zweiten Aufnahmezeitpunkt. Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Strukturtypen für die Schreie der VAG-Gruppe (blau) und der undifferenzierten Secti-Gruppe (rot)

Nachfolgend sind die beiden Secti-Gruppen PS und SS wiederum separat analysiert und jeweils mit der VAG-Gruppe verglichen worden. Dabei sind die komplexen Strukturen auch hier wieder nach rhythmischen Aspekten in SMB- und MB-Strukturen unterschieden worden.

Ein Vergleich zwischen VAG-Gruppe und PS-Gruppe ist in Abbildung 3-8 dargestellt. Wie bereits beim ersten Aufnahmezeitpunkt sichtbar (Abbildung 3-4) findet man auch zu diesem Zeitpunkt eine hohe relative Auftrittshäufigkeit von 1B-Strukturen (VAG: 61 %, PS: 56 %). Auffallend das niedrigere Niveau der 1B-Strukturen verglichen mit der VAG-Gruppe. Des Weiteren zeigt sich jetzt eine identische relative Häufigkeit von MB-Strukturen in beiden Gruppen (24 %).

Die erreichte gleiche relative Häufigkeit bei den MB-Strukturen wurde durch einen Entwicklungssprung in der VAG Gruppe innerhalb der ersten Lebensstage erreicht (von 11 % auf 24 %). In der gleichen Zeit hat die PS-Gruppe eine Steigerung von 16 % auf 24 %, also gleichermaßen eine Entwicklung gezeigt.

Die SMB-Strukturen sind in beiden Gruppen leicht zurückgegangen, bei der VAG-Gruppe um 2 %, bei der PS-Gruppe um 5 %.

Die relative Auftrittshäufigkeit der SMB-Strukturen ist in der PS-Gruppe mit 10 % nur 2 % höher verglichen zur VAG-Gruppe. Dysphonische Strukturen kommen jetzt nur noch mit einer relativen Auftrittshäufigkeit von 7 % in der VAG-Gruppe vor, auch diesbezüglich ein enormer Entwicklungssprung in dieser Gruppe. Bei der PS-Gruppe steigt die relative Häufigkeit dysphonischer Strukturen im Vergleich zum ersten Aufnahmezeitpunkt um 3 %.

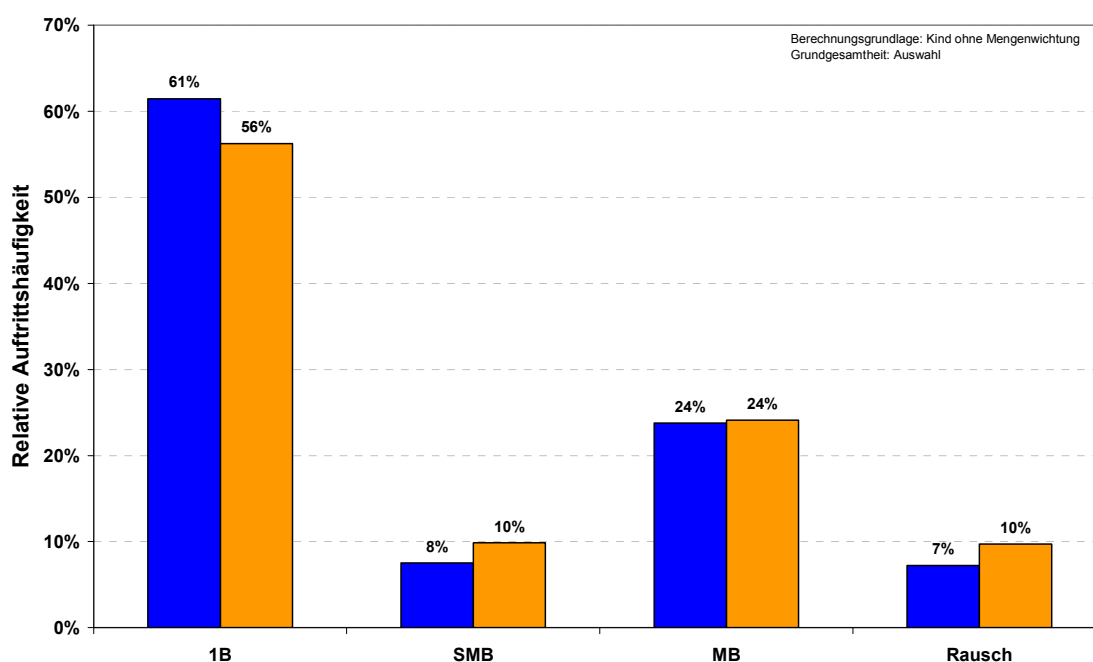


Abbildung 3-8: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenenenschreien zwischen der VAG-Gruppe (blau) und der PS-Gruppe (orange) zum 2. Aufnahmezeitpunkt

Führt man den korrespondierenden Vergleich zwischen VAG-Gruppe und SS-Gruppe durch, deuten sich, bei wiederum generell hoher Ähnlichkeit einige Unterschiede an.

Abbildung 3-9 zeigt die relativen Auftrittshäufigkeiten der einzelnen Strukturmerkmale der Neugeborenenenschreie der VAG-Gruppe und SS-Gruppe. Bei einem Vergleich fällt auch hier die unverändert hohe relative Auftrittshäufigkeit von 1B-Strukturen in beiden Gruppen auf (62 %).

Unterschiede in der relativen Auftrittshäufigkeit der untersuchten Melodiestructuren finden sich bei Betrachten der komplexen Strukturen.

Das sehr häufige Vorkommen von SMB-Strukturen bei der SS-Gruppe in den ersten 12 Stunden (Abbildung 3-5) postnatal hat sich nach folgenden 48-72 Stunden normalisiert (Abbildung 3-9). Zum zweiten Aufnahmezeitpunkt kommen diese Strukturen in den Schreien der SS-Gruppe nur noch zu 9 % vor und liegen damit in ihrer Auftrittshäufigkeit größenordnungsmäßig im Bereich der VAG-Gruppe und PS-Gruppe. Ebenso wie in der VAG- und PS-Gruppe zeigt auch die SS-Gruppe eine Zunahme der Häufigkeit der MB-Strukturen um 6 % im Vergleich zum ersten Aufnahmezeitpunkt. Die Zunahme ist allerdings geringer als bei der PS- und VAG-Gruppe.

Die relative Auftrittshäufigkeit dysphonischer Schreie ist um 4 % in der SS-Gruppe angestiegen.

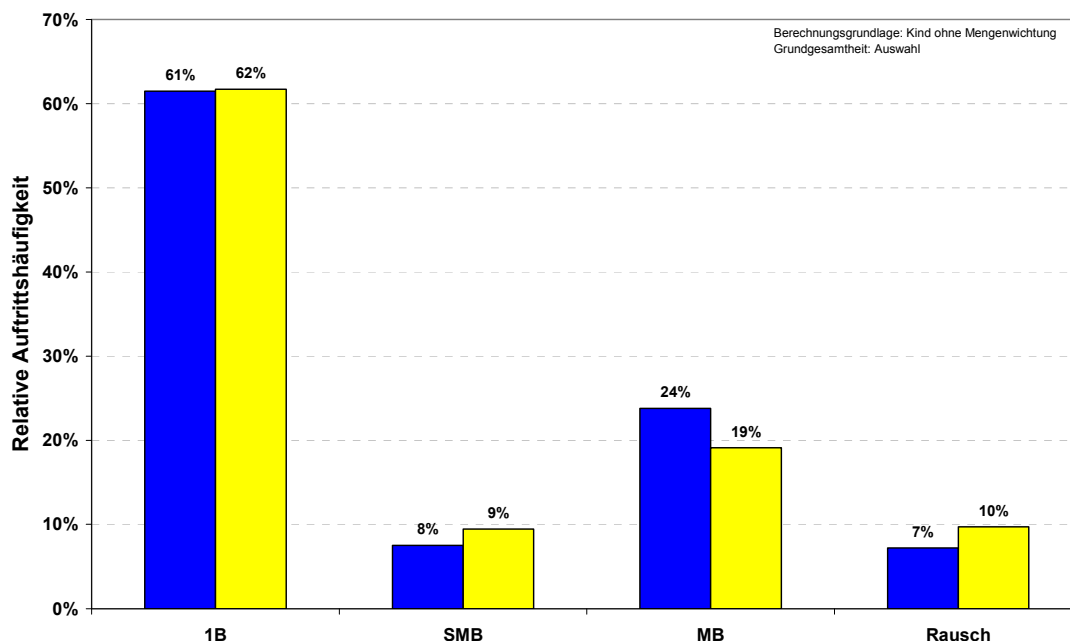


Abbildung 3-9: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenen schreien zwischen der VAG-Gruppe (blau) und der SS-Gruppe (gelb) zum 2. Aufnahmezeitpunkt

Abbildung 3-10 kontrastiert die Unterschiede zwischen PS- und SS-Gruppe bezüglich der relativen Auftrittshäufigkeiten der Strukturtypen noch einmal. In beiden Gruppen findet man eine vergleichbare hohe relative Auftrittshäufigkeit von SMB-Strukturen (PS: 10 %, SS: 9 %) und einen identischen Anteil von Rausch (10 %). Unterschiede finden sich in der relativen Auftrittshäufigkeit von MB-Strukturen, welche eine um 5 % höhere, relative Auftrittshäufigkeit in der PS-Gruppe aufweisen (PS: 24 %, SS: 19 %), die gleichzeitig in der 1B-Strukturhäufigkeit niedrige Werte hat (6 % weniger 1B).

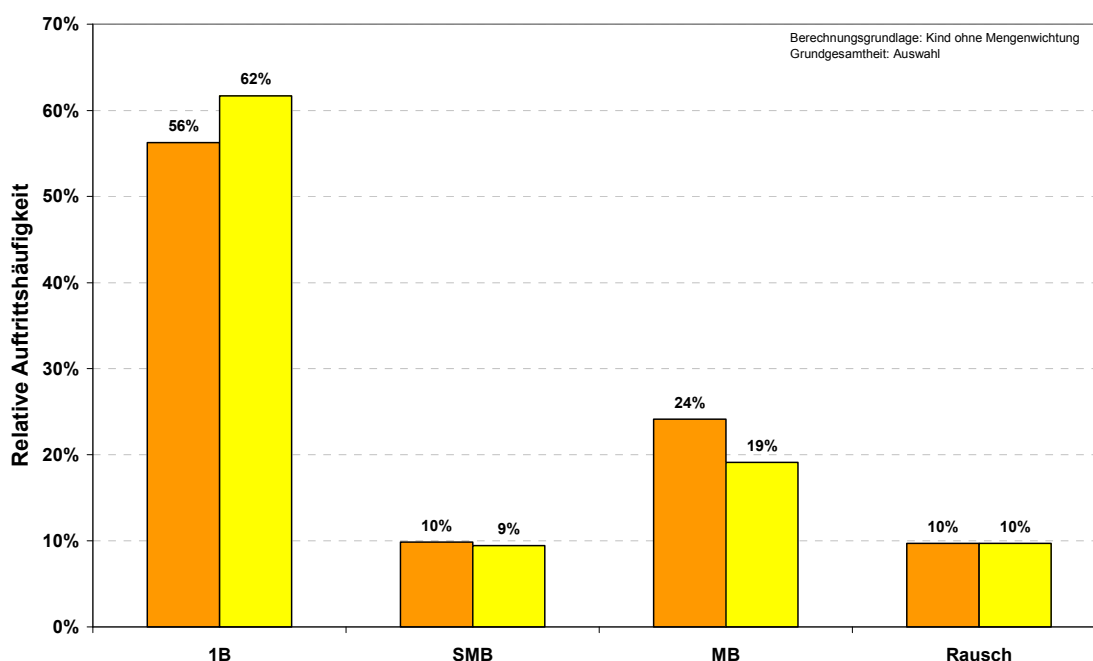


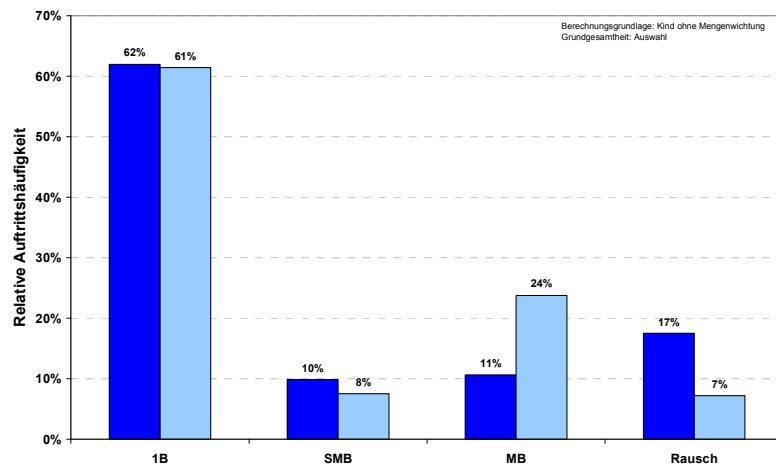
Abbildung 3-10: Vergleich der relativen Auftrittshäufigkeiten einfacher, segmentierter und nicht-segmentierter komplexer sowie dysphonischer Strukturtypen in den Neugeborenen schreien zwischen der PS-Gruppe (orange) und der SS-Gruppe (gelb) zum 2. Aufnahmezeitpunkt

### 3.2.1.3 Veränderung der Melodistruktur vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt

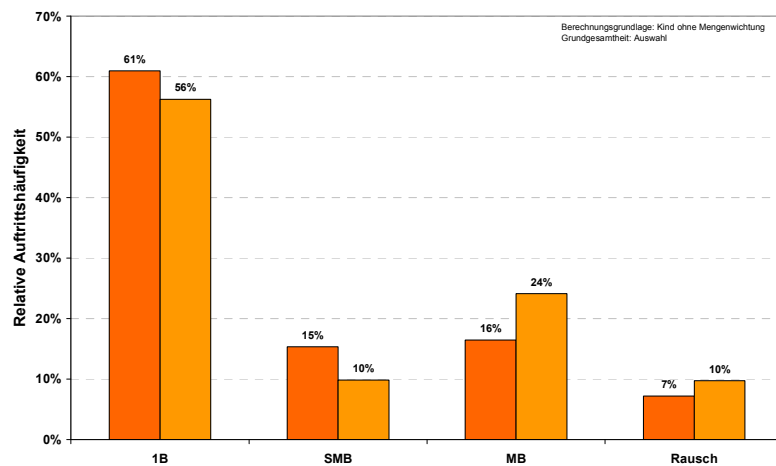
Nachdem in den zwei vorliegenden Kapiteln die beobachteten Melodistrukturtypen für die beiden Aufnahmezeitpunkte hauptsächlich isoliert betrachtet wurden, sollen an dieser Stelle Veränderungen über die Beobachtungszeit zusammengefasst werden.

Bei einem Vergleich der aufgetretenen Melodiestrukturen vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt erkennt man eine Zunahme komplexer Melodiestrukturen (SMB, MB) in zwei Modusgruppen, VAG und PS (Abbildung 3-11).

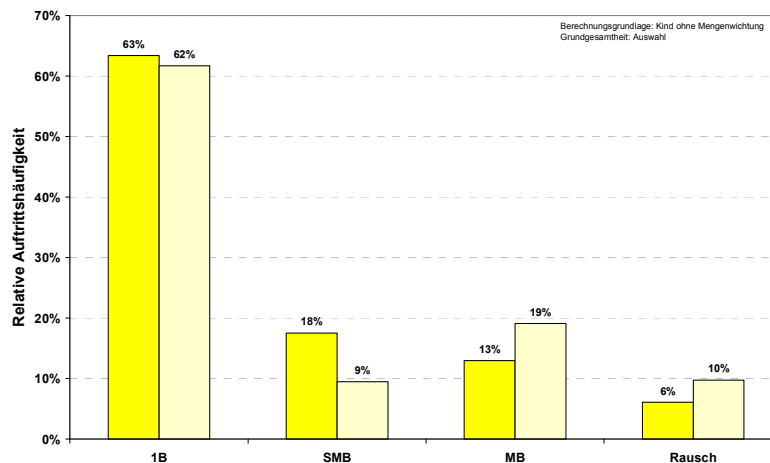
Die SS-Gruppe zeigt eine geringfügige Abnahme von 31 %-28 %, bedingt durch die Zunahme dysphonischer Schreie von 6 % auf 10 % (Abbildung 3-11c). Übereinstimmend kommt es im Untersuchungszeitraum in allen drei Gruppen zu einer Zunahme von Schreien die eine komplexe mehrböigige Melodiestruktur (MB) aufweisen, während die segmentierten komplexen Melodien (SMB) etwas weniger häufig erzeugt werden.



(a) VAG-Gruppe



(b) PS-Gruppe



(c) SS-Gruppe

Abbildung 3-11: Veränderung der relativen Auftrittshäufigkeit verschiedener Melodiestructuren vom ersten (dunkle Farbe) zum zweiten (helle Farbe) Aufnahmezeitpunkt bei der VAG-Gruppe (a), der PS-Gruppe (b) und der SS-Gruppe (c)

Über den Untersuchungszeitraum sind auch Veränderungen bezüglich des Auftretens phonatorischer Rauschelemente bzw. komplett dysphonischer Schreie beobachtet worden.

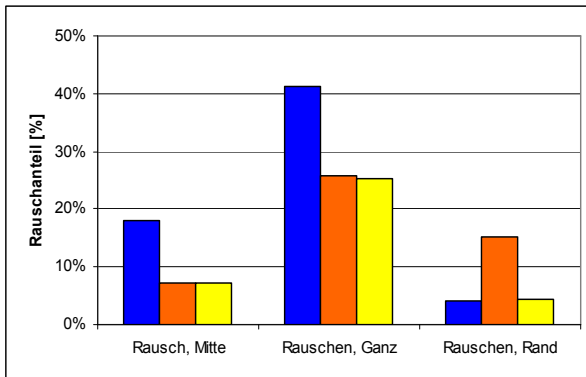
Neben einer Analyse vollständig „verrauschter“, also dysphonischer Schreie („Rauschen, ganz“) wurden auch kürzere Rauschelemente in den anderen Schreien untersucht (vgl. Kapitel 2.4.2). Dabei wurden phonatorische Rauschelemente am Anfang und/oder Ende einer Melodie vermerkt und solche, die in der Melodiemitte auftreten („Rauschen, Rand“ bzw. „Rauschen, Mitte“).

Wegen der rein qualitativen Auswertung dieser Elemente wird lediglich eine Häufigkeitsgrafik dargestellt und auf eine weitere statistische Auswertung verzichtet (Abbildung 3-12).

Man erkennt vor allem eine Abnahme dysphonischer Schreie vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt in allen drei Modusgruppen.



(a)



(b)

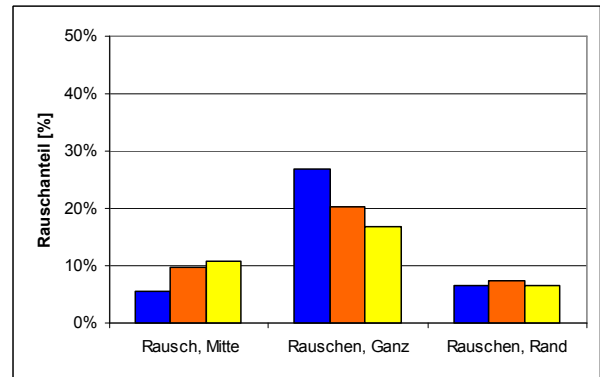


Abbildung 3-12: Phonatorisches Rauschen zum ersten (a) und zweiten (b) Aufnahmezeitpunkt. (VAG-Gruppe: blau, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: gelb)

### 3.2.1.4 Charakterisierung des Grades der erreichten Melodiekomplexität anhand des MCI-Indexes

Die beobachtete Zunahme der Fähigkeit der Neugeborenen komplexe Melodiestrukturen in ihren Schreien zu erzeugen, wurde mit Hilfe einer geeigneten, dimensionslosen Maßzahl, dem Melodiekomplexitätsindex (MCI) (vgl. Kapitel 2.5), auch quantitativ charakterisiert.

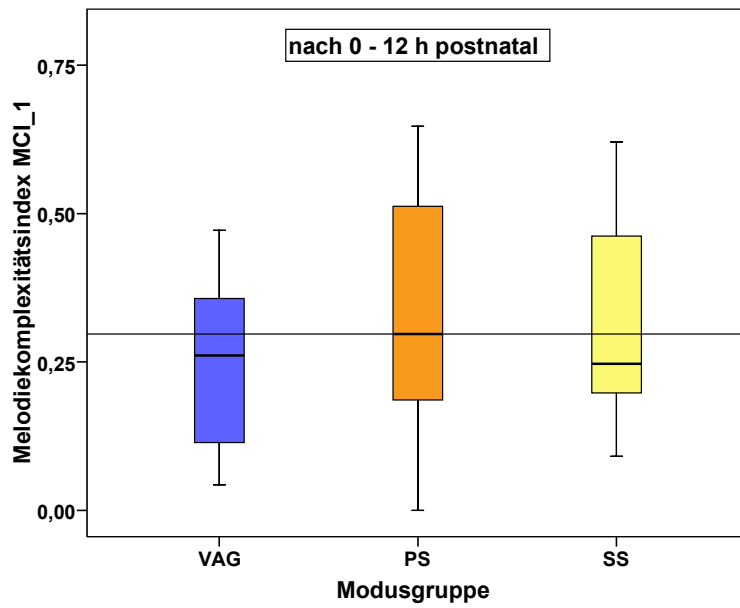
Der MCI wurde zunächst für jedes Neugeborene und jeden Aufnahmezeitpunkt separat berechnet und dann modusgruppenspezifisch gemittelt (Tabelle 3.4).

**Tabelle 3.4: Deskriptive Analyse des MCI zum ersten und zweiten Aufnahmezeitpunkt**

<b>VAG-Gruppe</b>	<b>MCI-1 (0-12 h)</b>	<b>MCI-2 (48-72 h)</b>
Mittelwert ± SD	0,245 ± 0,153	0,335 ± 0,138
Standardfehler	0,042	0,038
Median	0,261	0,378
Minimum	0,043	0,135
Maximum	0,472	0,613
<b>PS-Gruppe</b>	<b>MCI-1, 1. Aufnahmezeitpunkt (0-12 h)</b>	<b>MCI-2, 2. Aufnahmezeitpunkt (48-72 h)</b>
Mittelwert ± SD	0,330 ± 0,195	0,365 ± 0,214
Standardfehler	0,049	0,053
Median	0,297	0,319
Minimum	0,0	0,0
Maximum	0,647	0,933
<b>SS-Gruppe</b>	<b>MCI-1, 1. Aufnahmezeitpunkt (0-12 h)</b>	<b>MCI-2, 2. Aufnahmezeitpunkt (48-72 h)</b>
Mittelwert ± SD	0,318 ± 0,172	0,316 ± 0,217
Standardfehler	0,05	0,063
Median	0,247	0,285
Minimum	0,091	0,0
Maximum	0,621	0,773

Die abgebildeten Boxplotdiagramme (Abbildung 3-13 a, b) visualisieren die Ergebnisse des Gruppenvergleichs. Sie zeigen tendenzielle Unterschiede, die jedoch aufgrund der relativ geringen Fallzahlen bei einer hohen inter-individuellen Variabilität statistisch nicht signifikant sind.

(a)



(b)

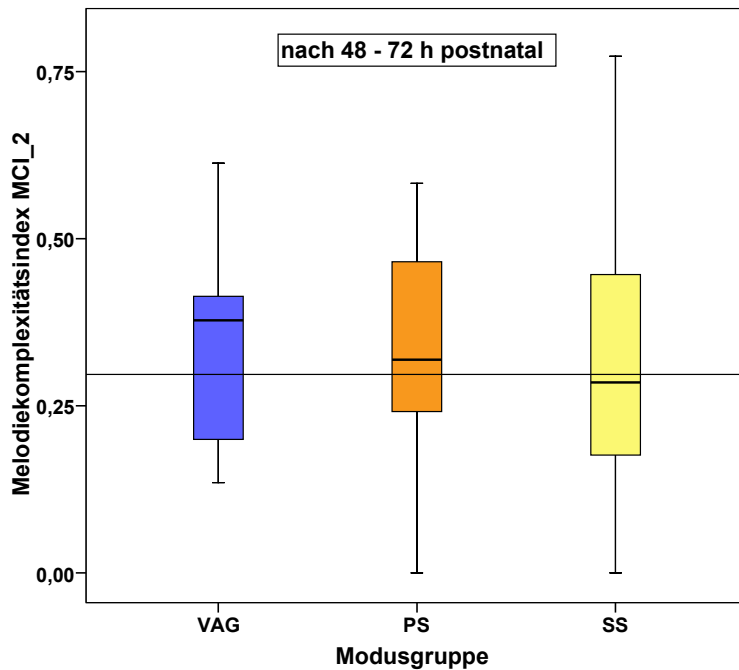


Abbildung 3-13: MCI für die drei Modusgruppen für den ersten (a), und zweiten Aufnahmezeitpunkt (b). Eine vertikale Orientierungslinie wurde beim Medianwert (0,3) der PS-Gruppe zum ersten Aufnahmezeitpunkt gesetzt.

Den höchsten MCI und damit den durchschnittlich höchsten Anteil an komplexen Schreimelodien zeigt die PS-Gruppe innerhalb der ersten 12 h postnatal (Tabelle 3.4, Abbildung 3-13). Die Medianwerte der beiden anderen Gruppen liegen bei kleineren MCI-Werten. (vgl. auch Orientierungslinie in Abbildung 3-13). Der Medianwert der SS-Gruppe ist dabei geringer als der der VAG-Gruppe (0,247 versus 0,261). Es wurden keine statistisch signifikanten Medianwertunterschiede zwischen den Gruppen gefunden.

(t-Test für unabhängige Stichproben: VAG/PS:  $p= 0,21$ ; VAG/SS:  $p= 0,28$ ; PS/SS:  $p= 0,86$ ).

Allerdings haben zwei Kinder der PS-Gruppe einen MCI von 0 zum ersten bzw. zweiten Aufnahmezeitpunkt. Nimmt man diese beiden Kinder aus der Testung heraus und vergleicht die restlichen 14 Kinder mit den 13 Kindern der VAG-Gruppe bezüglich des MCI sinkt der p-Wert auf 0,068 ab (t-Test bei unabhängigen Stichproben). Damit wurde eine deutliche Tendenz zu höheren MCI-1 Werten in der PS-Gruppe gefunden.

Zum zweiten Aufnahmezeitpunkt, 48-72 h postnatal, hat sich die Situation deutlich verändert. Der MCI-Medianwert der VAG-Gruppe ist am größten, gefolgt von dem der PS-Gruppe und dann der SS-Gruppe. In allen drei Gruppen wurde eine Zunahme des MCI-Medianwertes beobachtet, wenn auch mit unterschiedlichem Ausmaß. Signifikante Medianwertunterschiede bezüglich des MCI-Wertes wurden auch zum zweiten Aufnahmezeitpunkt nicht gefunden.

(t-Test für unabhängige Stichproben: VAG/PS:  $p= 0,34$ ; VAG/SS:  $p= 0,89$ ; PS/SS:  $p= 0,74$ ).

Eine Analyse der Veränderung innerhalb der drei Modusgruppen von erstem zum zweiten Aufnahmezeitpunkt lieferte ebenfalls keine statistischen Signifikanzen. In der VAG-Gruppe zeigte sich allerdings eine deutliche Entwicklungstendenz mit einem p-Wert von 0,096 (t-Test für gepaarte Stichproben: PS:  $p= 0,53$ , SS:  $p= 0,98$ , VAG:  $p= 0,096$ ).

Auch statistisch signifikante geschlechtsspezifische Medianwertunterschiede im MCI wurden zu keinem der beiden Aufnahmezeitpunkte gefunden.

### **3.2.2 Ergebnisse der quantitativen Analyse einzelner Melodieparameter**

Neben der Analyse der Melodiestructur insgesamt wurden ebenfalls einzelne, ausgewählte Melodieparameter untersucht.

Es wurden die mittlere Grundfrequenz, die mittlere Schreilänge (Einzelschreilänge) sowie der mittlere Hub (Frequenz-Modulations-Amplitude) der Melodie ausgewertet.

#### **3.2.2.1 Auswertung der mittleren Grundfrequenz**

Die mittlere Grundfrequenz der Schreie sowie die im Schreien auftretenden  $F_0$ -Maximalwerte sind wichtige Größen bei der Auswertung von Schreisignalen (VGL. LESTER & BOUKYDIS 1986). Sie liefern zusätzliche Informationen über die laryngeale Regelleistung. Bei den hier untersuchten Neugeborenen fanden sich in der mittleren Grundfrequenz ( $F_0$ ) ihrer Schreie zu beiden Aufnahmezeitaltern keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Modusgruppen (Tabelle 3.5):

t-Test für unabhängige Stichproben (0-12h, 1. Aufnahmeintervall):

VAG/PS:  $p= 0,955$ ; VAG/SS:  $p= 0,303$ ; PS/SS:  $p= 0,205$ .

t-Test für unabhängige Stichproben (48-72h, 2. Aufnahmeintervall):

VAG/PS:  $p= 0,551$ ; VAG/SS:  $p= 0,650$ ; PS/SS:  $p= 0,142$ .

Zwischen beiden Aufnahmezeitpunkten gab es ebenfalls keine Unterschiede in der mittleren Grundfrequenz ( $F_0$ ) innerhalb der drei Gruppen.

(t-Test für gepaarte Stichproben: PS:  $p= 0,796$ , SS:  $p= 0,899$ , VAG:  $p= 0,162$ ).

**Tabelle 3.5: Deskriptive Analyse der mittleren Grundfrequenz der Neugeborenen schreie**

VAG-Gruppe	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )	
	(0-12 h)	(48-72 h)
Mittelwert ± SD [Hz]	411 ± 53	398 ± 61
Standardfehler [Hz]	15	17
Median [Hz]	405	390
Minimum [Hz]	340	310
Maximum [Hz]	535	541
PS-Gruppe	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )	
	(0-12 h)	(48-72 h)
Mittelwert ± SD [Hz]	410 ± 36	408 ± 34
Standardfehler [Hz]	9	8
Median [Hz]	407	418
Minimum [Hz]	355	345
Maximum [Hz]	471	450
SS-Gruppe	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )	
	(0-12 h)	(48-72 h)
Mittelwert ± SD [Hz]	390 ± 47	388 ± 37
Standardfehler [Hz]	13	10
Median [Hz]	387	380
Minimum [Hz]	309	344
Maximum [Hz]	469	466

### **3.2.2.2 Auswertung der mittleren Einzelschreilänge**

Für die Auswertung der „Schreilänge“ wurden zusätzlich zur Analyse der Gesamtstrukturen separate Berechnungen für die einfachen Melodien (1B-Strukturen) für jedes Kind vorgenommen (vgl. Kapitel 3.2.1).

Ein Grund dafür ist die überwiegende Präsenz von 1B-Strukturen in den Neugeborenen schreien zu beiden Aufnahmezeitpunkten. Zusätzlich sollten dadurch Abweichungen, die durch eine Beeinflussung der Schreilänge durch die jeweilige Melodiestructur entstehen könnten (MICHELSSON 2002), umgangen werden. Folgend wurden die erhaltenen Mittelwerte zu einem arithmetischen Mittelwert der Signallänge pro Kind zusammengefasst und dann in die Gruppenanalyse einbezogen (Tabelle 3.6).

Generell wird sichtbar, dass sich bei der Auswertung der Einzelschreilänge unabhängig vom jeweiligen Melodiestructurtyp ein ähnlicher Entwicklungsverlauf zeigt (Tabelle 3.6).



**Tabelle 3.6: Deskriptive Analyse der Einzelschreilänge für alle Strukturentypen, sowie zusätzlich separat für Schreie mit dem Strukturtyp 1B zu beiden Aufnahmezeitpunkten**

	VAG		PS		SS	
	0-12 h	48-72 h	0-12 h	48-72 h	0-12 h	48-72 h
<b>Gesamtstrukturen</b>						
Mittelwert + SD [ms]	929 ± 308	846 ± 235	908 ± 269	987 ± 377	959 ± 247	957 ± 254
Standardfehler [ms]	93	71	67	94	74	77
Median [ms]	867	774	894	941	1024	949
Minimum [ms]	499	537	397	449	578	472
Maximum [ms]	1334	1360	1418	1962	1279	1283

	VAG		PS		SS	
	0-12 h	48-72 h	0-12 h	48-72 h	0-12 h	48-72 h
<b>1B-Strukturen</b>						
Mittelwert + SD [ms]	709 ± 225	635 ± 145	709 ± 189	751 ± 211	761 ± 199	705 ± 185
Standardfehler [ms]	62	40	47	53	57	53
Median [ms]	656	597	667	716	735	751
Minimum [ms]	396	459	443	448	467	413
Maximum [ms]	1023	941	1151	1191	1114	961

Abbildung 3-14 demonstriert graphisch den Variationsbereich der durchschnittlichen Schreilänge in den drei Modusgruppen für beide Aufnahmezeitpunkte. Eine Testung nach Shapiro-Wilk auf Normalverteilung ergab bis auf die PS-Gruppe zum zweiten Aufnahmezeitpunkt für alle anderen Gruppen und Aufnahmeintervalle eine hinreichende Normalverteilung.

Auffallend ist die ähnliche durchschnittliche Schreilänge der PS- und VAG-Gruppe (908 versus 929 ms) zum ersten Aufnahmezeitpunkt. Bei Auswertung der 1B-Strukturen zeigen sich sogar identische durchschnittliche Schreilängen (709 ms). Dahingegen findet sich eine geringfügig längere durchschnittliche Einzelschreilänge in der SS-Gruppe für den ersten Aufnahmezeitpunkt. Diese Unterschiede erwiesen sich nach Testung als statistisch nicht signifikant:

t-Test für zwei unabhängige Stichproben (0-12 h): PS/SS:  $p= 0,620$ ; VAG/PS:  $p= 0,846$ ; VAG/SS:  $p= 0,808$ .

Im zweiten Aufnahmeintervall gefundene geringe Mittelwertunterschiede erwiesen sich ebenfalls als statistisch nicht signifikant:

t-Test für unabhängige Stichproben (48-72 h): VAG/SS:  $p= 0,496$ , Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben: VAG/PS:  $p= 0,405$ ; PS/SS:  $p= 0,816$ .

Es konnte ebenfalls keine statistisch signifikante Veränderung der durchschnittlichen Einzelschreilänge vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt innerhalb der Gruppen gemessen werden.

t-Test bei gepaarten Stichproben (erster zu zweiter Aufnahmezeitpunkt): VAG:  $p= 0,264$ ; SS:  $p= 0,978$ , Wilcoxon-Test bei gepaarten Stichproben: PS:  $p= 0,796$ .

Bei statistischer Auswertung der 1B-Strukturen ergaben sich ähnliche Verhältnisse.

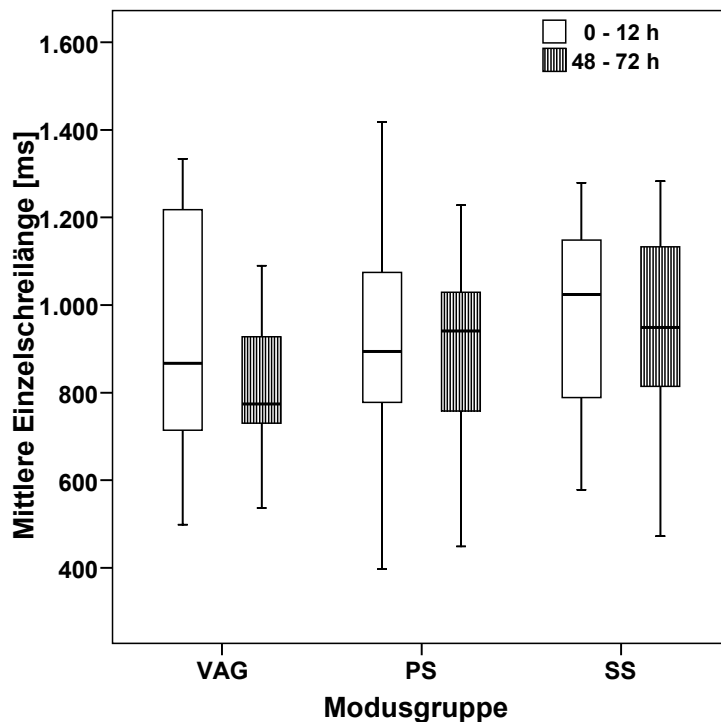


Abbildung 3-14: Boxplotdiagramm der gemessenen mittleren Einzelschreilängen in den drei Modusgruppen zu beiden Aufnahmezeitpunkten

### 3.2.3 Auswertung der Frequenzmodulationsamplitude (Gesamthub)

Für die Berechnung des mittleren Gesamthubes der Melodien wurde für jede einzelne Melodie die Differenz zwischen Maximalwert und Minimalwert von  $F_0$  berechnet und anschließend die Werte pro Kind geometrisch gemittelt. Diese Kindmittel wurden dann noch einmal spezifisch für jede Modusgruppe gemittelt (Tabelle 3.7).

Auch hier wurde, wie bereits bei der mittleren  $F_0$  und Schreilänge eine Untersuchung unabhängig vom Strukturtyp der Melodie sowie zusätzlich nur für 1B-Strukturen durchgeführt.

**Tabelle 3.7: Deskriptive Analyse des durchschnittlichen Melodiehubes (FM-Amplitude)**

Gesamtstrukturen	VAG		PS		SS	
	0 – 12 h	48 – 72 h	0 – 12h	48 – 72h	0 – 12 h	48– 72 h
	Mittelwert + SD [Hz]	147 ± 48	125 ± 45	143 ± 52	136 ± 48	121 ± 36
Standardfehler [Hz]	13	12	13	12	10	7,3
Median [Hz]	140	111	139	129	112	95
Minimum [Hz]	104	73	61	86	85	66
Maximum [Hz]	293	212	294	286	204	148

1B-Strukturen	VAG		PS		SS	
	0 – 12 h	48 – 72 h	0 – 12h	48 – 72h	0 – 12 h	48 – 72 h
	Mittelwert + SD [Hz]	166 ± 35	147 ± 41	165 ± 32	154 ± 21	170 ± 44
Standardfehler [Hz]	10	11	8	5	13	7
Median [Hz]	163	141	160	152	167	122
Minimum [Hz]	104	91	123	113	112	101
Maximum [Hz]	239	242	244	190	256	178

Nur die SS-Gruppe zeigt bezüglich des durchschnittlichen Melodiehubes für beide Aufnahmezeitpunkte eine Normalverteilung.

Zum ersten Aufnahmezeitpunkt zeigen VAG-Gruppe und PS-Gruppe einen auffallend ähnlichen durchschnittlichen Melodiehub (147 Hz versus 143 Hz). Geringer ist der durchschnittliche Melodiehub in der SS-Gruppe (121 Hz). Eine statistische Testung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den

Modusgruppen. Der Unterschied zwischen VAG- und SS-Gruppe zeigt eine deutliche Tendenz erreicht jedoch nicht die Signifikanzgrenze.

Mann-Whitney-Test (0-12h): PS/SS:  $p= 0,178$ ; VAG/PS:  $p= 0,930$ ; VAG/SS:  $p= 0,082$ .

Dahingegen finden sich zum zweiten Aufnahmezeitpunkt Unterschiede im durchschnittlichen Melodiehub zwischen den drei Modusgruppen. In diesem Zeitintervall weist die PS-Gruppe den höchsten durchschnittlichen Melodiehub (136 Hz) auf, der niedrigste durchschnittliche Melodiehub wurde wiederum für die SS-Gruppe gemessen (102 Hz). Der Unterschied zwischen PS- und SS-Gruppe erwies sich in der statistischen Auswertung als signifikant:

Mann-Whitney-Test (48-72h): PS/SS:  $p= 0,033$ ; VAG/PS:  $p= 0,313$ ; VAG/SS:  $p= 0,276$ .

In allen drei Modusgruppen zeigt sich ein Trend zur Abnahme des Gesamthubes vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt (Wilcoxon-test: VAG:  $p= 0,408$ , PS:  $p= 0,075$ , t-Test: SS:  $p= 0,034$ ). Dabei findet sich die größte Abnahme des Gesamtmelodiehubes in der Gruppe der vaginalen Entbindungen, die geringste Abnahme kann man bei der PS-Gruppe erkennen, welche im Median auf einem ähnlichen Level bleibt. Diese Abnahme des Gesamthubes erwies sich jedoch nur innerhalb der SS-Gruppe als statistisch signifikant.

Bei separater Betrachtung des Bogenhubs bei dem Vorherrschen von einfachen Melodien des Typ 1B wurde gleichermaßen eine Abnahme vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt gefunden.

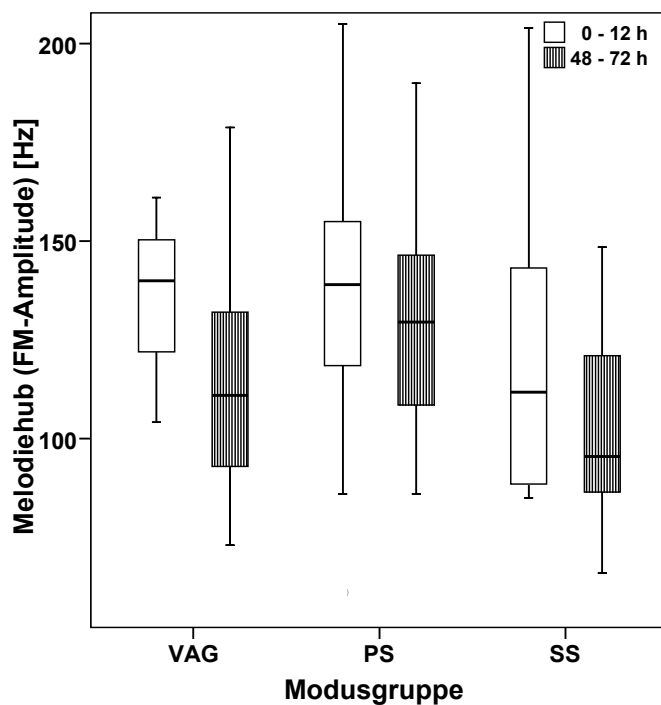


Abbildung 3-15: Mittelwert des Gesamthubs für die drei Modusgruppen zu den zwei Aufnahmezeitpunkten

### 3.3 Beschreibung von beobachteten Unterschieden im „Schreiverhalten“ bei den verschiedenen Geburtsmodi

Wie man den Aufnahmeprotokollen, Anmerkungen in den Patientenkurven sowie Beobachtungen der Eltern entnehmen kann, gibt es ein unterschiedliches „Schreiverhalten“ nach den jeweiligen Geburtsmodi. Diese unterschiedlichen Verhaltensweisen sollen aus Sicht der Autorin vorliegender Arbeit kurz erwähnt werden.

In der Gruppe der spontanen Geburten findet man ein sehr inter-individuell variables Schreiverhalten. Die Neugeborenen weinen in der Regel beim Wickeln und Versorgen. Als besonders unangenehm scheinen sie den durch das Ausziehen bedingten Kältereiz zu empfinden. Ein weiterer Grund ist Hunger. In den Zwischenzeiten schläft das Neugeborene häufig und verhält sich vorwiegend ruhig. Die „wachen“ Phasen, in der eine Schreiaufnahme

möglich ist, sind sehr kurz, die Zeit des spontanen Schreiens beträgt nur wenige Minuten.

Während der zweiten Aufnahme am 3./4. Lebenstag waren die Neugeborenen erregbarer und wacher. Die Lautäußerungen haben sich bereits klanglich verändert und „Schreiphasen“ halten länger an. Man erkennt bereits eine Zunahme der Vigilanz und des Interesses an der Umgebung.

Bei der Gruppe der primären Sectiones unterscheidet sich das Schreiverhalten innerhalb der ersten Lebenstage nach der Geburt von dem der beiden anderen Modusgruppen recht deutlich. Der Geburtsschrei ist in der Intensität vermindert und nur kurz. Im Verlauf der ersten Stunden ist das Neugeborene meist schläfrig und auch durch Reize wie Stimmen im Hintergrund, ärztliche Untersuchungen bzw. Wickeln, Kälte wenig stimulierbar.

In dieser Gruppe konnten bei den Schreiaufnahmen nur mühsam eine genügende Anzahl auswertbarer Schreie aufgezeichnet werden. Es entstanden oft längere Pausen, in denen das Neugeborene ruhig lag, bevor es wieder anfang Lautäußerungen zu produzieren. Die Kinder sind in diesen Zwischenzeiten („Pausen“) meist nicht richtig wach, schlafen aber auch nicht. Auch hier sind zum Zeitpunkt der zweiten Aufnahme die Lautäußerungen des Neugeborenen im Vergleich zu den ersten Lebensstunden häufiger und kräftiger. Subjektiv kann die Autorin eine deutliche Erholung vom ersten zum dritten Tag erkennen.

Die Gruppe der Neugeborenen, die per sekundärer Sectio geboren wurden, teilt sich in zwei Extreme. Direkt nach der Geburt kommt mitunter ein hoher Erregungszustand vor (ALBACH 1999), der bis zu zwei Stunden anhalten kann. In dieser Phase schreien manche Neugeborene ununterbrochen, ausdauernd und lang. Anschließend folgt eine Phase der Erschlaffung, in der die Neugeborenen sehr schläfrig sind. Die Autorin konnte beobachten, dass diese Gruppe der Neugeborenen sehr leicht irritierbar und erregbar ist.

Das andere Extrem ist ein Zustand der Erschöpfung. Die Neugeborenen wirken, durch die Geburt beansprucht, in ihrem Allgemeinzustand reduziert und muskelhypoton.

Bei dieser Gruppe ist die subjektiv beobachtete Erholung vom ersten Aufnahmeintervall (0-12h) zum zweiten Aufnahmeintervall (48-72h) am auffälligsten. Trotz der schwierigen Umstände bei der Geburt scheinen sich diese Neugeborenen erstaunlicherweise gut und zügig an das extrauterine Leben zu adaptieren.



## **4 Diskussion**

Die hier durchgeführte Arbeit hatte das Ziel, anhand einer akustischen Analyse ausgewählter Melodieeigenschaften von Neugeborenen schreien zu untersuchen, ob sich Neugeborene innerhalb der ersten drei Lebenstage nach vaginaler beziehungsweise abdomineller Entbindung (VAG, PS, SS) in ihrer frühesten vorsprachlichen Entwicklung unterscheiden. Die theoretischen Begründungen für diesen Ansatz sind in Kapitel 1 dargestellt.

Um den unmittelbaren Einfluss des Geburtsmodus auf die Schreieigenschaften untersuchen zu können, wurden in der vorliegenden Arbeit bei der Auswahl der Probanden relativ strenge medizinische Kriterien angewandt (Kapitel 2.2). Dadurch sollte gewährleistet werden, dass nur medizinisch unauffällige Neugeborene untersucht werden, und der potentielle Einfluss des Geburtsmodus nicht durch andere Einflussfaktoren maskiert wird. Viele der in der Literatur angeführten Besonderheiten nach Kaiserschnittentbindung (vgl. Kapitel 1.1) wurden damit im hier untersuchten Probandenkollektiv automatisch ausgeschlossen. Damit schränkt sich zwar zum einen die Generalisierbarkeit der Ergebnisse ein, vernachlässigt man zunächst auch die relativ geringe Stichprobengröße, andererseits ermöglicht allein das gewählte Design eine klare Separation zwischen direkten und indirekten Auswirkungen des Geburtsmodus.

### **4.1 Melodiestrukturanalyse**

In der vorliegenden Arbeit stand die Melodiestruktur bei der Evaluierung der postnatalen Adaptation in Abhängigkeit vom Geburtsmodus im Fokus der Untersuchungen. Wie Wermke (2002) mit Hilfe einer Untersuchung monozygoter Zwillinge zeigen konnte, gibt es postnatal eine kontinuierliche, gesetzmäßige Melodieentwicklung im Säuglingsschrei. Sie belegte dabei, dass diese Entwicklung der Schreimelodien auf angeborenen Lautmustern beruht, die im Verlauf der vorsprachlichen Entwicklung unter Einfluss von

Lernprogrammen modifiziert, kombiniert und zu prosodischen Bausteinen der späteren Sprache entwickelt werden (WERMKE & MENDE 1994, 2009).

Die angeborenen einfachen Melodiegrundbausteine werden durch einböjige Melodiebögen repräsentiert. Durch Kombination solcher Bögen entstehen zum Beispiel doppel- oder dreiböjige Melodien als einfachste Formen der Kombinationsmuster und gleichzeitig der komplexen Melodiestrukturen. Die Bögen innerhalb eines Schreis (Lautproduktion innerhalb einer Expirationsphase) können zusätzlich durch kurzzeitige phonatorische Pausen der laryngealen Schwingungsphasen unterbrochen werden. Allein durch diese Elemente ergeben sich bereits viele Kombinationsmöglichkeiten, die komplexe Schreimelodien auszeichnen.

Die Umsetzung dieses Entwicklungsprogramms ist phänomenologisch ein Reifungsprozess.

Es ist nicht zu erwarten, dass sich ein robustes, angeborenes Entwicklungsprogramm durch äußere Einflüsse, wie zum Beispiel den Geburtsmodus, maßgeblich aus dem Konzept bringen lässt. Bedenkt man die geburtshilfliche Situation in den Vorzeiten der heutigen modernen Gynäkologie oder sogar diejenige unserer hominen Vorfahren, dann kann dieser Einfluss nur auf quantitative Größen beschränkt sein, nicht aber auf den primären Verlauf.

Dies wird auch dadurch belegt, dass Wermke (2002) eine hohe Konkordanz und Synchronizität zwischen monozygoten Zwillingen gleicher Paare bezüglich der Art der erzeugten Melodientypen im Schrei und deren absoluten Häufigkeit in einem bestimmten Alter fand. Auch demonstrierte sie die Fähigkeit der Zwillinge, die sich teilweise erheblich in den Geburtsmaßen und in ihrer postnatalen Adaptation unterschieden, zur hohen formähnlichen Reproduktion einzelner Melodientypen. Diese Befunde sind starke Argumente für die Beteiligung genetischer Faktoren an der Erzeugung der Melodiestrukturen und deren postnatale Modifikation nach einem internen Programm, dem „vorsprachlichen Entwicklungsprogramm“.

In Hypothese H1 wurde angenommen, dass die nach diesem Programm erwartete Entwicklung von einfachen hin zu komplexen Melodiemustern unmittelbar nach der Geburt beginnt. Es zeigte sich, dass alle Neugeborenen, unabhängig vom Geburtsmodus, zunächst überwiegend einfache Melodiegrundbausteine in Form einbögiger Melodien erzeugten.

Der relative Anteil solcher Melodietypen unterscheidet sich um weniger als 1% zwischen den Gruppen. Ein Beleg für die Universalität des postulierten Entwicklungsprogramms. Hypothese 1 konnte bestätigt werden.

Die nächsten Schritte im Entwicklungsprogramm bestehen in der Erzeugung einfacher Kombinationsmuster. Das Gehirn generiert solche Muster bereits nach einigen Stunden, wenn auch zunächst noch mit einer großen lokalen Variabilität (hohe Kurzzeitvariabilität von  $F_0$ ). Aufgrund der Robustheit des Entwicklungsprogramms findet sich dieser Schritt hin zur Erzeugung einfacher Kombinationsmuster in allen drei Gruppen. Dennoch kann man durch die „exogenen Randbedingungen“ quantitative Unterschiede erwarten. In Hypothese H2 wurde formuliert, dass sich die einzelnen Gruppen in ihrem relativen Anteil von Schreien mit komplexer Melodiestructur unterscheiden, wobei die höchste Melodiekomplexität in der VAG-Gruppe erwartet wurde.

Die Ergebnisse der Strukturanalyse, inklusive der quantitativen MCI-Auswertung, lieferten für die ersten 12 Stunden postnatal ein unerwartetes Bild: Die VAG-Gruppe zeigte gegenüber beiden Sectiogruppen einen deutlich geringeren Anteil komplexer Melodien. Während die VAG-Gruppe einen MCI von 0,245 aufweist, liegen die entsprechenden Werte für die PS- und SS-Gruppe bei 0,33 bzw. 0,32. Damit zeigten beide Sectiogruppen entgegen der Hypothese H2 deutlich mehr komplexe Melodien zum ersten Aufnahmezeitpunkt als die VAG-Gruppe. Auch wenn die Unterschiede aufgrund der kleinen Stichprobe nicht statistisch signifikant sind, implizieren sie die Annahme, dass die VAG-Gruppe unmittelbar postnatal stärker durch den Geburtsmodus beeinflusst wird als die beiden Sectiogruppen. Diese Interpretation wirkt auf den ersten Blick sehr fragwürdig, scheint aber auf Grundlage der Beobachtung des deutlich erhöhten Anteils von 2B- und 1S-

Strukturen in der PS- und der SS-Gruppe gegenüber der VAG-Gruppe als zutreffend. Beide Strukturkategorien repräsentieren die einfachsten Kombinationsmuster (Bogen – Bogen, Bogen – Pause – Bogen) im Entwicklungsprogramm der Komplexitätszunahme.

Dieses Ergebnis kann man möglicherweise damit erklären, dass sich die kurz nach der Geburt bestehende Überstimulation, hervorgerufen durch eine immense Hormonausschüttung während der Austreibungsphase (u.a. LAGERCRANTZ ET AL. 1986, WENDERLEIN 1994+1997), bei den vaginal entbundenen Neugeborenen zunächst negativ auf die Differenzierung der Melodiestructur auswirkt. Einen weiteren Einfluss könnte die Physiologie des Geburtsvorganges, wie z.B. die im Geburtskanal auf den kindlichen Kopf wirkende Kompression und die rhythmische Unterbrechung der Blutzufuhr insbesondere durch die Presswehen in der Endphase (siehe Lehrbücher der Gynäkologie: STAUBER & WEYERSTAHL, 2007, BÜHLING & FRIEDMANN, 2009, DIEDRICH, HOLZGREVE, JONAT, SCHNEIDER, SCHULTZE-MOSGAU, WEISS, 2007), ausüben. Der geringere Anteil komplexer Melodien, gepaart mit dem doppelt so hohen Anteil an dysphonen, verrauschten Schreien in der VAG-Gruppe im Vergleich zu den Sectiogruppen, deutet darauf hin, dass der vaginale Geburtsvorgang an den Kräften der Neugeborenen gezerrt hat. Das vorsprachliche Entwicklungsprogramm läuft zwar an, aber im Vergleich zu den durch die Geburt weniger physisch belasteten Neugeborenen der beiden Sectiogruppen mit gedrosselter Kraft. Beide Sectiogruppen zeigen daher einheitlich einen unerwartet frühen erhöhten Anteil komplexer Melodien, wie er nach dem von Wermke (2002) aufgestellten Entwicklungsprogramm typischerweise erst Tage später erwartet wird. Für die SS-Gruppe erklärt sich dies möglicherweise dadurch, dass nach heutigem Standard der sekundäre Kaiserschnitt bereits vor stattgefundenem extrauterinem Stress durchgeführt wird. Die am stärksten beeinflussende Phase der Presswehen wird nicht erreicht. Die Kopfkompensation ist weniger stark als bei der VAG-Gruppe.

Wie stellt sich diese Situation zum zweiten Aufnahmezeitpunkt dar? In Hypothese H3 wurde postuliert, dass sich gemäß dem angenommenen

Entwicklungsprogramm eine deutliche Zunahme des relativen Anteils komplexer Melodiestructuren insbesondere in der VAG-Gruppe findet. Diese Hypothese hat sich bestätigt, in der VAG-Gruppe zeigt sich zum zweiten Aufnahmezeitpunkt allein eine Zunahme der 2B und 1S-Strukturen um 10 %. In den beiden Sectiogruppen dagegen gibt es keine weitere deutliche Zunahme, im Gegenteil, diese beiden Strukturen kommen sogar etwas seltener vor (Abnahme um 2 %).

Außerdem zeigt die zusammengefasste Sectiogruppe plötzlich eine Zunahme der irregulären Melodien um 5 %, die keiner Strukturklasse zugeordnet werden können. Auch die dysphonen, komplett verrauschten Schreie kommen deutlich häufiger vor, während die VAG-Gruppe in diesen beiden Strukturklassen eine Abnahme zeigt. Diese qualitativen Unterschiede müssen dahingehend interpretiert werden, dass die VAG-Gruppe trotz „unterschiedlicher Startposition“ eine zügige und rasante Entwicklung der Melodie im Sinne der von Wermke & Mende postulierten Verläufe zeigt, während die Zunahme der Melodiekomplexität bei beiden Sectiogruppen weniger stark ausgeprägt ist. Zwar reflektiert sich der prinzipielle Programmablauf auch hier durch eine minimale Zunahme komplexer Strukturen (MCI-Anstieg) aber diese ist vergleichsweise sehr gering.

Damit ist der Entwicklungsspur in der VAG-Gruppe deutlich größer und reflektiert eine ausgesprochen schnelle perinatale Adaptation. Aufgrund der ungleichen Startbedingungen fällt es schwer eine vergleichende Aussage über die Adaptationsgeschwindigkeit der PS-Gruppe im Vergleich zur VAG-Gruppe anhand der Melodiestructur zu fällen, hierzu wäre eine weitere Untersuchung zwei bis drei Tage später erforderlich gewesen.

Was man allerdings aus den Befunden ableiten kann, ist die Beobachtung, dass sich der Adaptationsprozess in der SS-Gruppe im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen deutlich verzögert. Dieses zeigt sich insbesondere in einem Zurückfallen der SS-Gruppe hinter die beiden anderen Gruppen im Anteil der mehrböigen Melodien.

Insgesamt nimmt die Häufigkeit von Inspirationslauten und des Rauschanteils wie erwartet von der ersten zur zweiten Aufnahme hin in allen Gruppen ab. Dieses kann als Zeichen der erfolgreichen respiratorischen Adaptation gesehen werden. Es zeigten sich keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, was darauf zurückgeführt werden kann, dass in keiner der Gruppen gravierende Adaptationsstörungen festgestellt wurden.

Zusammenfassend fanden sich für die vorliegende Gruppe ausgewählter gesunder Neugeborener zwar geringfügige aber dennoch möglicherweise typische Unterschiede in der Melodiestructur. Dies belegt die Universalität und Robustheit des angeborenen vorsprachlichen Entwicklungsprogramms. Der Geburtsmodus wirkt sich nur auf quantitative Größen aus, die möglicherweise die unterschiedliche Geschwindigkeit der ablaufenden Adaptationsvorgänge reflektieren. Dabei konnte im Untersuchungszeitraum kein entscheidender Unterschied zwischen VAG- und PS-Gruppe gefunden werden. Die SS-Gruppe dagegen unterscheidet sich deutlich in ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit von den beiden Gruppen.

#### **4.2 Mittlere Grundfrequenz, mittlere Einzelschreilänge und mittlerer Frequenzmodulationshub**

Bei der Untersuchung akustischer Eigenschaften von Säuglingsschreien kommt der Grundfrequenz neben rhythmischen Größen eine zentrale Bedeutung zu (vgl. Kapitel 1). Die Schreimelodie (Zeitfunktion der Grundfrequenz) entsteht durch eine feine Koordination zwischen respiratorischen und laryngealen Mechanismen.

Wie in der klassischen „Schreidiagnose“ üblich, wurden auch hier neben der Melodiestructur summarische Größen, die den Schrei charakterisieren, analysiert. Da es sich bei den hier untersuchten Neugeborenen nur um gesunde Neugeborene handelt, wurde nicht angenommen, dass es Unterschiede in diesen Größen zwischen den drei Modusgruppen gibt (Hypothese H4). Diese Hypothese konnte bestätigt werden.

### **Mittlere Grundfrequenz**

Die  $F_0$ -Mittelwerte liegen bei allen drei Modusgruppen und für beide Aufnahmezeitpunkte im Bereich von 388 Hz bis 411 Hz und befinden sich somit im Normbereich (350-650 Hz) für gesunde Neugeborene (MICHELSSON 1971, 1976, 1980, 2002). Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit den von Branco et al. (2005) berichteten Beobachtungen. Auch diese Autoren fanden sehr ähnliche und normale mittlere Grundfrequenzwerte in den Neugeborenen schreien wenige Minuten nach vaginaler Entbindung bzw. primärer Sectio. Sie geben Mittelwerte von 382,1 Hz für die Sectiogruppe und 371,8 Hz für die vaginal Entbundenen an. Berücksichtigt man die methodischen Unterschiede zwischen beiden Studien sowie interindividuelle Variationen, kann man diese Werte mit den in der vorliegenden Arbeit Gefundenen als übereinstimmend interpretieren.

Dieser Befund belegt die große Stabilität und Robustheit der mittleren Grundfrequenz, die auch durch das Eingreifen in den natürlichen Geburtsvorgang nicht beeinflusst wird. Aus der Perspektive der klassischen „Schreidiagnose“ ist der Befund dahingehend zu interpretieren, dass es bei keiner der drei Entbindungsarten zu auffälligen neuro-physiologischen Funktionsstörungen gekommen ist. Diese hätten zu einer stark erhöhten mittleren  $F_0$  bzw.  $F_{0\max}$  geführt.

### **Frequenzhub**

Der Frequenzhub wurde aus der Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert der Grundfrequenz eines Schreies ermittelt. Eine Mittelung über die Schreie eines Neugeborenen und anschließend aller Neugeborener einer Modusgruppe lieferte die jeweiligen Gruppenmittel.

Es wurden keine signifikanten Unterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen während der ersten bzw. zweiten Aufnahme gemessen. Insgesamt zeigt sich eine Tendenz zur Abnahme des Frequenzhubes vom 1./2. zum 3./4. Lebensstag, welche sich aber als statistisch nicht signifikant erwies. Die größte Abnahme des Frequenzhubes findet sich in der vaginal entbundenen Gruppe. Zwischen

PS- und SS-Gruppe fand sich zum zweiten Aufnahmezeitpunkt ein statistisch signifikanter Unterschied ( $p = 0,03$ ).

Eine Abnahme des Frequenzhubes und der Schreilänge (s.u.) deuten auf die erfolgreiche Bewältigung von geburtsbedingtem Stress. Am deutlichsten findet sich dieser Entwicklungstrend von der ersten zur zweiten Aufnahme in der VAG-Gruppe. Diese haben zunächst lange Signallängen und große Hübe unter dem Einfluss des Geburtsstresses. Beide sind allerdings auch Ausdruck der Vitalität dieser Neugeborenen. Auch Makóí (1974) beschreibt größere Hübe für die vaginal geborenen Neugeborenen und interpretiert diese mit einer größeren Lungenkapazität.

Andererseits sind identische Größenordnungen der Hübe auch in der PS-Gruppe zum ersten Aufnahmezeitpunkt gemessen worden, was bei gleicher Interpretation ebenfalls „Vitalität“ reflektiert. Dabei ist jedoch zu beachten, dass das „Ausgangsniveau“ direkt nach der Geburt zu Beginn der postnatalen Adaptationsvorgänge durch die unterschiedliche Physiologie der Geburtsvorgänge bei den verschiedenen Geburtsmodi differiert. Die Interpretation der Daten ist aus diesem Grund erschwert, hierzu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

### **Mittlere Einzelschreilänge**

In ähnlicher Weise wie für den Hub wird in der Literatur auch für die Schreilänge ein Zusammenhang mit der Lungenkapazität gesehen (SUTHERLAND & RATTCLIFF 1961, GINET 1969, CHISWICK 1976, BRANCO 2005). Es wurden ein vermindertes Atemzugvolumen und eine vergrößerte Residualkapazität bei per primärer Sectio entbundenen Neugeborenen gemessen. Diese zeigten sich in einer Abnahme der Schreilänge.

So haben Branco et al. (2005) eine um durchschnittlich 200 ms kürzere Schreilänge bei per elektivem Kaiserschnitt Geborenen gemessen. Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen geringfügigen Unterschiede in den mittleren Einzelschreilängen zwischen den drei Modusgruppen bestätigen diesen Befund und seine Interpretation nicht.



Makóí (1974) fand einen Zusammenhang zwischen Schreilänge und Dauer des Geburtsvorganges: Während der Schrei bei lang andauernden Entbindungen schwach, kurz und intermittierend ist, ist er bei einer kurz andauernden Geburt kräftig und akut. Zu diesem Zeitpunkt wurden die untersuchten Sectiones in Vollnarkose durchgeführt, wodurch diese Gruppe der Neugeborenen zusätzlich beeinträchtigt gewesen sein könnte.

In der vorliegenden Untersuchung wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der mittleren Einzelschreilänge zwischen den drei Modusgruppen während des ersten (1./2. Tag) bzw. zweiten (2./3. Tag) Aufnahmezeitpunktes gefunden. Es zeigte sich vielmehr eine Tendenz zur Abnahme der „Schreilänge“ vom 1./2. zum 3./4. Lebenstag, welche sich jedoch nach statistischer Testung nicht als signifikant erwies. Im Gegenteil, erstaunlich ähnlich sind die mittleren Einzelschreilängen bei allen drei Modusgruppen sowohl der einfachen 1B-Strukturen als auch der komplexeren, mehrböigen Melodien. Dieser Befund spricht für einen stabilen und robusten zerebralen „Rhythmusgenerator“, der ähnlich wie schon bei der mittleren Grundfrequenz beobachtet, auch die Parameter der Zeitorganisation der Schreiproduktion reguliert. Auch hieran ändert der Geburtsmodus nichts.

Die Auswertung dieser Schreieigenschaften belegt damit ebenfalls universelle biologische Gesetzmäßigkeiten der Lautproduktion. Diese Größen sind nicht geeignet, um momentane Funktionszustände der respiratorisch-laryngealen Kontrolle zu reflektieren. Dazu sind Mittelwerte zu grobe Messgrößen. Besser geeignet wären hier solche Größen, die die Kurzzeitvariabilität von  $F_0$  charakterisieren, wie z.B. Jitter- oder Pertubationsquotienten (HORII 1989, MENDE ET AL.1990, FULLER 1994). Sie reflektieren die Feinvariabilität bei der Regelung der Melodie und sind aufgrund der Schnelligkeit der zugrundeliegenden Prozesse nicht kompensierbar. Diese Größen in den Schreien von Neugeborenen in Abhängigkeit vom Geburtsmodus zu bestimmen, wäre eine geeignete Ergänzung zur vorliegenden Untersuchung und wird für weiterführende Studien empfohlen.

## 5 Zusammenfassung

Es liegen bisher nur einzelne Arbeiten vor, die sich mit der direkten Auswirkung des Geburtsmodus auf akustische Eigenschaften von Neugeboreneneschreien der ersten Lebenstage befasst haben (CHISWICK & MILNER 1976, MAKÓI 1974, BRANCO 2005).

Das Studiendesign der vorliegenden Arbeit unterscheidet sich erheblich von vorangegangenen Untersuchungen: (1) Es wurden neben dem vaginalen Entbindungsmodus auch der per primärer und sekundärer Sectio berücksichtigt, während vorhergehende Untersuchungen nicht zwischen den beiden Sectioarten differenzierten. (2) Es wurden medizinische Auswahlkriterien verwendet, die garantierten, dass die untersuchten Neugeborenen aller drei Modusgruppen gesund sind. Dadurch konnte der potentielle Einfluss des Geburtsmodus direkt untersucht werden, ohne dass er durch andere medizinische Faktoren maskiert wurde. (3) Es wurden zwei aufeinander folgende Aufnahmetermine anstelle eines einzigen gewählt, um den Adaptationsverlauf charakterisieren zu können. (4) Es wurden neben herkömmlichen Analysenmethoden auch neuartige Verfahren der Schreianalyse eingesetzt, die es erlauben den Adaptationsverlauf anhand der epigenetischen Expression des angeborenen vorsprachlichen Entwicklungsprogramms zu evaluieren. Dieser innovative Ansatz hat gegenüber der einfachen Auswertung akustischer Parameter, wie der mittleren Grundfrequenz der Schreie oder der Schreilänge, den Vorteil, dass komplexe Entwicklungsvorgänge evaluiert werden können. Die durchgeführte Studie stellt mithilfe von Strukturanalysen und Frequenz-/Zeitmessungen des Neugeboreneneschreis einen direkten Vergleich zwischen vaginaler Entbindung und Entbindung per primärer bzw. sekundärer Sectio an.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, potentielle Unterschiede in akustischen Eigenschaften des Neugeboreneneschreies in Abhängigkeit von verschiedenen Geburtsmodi zu untersuchen. Im Fokus der Untersuchung stand dabei die Melodiestructur der Schreie, deren Evaluation Aussagen über die vorsprachliche Entwicklung eines Säuglings erlaubt.

Um den Verlauf der postnatalen Entwicklung beurteilen zu können, wurden spontan geäußerte Lautproduktionen von 41 Neugeborenen ohne vorhergehenden Schmerzstimulus kurz nach der Geburt (0-12h) sowie ein zweites Mal im Alter von 48-72 Stunden digital aufgezeichnet und mit Hilfe geeigneter signalanalytischer Verfahren untersucht. Begleitumstände der Schwangerschaft, der Aufnahmekontext und klinische Untersuchungsbefunde wurden ebenfalls dokumentiert; es gab keine auffälligen Befunde.

Alle Neugeborenen zeigten die nach dem angeborenen Entwicklungsprogramm erwartete Entwicklung der Schreimelodie. Auch zeigen die klassischen Schreiparameter ( $F_0$ , Schreilänge, Hub) keine signifikanten Unterschiede der PS-/ und SS-Gruppe zur VAG-Gruppe. Bezüglich der mittleren Grundfrequenz stimmen diese Befunde mit vorangegangenen Untersuchungen überein. Bezüglich der „Zeitorganisation“ der Schreiproduktion, die hier anhand der Einzelschreilänge gemessen wurde, unterscheiden sich die Befunde. Das Postulat von Branco et al. (2005) einer größeren Einzelschreilänge der VAG-Gruppe konnte nicht bestätigt werden. Vorangehende Untersuchungen beschreiben, dass sich die Neugeborenen bezüglich der Schreilängen und Modulationshübe dahingehend unterscheiden, dass vaginal geborene Kinder aufgrund einer besseren Adaptation längere Schreilängen (Einzelschreie) aufweisen und „kräftiger“, mit größerem Hub schreien. Dies wird mit einer besseren respiratorischen Anpassung und einer größeren Lungenkapazität der vaginalen Gruppe erklärt.

Nach den hier gefundenen Ergebnissen scheinen sich die primären Sectiones am ersten bzw. zweiten Tag allerdings eher „fitter“ zu verhalten, indem sie einen höheren Anteil komplexer Melodiemuster aufweisen. Diese Unterschiede erwiesen sich jedoch als statistisch nicht signifikant und diese Hypothese bedarf einer weiteren Untersuchung an einer größeren Stichprobe.

Wie zu erwarten, beeinflussen exogene Faktoren den prinzipiellen Ablauf des phylogenetisch erworbenen, biologischen Entwicklungsprogramms nicht. Es muss robust sein, damit die vorsprachliche Entwicklung und letztendlich die darauf aufbauende sprachliche Entwicklung ungestört realisiert werden kann.

Exogene Umstände, wie z.B. der Einfluss durch den Geburtsmodus, wirken sich allerdings quantitativ aus. Die relative Häufigkeit komplexer Melodiestructuren unterscheidet sich teilweise zwischen den drei Modusgruppen zu beiden Aufnahmezeitpunkten.

Insgesamt konnte die vorliegende Untersuchung aus der Perspektive des vorsprachlichen Entwicklungsmodells jedoch keine entscheidenden Unterschiede zwischen Neugeborenen nach vaginaler Geburt und primärer Sectio aufzeigen. Unterschiede fanden sich zwischen der VAG- und SS-Gruppe. Die SS-Gruppe zeigte vom ersten zum zweiten Aufnahmezeitpunkt keine Entwicklung in der Melodie und fiel damit hinter die VAG-Gruppe zurück. Dies wird als verzögerte Adaptation der Neugeborenen dieser Gruppe interpretiert.

Die vorliegende Untersuchung hat anhand akustischer Schreieigenschaften Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Realisierung des vorsprachlichen Entwicklungsprogramms bezüglich des Geburtsmodus aufgezeigt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine kleine Stichprobe handelt, die zudem durch strenge medizinische Auswahlkriterien selektiert wurde. Die Arbeit belegt die Eignung der Melodiestructuranalyse für die Beschreibung frühester Reifungsvorgänge der respiratorisch-laryngealen Kontrolle.

## 6 Literaturverzeichnis

- 1 Abboud, T.K., Nagappala, S., Murakawa, K., David, S., Haroutunian, S., Zakarian, M., Yanagi, T., Sheikh-Ol-Eslam, A. **(1985)**. Comparison of the effects of general and regional anesthesia for cesarean section on neonatal neurologic and adaptive capacity scores. *Anesth Analg*, 64 (Oct) (10), S. 996-1000.
- 2 Agata, Y., Hiraishi, S., Misawa, H., Han, J.H., Oguchi, K., Horiguchi, Y., Fujino, N., Takeda, N., Padbury, J.F. **(1995)**. Hemodynamic adaptation at birth of neonates delivered vaginally and by caesarean section. *Biol Neonate*, 68 (6), S. 404-411.
- 3 Agostoni, E., Taglietti, A., Ferrario-Agostoni, A., Setnikar, I. **(1958)**. Mechanical aspects of the first breath. *J Appl Physiol.*, 13 (Nov) (3), S. 344-348.
- 4 Albach, J. **(1999)**. Der Einfluss des Geburtsmodus auf die Plasmakonzentration von Neuropeptid Y und Katecholaminen bei Neugeborenen und deren Müttern. Dissertation 2000.
- 5 Al-Qahtani, N.H. **(2005)**. Foetal response to music and voice. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.*, 45 (Oct) (5), S. 414-417.
- 6 Als, H., Butler, S., Kosta, S., McAnulty, G. **(2005)**. The assessment of preterm infants' behaviour (APIB): furthering the understanding and measurement of neurodevelopmental competence in preterm and full-term infants. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 11 (1), S. 94-102.
- 7 Åmark, H., Ryding, E. L. **(2006)**. Kvinnor som önskar kejsarsnitt, ångest, risktänkande och skam vanligt, enligt kvalitativ studie. *Läkartidningen*, 103 (12), S. 950-953.
- 8 Amu, O., Rajendran, S., Bolaji, I. **(1998)**. Maternal choice alone should not determine method of delivery. *BMJ*, 317 (Aug) (7156), S. 463-465.
- 9 Andolf, E. **(2007)**. Bör antalet kejsarsnitt minska? *Läkartidningen*, 104 (12), S. 930-31.
- 10 Avery, M.E., Raghassarian-Gatewood, O., Brumley, G. **(1966)**. Transient tachypnea of newborn. *Am. J. Dis. Child.*, 111 (Apr), S. 380-385.
- 11 Ayuk, P. T.-Y. **(2007)**. Vaginal birth after caesarean is not always a beneficial. *BMJ*, 355, S. 7.
- 12 Barr, R.G., Chen, S., Hopkins, B., Westra, T. **(1996)**. Crying patterns in preterm infants. *Dev Med Child Neurol.*, 38 (Apr) (4), S. 345-355.
- 13 Barr, R.G., Green, J.A., Hopkins, B. **(2000)**. Crying as a sign, a symptom and a signal: Clinical, emotional and developmental aspects of Infant and Toddler Crying. *Clinics in Developmental Medicine*, 152, **London**, Mac Keith Press.
- 14 Baytur, Y.B., Tarhan, S., Uyar, Y., Ozcakir, H.T., Lacin, S., Coban, B., Inceboz, U., Caglar, H. **(2004)**. Assessment of fetal cerebral arterial and venous blood flow before and after vaginal delivery or c-section. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 24 (Oct) (5), S. 522-28.

- 15 Belizán, J.M., Althabe, F., Cafferata, M.L. **(2007)**. Health consequences of increasing caesarean section rates. *Epidemiology*, 18 (Jul) (4), S. 485-486.
- 16 Berle, P., Kögel, M. **(1999)**. Inzidenz, mütterliche und kindliche Morbidität der Notsectio in einem Perinatalzentrum (Analyse 1990-98). *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 59, S. 465-469, Georg Thieme Verlag.
- 17 Berle, P. **(2001)**. Richtwerte und Qualitätsstandards (Gespräche mit Kollegen). *Gynäkologe*, 34, S. 93-98, Springer Verlag.
- 18 Berle, P., Misselwitz, B. **(1998)**. Die primäre, die sekundäre und die Notsectio. *Gynäkologe*, 31, S. 751-760.
- 19 Bird, J.A., Spencer, J.A., Mould, T., Symonds, M.E. **(1996)**. Endocrine and metabolic adaptation following caesarean section or vaginal delivery. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 74 (Mar) (2), S. 132-134.
- 20 Bland, R.D. **(2001)**. Loss of liquid from the lung lumen in labour, more than a simple squeeze. *Am. J. Physiol. Lung cell mol Physiol*, 280 (Apr) (4), S. 602-05.
- 21 Bland, R.D., Bressack, M.A., McMillan, D. **(1979)**. Labour decreases the lung water content of newborn rabbits. *Am J Obstet Gynecol*, 135 (Oct) (3), S. 364-367.
- 22 Bland, R.D. **(1983)**. Dynamics of pulmonary water before and after birth. *Acta paediatrica scand. Suppl.*, 305, S. 12-20.
- 23 Bland, R.D., Hansen, T.M., Aberkern, C.M., Bressack, M.A., Hazinski, T.A., Usha-Ray, J., Goldberg, R.B. **(1982)**. Lung fluid balance in lambs before and after birth. *J. Appl. Physiol*, 53 (4), S. 992-1004.
- 24 Bland, R.D., Bressack, M.A., McMillan, D., Dong, L. **(1980)**. Clearance of liquid from lungs of newborn rabbits. *J Appl Physiol*, 49 (Aug) (2), S. 171-77.
- 25 Boksa, P., Wilson, D., Rochford, J. **(1998)**. Responses to stress and novelty in adults rats born vaginally, by cesarean section or by cesarean section with acute anoxia. *Biology of the neonate*, 74 (1), S. 48-59.
- 26 Boksa, P. **(1997)**. Early developmental profiles of plasma corticosterone are altered by birth condition in the rat: a comparison of vaginal birth, cesarean section, and cesarean section with added anoxia. *Pediatric research*, 41 (Jan) (1), S. 34-43.
- 27 Boldt, T., Luukkainen, P., Fyhrquist, F., Pohjavuori, M., Andersson, S. **(1998)**. Birth stress increases adrenomedullin in the newborn. *Acta Paediatr.*, 87 (Jan) (1), S. 93-94.
- 28 Bolt, R.J. **(2002)**. Development of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis in the fetus and preterm infant. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 15 (Jun) (6), S. 759-769.
- 29 Boon, A.W., Milner AD., Hopkin IE. **(1981)**. Brief clinical and laboratory observations: Lung volumes and lung mechanics in babies born vaginally and by elective and emergency lower segmental cesarean section. *J Pediatr.*, 98 (May) (5), S. 812-815.

- 30** Borell, U., Fernström, I. (1962). The shape of the foetal chest during its passage through the birth canal, a radiographic study. *Acta obst. et gynec. Scandinav*, 41, S. 213-222.
- 31** Borello-France, D., Burgio, L.K., Richter, H.E., Zycynski, H., FitzGerald, M.P., Whitehead, W., Fine, P., Nygaard, I., Handa, V.L., Visco, A.G., Weber, A.M., Brown, M.B. (2006). Fecal and urinary incontinence in primiparous women. *Obstetrics and Gynecology*, 108 (Oct) (4), S. 863-872.
- 32** Branco, A., Behlau, M., Rehder, M.I. (2005). The neonate cry after caesarean section and vaginal delivery during the first minutes of life. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69 (May) (5), S. 681-689.
- 33** Brice, J., Walker, C. (1977). Changing pattern of respiratory distress in the newborn. *The Lancet*, 2 (oct) (8041), S. 752-754.
- 34** Buhimschi, C.S., Buhimschi, I.A. (2006). Advantages of vaginal delivery. *Clin Obstet Gynecol*, 49 (Mar) (1), S. 167-183.
- 35** Cacace, A.T. (1995). Estimation of formant frequencies in infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 32 (Apr) (1), S. 57-67.
- 36** Callen, P., Goldsworthy, S., Graves, L., Harvey, D., Mellows, H. (1979). Mode of delivery and the lecithin/sphingomyelin ratio. *Br J Obstet Gynaecol*, 86 (Dec) (12), S. 965-968.
- 37** Castrén, O., Gummerus, M., Saarikoski, S., Soiva, K. (1972). Zur Wirkung der Beta-Sympathomimetika während der Geburt auf die Adaptation des Neugeborenen. *Geburtsh. u. Frauenheilkunde*, 32, S. 943-948.
- 38** Chan, L.Y., Leung, T.N., Lau, T.K. (2001). Influences of perinatal factors on cord blood thyroid-stimulating hormone level. *Acta obstet gynecol scand*, 80 (Nov) (11), S. 1014-1018.
- 39** Chang, J-H., Hsu, C-Y., Lo, J.C., Chen, C-P., Huang, F-Y., Yu, S. (2006). Comparative analysis of neonat. Morbidity for vaginal and c-section deliveries using hospital charge. *Acta Paediatr.*, 95 (Dec) (12), S. 1561-66.
- 40** Chen, C.H., Wang, S.Y. (2002). Psychological outcome of vaginal and cesarean births in Taiwanese primiparas. *Res. Nurs. Health*, 35 (6), S. 452-458.
- 41** Chiswick, M.L., Milner R.D.G. (1976). Crying vital capacity. *Archives of Disease in Childhood*, 51 (Jan) (1), S. 22-27.
- 42** Christensson, K., Siles, C., Cabera, T., Belaustequi, A., de la Fuente, P., Lagercrantz, H., Puyol, P., Winberg, J. (1993). Lower body temperature in infants delivered by caesarean section than in vaginally delivered infants. *Acta Paediatr.*, 82 (Feb) (2), S. 128-131.
- 43** Cohen, M., Carson, B.S. (1985). Respiratory morbidity benefit of awaiting onset of labor after elective caesarean section. *Obstet Gynecol*, 65 (Jun) (6), S. 818-824.

- 44 Cooper, G.M., McClure, J.H. (2005). Maternal deaths from anaesthesia. An extract from why mothers die 2000-2002, the confidential enquiries into maternal deaths in the United Kingdom. *Br J Anaesth*, 94 (4), S. 417-423.
- 45 Coskun, S., Yuksel, H., Bilgi, Y., Lacin, S., Tansug, N., Onag, A. (2001). Non-invasive evaluation of the adaptations of cardiac function in the neonatal period: A comparison of healthy infants delivered by vaginal route and caesarean section. *Acta medica okayama*, 55 (Nov) (4), S. 213-218.
- 46 Crowhurst, J.A., Plaat, E. (1999). Why mothers die – Report on confidential enquiries into maternal deaths in the United Kingdom 1994-1996. *Anaesthesia*, 54 (Mar) (3), S. 207-209.
- 47 Danforth, D. N. (1985). Cesarean Section. *JAMA*, 253 (Feb) (6), S. 811-818.
- 48 Dawes, G.S. (1966). The first breath. *Proceedings of the royal society of medicine*, 59 (Jun) (6), S. 508.
- 49 Delevati, N. M., Bergamasco, N.H.P. (1999). Pain in the neonate: an analysis of facial movements and crying in response to nociceptive stimuli. *Infant behaviour and Development*, 22 (1), S. 137-143.
- 50 Demissie, K., Rhoads, G.G., Smulian, J.C., Balasubramanian, B.A., Gandhi, K., Joseph, K.S., Kramer, M. (2004). Operative vaginal delivery and neonatal and infant adverse outcomes: population based retrospective analysis. *BMJ*, 329 (Jul) (7456), S. 24-29.
- 51 Downey, J., Bidder, R.T. (1990). Perinatal information on infant crying. *child care health Dev*, 16 (Mar/Apr) (2), S. 113-121.
- 52 Dudenhausen, J.W., Rumler-Detzel, P. (2000). Die Schnittentbindung auf Wunsch der Schwangeren – permissive Geburtshilfe oder akzeptabel als selbstbestimmte Geburt. *Geburtshilfe Neonatologie*, 204, S. 125-127.
- 53 Eggesbø, M., Botten, G., Stigum, H., Nafstad, P., Magnus, P. (2003). Is delivery by cesarean section a risk factor for food allergy?. *Journal of Allergy and clinical Immunology*, 112 (Aug) (2), S. 420-426.
- 54 Ekman-Ordeberg, G., Irestedt, L., Olofsson, C., Sjögren, B., Wirfeldt, E. (1999). Afraid of labor, afraid of pain individual management is needed. Planned delivery is an alternative to section. *Läkartidningen*, 96 (May) (19), S. 2322-2324.
- 55 El-Khodor, B.F., Boksa, P. (1997). Long-term reciprocal changes in dopamine levels in prefrontal cortex versus nucleus accumbens in rats born by Caesarean section compared to vaginal birth. *Exp Neurol*, 145 (May) (1), S. 118-129.
- 56 Elser, E., Selbmann, H.K. (1982). Der Einfluss von Alter und Parität auf Schwangerschafts – und Geburtsrisiken sowie Sektiofrequenz und perinatale Mortalität. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde*, 42, S. 188-196. **Stuttgart**, Georg Thieme Verlag.



- 57 Endo, A., Izumi, H., Ayusawa, M., Minato, M., Takahashi, S., Harada, K. (2001). Spontaneous Labor increases nitric oxide synthesis during the early neonatal period. *International Pediatrics*, 43 (Aug) (4), S. 340-342.
- 58 Fawcitt, J., Lind, J., Wegelius, C. (1959). The first breath. A preliminary communication describing some methods of investigation of the first breath of a baby and the results obtained from them. *Acta Paediatr. Suppl*, 123, S. 5-17.
- 59 Faxelius, G., Hågnevik, K., Lagercrantz, H., Lundell, B., Irestedt, L. (1983). Catecholamin surge and lung function after delivery. *Archives of Diseases in Childhood*, 58 (Apr) (4), S. 262-266.
- 60 Faxelius, G., Bremme, K., Lagercrantz, H. (1982). An old problem revisited – hyaline membrane disease and c-section. *Eur J Pediatr*, 139 (Oct) (2), S. 121-124.
- 61 Faxelius, G., Lagercrantz, H., Yao, A. (1984). Sympathoadrenal activity and peripheral blood flow after birth: comparison in infants delivered vaginally and by cesarean section. *J Pediatr.*, 105 (Jul) (1), S. 144-148.
- 62 Fenner, D.E., Genberg, B., Brahma, P., Marek, L., DeLancey, J.O.L. (2003). Fecal and urinary incontinence after vaginal delivery with anal sphincter disruption in an obstetrics unit in the US. *Am J Obstet Gynecol*, 189 (Dec) (6), S. 1543-1549.
- 63 Fifer, W.P., Moon, C. (1989). Psychobiology of newborn auditory preferences. *Semin Perinatol.*, 13 (Oct) (5), S. 430-433.
- 64 Fogel, I., Pinchuk, I., Kupfermine, M.J., Lichtenberg, D., Fainaru, O. (2005). Oxidative stress in the fetal circulation does not depend on mode of delivery. *Am J Obstet Gynecol*, 193 (1), S. 241-246.
- 65 Fogelson, N.S., Menard, M.K., Hulsey, T., Ebeling, M. (2005). Neonatal impact of elective caesarean delivery at term: a comment on patient choice caesarean delivery. *Am. J Obstet Gynecol*, 192 (May) (5), S. 1433-1436.
- 66 Foldspang, A., Mommsen, S., Djurhuus, J.C. (1999). Prevalent Urinary Incontinence as a correlate of pregnancy, vaginal childbirth, and obstetric techniques. *American Journal of Public Health*, 89 (Feb) (2), S. 209-212.
- 67 Fort, A., Manfredi, C. (1998). Acoustic analysis of newborn infant cry signals. *Med. Eng. Phys*, 20 (Sep) (6), S. 432-442.
- 68 Fournet, J-P., Cheynier, J-M., Cloup, M. (1973). La tachypnée transitoire du nouveau-né et les anomalies de résorption du liquide pulmonaire après la naissance. *Rev. Franc. Gyné*, 68 (May) (5), S. 291-308.
- 69 Frank, M. M., Raghassarian-Gatewood, O. (1966). Transient pharyngeal incoordination in the newborn. *Am. J. Dis. Child*, 111 (Feb) (2), S. 178-181.
- 70 Fuller, B.F., Keefe, M.R., Curtin, M. (1994). Acoustic analysis of of cries from "normal" an "irritable" infants. *West J Nurs Res.*, 16 (Jun) (3), S. 243-251.

- 71 Gemelli, M., Mami, C., Manganaro, R., Stelitano, L., Bonaccorsi, P., Martino, F. (1992). Effects of mode of delivery on ANP and renin-aldosterone system in the fetus and neonate. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 43 (Feb) (3), S. 181-184.
- 72 Gerten, K., Coonrod, D.V., Bay Curtis, R., Chambliss, L.R. (2005). Cesarean delivery and respiratory distress syndrom, Does labour make a difference?. *Am J Obstet Gynecol.*, 193 (Sep), S. 1061-64.
- 73 Ginet, J., Levilain, J.C., Grislain, J.R., Mainard, P., de Berranger, P., Brelet, G. (1969). Normal values of ordinary volume, of cry volume and of respiratory frequency in the infant from birth to 270 days old. *Anesth Analg.*, 26 (Nov) (6), S. 799-808. **Paris**.
- 74 Goodman, P., Mackey, M.C., Tavakoli, A.S. (2004). Factors related to childbirth satisfaction. *J Adv Nurs*, 46 (Apr) (2), S. 212-219.
- 75 Green, J.M., Baston, H.A. (2007). Have women become more willing to accept obstetric interventions and does this relate to mode of birth? Data from a prospective study. *Birth*, 34 (Mar) (1), S. 6-13.
- 76 Groutz, A., Rimon, E., Peled, S., Gold, R., Puzner, D., Lessing, J.B., Gordon, D. (2004). Cesarean Section: Does it really prevent the development of Postpartum Stress Urinary Incontinence? A prospective Study of 363 women one year after their first delivery. *Neurourology and Urodynamics*, 23 (1), S. 2-6.
- 77 Haas, L., Oppé, T. (1960). The first breath. *Cerebral palsy bulletin*, 2, S. 183-186.
- 78 Habiba, M., Kaminski, M., Da Fré, M., Marsal, K., Bleker, O., Librero, J., Grandjean, H., Gratia, P., Guaschino, S., Heyl, W., Taylor, D., Cuttini, M. (2006). Caesarean section on request: a comparison of obstetricians' attitudes in eight European countries. *BJOG*, 113 (Jun) (6), S. 647-656.
- 79 Hack, M., Fanoroff, A., Klaus, M.H., Mendelawitz, B.D., Merkatz, I.R. (1979). Neonatal respiratory distress following elective delivery – A preventable disease. *Am J Obstet Gynecol.*, 127 (Sep) (1), S. 43-47.
- 80 Häger, R., Daltveit, A.K., Hofoss, D., Nilsen, S.T., Kolaas, T., Øian, P., Henriksen, T. (2004). Complications of cesarean deliveries: Rates and risk factors. *Am J Obstet Gynecol.*, 190 (Feb) (2), S. 428-434.
- 81 Hägnevik, K., Faxelius, G., Irestedt, L., Lagercrantz, H., Lundell, B., Persson, B. (1984). Catecholamin surge and metabolic adaptation in the newborn after vaginal delivery and caesarean section. *Acta paediatrica scand*, 73 (Sep) (5), S. 602-609.
- 82 Hägnevik, K., Lagercrantz, H., Sjöqvist, BA. (1991). Establishment of functional residual capacity in infants delivered by elective c-section. *Early Hum Dev*, 27 (Nov), S. 103-110.
- 83 Haller, U., Hepp, H., Winter, R. (2002). Sectio nach Wunsch oder elektive Sectio: Aufforderung zum Umdenken. *Gynäkolog Geburtshilfliche Rundschau*, 42, S. 1-3.

- 84** Halliday, H.L. (1999). Invited Commentary: Elective delivery at "term": implications for the newborn. *Acta Paediatr*, 88 (Nov) (11), S. 1180-1181.
- 85** Handa, V.L., Harvey, L., Fox, H.E., Kjerulff, K.H. (2004). Parity and route of delivery: Does cesarean delivery reduce bladder symptoms later in life?. *Am J Obstet Gynecol.*, 191 (Aug) (2), S. 463-469.
- 86** Hänggi, W., Schwaller, K., Mueller, M.D. (1997). Intra-und postoperative Komplikationen bei Sectio caesarea. *Gynäkologe*, 30, S. 762-768.
- 87** Hankins, G.D.V., Clark, S.M., Munn, M.B. (2006). Caesarean section on request at 39 weeks: Impact on shoulder dystocia, fetal trauma, neonatal encephalopathy, and intrauterine fetal demise. *Semin Perinatol.*, 30 (Oct) (5), S. 276-287.
- 88** Herschkowitz, N., Kagan, J., Zilles, K. (1997). Neurobiological bases of behavioral development in the first year. *Neuropediatrics*, 28 (Dec) (6), S. 296-306. **Stuttgart**, Hippokrates.
- 89** Hildingsson, I., Schytt, E., Gottvall, K., Waldenström, U. (2006). Obstetriker och barnmorskor: kejsarensnittfrekvensen är för hög. *Läkartidningen*, 103 (12), S. 946-949.
- 90** Hirschberg, J. (1999). Dysphonia in infants. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 5 (Oct), S. 293-296.
- 91** Hirschberg, J., Dejonckere P.H., Hirano, M., Mori, K., Schultz-Coulon, H.J., Vrticka, K. (1995). Voice disorders in children. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 32 (Jun), S. 109-125.
- 92** Hirschberg, J. (1980). Acoustic analysis of pathological cries, stridors an coughing sounds in infancy. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 2 (Nov) (4), S. 287-300.
- 93** 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, S. 57-69.
- 94** Hirsimäki, H., Kero, P., Ekblad, H., Scheinin, M., Saraste, M., Erkkola, R. (1992). Mode of delivery, plasma catecholamines and Doppler-derived cardiac output in healthy term newborn infants. *Biol Neonat*, 61 (5), S. 285-293.
- 95** Høgdall, C.K., Vestermark, V., Birch, M., Plenov, G., Toftager-Larsen, K. (1991). The significance of pregnancy, delivery and postpartum factors for development of infant colic. *J. Perinat. Med.*, 19 (4), S. 251-257.
- 96** Holmer, B.H., Jensen, A. (1998). Die longitudinale Uterotomie bei der Sectio caesarea. *Gynäkologe*, 31, S. 738-41.
- 97** Hook, B., Kiwi, R., Amini, S.B., Fanaroff, A., Hack, M. (1997). Neonatal morbidity after elective repeat c-section and trial of labour. *Pediatrics*, 100 (Sep), S. 348-353.
- 98** Horii, Y. (1989). Frequency modulation characteristics of sustained /a/ sung in vocal vibrato. *J Speech Hear Res*, 32 (Dec) (4), S. 829-836.

- 99** Huch, A., Chaoui, R., Huch, R. (2001). Sectio caesarea. Uni med- Verlag.
- 100** Irestedt, L., Lagercrantz, H., Hjemdahl, P., Hägnevik, K., Belfrage, P. (1982). Fetal and maternal plasma catecholamine levels at elective caesarean section under general or epidural anesthesia versus vaginal delivery. *Am J Obstet Gynecol.*, 142 (Apr) (8), S. 1004-1010.
- 101** Irion, O., Hirsbrunner Almagbaly, P., Morabia, A. (1998). Planned vaginal delivery versus elective c-section a study of 705 singleton term breech presentations. *Br J Obstet Gynaecol*, 105(Jul) (7), S. 710-717.
- 102** James, D.K., Spencer, C.J. & Stepsis, B.W. (2002), Fetal learning: A prospective randomized controlled study. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 20, S 431-438.
- 103** Jones, C.M., Greiss, F.C. (1982). The effect of labor on maternal and fetal circulating catecholamines. *Am J Obstet Gynecol.*, 144 (Sep) (2), S. 149-153.
- 104** Joseph, K.S., Young, D.C., Dodds, L., O'Connell, C.M., Allen, V.M., Chandra, S., Allen, A.C. (2003). Changes in maternal characteristics and obstetric practice and recent increases in primary caesarean delivery. *Obstet and Gynecol*, 102 (4), S. 791-800.
- 105** Joura, E.A., Husslein, P. (1998). Maßnahmen nach operativer Entbindung. *Gynäkologe*, 31, S. 794-98.
- 106** Juzi, C., Rageth, Ch. (2000). Geburt bei Status nach Sectio: eine Risikoanalyse. Vergleich des Kollektivs eines Schwerpunktspitals mit 199 Geburten bei Status nach Sectio mit 9730 Fällen der ASF-Datenbank. *Geburtshilfe, Frauenheilkunde*, 60, S. 345-353, Georg Thieme Verlag.
- 107** Keller, H., Volker, S., Cappenberg, M., Chasiotis, A. (1998). Relationships between infant crying, birth complications, and maternal variables. *child care health dev*, 24 (Sep) (5), S. 377-394.
- 108** Kero, P., Korvenranta, H., Alamaakala, P., Selänne, P., Kiilholma, P., Välimäki, I. (1983). Colloid osmotic pressure of cord blood in relation to neonatal outcome and mode of delivery. *Acta Paediatrica scand. Suppl.*, 305, S. 88-91.
- 109** Key, A. P. F., Ferguson, M., Molfese, D.L., Peach, K., Lehmann, C., Molfese, V.J. (2007). Smoking during pregnancy affects speech-processing ability in newborn infants. *Environmental health perspectives*, 115 (Apr) (4), S. 623-629.
- 110** Khaw, K.S., Wang, C.C., Ngan Kee, W.D., Pang, C.P., Rogers, M.S. (2002). Effects of high inspired oxygen fraction during elective casarean section unter spinal anesthesia on maternal and fetal oxygenation and lipid peroxidation. *Br J Anaesth*, 88 (1), S. 18-23.
- 111** Kim, H-R., Jung, K-Y., Kim, S-Y., Ko, K-O., Lee, Y-M., Kim, J-M. (2003). Delivery modes and neonatal EEG: spatial pattern analysis. *Early Hum Dev*, 75, S. 35-53.

- 112** Kirchengast, S., Hartmann, B. (2003). Nicotine consumption before and during pregnancy affects not only newborn size but also birth modus. *J. biosoc. Sci*, 35 (Apr) (2), S. 175-188.
- 113** Kirkeby Hansen, A., Wisborg, K., Uldbjerg, N., Brink Henriksen, T. (2007). Elective caesarean section and respiratory morbidity in the term and near-term neonate. *Acta obstet gynecol scand*, 86 (4), S. 389-394.
- 114** Kirschbaum, M., Hermsteiner, M., Künzel, W. (1998). Vaginale und abdominale Entbindung der Beckenendlage. *Gynäkologe*, 31, S. 761-771.
- 115** Kitschke, H.J., Misselwitz, B., Lieb, E. (2001). Die Sectio caesarea in Hessen, Was ist die optimale Sectiofrequenz (HEPE). *Gynäkologe*, 34, S. 99-101, Springer Verlag.
- 116** Klaus, MH., Jerauld R., Kreger NC., McAlpine W., Steffa M., Kennell JH. (1972). Maternal attachment, importance of the first post-partum days. *N Engl J Med.*, 286 (Mar) (9), S. 460-463.
- 117** Krantz, M.E., Wennergren, M., Bengtson, L.G.W., Hjalmarsen, O., Karlsson, K., Sellgren, U. (1986). Epidemiological analysis of the increased risk of disturbed neonatal respiratory adaptation after c-section. *Acta paediatrica scand*, 75 (Sep) (5), S. 832-839.
- 118** Kraus, H., Dick, W., Traub, E., Töllner, U., Burghard, R. (1983). Allgemeinanästhesie oder Periduralanästhesie bei der primären Sectio, eine vergleichende Untersuchung. *Z. Geburtshilfe und Perinatalogie*, 187, S. 194-199.
- 119** Kühnert, M., Schmidt, S., Feller, A., Vonderheit, K.-H. (2000). Sectio caesarea, ein harmloser Eingriff aus mütterlicher Sicht. *Geburtsh Frauenheilkunde*, 60, S. 354-361, Georg Thieme Verlag.
- 120** Künzel, W., Oehmke, F. (1998). Kardiotokogramm, pH-Analyse, Sauerstoffsättigung als Entscheidungshilfe für die operative Geburtsbeendigung. *Gynäkologe*, 31, S. 772-781.
- 121** Künzel, W. (1998). Operative Entbindungsverfahren. *Gynäkologe*, 31, S. 723.
- 122** la Gasse, L., Neal, A.R., Lester, B.M. (2005). Assessment of infant cry: acoustic cry analysis and parental perception. *mental retardation and developmental disabilities reserach reviews*, 11 (1), S. 83-93.
- 123** Lal, M., Mann CH., Callender R., Radley S. (2003). Does cesarean delivery prevent anal incontinence?. *Obstet Gynecol*, 101 (2), S. 305-312.
- 124** Langercrantz, H., Slotkin, T.A. (1986). Der Stress der Geburt, " The stress of being born". *Sci Am.*, 254 (Apr) (4), S. 100-107.
- 125** Lao, T.T., Panesar, N.S. (1989). Neonatal thyrotropin and mode of delivery. *Br J Obstet Gynaecol*, 96 (Oct) (10), S. 1224-1127.
- 126** Lauer, J., Betrán, A.P. (2007). Decision aids for women with a previous c-section. *BMJ*, 334 (June) (7607), S. 1281-82.

- 127** Leclaire, M., Gamberre, M., Unal, D., Martin, A. (1979). conséquences néo-natales de la césarienne sur enfant présumé sain. *Ann. Anesth. Franc*, 20 (8), S. 691-696.
- 128** Lee, S., Hassan, A., Ingram, D., Milner, A.D. (1999). Effects of different modes of delivery on lung volumes of newborn infants. *Pediatric Pulmonology*, 27 (May) (5), S. 318-321.
- 129** Lee, K. (2000). Crying behavior pattern in breast-and formula-fed parents. *Early Hum Dev*, 58 (May) (2), S. 133-140.
- 130** Lester, B. M., Boukydis, Z.C.F. (1989). *Infant crying, Theoretical and Research Perspectives. New York.*
- 131** Lester, B.M. (1978). The organisation of crying in the neonate. *Journal of pediatric psychology*, 3 (3), S. 122-130.
- 132** Leung, G.M., Ho, L-M., Tin, K., Schooling, C.M., Lam, T-H. (2007). Health care consequences of cesarean birth during the first 18 month of life. *Epidemiology*, 18 (Jul) (4), S. 479-484.
- 133** Levy, B.T., Dawson, J.D., Toth, P.P., Bowdler, N. (1998). Predictors of neonatal resuscitation, low Apgar scores, and umbilical artery pH among growth restricted neonates. *Obstet Gynaecol*, 91 (Jun) (6), S. 909-916.
- 134** Lind, J. (1960). Changes in the circulation and lungs at birth. *Acta paediatrica scand. Suppl.*, 49 (Mars), S. 39-52.
- 135** Lind, J. (1971). The infant cry. *Proc R Soc Med*, 64 (May) (5), S. 468.
- 136** Lind, K., Wermke, K. (2002). Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 month. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 64 (Jun) (2), S. 97-104.
- 137** Lødrup-Carlsen, K.C., Carlsen, K.H. (1993). Lung function in awake healthy infants: the first five days of life. *European respiratory journal*, 6 (Nov) (10), S. 1496-1500.
- 138** Löffler, C., Rathmer, P. (2005). Pressen oder Schneiden. *Zeitwissen*, 4, S. 75-80.
- 139** Lowry, C.A., Donoghue, V.B., O'Herlihy, C., Murphy, J.F. (2005). Elective caesarean section is associated with a reduction in developmental dysplasia of the hip in term breech infants. *Bone Joint Br*, 87 (Jul) (7), S. 984-985.
- 140** Lukacz, E., Lawrence, J.M., Contreras, R., Nager, C.W., Lubner, K.M. (2006). Parity, mode of delivery, and pelvic floor disorders. *Obstet Gynecol*, 107 (Jun) (6), S. 1253-1260.
- 141** Lumley, J. (2000). Any room left for disagreement about assisting breech birth at term?. *The Lancet*, 356 (Oct) (9239), S. 1369-70.

- 142** Lydon-Rochelle, M., Holt, V.L., Martin, D.P., Easterling, T.R. (2000). Association between method of delivery and maternal rehospitalisation. *JAMA*, 283 (18), S. 2411-2416.
- 143** Madar, J., Richmond, S., Hey, E. (1999). surfactant-deficient respiratory distress after elective delivery at "term". *Acta Paediatr.*, 88 (Nov) (11), S. 1244-48.
- 144** Makó, Z., Szöke Z., Sasvári L., Gegesi Kiss P., Popper P. (1975). Der erste Aufschrei des Neugeborenen nach vaginaler und nach Kaiserschnitt-Entbindung. *Acta paediatrica academicae scientiarum hungaricae*, 16 (2), S. 155-161.
- 145** Malamitsi-Puchner, A., Protonotariou, E., Boutsikou, T., Makrakis, E., Sarandakou, A., Creatsas, G. (2005). The influence of the mode of delivery on circulating cytokine concentrations in the perinatal period. *Early Hum Dev*, 81 (Apr) (4), S. 387-392.
- 146** McElduff, A., Wiley, V., Wilcken, B. (2005). Neonatal Thyrotropin as measured in a congenital hypothyroidism screening program: Influence of the mode of delivery. *J Clin Endocrinol Metab*, 90 (12), S. 6361-6363.
- 147** McKinnie, V., Swift, S.E., Wang, W., Woodman, P., O'Boyle, A., Kahn, M., Valley, M., Bland, D., Schaffer, J. (2005). The effect of pregnancy and mode of delivery on the prevalence of urinary and fecal incontinence. *Am J Obstet Gynecol*, 193 (Aug) (2), S. 512-18.
- 148** Mears, K., Mc Auliffe, F., Grimes, H., Morrison, J.J. (2004). Fetal cortisol in relation to labor, intrapartum events and mode of delivery. *Obstet Gynaecol*, 24 (2), S. 129-132.
- 149** Mende, W., Herzel, H.P., Wermke, K. (1990). Bifurcation and chaos in Neonatal infant cries. *Physical letters A*, 145 (40064), S. 418-424.
- 150** Michelsson, K., Raes, J., Rinne, A. (1984). cry score – an aid to infant diagnosis. *Folia phoniatica*, 36 (5), S. 219-224. **Basel**, S. Kargo AG.
- 151** Michelsson, K., Raes, J., Thodén, C.J., Wasz-Höckert, O. (1982). Sound spectographic cry analysis in neonatal diagnostics. An evaluative study. *Journal of Phonetics*, 10, S. 79-88.
- 152** Michelsson, K., Michelsson, O. (1999). Phonation in the newborn infant cry. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 49 (Oct), S. 297-301.
- 153** Michelsson, K., Eklund, K., Leppänen, P., Lyytinen, H. (2002). Cry characteristics of 172 healthy 1-7-Day-Old Infants. *Folia Phoniatr Logop*, 54 (Jul-Aug) (4), S. 190-200.
- 154** Michelsson, K., Sirvio, P., Wasz-Höckert, O. (1977). pain cry in full-term asphyxiated newborns infants correlated with late findings. *Acta paediatrica scand*, 66 (Sep) (5), S. 611-616.
- 155** Milner, A.D., Vyas, H. (1982). Medical Progress – Lung expansion at birth. *J Pediatr*, 101 (Dec) (6), S. 879-886.

- 156** Miyamoto, N., Tsuji, M., Imataki, T., Naganmachi, N., Hirose, S., Hamada, Y. (1991). Influence of mode of delivery on fetal pituitary thyroid axis. *Acta Paediatr. Jpn*, 33 (Jun) (3), S. 363-368.
- 157** Mongelli, M., Wang, C.C., Wang, W., Pang, C., Rogers, M.S. (1997). Oxygen free radical activity in the second stage of labour. *Acta obstet gynecol scand*, 76 (Sep) (8), S. 765-768.
- 158** Moore, J.K., Perazzo, LM., Braun, A., (1995) Time course of axonal myelination in the human brainstem auditory pathway, *Hear Res* 87 (1-2), S. 21-31.
- 159** Morrison, J., Rennie, J.M., Milton, P.J. (1995). Neonatal respiratory morbidity and mode of delivery at term: influence of timing of elective caesarean section. *Br J Obstet Gynaecol*, 102 (Feb) (2), S. 101-106.
- 160** Mortola, J.P., Fisher, J.T., Smith, J.B., Fox, G.S., Weeks, S., Willis, D. (1982). Onset of respiration in infants delivered by caesarean section. *Archives of Diseases in Childhood*, 52 (Mar) (3), S. 716-724.
- 161** Murphy, D.J., Liebling, R.E., Verity, L., Swingler, R., Patel, R. (2001). Early maternal and neonatal morbidity associated with operative delivery in second stage of labour: a cohort study. *The Lancet*, 358 (Oct) (9289), S. 1203-1207.
- 162** Newman, J.D. (2004). Infant crying and colic: What lies beneath. *Behavioral and Brain Sciences*, 27 (4), S. 470-471.
- 163** Nicoll, A.E., Black, C., Powls, A., Mackenzie, F. (2004). An audit on neonatal respiratory morbidity following elective caesarean section at term. *Scot Med J*, 49 (Feb) (1), S. 22-25.
- 164** Nikischin, W., Peter, M. Oldigs, H.D. (1997). The influence of mode of delivery on hematologic values in the umbilical vein. *Gynecol Obstet Invest*, 43 (2), S. 104-107.
- 165** Nikkola, E.M., Kirjavainen, T.T., Ekblad, U.U., Kero, P.O., Salonen, M.A. (2002). Postnatal adaptation after c-section or vaginal delivery, studied with static charge sensitive bed. *Acta Paediatr.*, 91 (9), S. 927-933.
- 166** Notzon, F.C., Bergsjø, P., Cole, S., Irgens, L.M., Dalveit, A.K. (1991). International collaborative effort (ICE) on birth weight, plurality, perinatal and infant mortality. *Acta obstet gynecol scand*, 70 (6), S. 451-460.
- 167** Nuthalapaty, F.S., Rouse, D.J., Owen, J. (2004). The association of maternal weight with caesarean risk, labor duration, and cervical dilatation rate during labor induction. *Obstet Gynecol*, 103 (3), S. 452-456.
- 168** Oller, D.K., Eilers, R.E., Neal, A.R., Schwartz, H.K. (1999). Precursors to speech in infancy: the prediction of speech and language disorders. *J Common Disord*, 32 (Jul-Aug) (4), S. 223-245.
- 169** Olver, R.E. , Walters, W. (2004). Developmental regulation of lung liquid transport. *Annu Rev Physiol*, 66, S. 77-101.



- 170** Olver, R.E., Schneeberger, E.E., Walters, D.V. (1981). Epithelial solute permeability, ion transport and tight junction morphology in the developing lung of the foetal lamb. *J. Physiol*, 315 (Jun), S. 395-412.
- 171** Olver, R.E. (1981). Of labour and the lungs. *Archives of Diseases in Childhood*, 56 (Sep) (9), S. 659-662.
- 172** Ostwald, P.F., Phibbs, R., Fox, S. (1968). Diagnostic use of infant cry. *Biol Neonat*, 13 (1), S. 68-82.
- 173** Otamiri, G., Berg, G., Finnstrom, O., Leijon, I. (1992). Neurological adaption of infants delivered by emergency or elective c-section. *Acta Paediatr.*, 81 (Oct) (10), S. 797-801.
- 174** Otamiri, G., Berg, G., Ledin, T., Leijon, I, Lagercrantz, H. (1991). Delayed neurological adaptation in infants delivered by elective cesarean section and the relation to catecholamine levels. *Early Hum Dev*, 26 (1), S. 51-60.
- 175** Papoušek, M. (1984). Psychobiologische Aspekte des Schreiens im frühen Säuglingsalter. *Sozialpädiatrie in Praxis und Klinik*, 6 (9), S. 517-526.
- 176** Partanen, T. J., Wasz-Höckert, O., Vuorenkoski, V., Theorell, K., Valanne, E.H., Lind, J. (1967). Auditory identification of pain cry signals of young infants in pathological conditions and its sound spectrographic basis. *Ann Paediat Fenn.*, 13 (2), S. 56-63.
- 177** Patel, D.M., Donovan, E.F., Keenan, W.J. (1983). Transient respiratory difficulty following caesarean delivery. *Biol Neonate*, 43, S. 146-151.
- 178** Patel, R.R., Peters, T.J., Murphy, D.J. (2005). Prenatal risk factors for cesarean section. Analyses of the ALSPAC cohort of 12944 women in England. *Int J Epidemiol*, 34 (Apr) (2), S. 353-367.
- 179** Paterson-Brown, S. (1998). Should doctors perform an elective caesarean section on request?. *BMJ*, 317 (Aug) (7156), S. 462-463.
- 180** Persson, J., Wølner-Hanssen, P., Rydhström, H. (2000). Obstetric Risk Factors for Stress Urinary Incontinence: A Population-Based Study. *Obstet Gynecol*, 96 (3), S. 440-445.
- 181** Pohjavouri, M., Forss, M., Kariniemi, V. (1983). Perinatal heart rate variability and circulatory adaption in association with normal labor and after elective caesarean section. *Am J Obstet Gynecol*, 147 (Dec) (8), S. 943-948.
- 182** Pohjavouri, M., Rovamo, L., Laatikainen, T., Kariniemi, V., Pettersson, J. (1986). Stress and delivery and plasma endorphins and catecholamins in the newborn infant. *Biological research in pregnancy*, 7 (1), S. 1-5.
- 183** Raes, J., Michelsson, K., Dehaen, F., Despontin, M. (1982). Cry analysis in infants with infectious and congenital disorders of the larynx. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 4 (Jun) (2), S. 157-169.

- 184** Ransjö-Arvidson, A-B., Matthiesen, A.S., Lilja, G., Nissen, E., Widström, A-M., Uvnäs-Moberg, K. (2001). Maternal Analgesia during labor disturbs newborn behaviour: Effects on breastfeeding, temperature, and crying. *Birth*, 28 (Mar) (1), S. 5 -12.
- 185** Reimann, I.W., Frölich, J.W. (1981). Risk of simultaneous tocolytic treatment with beta adrenergic and PG inhibiting agents. *Z Geburtshilfe und Perinatol*, 185 (Dec) (6), S 305-312.
- 186** Renner, R.M., Eden, K.B., Osterweil, P., Chan, B.K., Guise, J.M. (2007). Informational factors influencing patient's childbirth preferences after prior cesarean. *Am J Obstet Gynecol, Resident papers*, 196 (May) (5), S. 14-16.
- 187** Richardson, B.S., Czikk, M.J., da Silva, O., Natale, R. (2005). The impact of labor at term on measures of neonatal outcome. *Am J Obstet Gynecol*, 192 (Jan) (1), S. 219-226.
- 188** Richter, A. (2005). Spinalanästhesie zur Sectio caesarea-Eine neuartige "high-volume, low concentration"Technik. Dissertation.
- 189** Righard, L., Alade, M.O. (1990). Effect of delivery room-routines on success of first breast feed. *The Lancet*, 336 (Nov) (8723), S. 1105-1107.
- 190** Rissmann, M., Seidenschnur, G., Frahm, H.D. (1982). Effects of acidosis on the adaptive behaviour of full-term newborn infants. *Padiatr Padol.*, 17 (4), S. 657-666.
- 191** Robillard, J.E., Segar, J.L. (2006). Influence of early life events on health and diseases. *Transactions of the american clinical and climatological association*, 117, S. 313-320.
- 192** Rogers, M.S., Mongelli, J.M., Tsang, K.H., Wang, C.C., Law, K.P. (1998). Lipid peroxidation in cord blood at birth, The effect of labour. *Br J Obstet Gynaecol.*, 105 (Jul) (7), S. 739-744.
- 193** Roth-Kleiner, M., Wagner, B.P., Pfenniger, J., Bachmann, D. (2003). Respiratory distress syndrome in near-term babies after c-section. *swiss.med.wkly*, 133 (May) (0), S. 283-288.
- 194** Rothgänger, H. (2003). Analysis of the sounds of the child in the first year of age and a comparison to language. *Early Hum Dev.*, 75 (Dec), S. 55-69.
- 195** Rott, P., Siedentropf, R., Schücking, B., Kentenrich, H. (2000). Wunschsectio und vaginale Geburt – psychologische Aspekte. *Gynäkologe*, 33, S. 887-890, Springer Verlag.
- 196** Rotveit, G., Daltveit, A.K., Hannestad, Y.S., Hunskaar, S. (2003). Urinary incontinence after vaginal delivery or cesarean section. *N Engl J Med*, 348 (10), S. 900-907.
- 197** Ruckhäberle, K.E., Viehweg, B., Schlegel, C., Vogtmann, C., Bottcher, H., Schurer, K., Ruckhäberle, B., Weissbach, R., Wolff, C. (1979). Art der

Geburtsbeendigung, Zustandsdiagnostik und kindlicher Ausgang bei Frühgeburt. Zentralbl Gynakol, 101 (8), S. 532-542.

- 198** Runefors, P., Arnbjörnsson, E., Elander, G., Michelsson, M. (2000). Newborn infants` cry after heel prick: analysis with sound spectrogram. Acta Paediatr., 89 (Jan) (1), S. 68-72.
- 199** Schäfter, M.T., David, M. (1997). Anmerkungen zur Geschichte der Sectio caesarea, Der erste Kaiserschnitt an der Lebenden in Berlin vor 225 Jahren. Die Hebamme, 10, S. 62-70. Stuttgart, F. Enke Verlag.
- 200** Schenker, J.G., Serr, D.M. (1967). Comparative study of delivery by vacuum extractor and forceps. Am J Obstet Gynecol., 98 (May) (1), S. 32-39.
- 201** Schneeberger, E.E., Walters, D.V., Olver, R.E. (1978). Development of intracell functions in the pulmonary epithelium of the foetal lamb. J. Cell. Sci, 32, S. 307-324.
- 202** Schneider, K.T.M. (2002). Sectio nach Wunsch-Muss man hinsichtlich der Morbiditätsrisiken umdenken?. Gynäkolog Geburtshilfliche Rundschau, 42 (1), S. 12-14.
- 203** Schneider, H. (1998). Mütterliche und kindliche Risiken der protrahierten Geburt. Gynäkologe, 31, S. 734-37.
- 204** Schneider, H. (1997). Die mütterliche Gefährdung während der Perinatalperiode. Gynäkologe, 30, S. 741.
- 205** Seelbach-Goebel, B., Wulf, K-H. (1998). Indikationswandel zur operativen Entbindung. Gynäkologe, 31, S. 724-733.
- 206** Selbmann, H. (2001). Internes Qualitätsmanagement und externe Qualitätssicherung in der Geburtshilfe und der operativen Gynäkologie. Gynäkologe, 34, S. 82-88
- 207** Seller, M.J., Spector, R.G. (1964). The effects of anoxia on the newborn and adult rat lung. J Path Bact, 88 (July), S. 309-311.
- 208** Sener, E.B., Guldogus, F., Karakaya, D., Baris, S., Kocamanoglu, S., Tur, A. (2002). Comparison of neonatal effects of epidural and general anesthesia for cesarean section. Gynecol Obstet Invest, 55 (1), S. 41-45.
- 209** Simpson, K.R., Thorman, K.E. (2005). Obstetric "conveniences" elective induction of labor, cesarean birth on demand, and other potentially unnecessary interventions. J. Perinat. Neonat. Nurs., 19 (2), S. 134-144.
- 210** Smith, G.C.S., Wood, A.M., White, I.R., Pell, J.P., Cameron, A.D., Dobbie, R. (2004). Neonatal respiratory morbidity at term and the risk of childhood asthma. Arch. Dis. Child, 89 (Oct) (10), S. 956-960.
- 211** Smith, G.C.S., White, I.R., Pell, J.P., Dobbie, R. (2005). Predicting cesarean section and uterine rupture among women attempting vaginal birth after prior cesarean section. PLoS Medicine, 2 (9), S. 871-878.

- 212** Smith, G.C.S., Pell, J.P., Dobbie, R. (2003). Caesarean section and risk of unexplained stillbirth in subsequent pregnancy. *The Lancet*, 362 (Nov) (9398), S. 1779-1784.
- 213** Soltis, J. (2004). The signal functions of early infant crying. *Behav Brain Sci*, 27 (Aug) (4), S. 443-458.
- 214** Speer, Ch.P., Gahr, M. (2005), Pädiatrie. (2. Auflage), **Heidelberg**, Springer-Verlag.
- 215** Sridhar, M.G., Setia, S., John, M., Bhat, V., Nandeesh, H., Sathiyapriya, V. (2007). Oxidative Stress varies with mode of delivery in intrauterine growth retardation: Association with Apgar Score. *Clinical Biochemistry*, 40 (Jun), S. 688-91.
- 216** St James-Roberts, I., Menon-Johansson, P. (1999). Predicting infant crying from fetal movement data: an exploratory study. *Early Hum Dev*, 54 (1), S. 55-62.
- 217** Stadlmayr, W., Schneider, H., Amsler, F., Bürgin, D., Bitzer, J. (2004). How do obstetric variables influence dimensions of the birth experience as assessed by Salmon's item list?. *Eur J of Obstet Gynec. Reprod Biol*, 115 (Jul) (1), S. 43-50.
- 218** Stillger, R., Misselwitz, B. (2001). Messung von Qualität: Probleme und Lösungsansätze. *Gynäkologie*, 34, S. 89-92.
- 219** Sutherland, J. M., Ratcliff, J. W. (1961). Crying vital capacity. *Am J Dis Child*, 101 (Jan), S. 93-99.
- 220** Taylor, A., Fisk, N.M., Glover, V. (2000). Mode of delivery and subsequent stress response. *The Lancet*, 335 (Jan) (9198), S. 120.
- 221** Teramo, K. (1968). Foetal acid-base values during caesarean section. *The Lancet*, 2 (Nov) (7578), S. 1146-1447.
- 222** Thaßler, J., Wagner, B. (1996). Vermeidung einer Sectio caesarea bei pathologischem CTG durch wiederholte Mikroblooduntersuchungen. *Die Hebamme*, 9, S. 15-18. **Stuttgart**, F. Enke Verlag.
- 223** Thom, D.H., van den Eeden, S.K., Brown, J.S. (1997). Evaluation of Parturition and other Reproductive Variables as Risk Factors for Urinary Incontinence in later life. *Obstet Gynecol*, 90 (6), S. 983-989.
- 224** Truffert, P. (2000). Recommendations pour la pratique clinique, Conséquences néonatales de la césarienne. *Gynecol Obstet Biol Reprod*, 29 (Nov) (0), S. 17-21.
- 225** Turan, S., Berek, A., Angaji, M., Koroglu, O.A., Bilgen, H., Onver, T., Akman, I., Ozek, E. (2007). The effect of the mode of delivery on neonatal thyroid function. *J Matern Fetal Neonatal Med.*, 20 (6), S. 473-476.
- 226** Usher, R.H., Allen, A.C., McLean, F.H. (1971). Risk of respiratory distress syndrome related to gestational age, route of delivery, and maternal diabetes. *Am J Obstet Gynecol*, 111 (Nov) (6), S. 826-832.

- 227** Vaillancourt, C., Berger, N., Boksa, P. (1999). Effects of vaginal birth versus cesarean section birth with general anesthesia on blood gases and brain energy metabolism in neonatal rats. *Experimental Neurology*, 160 (Nov) (1), S. 142-150.
- 228** van den Berg, A., van Elburg, R.M., van Geijn, H.P., Fetter, W.P.F. (2001). Neonatal respiratory morbidity following elective c-section in term infants: a 5 year retrospective study and review of literature. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 98 (Sep) (1), S. 9-13.
- 229** Varner, M., Daly, K.D., Goplerud, C.P., Keettel, W.C. (1982). Maternal mortality in a major referral hospital 1926 to 1980. *Am J Obstet Gynecol*, 143 (Jun) (3), S. 325-334.
- 230** Vatashsky, E., Hochner-Celnikier, D., Beller, U., Ron, M., Aronson, H.B. (1983). Neonatal outcome in cesarean section under general anesthesia, related to gestational age, induction-delivery and uterus-delivery intervals. *Isr. J Med Sci.*, 19 (Dec) (12), S. 1059-1063.
- 231** Vestermark, V., Høgdall, C.K., Birch, M., Plenov, G., Toftage-Larsen, K. (1990). Influence of the mode of delivery on initiation of breast-feeding. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 38 (Jan) (1), S. 33-38.
- 232** Vlastic Stjernholm, Y. (2007). Fler kejsarsnitt utan medicinsk grund – trots riskerna. *Läkartidningen*, 104 (12), S. 942-945.
- 233** Vyas, H., Milner, A.D., Hopkin, I.E. (1981). Intrathoracic pressure and volume changes during the spontaneous onset of respiration in babies born by c-section and by vaginal delivery. *J Pediatr*, 99 (Nov) (5), S. 787-791.
- 234** Walker, S.P., McCarthy, E.A., Ugoni, A., Lee, A., Lim, S., Permezel, M. (2007). Cesarean delivery or vaginal birth, A survey of Patient and Clinician Thresholds. *Obstet Gynecol*, 109 (Jan) (1), S. 67-72.
- 235** Wasz-Höckert, O., Lind, J., Vuorenkoski, V., Partanen, T., Valanné, E. (1984). The infant cry, a spectographic and auditory analysis. *Clinics in Developmental Medicine*, (29), S. 32-35.
- 236** Weisbach, W., Menzel, K., Laube, R., Wagner, F., Niedner, W., Jager, K.H. (1985). Effects of various anesthesia procedures used in forceps delivery on the cardiopulmonary adaptation of the newborn infant. 1. modification of cardiac adaptation. *Zentralbl Gynakol*, 107 (9), S. 539-544.
- 237** Weisbach, W., Menzel, K., Laube, R., Wagner, F., Niedner, W., Jager, K.H. (1985). Effects of various anesthesia procedures used in forceps delivery on the cardiopulmonary adaptation of the newborn infant. 1. modification of pulmonary adaptation. *Zentralbl Gynakol*, 107 (9), S. 545-549.
- 238** Welsch, H. (1997). Müttersterblichkeit während der Geburt und Wochenbett bei vaginaler Entbindung und Sectio caesaera. *Gynäkologe*, 30, S. 742-56.
- 239** Welsch, H. (1995). Mütterliche Sectio-Sterblichkeit – eine kritische Bilanz. *Arch Gynecol Obstet*, 257, S. 206-215.

- 240** Wenderlein, J.M. (1997). Die Evolution fordert ein Mindestmaß an fetalem Wehen-Stress unter der Geburt. *Geburtshilfe Neonatologie*, 201, S. 82-85.
- 241** Wenderlein, J.M., Ritz-Schäfer, R. (1994). Is moderate labor stress for newborn infants an advantage? Pilot study of postpartum weight gain of 791 newborn infants. *Geburtshilfe Frauenheilkunde*, 54 (1), S. 65-68.
- 242** Wermke, K., Mende, W. (1992). Sprache beginnt mit dem ersten Schrei. *Spektrum der Wissenschaften*, 10, S. 115-118.
- 243** Wermke, K. (2002). Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten Lebensmonaten. Habilitation.
- 244** Wermke, K., Leising, D., Stellzig-Eisenhauer, A. (2007). Relation of melody complexity in infants' cries to language outcome in the second year of life: longitudinal study. *Clin linguist phon.*, 21, S. 961-973.
- 245** Wermke, K. (2007). Von einfachen zu komplexen Melodien: Über die frühesten Entwicklungsschritte auf dem Weg zur Sprache. In Fuchs, M. (ed), *Singen und Lernen, Kinder und Jugendstimme*, S. 9-20.
- 246** Wermke, K., Hauser, S., Komposch, G., Stellzig, A. (2001). Spectral analysis of prespeech sounds (spontaneous cries) in infants with unilateral cleft lip and palate (UCLP): a pilot study. *Cleft Palate Craniofac J*, 39 (May) (3), S. 285 -94.
- 247** Wermke, K. (2008). Melodie und Rhythmus in Babylauten, und ihr potentieller Wert zur Frühindikation von Sprachentwicklungsstörungen. *Interdisziplinär*, 16 (3), S. 190 -195.
- 248** Wermke, K., Mende, W., Manfredi, C., Brusciaglioni, P. (2002). Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Medical engineering and physics*, 41, S. 501-514.
- 249** Wermke, K., Robb, MP. (2009). Fundamental frequency of neonatal crying: Does body size matter ?. *J Voice*, 5 (Aug). e-pub ahead of print.
- 250** Wermke, K. (1987). Begründung und Nachweis der Eignung des Säuglingsschreis als Indikator für zentralnervöse Funktionsstörungen des Neugeborenen – Fallstudien unter Einsatz eines speziellen Computerverfahrens. Dissertation.
- 251** Wermke, K., Mende, W., Grauel, L., Wilzopolski, K., Schmucker, U., Schröder, G. (1987). The significance and determination of pitch in Newborn cries and the melodyspectrum as a measure of fundamental frequency variability. *J. Cry Report – Special Issue, Palmerston North*, Massey University Press.
- 252** Wermke, K., Mende, W. (1994). Ontogenetic development of infant cry- and non-cry vocalization as early stages of speech abilities. In R. Aulanko & A.M.Korpijaako-Huuhka (Eds), S. 181-189. **Helsinki/Finland**. (Third congress of the international clinical phonetics and linguistics association)
- 253** Wermke, K., Mende, W., Borschberg, H., Ruppert, R. (1996). Voice characteristics of prespeech vocalizations of twins during the first year of life.

Pathologies of Speech & Language: Contributions of Clinical Phonetics & Linguistics, S. 1-8. **New Orleans, LA:** ICPLA.

- 254** Wermke, K., Mende, W. (2000). Developmental changes of infant cries during the first months of life: evolution of complex vocalizations. Workshop: Development and Interaction of Linguistic and Non-Linguistic Cognition in Infants.
- 255** Wermke, K. (2004). Vom Schreien zur Sprache. Was die Schrei-Melodien von Säuglingen über die vorsprachliche Entwicklung aussagen. *Frühförderung interdisziplinär*, 23 (2), S. 61-68.
- 256** Wermke, K., Friederici, AD. (2004). Developmental changes of infant cries – the evolution complex vocalizations. *Behav Brain Sci*, 27 (4), S. 474-475.
- 257** White, E., Shy, KK., Daling, JR. (1985). An investigation of the relationship between c-section birth and respiratory distress syndrome of the newborn. *Am J Epidemiol.*, 121 (May) (5), S. 651-663.
- 258** Wiklund, I., Edman, G., Andolf, E. (2007). Cesarean section on maternal request: reasons for the request, self estimated health, expectations, experience of birth and signs of depression among first time mothers. *Acta obstet gynecol scand*, 86 (4), S. 451-456.
- 259** Wilcox, K.A., Horii, Y. (1980). Ages and Changes in vocal jitter. *J Geront*, 35 (Mar) (2), S. 194-198.
- 260** Winkler, I., Vestergard, M.D., Háden, G.P., Shtyrov, Y., Patterson, R.D., Pulvermüller, F., Denham, S.L., Sziller, I. (2009). Auditory size-deviant detection in adults and newborn infants. *Biol Psychol*, 82 (Oct) (2), S. 169-175.
- 261** Winkler, I., Háden, G.P., Ladinig, O., Sziller, I., Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.*, 106 (Feb) (7), S. 2468-2471.
- 262** Wurmser, H., Rieger, M., Domogalla, C., Kahnt, A., Buchwald, J., Kowatsch, M., Kuehnert, N., Buske-Kirschbaum, A., Papoušek, M., Pirke, K.M., von Voss, H. (2006). Association between life stress during pregnancy and infant crying in the first months postpartum: A prospective longitudinal study. *Early Hum Dev*, 82 (May) (5), S. 341-349.
- 263** Ylikorkala, O., Pohjavuori, M., Rovamo, L. (1986). Fetal and neonatal prostacyclin and thromboxane in relation to mode of delivery. *Arch Dis Child*, 61 (Aug) (8), S. 766-770.
- 264** Zanardo, V., Simbi, A.K., Franzoi, M., Soldà, G., Salvadori, A., Trevisanuto, D. (2004). Neonatal respiratory morbidity risk and mode of delivery at term: influence of timing elective cesarean delivery. *Acta Paediatr.*, 93 (May) (5), S. 643-47.
- 265** Zeifman, D.M. (2004). Acoustic features of infant crying related to intenders care giving. *Infant Child Dev*, 13, S. 111-122.
- 266** Zelop, C., Heffner, L.J. (2004). The Downside of cesarean delivery: short-and long term complications. *Clin Obstet Gynecol.*, 47 (Jun) (2), S. 386-393.

- 267** Zeskind, P.S., Lester, B.M. (1981). Analysis of cry features in newborn with differential fetal growth. *Child Dev*, 52 (Mar) (1), S. 207-212.



## 7 Anhang

Tabelle 7.1: Geburtshilfliche Daten

### PS-Gruppe

Proband	G/P	Alter der Mutter [Jahre]	SSW	Lagotyp	Geschlecht	Komplikationen /Anmerkungen	Geburtsdauer [h]	Anästhesie/ Medikamente
GMPA	2;2	27	38+0	BEL	2		entfällt	SA
GMPB	5;4	32	38+6	SL	2	Wunschsectio		SA
GMPC	4;4	31	37+4	SL	2	Z.n. Re-Re-Sectio		SA
GMPD	2;2	33	38+1	SL	1	Z.n. Sectio		SA
GMPE	2;2	22	38+3	VHL	2	Z.n. Sectio, andere Uterusoperationen		SA
GMPF	2;3	36	38+1	VHL	1	Mehrlingsschwangerschaft		SA
GMPG	2;3	36	38+1	BEL	2	Mehrlingsschwangerschaft		SA
GMPH	1;2	26	37+0	QL/SL	2	Mehrlingsschwangerschaft		SA
GMPI	1;1	33	39+1	BEL	2	Beckenendlage		SA
GMPJ	1;1	29	39+0	VHL	2	Pathologisches CTG		SA
GMPK	3;3	34	38+2	VHL	2	Z.n. Sectio oder anderen Uterusoperationen		SA
G MPL	3;1	32	37+6	BEL	1	Beckenendlage		SA
GMPM	2;1	25	38+5	BEL	1	Beckenendlage		SA
GMPN	3;2	26	38+3	VHL	2	Z. n. Sectio, anderen Uterusoperationen		SA

Anhang

GMPO	1;1	35	38+2	BEL	2	Beckenendlage		SA
GMPP	1;1	28	39+1	VHL	1			SA
<b>SS-Gruppe</b>								
Proband	G/P	Alter der Mutter [Jahre]	SSW	Lagetyp	Geschlecht	Komplikationen	Geburtsdauer [h]	Anästhesie/ Medikamente
GMSA	1;1	26	36+6	HHL	2	pathologisches CTG	12,3	
GMSB	2;2	34	39+4	SL	2	fetaler Hypertrophie, Geburtsstillstand	14,1	PDA aufgespritzt Prostaglandin
GMSC	2;1	32	40+0	SL	2	CTG pathologisch, drohende Eklampsie	17,1	ITN Prostaglandine
GMSD	1;1	27	41+0	NB	2	Überschreitung des Termins	15,1	PDA aufgespritzt
GMSE	1;1	32	37+1	BEL	1	Beckenendlage	3,97	SA
GMSF	1;1	26	40+0	VHL	2	Pathologisches CTG	6,8	SA
GMSG	1;1	32	41+1	SL	2	vorzeitiger Blasensprung	8,98	ITN, PDA
GMSH	2;2	27	41+5	VHL	2	Pathologisches CTG	5,28	PDA, aufgespritzt
GMSI	1;1	35	40+2	HHL	2	vorzeitiger Blasensprung	9,85	PDA, aufgespritzt
GMSJ	1;1	37	40+4	VL	1	Überschreitung des Termins	23,9	PDA, aufgespritzt
GMSK	1;1	27	41+6	VHL	1	Überschreitung des Termins	12,7	PDA, aufgespritzt

Anhang

GMSL	1;1	38	38 +2	VHL	2		9,57	SA
<b>VAG-Gruppe</b>								
<b>Proband</b>	<b>G/P</b>	<b>Alter Mutter</b>	<b>SSW</b>	<b>Geburtslage</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Komplikationen</b>	<b>Geburtsdauer</b>	<b>Anästhesie/ Medikamente</b>
GMVA	1;1	24	40+4	VHL	1		6,53	Lokalinfiltration, PDA
GMVB	3;2	32	40+2	VHL	1		3,80	
GMVC	4;3	39	39+3	VHL	2		3,83	
GMVD	6;5	36	41+0	VHL	1	Nabelschnurumschlingung, Oligohydramnion, Terminüberschreitung, Sectio	4,86	Lokalinfiltration  Misoprostin
GMVE	2;2	27	38+0	VHL	2		0,82	
GMVF	2;2	34	40+6	VHL	1	Terminüberschreitung, 40+ 6	19,55	PDA (aufgespritzt)  Prostaglandin
GMVG	1;1	26	38+6	VHL	2	CTG pathologisch, Nabelschnurumschlingung, vorzeitiger Blasensprung	9,76	Lokalinfiltration  Prostaglandin
GMVH	2;2	25	39+5	VHL	1	Dammriss	0,06	Lokalinfiltration
GMVI	2;2	34	39+2	BEL	2	Beckenendlage	2,45	
GMVJ	2;2	38	40+3	VHL	2	pathologisches CTG	2,62	
GMVK	2;2	41	40+0	VHL	1	vorzeitiger Blasensprung	1,68	Lokalanästhesie
GMVL	1;1	31	40+5	VHL	2	nein	11,02	
GMVM	3;3	40	40+2	VHL	1	nein	6,75	

**Tabelle 7.2: Anzahl der aufgenommenen Schreie (N) und Alter (horae postnatales (hpn)) der Neugeborenen für beide Aufnahmezeitpunkte**

**VAG-Gruppe**

Probandencode	Geschlecht	1. Aufnahme		2. Aufnahme	
		(hpn)	[N]	(hpn)	[N]
GMVA	w	3,5	104	49	110
GMVB	w	11,5	76	65	63
GMVC	m	9,2	102	62	106
GMVD	w	9,2	55	50	77
GMVE	m	11	39	48,6	66
GMVF	w	6,5	57	55,3	74
GMVG	m	2,5	25	55,5	64
GMVH	w	2,5	28	46,7	59
GMVI	m	3,5	53	62,3	86
GMVJ	m	11,5	48	61	67
GMVK	w	4,6	45	49,6	73
GMVL	m	3,5	58	53,3	69
GMVM	w	3,1	49	51,3	64

**PS-Gruppe**

Probandencode	Geschlecht	1. Aufnahme		2. Aufnahme	
		(hpn)	[N]	(hpn)	[N]
GMVA	m	7,00	72	49	93

Anhang

GMPB	m	7,00	35	55	74
GMPC	m	7,50	32	55,2	90
GMPD	w	3,50	53	52,3	17
GMPE	m	6,50	70	53	52
GMPF	m	6,50	57	52,2	58
GMPG	w	3,20	77	52,5	58
GMPH	m	4,70	81	48,3	65
GMPI	m	6,80	66	51,8	48
GMPJ	m	10,00	23	55,5	62
GMPK	m	6,20	77	52,2	42
GMP L	w	4,30	101	52,3	54
GMPM	w	3,80	29	51,3	99
GMPN	m	3,00	17	50,2	73
GMPO	m	0,10	33	50,7	90
GMPP	w	0,10	70	67	90

**SS-Gruppe**

Probandencode	Geschlecht	1. Aufnahme		2. Aufnahme	
		(hpn)	[N]	(hpn)	[N]
GMSA	m	8,2	42	59	51
GMSB	m	5	15	67	71
GMSC	m	9,7	86	71	54
GMSD	m	4	50	71	76

GMSE	w	6,8	62	52	99
GMSF	m	11,3	74	59,2	74
GMSG	m	2	55	54,3	69
GMSH	m	0,05	77	65	57
GMSI	m	11	42	66,2	71
GMSJ	w	11,6	87	56	83
GMSK	w	5	88	50,1	100
GMSL	m	11,5	42	57,7	46

**Tabelle 7.3: Deskriptive Analyse des MCI zum ersten und zweiten Aufnahmezeitpunkt**

**VAG-Gruppe**

Kind	MCI-1, 1. Aufnahmezeitpunkt	MCI-2, 2. Aufnahmezeitpunkt
	(0-12 h)	(48-72 h)
GMVA	0,246	0,2
GMVB	0,261	0,391
GMVC	0,068	0,269
GMVD	0,043	0,414
GMVE	0,056	0,452
GMVF	0,472	0,452
GMVG	0,125	0,385
GMVH	0,261	0,135
GMVI	0,114	0,167

## Anhang

GMVJ	0,467	0,613
GMVK	0,333	0,194
GMVL	0,389	0,306
GMVM	0,357	0,378

Mittelwert ± SD	0,245 ± 0,153	0,335 ± 0,138
Standardfehler	0,042	0,038
Median	0,261	0,378
Minimum	0,043	0,135
Maximum	0,472	0,613

### PS-Gruppe

Kind	MCI-1, 1. Aufnahmezeitpunkt (0-12 h)	MCI-2, 2. Aufnahmezeitpunkt (48-72 h)
GMPA	0,143	0
GMPB	0,125	0,132
GMPC	0,3	0,325
GMPD	0,098	0,286
GMPE	0,323	0,286
GMPF	0,375	0,313
GMPG	0,229	0,571
GMPH	0,571	0,933
GMPI	0,567	0,484

## Anhang

GMPJ	0,294	0,233
GMPK	0	0,25
GMPL	0,281	0,583
GMPM	0,458	0,477
GMPN	0,615	0,393
GMPO	0,647	0,233
GMPP	0,263	0,375

Mittelwert ± SD	0,330 ± 0,195	0,365 ± 0,214
Standardfehler	0,049	0,053
Median	0,297	0,319
Minimum	0,0	0,0
Maximum	0,647	0,933

### SS-Gruppe

Kind	MCI-1, 1. Aufnahmezeitpunkt (0-12 h)	MCI-2, 2. Aufnahmezeitpunkt (48-72 h)
GMSA	0,5	0,773
GMSB	0,091	0,417
GMSC	0,196	0,476
GMSD	0,621	0,313
GMSE	0,2	0
GMSF	0,424	0,257



GMSG	0,244	0,243
GMSH	0,143	0,053
GMSI	0,226	0,556
GMSJ	0,25	0,348
GMSK	0,358	0,206
GMSL	0,56	0,147

Mittelwert ± SD	0,318 ± 0,172	0,316 ± 0,217
Standardfehler	0,05	0,063
Median	0,247	0,285
Minimum	0,091	0,0
Maximum	0,621	0,773

**Tabelle 7.4: Deskriptive Analyse der mittleren Grundfrequenz der Neugeborenen schreie**

**VAG-Gruppe**

Kind	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )	
	(0-12 h)	(48-72 h)
GMVA	413,6	351,7
GMVB	384,7	339,6
GMVC	381,2	358,8
GMVD	405,1	399,3
GMVE	535,5	540,6

## Anhang

GMVF	376,7	430,7
GMVG	349,0	385,7
GMVH	470,5	476,2
GMVI	463,8	427,1
GMVJ	339,6	310,0
GMVK	402,5	392,3
GMVL	409,8	390,4
GMVM	416,2	366,0

Mittelwert ± SD	411 ± 53	398 ± 61
Standardfehler	15	17
Median	405	390
Minimum	340	310
Maximum	535	541

### PS-Gruppe

Kind	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )	Grundfrequenz (F <sub>0</sub> )
	(0-12 h)	(48-72 h)
GMPA	355,3	425,6
GMPB	459,9	450,2
GMPC	397,7	377,5
GMPD	461,8	417,1

## Anhang

GMPE	419,3	355,8
GMPF	398,6	417,2
GMPG	364,1	358,3
GMPH	415,1	431,2
GMPI	433,8	444,4
GMPJ	471,8	435,8
GMPK	417,3	424,5
GMPL	376,2	345,0
GMPM	396,1	419,0
GMPN	375,7	391,2
GMPO	385,9	393,1
GMPP	439,1	447,8

Mittelwert ± SD	410 ± 36	408 ± 34
Standardfehler	9	8
Median	407	418
Minimum	355	345
Maximum	471	450

## Sekundäre Sectio

Kind	Grundfrequenz (F0)	Grundfrequenz (F0)
	(0-12 h)	(48-72 h)
GMSA	376,3	380,9
GMSB	309,0	413,0
GMSC	438,2	343,9
GMSD	386,8	349,0
GMSE	343,9	361,3
GMSF	468,9	466,3
GMSG	454,8	416,0
GMSH	386,3	394,2
GMSI	379,7	368,5
GMSJ	345,4	421,5
GMSK	405,6	365,1
GMSL	388,2	379,7

Mittelwert ± SD	390 ± 47	388 ± 37
Standardfehler	13	10
Median	387	380
Minimum	309	344
Maximum	469	466

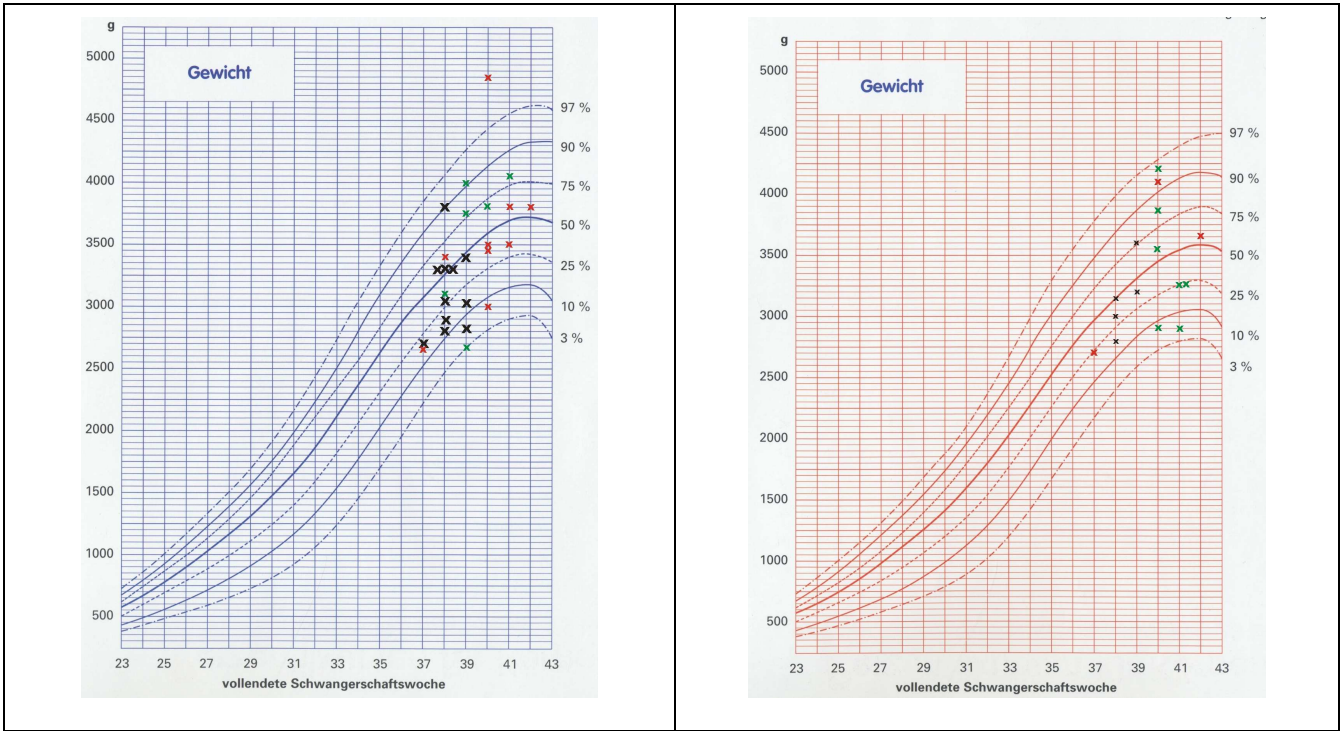


Abbildung 7-1: Verteilung des Geburtsgewichts innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz)

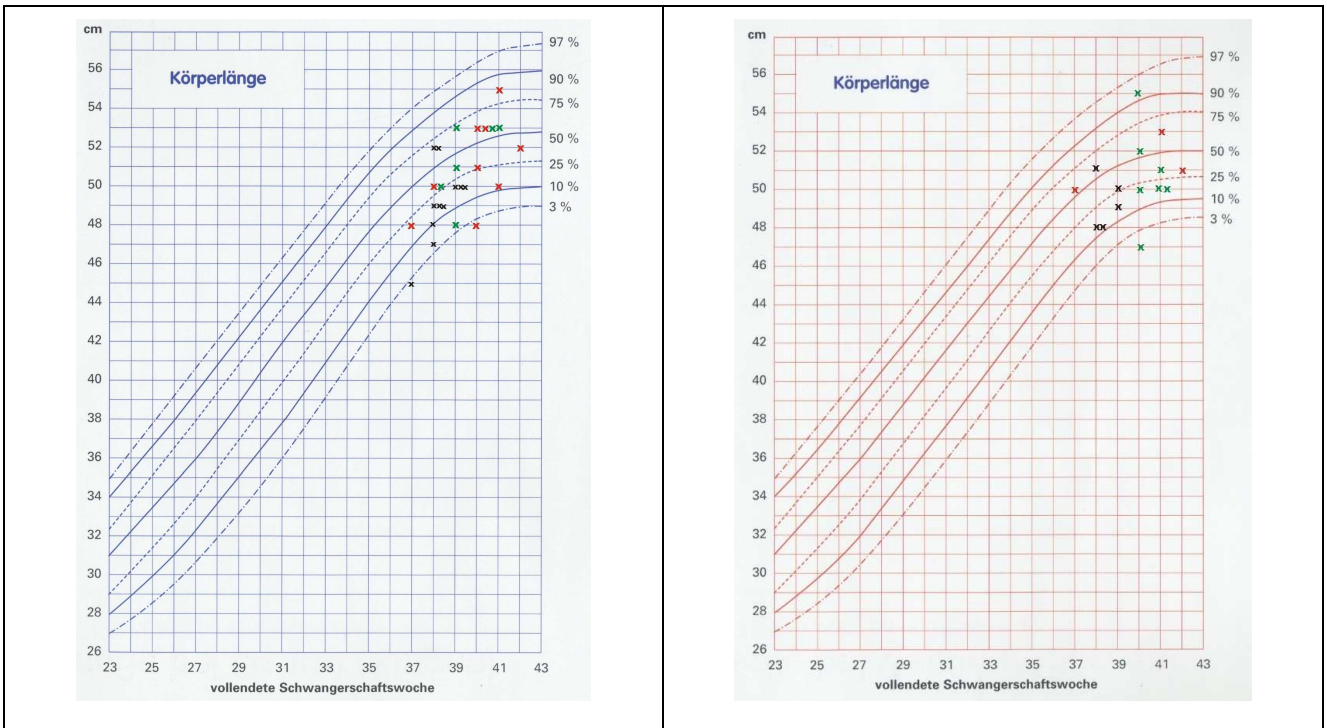


Abbildung 7-2: Verteilung der Körperlänge innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz)

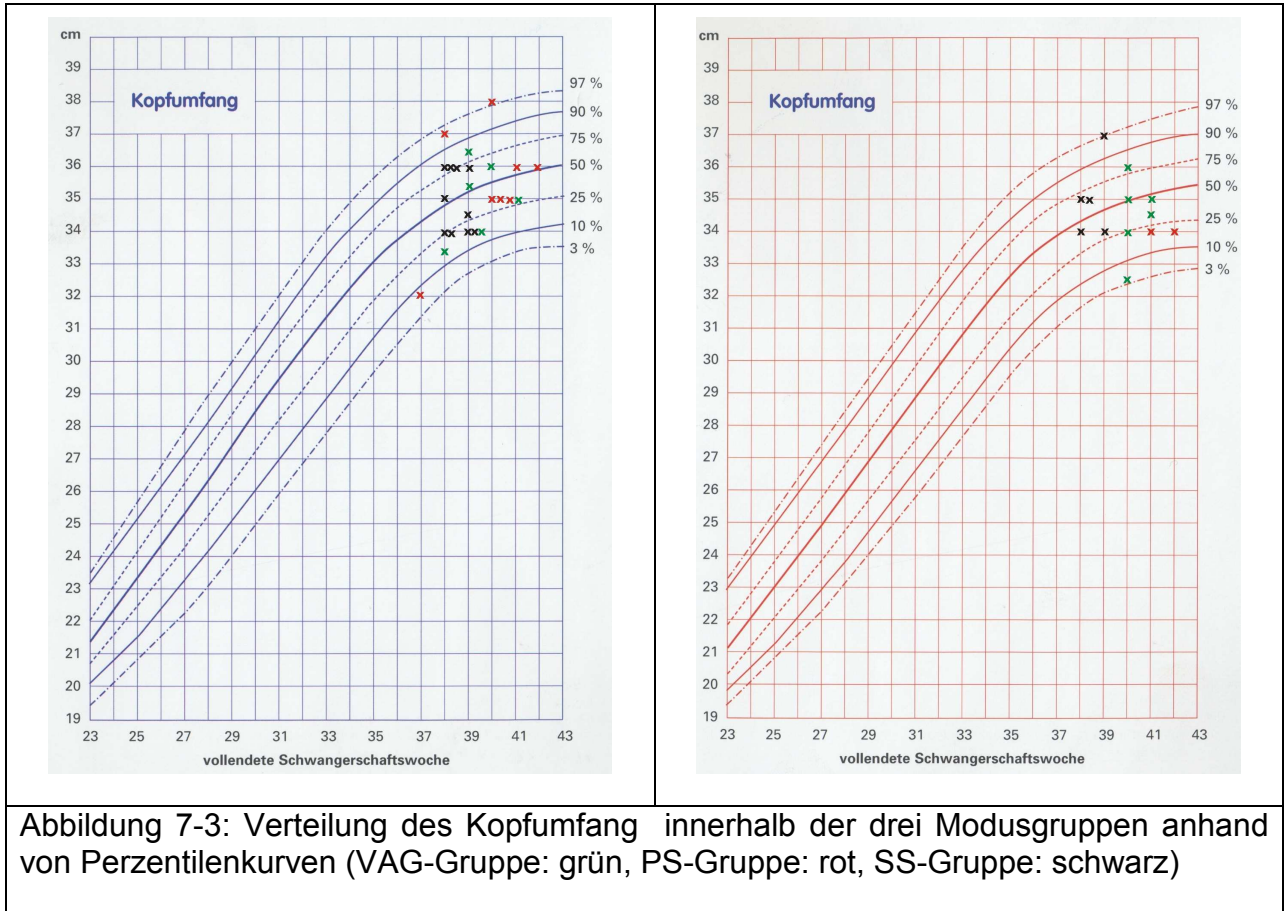


Abbildung 7-3: Verteilung des Kopfumfang innerhalb der drei Modusgruppen anhand von Perzentilenkurven (VAG-Gruppe: grün, PS-Gruppe: rot, SS-Gruppe: schwarz)

## 8 Danksagung

Zunächst einmal möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Professor Dr. med. Ch.-P. Speer und Frau Professor Dr. Kathleen Wermke für die Überlassung des Promotionsthemas und freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Promotion bedanken.

Ein ganz besonders herzlicher Dank gilt Frau Professor Dr. Kathleen Wermke, Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie, der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, für ihre wissenschaftliche Betreuung, ihr persönliches Engagement, und die ansteckende Begeisterung für das Gebiet der vorsprachlichen Diagnostik. Herzlichen Dank für die vielen Stunden der gemeinsamen, wissenschaftlichen Arbeit bei Erstellung dieser Promotion.

Bedanken möchte ich mich auch für die Möglichkeit, ausgewählte Resultate meiner Untersuchung bereits auf zwei internationalen Symposien präsentieren zu können.

Mein herzlicher Dank geht auch an Herrn Professor Dr. med. D. Singer, unter dessen Betreuung ich am Perinatalzentrum der Kinderklinik in Würzburg die Lautaufnahmen der Kinder durchführen konnte, und der mir auch nach Abschluss der Aufnahmen jederzeit aufgeschlossen und konstruktiv mit ausführlichem wissenschaftlichen Rat bezüglich verschiedenster neonatologischer Fragen zur Seite stand.

Herrn P. Wermke danke ich von ganzem Herzen für die stets engagierte unkomplizierte Hilfe und große Geduld bei allen computertechnischen Fragen. Des Weiteren für die Bereitstellung der von ihm entwickelten professionellen Analysesoftware CDAP und für die zuverlässige und zeitaufwendige Datenverwaltung im Archiv des ZVES.

Bedanken möchte ich mich des Weiteren bei allen Hebammen und Krankenschwestern des Perinatalzentrums für deren Aufgeschlossenheit, Kooperation und tatkräftige Hilfe bei den Lautaufnahmen und Datenerhebung.

## Danksagung

---

Ein herzliches Dankeschön auch den Eltern mit ihren Neugeborenen, die an dieser Studie teilgenommen haben und ohne die diese Studie gar nicht möglich gewesen wäre.

Meinen Eltern und Geschwistern, die mir zu jeder Zeit Halt und Sicherheit geben, mir stets zur Seite standen und nicht aufhören an mich zu glauben, danke ich ebenfalls herzlich.



## 9 Lebenslauf

### Persönliche Angaben

Name, Vorname: Höing, Sarah  
Geburtsdatum/-ort: 11.06.1980 in Münster  
Staatsangehörigkeit: deutsch

### 1. Derzeitige Tätigkeit:

Seit November 2007 Assistenzärztin in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikums Aachen

### 2. Schulbildung/Studium:

1991–1999 **Gymnasium Laurentianum in Warendorf**  
Juni 1999 Abschluss: Abitur  
Okt. 2000–Sept. 2002 Studium der **Humanmedizin** an der Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg (vorkl. Abschnitt)  
Aug./Sept. 2002 **Physikum**  
ab Okt. 2002 Studium an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (klinischer Abschnitt)  
Aug. 2003 **Erstes Staatsexamen**  
März 2006 **Zweites Staatsexamen**  
Mai 2007 **Drittes Staatsexamen** (Erlangung der Approbation)

### 3. Praktisches Jahr:

Apr. 2006- Aug. 2006 Chirurgie, Centre Hospitalier Universitaire de Caen/ Frankreich  
Sept. 2006- Dez. 2006 Innere Medizin, Kalix Sjukhus/ Schweden  
Dez. 2006- März 2007 Pädiatrie, Kinderklinik der Universität Würzburg

### 4. Famulaturen

März/Apr 04 Famulatur in einer Vårdcentral / Schweden  
Sept. 04 Famulatur in der Kinderarztpraxis von Dr. Röhnelt, Warendorf  
März 2004 Famulatur an der Universitätsklinik Lund in Schweden (Innere Medizin und Neonatologie)  
Sept. 2003 Famulatur im US-Hospital Würzburg (Chirurgie und Anästhesie)  
Feb.-März 2003 Famulatur im Franziskushospital/Münster (Kardiologie)

Aachen, 31.01.2010