

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

**Über die Bedeutung von Melodie und Rhythmus in der
vorsprachlichen Entwicklung von Säuglingen unter besonderer
Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse von Kindern
mit orofazialen Spalten – ein Beitrag zur Entwicklung
geeigneter Frühförderkonzepte**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Panagiota Dokou
aus Amaroussion

Würzburg, April 2007

Referent: Professor Dr. rer. nat. Kathleen Wermke

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

Dekan: Professor Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:
25. September 2007
Die Promovendin ist Zahnärztin.

Στους γονείς μου,

Για το παρήγορο χέρι
στις δύσκολες στιγμές της αμφιβολίας,
Για το γλυκό φιλί
στις απόλυτες στιγμές της επιτυχίας,

Σας ευχαριστώ που υπάρχουνε στη ζωή μου

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung und Zielstellung	1
2 Besonderheiten des Sprech- und Spracherwerbs von Kindern mit orofazialen Spalten	9
3 Produktion und Perzeption von Melodie und Rhythmus bei Säuglingen	16
3.1 Melodie und Rhythmus als früheste prosodierelevante Leistungen junger Säuglinge	17
3.1.1 Perzeption von Melodie und Rhythmus sprachlicher Laute.....	18
3.1.2 Produktion von Melodie und Rhythmus in vorsprachlichen Lauten	25
3.1.3 Produktion von Melodie und Rhythmus in vorsprachlichen Lauten von Kindern mit orofazialen Spalten.....	31
3.1.4 Musikalische Fähigkeiten der Säuglinge in Bezug auf Melodie und Rhythmus.....	40
4 Die Verarbeitung von Musik und Sprache im menschlichen Gehirn bei Erwachsenen und Säuglingen	46
4.1 Verarbeitung von Sprache und Musik bei Erwachsenen.....	48
4.1.1 Verarbeitung von Prosodie bei Erwachsenen und Kindern	55
4.1.2 Verarbeitung von Melodie und Rhythmus der Musik	60
4.2 Vergleich der Verarbeitungsfähigkeit von Kindern und Erwachsenen	64
5 Die Bedeutung des musikalischen Trainings bei Erwachsenen.....	69
5.1 Der „Mozart Effekt“	69
5.2 Hirnphysiologische Studien zur Wirkung von musikalischem Training	74
6 Schlussfolgerung und Ableitung eines Forschungskonzeptes zur musikalischen Frühförderung von Säuglingen mit orofazialen Spalten ...	79
7 Zusammenfassung.....	87
8 Literaturverzeichnis	90
9 Danksagung.....
10 Lebenslauf

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 2.1:** Frequenz-Spektrogramme von segmentierten Schreien zweier Kinder mit orofazialen Spalten. Der langen Segmentierungspause (roter Pfeil) folgt bei beiden Patienten ein stark verrauschtes Element (grüner Pfeil). 12
- Abbildung 2.2:** Die Grafik zeigt die prozentuale Aufttrittshäufigkeit von glottaler und supraglottaler Artikulation im vorsprachlichen Alter bei Kindern mit verschiedenen Spaltenarten (bilaterale LKGS-Spalte (BCLP), unilaterale LKGS-Spalte (UCLP), isolierte Gaumenspalte (CPO) und ohne Spalten (N) (aus Lohmander-Agerskov et al., 1994, S. 275). 14
- Abbildung 3.1:** Schrei-Melodieentwicklung in den ersten Monaten (aus Wermke, 2006, S. 5). 27
- Abbildung 3.2:** Schmalbandspektrogramm eines komplexen segmentierten Lautes eines medizinisch unauffälligen Kindes am 142. Tag. Komplexe Melodiestructuren mit vollständiger Segmentierung (blaue Pfeile). 29
- Abbildung 3.3:** Typische Beispiele für den Variantenreichtum der Melodiestructuren bei Kindern mit orofazialen Spalten in den ersten Lebenswochen am Beispiel eines Kindes mit einseitiger LKGS-Spalte (hSHAL)¹ am 49. Tag. 33
- Abbildung 3.4:** Zeitsignale und Frequenz-Spektrogramme eines Mehrfachsegmentierten Schreis vom 49. Tag eines Kindes mit LKGS-Spalte (hSHAL)¹ (mit eingesetzter Gaumenplatte). 34
- Abbildung 3.5:** Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm eines unvollständig segmentierten (blaue Pfeile) Babbellautes eines Kindes mit isolierter Gaumenspalte (hSh)¹ vom 139. Tag. 35
- Abbildung 3.6:** Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm eines Mehrfachsegmentiertes Schreis eines Kindes mit LKGS-Spalte (hSHAL)¹ (mit eingesetzter Gaumenplatte) mit Fehleinbau von Inspiration (roter Pfeil) vom 61. Tag (Expiration: blaue Pfeile). 36
- Abbildung 3.7:** Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm des kanonischen Babbelns mit vollständiger Segmentierung (blaue Pfeile) eines Kindes ohne orofaziale Spalte vom 241. Tag. 37
- Abbildung 3.8:** Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm des unvollständig Mehrfachsegmentierten (blaue Pfeile) Babbelns eines Kindes mit orofazialer Spalte vom 190. Tag. 37

- Abbildung 3.9:** Melodiebeispiele aus der Studie von Trehub und Kollegen. In der oberen Reihe des Abschnittes a ist eine transponierte Melodiekontur, in der oberen Reihe des Abschnittes b das veränderte Intervall bei unveränderter Melodiekontur dargestellt (aus S. Trehub, 2000, S. 430)... 42
- Abbildung 4.1:** Darstellung des menschlichen Gehirns. Neben der Einteilung in Lappen sind die motorischen (Broca) und sensorischen (Wernicke) Areale besonders hervorgehoben (aus Spitzer, 2005, „Musik im Kopf“, S. 177).. 49
- Abbildung 4.2:** Im Ergebnis der EKP-Studie sind beide Negativitäten, ERAN und MMN, hier dargestellt (in der ersten Reihe befand sich der „unpassende“ Ton in der dritten Position, in der zweiten Reihe in der fünften Position) (aus Kölsch et al., 2001, S. 1387). 61
- Abbildung 4.3:** Auf den Diagrammen sind im Abschnitt A EKP-Bilder von Jungen und im Abschnitt B von Mädchen dargestellt. Bei den Mädchen fehlt die Lateralisation von ERAN (die hier mit dem längeren Pfeil markiert wird), die bei den Jungen sehr deutlich zu erkennen ist. Die ERAN-Komponente entsteht im Bereich des inferior frontolateralen Kortexes, der bei Erwachsenen eine sehr wichtige Rolle bei der Verarbeitung von Sprache spielt (siehe auch Kap. 4.1) (aus Kölsch et al., 2003a, S. 686)... 65
- Abbildung 4.4:** Hier ist ein Beispiel für die in der Studie von Kölsch et al. (2005) verwendeten Akkordsequenzen abgebildet. Von entscheidender Bedeutung sind ihre unterschiedlichen Endakkorde. Während die linke Sequenz einen regulären Endakkord aufweist, weist die rechte einen irregulären Endakkord auf (Pfeil: Neapolitanische Sequenz) (aus Kölsch et al., 2005, S. 1069)..... 66
- Abbildung 4.5:** In Abschnitt A wird die Aktivierung spezifischer Gehirnregionen durch irreguläre Akkorde (Neapolitanische Sequenzen) (Abb. 4.4) und reguläre Akkorde bei Erwachsenen gezeigt, in B bei Erwachsenen ohne besondere Musikkenntnisse und in C bei Erwachsenen, die musikalisches Training hatten. In Abschnitt D wird der Einfluss von intensivem musikalischem Training deutlich. Bei Musikern ist die Aktivierung des anterioren Teils des Gyrus temporalis superior und des frontalen Operculums viel deutlicher (vgl. auch den koronalen Schnitt) (aus: Kölsch et al., 2005, S. 1071). 67
- Abbildung 4.6:** Im Abschnitt A wird die Aktivierung spezifischer Gehirnareale bei Kindern durch Kontrast von Neapolitanischen zu regulären Akkorden dargestellt. Im Abschnitt B wird noch einmal deutlich, dass musikalisches Training großen Einfluss auf das Ausmaß der Aktivierung der Gehirnregionen hat. Diese Befunde unterstützen die Wirkung des musikalischen Trainings schon im Alter von zehn Jahren oder sogar früher (aus Kölsch et al., 2005, S. 1072). 68

Abbildung 5.1: fMRT-Gehirnaufnahmen von Menschen ohne besondere Musikkenntnisse (erste Reihe) und Musikern (zweite Reihe). Deutlich ist die stärkere Aktivierung spezifischer Gehirnareale bei Menschen, die nie Musikunterricht hatten (hier in der dritten Reihe rot abgebildet). (aus: Gaab et al., 2005, Ann. N. Y. Acad. Sci. 1060, S. 87)..... 75

Abbildung 5.2: In den Diagrammen sind EKP-Bilder zu erkennen. In der ersten Reihe wurden die Negativitäten (ERAN und N5) von Musikern abgebildet, in der zweiten die Negativitäten von musikalischen Anfängern, in der dritten die Messunterschiede. Mit Hilfe dieser EKP-Messungen, konnte festgestellt werden, dass die Amplitude von ERAN (längere Pfeile) bei Musikern deutlich größer ist (aus Kölsch et al., 2002, S. 660)..... 78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Produktion musikalischer Elemente bei Säuglingen	39
Tabelle 3.2: Dispositionen für die Perzeption musikalischer Elemente bei Säuglingen	45
Tabelle 4.1: Wichtige Regionen für die Verarbeitung musikalischer Informationen im Gehirn von Erwachsenen.	54

Abkürzungsverzeichnis

kHz	kiloHertz
LAHSHAL	Lip-alveolar-hard palate-soft palate-hard palate-alveolar-lip
LKGS	Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten
ü. v. A	übersetzt von Autorin

1 Einleitung und Zielstellung

Seit dem Jahre 2002 wird von der *National Academy of Recording Arts & Sciences* in den USA ein musiktherapeutisches Programm speziell für Kinder mit orofazialen Spalten finanziell unterstützt (Anlage 1). Im Rahmen dieses Programms werden auch schon Säuglinge kostenlos an verschiedenen Kliniken in Kalifornien musikalisch gefördert. Die *Cleft Palate Music Therapy Group* trifft sich einmal wöchentlich bis etwa zum fünften Lebensjahr der Kinder. Nicht nur die Patienten selbst, sondern auch ihre Geschwister können an dieser Therapiestunde zur Frühförderung der Sprech- und Sprachfähigkeiten teilnehmen. Dieses integrative Konzept fördert nicht nur die sozio-emotionale Entwicklung, sondern liefert den Kindern mit orofazialen Spalten gleichzeitig „kindgerechte“ Stimmvorbilder für Melodie und Rhythmus. Musiktherapeutische Ansätze stellen ohne Frage eine wichtige Ergänzung zur späteren logopädischen Therapie bei Patienten mit orofazialen Spalten dar. In der Säuglingsgruppe besteht der Fokus dieser Therapie auf der gezielten Förderung der stimmlichen Kommunikation durch Eltern-Kind- beziehungsweise Kind-Kind-Interaktionen mit Hilfe musikalischer Mittel.

Die Tatsache, dass solche und ähnliche musiktherapeutische Programme speziell für Säuglinge und junge Kinder ins Leben gerufen werden (Anlage 2) und auch bei Säuglingen mit orofazialen Spalten bereits nachweislich erste Erfolge zeigen (Terrerri, 2006), beruht auf gemeinsamen neurophysiologischen Produktions- und Verarbeitungsmechanismen von Melodie und Rhythmus in der Musik und der gesprochenen Sprache. Lange Zeit war man der Ansicht, dass Sprache ausschließlich auf Mechanismen beruht, die in der linken Hemisphäre des Gehirns ablaufen. Durch neuere Forschungen ist belegt, dass prosodische Elemente der Sprache, also z. B. die Melodie und der Rhythmus, auch unter starker Beteiligung der rechten Hemisphäre verarbeitet werden.

Diese Erkenntnisse könnten in Zukunft von großem therapeutischem Nutzen, insbesondere bei Säuglingen und jungen, noch nicht sprechenden Kindern sein. Die rechte Hemisphäre ist weit mehr als bei der späteren Sprache bei der vorsprachlichen Lautproduktion der Säuglinge von entscheidender Bedeutung

und die Ähnlichkeit zerebraler Verarbeitungsmechanismen von Melodie und Rhythmus der „Säuglingssprache“ und Musik könnte für eine gezielte akustische Frühförderung, die spezifisch auf die Stimulation sprachrelevanter Fähigkeiten gerichtet ist, in diesem Alter genutzt werden. Dieses Konzept geht über allgemeine musiktherapeutische Ansätze in sofern hinaus, als es eine „säuglingsgerechte“, auf den vorsprachlichen Leistungen beruhende und auf die neuro-physiologischen Kapazitäten junger Säuglinge abgestimmte akustische Stimulation beinhaltet.

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, durch geeignete Zusammenstellung hirnpfysiologischer Befunde zu frühen Leistungen bei der Verarbeitung von Melodie und Rhythmus in Sprache und Musik Bezüge zu korrespondierenden Produktionsleistungen bei Säuglingen herzustellen. Sie versucht, das oben erwähnte innovative Konzept auf diese Weise theoretisch zu untermauern. Die vorliegende Arbeit ist damit größtenteils eine Literaturstudie, geht aber in Teilen deutlich darüber hinaus. Durch eine intensive Beschäftigung mit den vorsprachlichen Lauten von Säuglingen mit orofazialen Spalten konnten für die Arbeit beispielhaft typische Präsentationen melodischer und rhythmischer Elemente in Säuglingslauten ausgewählt werden. Damit wird aufgezeigt, welche akustischen Parameter vorsprachlichen Laute man als Voraussetzung für die Entwicklung eines solchen Therapiekonzeptes untersuchen müsste. Abschließend wird eine Zusammenstellung relevanter Messgrößen präsentiert, die die Besonderheiten von Säuglingen mit orofazialen Spalten berücksichtigt. Es wird ein Forschungskonzept abgeleitet, das es ermöglicht, eine musikalische Frühförderung zur Verbesserung der vorsprachlichen Entwicklung bei Kindern mit orofazialen Spalten zu entwickeln. Damit liefert die vorliegende Arbeit eine Grundlage für weiterführende Arbeiten auf dem Weg zu einer akustischen Frühförderung bei Säuglingen. Eine solche Frühförderung könnte die vorsprachliche Entwicklung von Säuglingen mit orofazialen Spalten lange bevor Sprech- und Sprachstörungen logopädisch behandelt werden können positiv beeinflussen.

Bei Kindern mit orofazialen Spalten ist der Sprech- und Spracherwerb durch Besonderheiten charakterisiert deren Ursachen teilweise bereits in der vorsprachlichen Entwicklung zu finden sind (Wermke, 2002; Wermke et al., 2002a; Wermke, 2004). Die Säuglingsschreiforschung und die Spracherwerbsforschung der letzten fünfzehn Jahre haben die Bedeutung der frühesten Entwicklungsphasen für den ungestörten Sprech- und Spracherwerb durch zahlreiche Studien belegt (Jusczyk, 1997; Deutsche Sprachentwicklungsstudie, 2000; Kuhl, 2000). Dabei hat man neben genetischen Risikofaktoren (z. B. positive Familienanamnese für eine spezifische Spracherwerbsstörung) auch Risikofaktoren identifiziert, die eng mit der sozio-emotionalen Umgebung des Säuglings verbunden sind (z. B. Oller et al., 1999; Stanton-Chapman et al., 2002; Conti-Ramsden und Hesketh, 2003; Brady et al., 2004; Milgrom et al., 2004). Diese Risikofaktoren bestehen in gleicher Weise für Kinder mit orofazialen Spalten. Bei diesen Kindern kommen aber zusätzlich weitere Risikofaktoren hinzu, die durch die spezifischen Malformationen des Vokaltraktes und korrespondierende zusätzliche neurophysiologische Dysfunktionen der an der Lautproduktion beteiligten Mechanismen bedingt sind. Diese für Kinder mit orofazialen Spalten typischen Veränderungen beginnen bereits im vorsprachlichen Alter, also lange bevor das Kind das erste Wort äußert, den Sprech- und Spracherwerb zu beeinflussen (Wermke et al., 2002b; Meißner, 2003; Zeipert, 2004; Hauschildt, 2007; Steck-Walter, 2007). So scheint die veränderte Struktur des Vokaltraktes z. B. einen direkten Einfluss auf laryngeale Regelmechanismen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten zu haben (z. B. Hauschildt, 2007). Hauschildt (2007) konnte demonstrieren, dass die Störung der harmonischen Struktur in frühen Säuglingslauten mit dem Ausprägungsgrad einer Spalte im Bereich von Lippe, Kiefer, Gaumen und Segel zunimmt. Eine kieferorthopädische Frühbehandlung in der Form einer Oberkieferplattentherapie konnte in dieser Studie den negativen Effekt der oro-nasalen Kopplung auf die laryngeale Lautproduktion deutlich minimieren.

Selbst bei einer optimalen individuellen Frühbehandlung im Rahmen einer interdisziplinären Sprechstunde, wie sie in der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Universität Würzburg (www.lkgs.de) und anderen Einrichtungen durchgeführt wird, sind Sprech- und Spracherwerbsstörungen bei Kindern mit orofazialen Spalten oft nicht vollständig zu vermeiden (u. a. Konst et al., 1999; Chapman, 2004; Lohmander et al., 2004). Bei Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse zum frühen Spracherwerb ist daher die Einbeziehung der Verläufe der vorsprachlichen Erwerbsphasen bei der Betreuung von Kindern mit orofazialen Spalten ein dringendes Desideratum. Ein solches Frühförderungskonzept wird zum Beispiel am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg verfolgt.

Die Forschungsarbeiten in diesem Zentrum beschäftigen sich mit der Untersuchung der Besonderheiten der vorsprachlichen Entwicklung bei Kindern mit orofazialen Spalten unter Berücksichtigung der kieferorthopädischen Frühbehandlung sowie unter Einbeziehung kieferchirurgischer und pädaudiologischer Aspekte der Behandlung. Basierend auf den Erkenntnissen der Spracherwerbsforschung zur essentiellen Bedeutung der Prosodie, also z. B. der Bedeutung von Melodie und Rhythmus, für den richtigen Einstieg in die Sprache, liegt der Fokus der Forschungsarbeiten im ZVES auf der Charakterisierung der Entwicklung prosodischer Elemente in der frühen Lautenproduktion (siehe Kap. 3.1.2).

Unter der Vielzahl prosodischer Elemente der gesprochenen Sprache, so konnte überzeugend nachgewiesen werden, sind es vor allem Melodie und Rhythmus, denen in den frühesten Entwicklungsphasen auf dem Weg zum Sprechen und zur Sprache im engeren Sinne eine Schlüsselrolle zukommt (z. B. Locke, 1995; Jusczyk, 1997; Sansavini et al., 1997; Nazzi et al., 1998; Wermke et al., 2006).

Die Forschungsarbeiten am ZVES sind u. a. darauf gerichtet zu untersuchen, ob, und wenn ja, in welcher Weise Melodie und Rhythmus in den Lauten von

Säuglingen mit orofazialen Spalten verändert sind. Erste Ergebnisse dieser Arbeit führten zu der Hypothese, dass diese Kinder neben Störungen in der Melodiestructur ihrer Laute im Vergleich zu einer Kontrollgruppe auch Störungen in rhythmischen Elementen, also der Zeitorganisation, zeigen (Birrh, 2007; Dirauf, 2007; Hauschildt, 2007; Steck-Walter, 2007). Diese Befunde weisen auf eine enge Kopplung zwischen frühen sprech- und sprachrelevanten Mechanismen hin. Daraus ergibt sich eine neue Perspektive für frühdiagnostische und/oder -therapeutische Ansätze in der Betreuung dieser Kinder:

Es kommt in der vorsprachlichen Diagnose nicht nur darauf an, die Besonderheiten der Lautproduktion aufgrund der Malformationen des Vokaltraktes zu untersuchen, sondern gleichzeitig auch begleitende funktionelle Besonderheiten des gesamten Lautproduktionssystems, das die phonatorischen und artikulatorischen Regelmechanismen beinhaltet, zu berücksichtigen. Dementsprechend müssen idealerweise auch therapeutische Ansätze auf das Gesamtsystem der Lautproduktion (incl. der Eltern-Kind-Interaktion) gerichtet sein und nicht nur die unmittelbar durch die Vokaltraktveränderung bedingten Stimmstörungen (z. B. Hypernasalität bei Veluminsuffizienz) im Fokus haben. Therapeutische Interventionen, basierend auf melodischen und rhythmischen Stimulationen, erscheinen deswegen bereits in diesem frühen Alter angebracht und notwendig. Gerade die Tatsache, dass Kinder mit orofazialen Spalten bedingt durch die morphologischen Veränderungen des Vokaltraktes in den ersten Lebensmonaten prinzipiell nicht in der Lage sind, die nach dem Entwicklungsprogramm (Wermke, 2002) erforderliche melodische und rhythmische Trainingsphase ungestört zu durchlaufen, lenkt die Bedeutung auf eine externe sensorische Stimulation durch geeignete melodische und rhythmische Übungen.

Über die bereits existierenden therapeutischen musisch-rhythmischen Programme für Säuglinge und Kinder hinausgehend, erscheint es lohnenswert, die jüngsten Erkenntnisse zu hirneurophysiologischen Verarbeitungsmechanismen von Melodie und Rhythmus bei Säuglingen zu berücksichtigen, um so u. U. eine

noch gezieltere und auf den jeweiligen Entwicklungsstatus eines Säuglings abgestimmte Therapie zu erarbeiten. Es wäre möglicherweise von enormen Vorteil, wenn man eine spezifische auditive Stimulation für altersadäquate Säuglinge mit orofazialen Spalten entwickeln könnte, die spezifisch auf jenen melodischen und rhythmischen Produktionsleistungen und deren Parametern beruht, die nicht betroffene gleichaltrige Säuglinge zu den jeweiligen Entwicklungszeitpunkten zeigen. Das bedeutet, dass z. B. Patienten im Alter von drei Monaten gezielt mit Stimuli, die komplexe Melodien, wie sie in diesem Alter regulär auftreten (Wermke, 2002), beinhalten, gefördert werden. Oder, dass ein Säugling im Alter von sieben Monaten mit Babbelmelodien medizinisch unauffälliger gleichaltriger Säuglinge stimuliert wird. Eine solche spezifische Therapie, so die Vorstellung im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg, müsste die modernen Erkenntnissen zur auditiven Perzeption im Gehirn junger Säuglinge genauso berücksichtigen, wie neuere Erkenntnisse zu musikalischen Fähigkeiten junger Säuglinge. Gleichzeitig müssen die Entwicklungsbesonderheiten der Kinder mit orofazialen Spalten dabei Berücksichtigung finden. Alle diese Erkenntnisse in geeigneter Weise zu kombinieren und spezifische Diagnose-/Therapiekonzepte daraus zu entwickeln, ist nicht einfach und erfordert ein mehrjähriges interdisziplinäres Projekt. Allerdings wäre eine solche spezifische auditive Stimulationstherapie für Säuglinge ein enormer Fortschritt für die Frühförderung. Insbesondere Säuglingen mit orofazialen Spalten könnte man auf diese Weise die Erfahrungen, die sie auf Grund ihrer Beeinträchtigungen mit der eigenen Stimme nicht selbst machen können, zumindest sensorisch zu einem gewissen Grad vermitteln. Wie jede Frühförderung hätte eine solche Therapie den Vorteil, dass sie die hohe Plastizität des kindlichen Gehirns in diesem frühen Alter ausnutzt und zusätzlich altersadäquate sensorische Inputs bietet. Erste eigene Pilotbeobachtungen am ZVES in Vorbereitung der vorliegenden Arbeit haben bestätigt, wie gut Säuglinge mit orofazialen Spalten auf solche altersgerechten spezifischen Stimuli melodischer und rhythmischer Art reagieren. Gleichzeitig haben diese Voruntersuchungen allerdings auch gezeigt, wie schwierig und

zeitaufwendig es oft ist, geeignete individuelle Stimuli, die zudem auch noch den Reifungs- und Entwicklungsvorgängen des Säuglings und der Art seiner eigenen Lautenproduktion angepasst werden müssten, zu erstellen. Ein wesentlicher limitierender Faktor ist dabei gegenwärtig nicht nur der hohe Zeitaufwand der mit dem „Komponieren“ individueller Stücke verbunden ist, sondern auch die Tatsache, dass die neueren Erkenntnisse darüber, wie Säuglinge Melodien und Rhythmen verarbeiten, berücksichtigt und im geeigneter Weise angewendet werden müssen.

Um diese Arbeiten weiter voranzubringen, hatte die vorliegende Arbeit das Ziel, Erkenntnisse zur Perzeption von Musik und Sprachprosodie, insbesondere von Melodie und Rhythmus, bei Säuglingen zusammenzustellen. Dabei sollten, soweit vorhanden, auch Studien von Säuglingen mit orofazialen Spalten berücksichtigt werden. Darüber hinaus bestand das Ziel der Arbeit darin, die perzeptiven Leistungen beim Hören von Melodie und Rhythmus in Musik und Sprache der Säuglinge in Bezug zu den produktiven Leistungen bei der Erzeugung von musikalischen und prosodischen Elemente in der eigenen Lauten der Säuglinge zu setzen. Auch hier sollten nicht nur die Erkenntnisse bei medizinisch unauffälligen Säuglingen berücksichtigt werden, sondern die spezifische Befunde der im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen untersuchten Säuglinge mit orofazialen Spalten einbezogen werden.

Der Zielstellung der vorliegenden Arbeit entsprechend, sind nach einer kurzen Zusammenstellung der Kenntnisse zu Sprech- und Sprachauffälligkeiten bei Kindern mit orofazialen Spalten (Kap. 2) in einem folgenden Kapitel (siehe Kap. 3) perzeptive (Kap. 3.1.1) und produktive (Kap. 3.1.2) Fähigkeiten junger Säuglinge in Bezug auf Melodie und Rhythmus der Sprache zusammengestellt und beschrieben worden, gefolgt von der Beschreibung korrespondierender musikalischer Fähigkeiten (Kap. 3.1.4). Es ist weiterhin versucht worden, zu beschreiben, wo nach heutiger Auffassung die auf diesen Fähigkeiten beruhenden Verarbeitungsmechanismen im Gehirn lokalisiert sind (siehe Kap.

4). Dabei sind sowohl Lateralitätsaspekte berücksichtigt, als auch die Tatsache, dass es eine Vielzahl sich überlappender Verarbeitungsregionen für prosodische und musikalische Stimuli gibt. Es werden wesentliche, für die vorliegende Arbeit relevante hirnhysiologische Erkenntnisse der letzten Jahre zusammengestellt und aufgezeigt, dass Sprache und Musik nahe beieinander liegende und teilweise identische Strukturen im Gehirn aktivieren. Die Bedeutung dieser ähnlichen neuronalen Strukturen wird besonders bei Kindern herausgestellt. Traditionelle musiktherapeutische Ansätze und bekannte spezifische Wirkungen klassischer Musik (z. B. „Mozart-Effekt“) sind ebenfalls kurz erwähnt, standen jedoch nicht im Zentrum der Zielstellung der vorliegenden Arbeit. Sie leiten das abschließende Kapitel ein, in dem versucht wird, ein geeignetes Forschungskonzept für die Entwicklung der beschriebenen Frühförderung abzuleiten und zu formulieren.

Die vorliegende Arbeit liefert einen Mosaikstein auf dem Weg zur Entwicklung melodischer und rhythmischer auditiver Stimulationstherapien für Säuglinge mit orofazialen Spalten unter Berücksichtigung hirnhysiologischer Produktions- und Verarbeitungskapazitäten in diesem frühen Alter. Sie basiert auf modernen Befunden der neurokognitiven Forschung und Musikforschung.

2 Besonderheiten des Sprech- und Spracherwerbs von Kindern mit orofazialen Spalten

Untersuchungen bei Kindern mit orofazialen Spalten zeigten, dass Verzögerungen verschiedener vorsprachlicher und sprachlicher Entwicklungsstadien bei diesen Kindern zu erwarten sind (z. B. Savage et al., 1994). So zeigen Kinder mit orofazialen Spalten häufig sprachliche Retardierungen im Vergleich zu gleichaltrigen gesunden Kindern. McWilliams und Kollegen (1990) gehen, wie die meisten Autoren, davon aus, dass die Sprachretardierung der Spaltenkinder vor allem auf der Dymorphie anatomischer Strukturen basiere. Aufgrund der Gaumenspalte entsteht keine normalerweise vorhandene Trennung der Mund- und Nasenhöhle. Dadurch haben Kinder mit orofazialen Spalten vor dem Gaumenverschluss und häufig auch noch lange Zeit danach Schwierigkeiten bei der Artikulation von Sprachlauten. In dem Alter, in dem Kinder ohne orofaziale Spalten viele charakteristische phonetische Strukturen, die für das spätere Sprechen von großer Bedeutung sind, erwerben, verhindert diese anatomische Einschränkung dies bei Spaltenkindern. Andere mitwirkende Faktoren sind häufige Tubenbelüftungsstörungen und Paukenergüsse, zusätzlich eintretende genetische Syndrome, durch die Operation bedingte Krankenhausaufenthalte und sozio-emotionale Faktoren.

So konnten verschiedene Wissenschaftler (u. a. Priestersbach et al., 1958; Morris, 1962; Nation, 1970a, 1970b) lexikalische Retardierungen sowohl in der Sprachproduktion als auch in der Sprachperzeption bei Kindern mit orofazialen Spalten feststellen. Die Ergebnisse von Scherer und D' Antonio (1995) unterstützen diese Aussage. Es konnte gezeigt werden, dass Kinder mit orofazialen Spalten (im Alter von 16 bis 30 Monaten) eine geringere Anzahl von unterschiedlichen Wörtern im Rahmen von kurzen unkomplizierten Sätzen verwenden (Scherer und D' Antonio, 1995).

Verschiedene Wissenschaftler (u. a. Bzoch, 1956; Philips und Kent, 1984) sind auch der Meinung, dass Kinder mit orofazialen Spalten bereits Retardierungen

beim Babbeln aufweisen. Obwohl bis heute noch nicht detailliert wissenschaftlich dokumentiert, behaupteten Eltern schon im Jahre 1956 vorsprachliche Retardierungen bei ihren Kindern mit orofazialen Spalten entdeckt zu haben (Bzoch, 1956). Auch spektrographische Untersuchungen (Philips und Kent, 1984) dokumentierten eine akustisch veränderte Reproduktion von Konsonanten bei diesen Kindern. Chapman (1991) konnte Unterschiede zwischen den vorsprachlichen Fähigkeiten von Kindern mit und ohne orofaziale Spalten im Alter von zwölf bis vierzehn Monaten feststellen. Die Ergebnisse ihrer Studie zeigen ein deutlich geringeres Konsonanteninventar und eine seltenere Produktion von mehrsilbigen Äußerungen sowie eine Häufung von Glottisreibe- und Verschlusslauten bei Kindern mit chirurgisch nicht korrigierten Spalten. Dieses Phänomen kann teilweise mit den anatomisch nicht korrekten und dadurch funktionell eingeschränkten Vokaltraktstrukturen dieser Kinder erklärt werden (ungenügender intraoraler Luftdruck, Deformation der Nasenwände) (Chapman, 1991). Zum Beispiel erweist sich die Produktion von „Hochdruckkonsonanten“ durch den ungenügenden intraoralen Druck bei oro-nasaler Kopplung und fehlendem Velumverschluß als äußerst schwierig (Chapman et al., 2001).

Ein geringeres Konsonanteninventar mit vergleichsweise wenig Stopkonsonanten sowie eine Vorliebe der Kinder mit Gaumenspalten im Alter von neun Monaten für Glottallauten konnte eine weitere Studie von Chapman et al. (2001) bestätigen. Auch eine Verzögerung des Erreichens der späten vorsprachlichen Phase bei einer sehr hohen Anzahl der Kinder mit orofazialen Spalten konnte belegt werden (Chapman et al., 2001). Diese Ergebnisse wurden allerdings in einer Studie von Hardin-Jones et al. (2003) nur teilweise bestätigt. Während Säuglinge im Alter von acht bis zehn Monaten mit chirurgisch nicht korrigierten Gaumenspalten dazu tendierten, kompensatorisch weniger Stopkonsonanten zu produzieren, ähnelten die vorsprachlichen Fähigkeiten der Säuglinge mit kombinierten Lippen-Kiefer-Gaumen-Segel-Spalten (LKGS) denen der Säuglinge ohne Spalten (Frequenz der Vokalisationen, Ort und Art der Konsonantenproduktion, Ausprägung der Konsonantenanzahl) (Hardin- Jones et al., 2003).

Auch der Spalttyp scheint direkt oder indirekt eine Wirkung auf das Ausmaß der sprachlichen Retardierung zu haben. So benutzen Kinder mit LKGS-Spalten (im Alter von 20, 24 und 30 Monaten) eine höhere Anzahl von unterschiedlichen Wörtern, im Vergleich zu Kindern mit isolierter Gaumenspalte (Scherer, 1995). Diese Befunde unterstützen die Vermutung, dass Kinder mit isolierter Gaumenspalte häufig stärkere Retardierungen im perceptiven und produktiven Sprachentwicklungsprozess aufweisen.

Ist also der Spalttyp von großer Bedeutung für die vorsprachliche Entwicklung der Kinder? Nein, behaupten Hardin-Jones und Kollegen (2003), basierend auf den Ergebnissen ihrer Untersuchungen. Brenner und Levin (1998) wiederum unterstützen die Meinung, dass bei Kindern mit LKGS-Spalten die sprachliche Retardierung hauptsächlich auf die anatomisch fehlerhaft entwickelte Gaumenfläche zurückzuführen ist und sehen einen Zusammenhang mit dem Spalttyp.

Insgesamt ist die Literatur zum Sprech- und Spracherwerb bei Kindern mit orofazialen Spalten sehr heterogen. Es ist faktisch unmöglich ein einheitliches Bild zu erarbeiten und die Entwicklung in Bezug zur Entwicklung von Kindern ohne orofaziale Spalten zu setzen. Die Studien sind häufig nicht vergleichbar, da sie unterschiedlichste Einflussfaktoren untersuchen ohne dabei ausreichend homogene Probandengruppen zu bilden. Der Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist sehr groß und die bestehenden Wissenslücken verzögern die Entwicklung geeigneter Therapiemethoden erheblich.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von vorsprachlichen Lauten im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) bei Kindern mit orofazialen Spalten unterstützen die Annahme, dass die Art der Spalte für einige vorsprachliche Aspekte von eher geringer Bedeutung zu sein scheint. Beispielhaft sind in der Abbildung 2.1 vorsprachliche Laute eines Kindes mit einer Weichgaumenspalte (hSh)¹ ohne kieferorthopädische Frühbehandlung

¹ LAHSHAL-Code: Nomenklatur der Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelfehlbildung (Koch et al., 2001)
Großbuchstaben geben komplette Spaltbildungen, Kleinbuchstaben geben inkomplette Spaltbildungen des jeweiligen Abschnitts wieder. Die Abschnitte werden in der Reihenfolge von rechts nach links aufgezählt:
L = lip (r), A = alveolar (r), H = hard palate (r), S = soft palate (r), H = hard palate (l), A = alveolar (l), L = lip (l).

und eines Kindes mit einer LKGS-Spalte (hSHAL)¹ und eingesetzter Gaumenplatte dargestellt. Trotz der verschiedenartigen Spaltsituation beider Kinder zeigen sich zwei einheitliche Phänomene: (1) eine verlängerte Segmentierungspause (roter Pfeil) und (2) ein stark phonatorisch verrauschtes letztes Element (grüner Pfeil) des Lautes. Beide Phänomene sind abweichend von der normgerechten Situation bei Säuglingen ohne orofaziale Spalten in diesem Alter (s. Kap. 3). Systematische Studien zu diesen und ähnlichen Phänomenen sind in Vorbereitung (Birr, 2007; Dirauf, 2007).

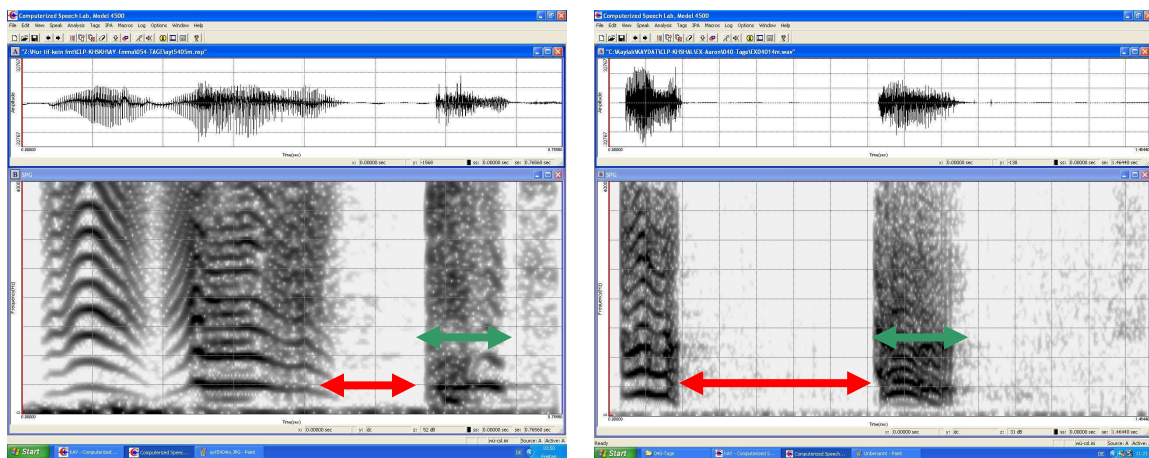


Abbildung 2.1: Frequenz-Spektrogramme von segmentierten Schreien zweier Kinder mit orofazialen Spalten. Der langen Segmentierungspause (roter Pfeil) folgt bei beiden Patienten ein stark verrauschtes Element (grüner Pfeil).

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichssignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchung am ZVES deuten darauf hin, dass Kinder mit orofazialen Spalten unabhängig vom Spalttyp teilweise sehr ähnliche Phänomene in ihrer vorsprachlichen Entwicklung zeigen (s. Kap. 3.1.3). Ausnahmen bilden Kinder, die eine zusätzliche motorisch-mentale Entwicklungsstörung aufweisen. Dies ist häufiger bei Säuglingen mit isolierten Gaumenspalten der Fall.

Bezüglich der Sprechentwicklung scheint es eine deutliche Abhängigkeit von der Spaltausprägung zu geben. Die Meinung, dass je ausgeprägter die Spalte eines Säuglings ist, desto massiver seien auch die späteren sprech- und sprachlichen Einschränkungen des Patienten, vertreten auch Karling et al.

(1993) sowie Albery und Grunwell (1993). Sie leiten daraus ab, dass Säuglinge mit LKGS-Spalten viel öfter Sprachtherapien benötigen, als Säuglinge mit einfachen Gaumenspalten (Albery und Grunwell, 1993). Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, dass keine zusätzlichen Entwicklungsstörungen vorliegen.

An den hier beispielhaft dargestellten Befunden aus der Literatur und aus dem ZVES zeigt sich deutlich, dass die Frage, ob eine Sprech- und/oder Sprachstörung vom Spalttyp abhängig ist, in dieser allgemeinen Form nicht gestellt werden kann. Einige Aspekte der Sprech- und Sprachentwicklung, wie z. B. die am ZVES beobachteten Phänomene beim Durchlaufen des vorsprachlichen Entwicklungsprogramms, hängen ganz offenbar nicht oder nur indirekt vom Spalttyp ab. Hier führt die Spaltsituation an sich bzw. die mit ihr verbundenen neuro-physiologischen Entwicklungsbesonderheiten zur Abweichung im Verlauf der frühen Erwerbsphasen.

Einschränkungen in vorsprachlichen Artikulationsfähigkeiten der Kinder mit orofazialen Spalten wurden unter anderem von Lohmander-Agerskov et al. (1994) untersucht. Die chirurgische Behandlung der Kinder mit LKGS-Spalten und isolierten Gaumenspalten erfolgte in dieser Untersuchung mit einer frühen Velumskorrekturoperation und einer späteren Hartgaumenkorrekturoperation. Sowohl die Kinder mit LKGS-Spalten, als auch die Kinder mit isolierten Gaumenspalten, zeigten wie die Kinder ohne orofaziale Spalten eine supraglottale Artikulation (alle Probanden waren zwischen 8 und 15 Monaten alt) (Lohmander-Agerskov et al., 1994) (s. Abb. 2.2). Man erkennt die monotone Abnahme der Häufigkeit glottaler Laute mit der Spaltausprägung.

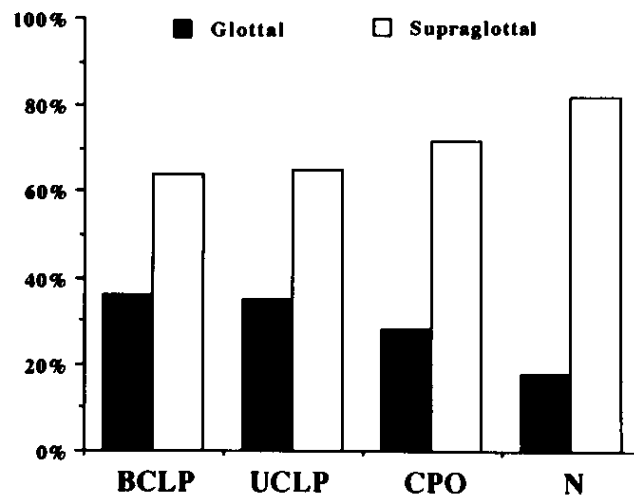


Abbildung 2.2: Die Grafik zeigt die prozentuale Aufttrittshäufigkeit von glottaler und supraglottaler Artikulation im vorsprachlichen Alter bei Kindern mit verschiedenen Spaltenarten (bilaterale LKGS-Spalte (BCLP), unilaterale LKGS-Spalte (UCLP), isolierte Gaumenspalte (CPO) und ohne Spalten (N) (aus Lohmander-Agerskov et al., 1994, S. 275).

Während Kinder mit LKGS-Spalten ihre vorsprachlichen Laute vorwiegend im posterioren Bereich artikulieren, benutzen Kinder mit isolierten Gaumenspalten, ähnlich wie die Kinder ohne Spalten, anteriore Stellen um hauptsächlich alveolare, bilabiale und dentale Klänge zu entwickeln (Lohmander-Agerskov et al., 1994). Es wird vermutet, dass die Kinder aufgrund der ausgeprägten Gaumenspalten, palatinal erzeugte Laute meiden (Chapman et al., 2001). Da die Kinder mit isolierter Gaumenspalte hier keine Gaumenplatte trugen, konnte die fehlende knöcherne Stütze palatinal nicht kompensiert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Hardin-Jones et al. (2003) bestätigten ebenfalls eine stärkere Präferenz der Kinder mit isolierter Gaumenspalte für anterior produzierte Laute.

Es zeigt sich u. a., dass der Artikulationsort stark von der Art der Spalte abhängt. Dieser Befund konnte von vielen Wissenschaftler bestätigt werden (u. a. Smith et al., 1980; Smith und Oller, 1981; Kent und Bauer, 1985; Stoel-Gammon, 1985; Holmgren et al., 1986; Grunwell und Russel, 1987; Chapman, 1991). Dabei wird angegeben, dass Artikulationsfehler bei Kindern mit LKGS-Spalten viel häufiger auftreten als bei Kindern mit isolierten Gaumenspalten (Riski und DeLong, 1984; Peterson-Falzone, 1990). Dies bestätigt die

Annahme, dass die Spaltausprägung für Aspekte des korrekten Sprecherwerbs von besonderer Bedeutung ist.

Aber nicht nur der Spalttyp und die Spaltausprägung sind für das Sprechen und die sprachliche Entwicklung der Kinder von Bedeutung. Das Erlernen von physiologischen Lippen- und Zungenbewegungen ist für das Erwerben einer normalen und physiologischen Lautproduktion unerlässlich. Auch hierzu gibt es noch keine ausreichenden systematischen Untersuchungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten. Ebenso fehlt ein auf wissenschaftlichen Studien basierendes einheitliches Bild in der Literatur bezüglich weiterer wesentlicher Faktoren, wie dem Einfluss von Schalleitungsstörungen der Kinder, dem optimalen Zeitpunkt der Korrekturoperation(en), der Bedeutung die den verschiedenen Operationsmethoden zukommt und dem Nutzen der präoperativen Anwendung einer Gaumenplatte und ihres Einflusses auf die Sprech- und Sprachentwicklung der Kindern mit orofazialen Spalten.

Mehrere Wissenschaftler (Oller, 1980; Stoel-Gammon, 1985; Vihman et al., 1985; Estrem und Broen, 1989) sind der Meinung, dass Charakteristika der vorsprachlichen Laute in die frühen Sprachlaute übernommen werden. Auf der Annahme einer essentiellen Bedeutung vorsprachlicher Entwicklungsphasen für den ungestörten Sprech- und Spracherwerb beruht auch das an der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Würzburg verfolgte interdisziplinäre Behandlungskonzept bei Kindern mit orofazialen Spalten. Die weitere Untersuchung der vorsprachlichen Lautproduktion ist von großer Bedeutung. Nur so können Retardierungen in der sprachlichen Entwicklung besser verstanden, rechtzeitig diagnostiziert und eventuell präventiv minimiert werden (Lohmander-Agerskov et al., 1994).

3 Produktion und Perzeption von Melodie und Rhythmus bei Säuglingen

Beide Domänen, Musik und Sprache, werden von Gesetzen und Regeln bestimmt und können ohne diese nicht existieren (Trehub, 2003). Zum Beispiel entstehen musikalische Werke durch Kombinationen von einzelnen Tönen, Wörter durch Kombination von Silben und Sätze durch Kombination von Wörtern. Darüber hinaus gibt es weitere Gemeinsamkeiten. Sehr wichtige Bestandteile sowohl der Sprache als auch der Musik stellen melodische und rhythmische Elemente dar.

Musik und Sprache sind ohne Zweifel die zwei auditiven Bereiche, die für junge Säuglinge die größte Attraktivität haben. Dies ist kein Zufall, denn Sprachprosodie und Musik haben viele gemeinsame Merkmale.

3.1 Melodie und Rhythmus als früheste prosodierelevante Leistungen junger Säuglinge

Was ist Prosodie?

Prosodie, von den griechischen Wörtern „pros“= zu und „ode“= Gesang, Lied abstammend, bedeutet Zugesang. In der Antike wird sie als die Lehre von den Wortakzenten definiert. Während in der Musik „Prosodie“ die Betonung von Wort- und Versakzent durch musikalische Elemente wie Rhythmus und Notenlänge darstellt, werden in der Phonetik mit dem Begriff „Prosodie“ alle spezifischen Eigenschaften des Sprechaktes bezeichnet, die über die lexikalische Bedeutung von Wörtern hinausgehen. Zu diesen spezifischen Elementen gehören unter anderem Akzent, Intonation, Sprechrhythmus und Sprechtempo.

Zwei der wichtigsten Funktionen der Prosodie sind die linguistische (Veränderung der lexikalischen Bedeutung eines Satzes) und die emotionale (Veränderung der Gefühlsstärke eines Satzes) (Doherty et al., 1999). Die einzelnen Komponenten der Prosodie, z. B. der Rhythmus, die Melodie und die Intensität, können innerhalb einer Lautäußerung beliebig variiert werden, um die emotionale und lexikalische Bedeutung des Gesprochenen auszudrücken.

Unter der Vielzahl der Elemente, die in ihrer Gesamtheit die linguistische und emotionale Prosodie ausmachen, sind es vor allem die Melodie und der Rhythmus, die in den ersten Lebensmonaten entwickelt, geübt und schrittweise sprachspezifisch modifiziert werden.

In den beiden nachfolgenden Kapiteln werden perzeptive und produktive Fähigkeiten von Säuglingen bezüglich dieser beiden Elemente referiert.

3.1.1 Perzeption von Melodie und Rhythmus sprachlicher Laute

Zu frühen perzeptiven Leistungen junger Säuglinge in Bezug auf prosodische Elemente, wie Melodie, Rhythmus und Intonation, gibt es inzwischen zahlreiche Studien (u. a. Fish, 1983; Mehler et al., 1988; Fifer und Moon, 1989; DeCasper et al., 1994; Tomatis, 1994; Nazzi et al., 1998). Dabei konnten erstaunliche perzeptive Kapazitäten schon bei jungen Säuglingen demonstriert werden und auch die Tatsache, dass nicht erst Neugeborene, sondern bereits Föten für prosodische Strukturen der Sprache empfänglich sind. Die frühesten Lernvorgänge finden bereits intrauterin statt (u. a. Fox und Badalian, 1993; Tomatis, 1994, James et al., 2002; Al-Qahtani, 2005).

Es konnte wiederholt nachgewiesen werden, dass der Fötus schon lange vor der Geburt akustische Stimuli seiner Umgebung wahrnehmen kann (Wilkin, 1991; Richards et al., 1992). Dabei ging es auch um die Beantwortung der Frage, ob dieses Verhalten eine intrauterine Vorbereitung auf die spätere Wahrnehmung von sprachspezifischen Informationen reflektiert (u. a. Fifer und Moon, 1989; DeCasper et al., 1994).

Es konnte mit Hilfe von Messungen der Herzschlagrate gezeigt werden, dass der Fötus schon intrauterin in der Lage ist, die mütterliche Stimme zu erkennen (Fifer und Moon, 1989). Auch prosodische Eigenschaften der Muttersprache werden schon wahrgenommen (DeCasper et al., 1994). Damit erlaubt die Wahrnehmung prosodischer Merkmale, wie der Tonhöhe, die Unterscheidung zwischen verschiedenen Sprachen schon intrauterin (Moon et al., 1993). Auch Veränderungen des Herzrhythmus und motorische Reaktionen auf bestimmte Stimmstimuli (in diesem Fall, die Aufnahme einer weiblichen Stimme, die Kinderreime aufsagte) konnten mit Hilfe von Ultraschall demonstriert werden (Al-Qahtani, 2005).

Ein Erhalt dieser Reaktionen, also ein postnatales Erinnerungsvermögen an intrauterin gelernte Stimm- und Sprachmerkmale, konnte bei Neugeborenen nachgewiesen werden (James et al., 2002). Veränderungen der Saugrate beim

Hören der mütterlichen Stimme bzw. Muttersprache wurden ebenso belegt, wie ein Andauern pränataler Wahrnehmungen sowie die Speicherung von prosodischen Elementen (u. a. Mehler et al., 1988; Moon et al., 1993). Auch, bei für sie unbekanntem Sprachen, zeigten Säuglinge die Fähigkeit, linguistische Merkmale der Prosodie wahrzunehmen. So können Säuglinge, sowohl Vokale (Trehub, 1976; Werker, 1993), als auch Konsonantenkombinationen (Werker et al., 1981) in verschiedenen Sprachen unterscheiden, auch wenn sie diese noch nie gehört haben. Bei Neugeborenen im Alter von vier Tagen konnte eine Differenzierung verschiedener Sprachen gezeigt werden, die jedoch im Alter von zwei Monaten nicht mehr nachweisbar war (Mehler et al., 1988).

Mastropieri und Turkewitz (1999) unterstützen die Annahme der großen Bedeutung pränataler Erfahrungen für die Perzeptionsleistungen Neugeborener. Allerdings zeigten ihre Ergebnisse, dass Neugeborene nur auf verschiedene verbale emotionale Stimuli (emotionale Prosodie) ihrer Muttersprache, nicht aber anderer Sprachen, unterschiedlich reagieren (Mastropieri und Turkewitz, 1999).

Lecanuet und Mitarbeiter (1995) zeigten, dass Säuglinge schon im Mutterleib Silben unterscheiden können (Senkung der Herzschlagrate bei abwechselnder Vorführung der Silbenkombinationen ba-bi und bi-ba), während weitere Studien (u. a. Bijeljic-Babic et al., 1993) belegen, dass Säuglinge im Alter von vier Tagen, basierend auf der Wahrnehmung prosodischer Elemente, die Silbenanzahl verschiedener Wörter erkennen können. Phonotaktische Sequenzen der Muttersprache können mit neun Monaten erkannt werden (Jusczyk et al., 1994) und werden gegenüber Phonemfolgen fremder Sprachen vorgezogen (Jusczyk et al., 1993). Phonetische Kontraste können von Säuglingen zwischen sechs und acht Monaten nicht nur in der eigenen, sondern auch in anderen Sprachen wahrgenommen werden (Streeter, 1976; Werker und Tees, 1984; Aslin et al., 1998b). Allerdings verlieren Säuglinge auf Grund des zunehmenden Kontakts zur Muttersprache diese Fähigkeit langsam über die ersten Monate (Werker und Tees, 1984; Kuhl, 2000).

Die Ergebnisse der genannten und vieler anderer Untersuchungen deuten auf eine pränatale Wahrnehmung und Speicherung von externen akustischen Informationen und demonstrieren eine frühe intrauterine akustische Prägung sowie ein erstes Lernen von Melodie und Rhythmus noch vor der Geburt.

Zahlreiche hirnpfysiologische Messungen unterstützen die Befunde behavioraler Studien, dass Neugeborene und junge Säuglinge mit der Perzeption und Verarbeitung spezifischer rhythmischer Strukturen der Sprache schon sehr früh beginnen. Die Ergebnisse von Weber und Kollegen (2004) deuten darauf hin, dass Säuglinge bereits im Alter von fünf Monaten verschiedene rhythmische Betonungsmuster - z. B. trochäische und iambische Betonung in Doppelsilben - unterscheiden können. Mit Hilfe so genannter „mismatch Negativity“ (MMN)-Messungen konnten sie zeigen, dass die Säuglinge den trochäischen Stimulus innerhalb iambischer Strukturen deutlich diskriminierten. Umgekehrt galt dies nicht. Der sprachspezifische Charakter des trochäischen Rhythmus, der auch im Deutschen vorherrscht, scheint im Alter von fünf Monaten bereits deutlich hirnpfysiologisch „verankert“ zu sein. Das in ihrer Umgebungssprache deutlich häufiger auftretende trochäische Betonungsmuster könnte eine besondere Attraktivität ausüben (Weber et al., 2004). Die Tatsache, dass sich die Perzeptionsfähigkeiten der Säuglinge für rhythmische Stimuli im Alter von vier Monaten noch nicht etabliert zu haben scheinen, interpretieren die Autoren dahingehend, dass eine Prägung und Entwicklung dieser Fähigkeiten innerhalb sehr kurzer Zeit stattfindet (Weber et al., 2004).

Elektro-physiologische Untersuchungen in Form von MMN- und EKP (Ereigniskorrelierte Potentiale)-Messungen sind gerade in den letzten Jahren verstärkt zur Untersuchung auditorischer Verarbeitungsmechanismen bei Säuglingen verwendet worden (Kushnerenko et al., 2001; Näätänen et al., 2001; Friederici et al., 2002; Leppänen et al., 2002; Friedrich et al., 2004). Solche Untersuchungen wurden auch an Säuglingen mit orofazialen Spalten durchgeführt (Ceponienè et al., 1999; Cheour et al., 1999; Ceponienè et al.,

2000; Ceponienè et al., 2002). Alle Studien belegten bestehende Unterschiede in der Diskriminierung akustischer Stimuli (Tonhöhe) bei diesen Säuglingen im Vergleich zu Säuglingen ohne orofaziale Spalten bereits ab der Geburt. Auffällig, im Vergleich zu Kindern ohne orofaziale Spalten waren insbesondere Säuglinge mit isolierter Gaumenspalte (siehe auch Kap. 2).

Obwohl diese Studien in ihrer Aussagekraft und Generalisierbarkeit aufgrund einer identischen Probandengruppe in allen Untersuchungen begrenzt sind, deuten sie zumindest auf die Möglichkeit der Existenz neuro-physiologischer auditiver Verarbeitungsstörungen bzw. Reifeverzögerungen für auditive Stimuli bei diesen Säuglingen bereits lange bevor die Vokaltraktmalformation spezifisch zur Wirkung kommt. Sollten sich die Hinweise dieser hirnpysiologischen Studien bezüglich veränderter Verarbeitungskapazitäten bei Säuglingen mit orofazialen Spalten in zukünftigen Studien bestätigen, müsste man dies bei der Entwicklung von Frühförder-Instrumentarien musikalischer Art unbedingt berücksichtigen. Hierzu sind weitere Studien erforderlich.

Über die Art und Zweck des Vorsingens

Schon seit Jahrhunderten werden Säuglingen in allen Kulturen Lieder vorgesungen. Sehr häufig singen Frauen auch bereits ihren ungeborenen Kindern Lieder vor. Die Lieder für Säuglinge und kleine Kinder weisen kulturuniverselle Charakteristika auf. Schlaflieder sind z. B. so komponiert, dass sie beruhigend und entspannend wirken. Lieder mit eingebauten Körperbewegungen, wie Händeklatschen, steigern die Phantasie und den Lerneffekt für Rhythmen.

Es gibt generell zwei Arten des Vorsingens: die Art, die der Beruhigung der Säuglinge dient und die Art, die die Aufmerksamkeit der Säuglinge und ihr Interesse an ihrem Umfeld wecken soll. Das Vorsingen erfüllt den Zweck, die kindliche Aufmerksamkeit zu erregen und gleichzeitig wichtige Wörter hervorzuheben, was besonders während des Spracherwerbs von Bedeutung ist.

Studien (Trehub et al., 1993; Trainor und Rock, 1997; Trehub et al., 1997) zeigen, dass Mütter dazu neigen, den Säuglingen die Lieder in einer höheren Grundfrequenz und mit einem langsameren Tempo vorzusingen. Trehub (2001) vergleicht dieses Phänomen mit dem unten beschriebenen *motherese* (Fernald, 1991; Fernald, 1992). Auch dabei wird die Stimme angehoben, melodische Strukturen überbetont und das Sprechtempo verlangsamt.

Die Säuglinge bevorzugen diese Art der Stimmveränderung auch beim Vorsingen und mögen die höhere Frequenzen und die durch Zeitdehnung beruhigend wirkende Stimme. Im Wahlversuch, bevorzugten Säuglinge das mütterliche Vorsingen vor der mütterlichen gesprochenen Sprache (Trehub, 2001).

Die von der Mutter vorgesungenen Lieder sind generell sehr emotional und werden oft von intensivierten körperlichen Bewegungen begleitet (Trehub und Trainor, 1998). Schon sehr früh bevorzugen Säuglinge Lieder, die in der „mütterlichen“ Art vorgesungen werden (Trainor, 1996; Masataka, 1999). Die Säuglinge können zwar die Sprache ihrer Mutter noch nicht verstehen, aber die Emotionen, die in den Noten des Liedes verborgen sind, können wie die Prosodie im *motherese* die Seelen der Säuglinge erreichen. Das Vorsingen von Kinderliedern ermöglicht den Müttern und Kindern eine sehr tiefe emotionale Bindung aufzubauen und fördert den Einstieg in die Sprache.

Noch ein wesentlicher Befund soll erwähnt werden:

Die Vorliebe für einen speziellen kindgerechten Sprachstil bei Erwachsenen, das so genannte *motherese*, konnte bei jungen Säuglingen und sogar auch schon bei Neugeborenen festgestellt werden (u. a. Fernald und Simon, 1984; Fernald, 1984, 1985; Fernald und Kuhl, 1987; Fernald et al., 1989; Cooper und Aslin, 1990; Fernald und Mazzie, 1991). Schon im Alter von einem Monat ziehen Säuglinge diese Sprechweise einer an Erwachsene gerichteten Sprechweise vor (Cooper und Aslin, 1990; Spence und Freeman, 1996). Diese

typische Sprechweise Erwachsener gegenüber Säuglingen überbetont Melodie und Rhythmus. Dadurch werden unbewusst akustische Stimuli erzeugt, die die Perzeption „säuglingsgerecht“ machen. Die für das *motherese* typischen prosodischen Veränderungen der Sprechweise während der kommunikativen Interaktion mit Säuglingen finden sich bei verschiedenen Sprachen und in verschiedenen Kulturen (z. B. Garnica, 1977; Papousek et al., 1987). *Motherese* ist ganz offenbar eine kultur- und sprachuniverselle Verhaltensweise, die u. a. durch eine höhere Grundfrequenz, durch eine ausgeprägtere Modulation der Grundfrequenz (Melodie), durch längere Pausen und eine einfachere Syntax mit kürzeren Sätzen charakterisiert ist (Shatz und Gelman, 1973; Fernald und Simon, 1984). Dadurch wird die Stimme im Vergleich zur normalen Sprechtonlage deutlich höher, melodische Strukturen markanter und das Sprechtempo langsamer. Fernald und Kuhl (1987) vermuten, dass die Vorliebe der Säuglinge für *motherese* vor allem auf der Variation der Melodie (Pitchmodulation) basiert. In einer weiteren Studie zeigte Fernald (1989), dass auch bei Filterung der in *motherese* gesprochenen Sätze, bei der lexikalische Inhalte verloren gehen, prosodische Charakteristika wohl aber erhalten bleiben, die Wirkungsweise des *motherese* erhalten bleibt. Kommunikationsziele waren auch nach Verlust der lexikalischen Bedeutung des Gesprochenen anhand prosodischer Strukturen, insbesondere der Melodie und des Rhythmus, deutlich zu erkennen.

Die genannten Leistungen und Verhaltensweisen in Bezug auf Melodie und Rhythmus helfen dem Säugling bei seinem aktiven Einstieg in die Besonderheiten seiner Muttersprache. Sie sind verantwortlich dafür, dass Säuglinge mit ca. acht Monaten sowohl neue phonetische Sequenzen wahrnehmen und speichern können (Saffran et al., 1996; Aslin et al., 1998a), als auch bekannte Wörter innerhalb verschiedener Sätze wieder erkennen können (Jusczyk, 2002). Dies, so die Autoren, deutet darauf hin, dass Säuglinge in diesem Alter in der Lage sind, Wortgrenzen zu erkennen. Prosodische Elemente wie Melodie und Rhythmus liefern dem Säugling die „Satzzeichen“ zum Segmentieren des kontinuierlich gesprochenen

Sprachflusses. Die Existenz eines einheitlichen Intonationsschemas in mehreren Sprachen, ermöglicht den Säuglingen die erfolgreiche Erkennung von Grenzen zwischen den Wörtern schon im Alter von neun Monaten, nicht nur in ihrer Geburtssprache, sondern auch in verschiedenen ihnen unbekannt Sprachen (Houston et al., 2000). Es gilt heute als bewiesen, dass die Prägung und Entwicklung von derartigen Segmentierungsfähigkeiten im vorsprachlichen Alter entscheidend für das Erwerben der Sprache ist und dass prosodische, insbesondere melodisch-rhythmische Elemente dabei eine Schlüsselrolle spielen. Wenn die Säuglinge also ausgeprägte Melodien und Rhythmen in den ersten Monaten bevorzugen und zwar sowohl in an sie gerichteter Sprache (*motherese*) als auch in musikalischen Stücken, dann kann man daraus eine stimulierende Wirkung von Musik auf die vorsprachliche Entwicklung ableiten.

3.1.2 Produktion von Melodie und Rhythmus in vorsprachlichen Lauten

Nachdem die Bedeutung von Melodie und Rhythmus aus der Perspektive der Perzeption im vorangegangenen Kapitel dargestellt wurde, stellt sich nun die Frage:

Wie wichtig sind diese Elemente auf Seiten der Produktion für die spätere Sprachentwicklung?

Der Weg vom ersten Schrei bis zur Produktion der ersten Wörter ist lang. Schreien und Weinen stellen in den ersten Lebensmonaten eine wichtige akustische Kommunikationsmöglichkeit der jungen Säuglinge dar. Die Lautäußerungen, insbesondere ihre Melodie und ihr Rhythmus, werden bis zum Erreichen des Babbel- und später des Sprachstadiums immer komplexer. Melodie und Rhythmus erleben schon in den ersten Lebenswochen bedeutende Veränderungen. Schwankungen der Lautstärke, Variationen der Tonhöhe (Melodie) oder des Rhythmus, zum Beispiel durch Einbau von Pausen, kommen bereits ab der zweiten Lebenswoche vor (z. B. Wermke et al., 1996; Wermke und Mende, 2000).

Säuglinge sind nicht nur besonders sensitiv für diese Elemente, sondern diese werden faktisch von Geburt an auch aktiv in den eigenen Lautäußerungen trainiert und entwickelt. Mehr noch, das Training prosodischer Elemente scheint essentiell für einen ungestörten Spracherwerb zu sein und bestimmt die Entwicklung im ersten Lebensjahr (Locke, 1997).

Wermke und Mitarbeiter analysierten die Melodiestructuren von Säuglingsschreien der ersten Monate, um einen möglichen Zusammenhang der vorsprachlichen und sprachlichen Entwicklungsphasen aufzuzeigen. Im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie (www.glad-study.de) wurden fast 200 medizinisch unauffällige, termingerecht geborene Säuglinge von der Geburt bis zum Alter von drei Jahren in ihrer Sprachentwicklung dokumentiert. In diesem interdisziplinären Projekt hat die Arbeitsgruppe von Wermke und

Mitarbeiter die vorsprachliche Entwicklung dieser Kinder im ersten Lebenshalbjahr untersucht. Dazu wurden spontane Lautäußerungen während typischer Mutter-Kind-Interaktionen in häuslicher Umgebung digital aufgezeichnet und signalanalytisch untersucht. Retrospektiv konnten die Charakteristika vorsprachlicher Laute in Abhängigkeit von der tatsächlichen Sprachentwicklung beschrieben werden (Wermke et al., 2006, 2007). In diesen Untersuchungen wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Melodiestructur von Weinauten im zweiten Lebensmonat und der späteren (2,5 Jahre) Sprachkompetenz der untersuchten Kinder gefunden. Säuglinge, die im zweiten Lebensmonat keine oder nur sehr wenig komplexe Melodien erzeugten, zeigten eine retardierte bzw. verzögerte Sprachentwicklung mit 2,5 Jahren. Dieser Zusammenhang wird von Wermke und Mende (2006) theoretisch so begründet, dass sie annehmen, die Melodie stellt in gewisser Weise ein Skelett dar, an dem entlang und um das herum sich die vorsprachlichen Laute strukturell herausbilden. Sie sehen die Melodie als elementaren Baustein an den Wurzeln zur Sprache.

In einer Zwillingsstudie konnte Wermke (2002) zeigen, dass sich die Melodie innerhalb der ersten Lebenswochen nach einem angeborenen Programm verändert. Dieses Programm beinhaltet eine Komplexitätszunahme der Schreimelodien von zunächst einzelnen steigend-fallenden Melodiebögen zu zunehmend mehrbögigen Melodien (Abb. 3.1).

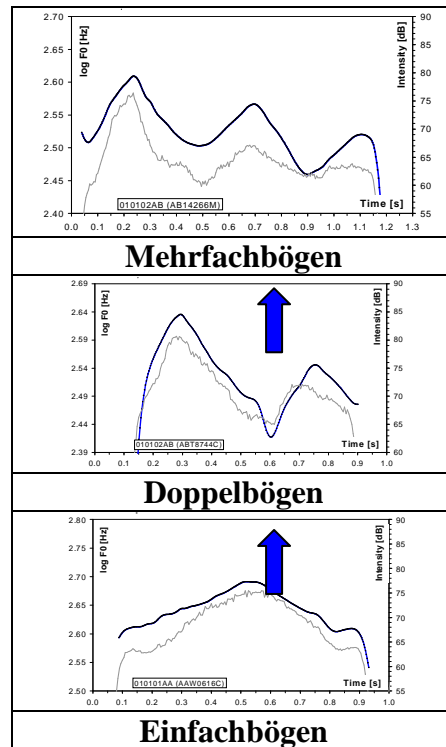


Abbildung 3.1: Schrei-Melodieentwicklung in den ersten Monaten (aus Wermke, 2006, S. 5).

Auch andere Autoren beschreiben in ihren Säuglingsstudien vereinzelt bereits eine analoge Komplexitätszunahme in frühen „Intonationsleistungen“ (Lewis, 1936; Weir, 1966; Crystal, 1973; Kent und Murray, 1982).

Analoge Bildungsgesetzmäßigkeiten, wie sie für die Schreimelodie gefunden wurden, scheinen auch für die Entwicklung späterer vorsprachlicher Laute zu gelten (z. B. Blohm, 2007).

Ob bereits diese frühen Produktionsleistungen sprachspezifisch geprägt sind, ob also deutsche Babies im Weinen eine andere Prosodie (Melodie) haben als z. B. französische oder japanische Babies, ist bisher noch nicht untersucht. Die enge Co-Evolution von Lautproduktion und Lautperzeption in der Phylogenese und Ontogenese (Mende und Wermke, 1988) lässt eine zu den perzeptiven Leistungen korrespondierende Kapazität für eine Präferenz intrauterin gehörter Muster in der postnatalen Produktion theoretisch nicht unwahrscheinlich erscheinen. Intentionale, stabil erzeugte sprachspezifische Präferenzen werden im Babbeln bei Säuglingen im Alter von fünf Monaten gefunden. Whalen und

Kollegen (1991) zeigen in einer zweiteiligen Untersuchung, dass sprachspezifische Intonationsänderungen in diesem Alter nachweisbar sind: Während die dreisilbigen Lautäußerungen der beiden Probandengruppen (französische und englische Säuglinge) eine komplexere Struktur als die zweisilbigen aufwiesen, zeigten die englischen Säuglinge signifikant häufiger sinkende Intonationsformen bei den Zweisilbern. Bei den französischen Säuglingen waren fallende und steigende Intonationen bei den Zweisilbern gleichermaßen vorhanden. Die Tatsache, dass diese Intonationsänderungen in der entsprechenden Sprache reflektiert sind, unterstützt die sprachspezifische Rolle charakteristischer Elementen wie der Melodie und der Intonation im vorsprachlichen Entwicklungsstadium (Delattre, 1961). Snow (2002) konnte beweisen, dass in der vorsprachlichen Lautproduktion von Säuglingen „schon im Alter von drei Monaten fallende Intonationskonturen dominieren“ (Snow, 2002, S. 393, ü. v. A.).

Bezüglich rhythmischer Elemente wird der Zusammenhang der vorsprachlichen und späteren sprachlichen Fähigkeiten vor allem durch Segmentierungsfähigkeiten, d. h. der intentionalen Unterbrechung des kontinuierlichen Luftstroms während der Lautproduktion, unterstützt. Einfache Segmentierungen treten bereits im Weinen der Säuglinge in den ersten Lebenswochen auf (Wermke, 2006).

Solche Segmentierungen werden dann mit den komplexer werdenden Melodiestrukturen kombiniert (Abb. 3.2) und auf diese Weise entstehen komplexe Wein-, Gurr- und Babbellaute. Um diese Kombinationseigenschaft zu visualisieren und deutlich zu machen, ist in Abbildung 3.2 ein typisches Beispiel von einem komplexen segmentierten Laut eines Säuglings ohne orofaziale Spalte im Alter von 142 Tagen dargestellt worden. Nach anfänglicher kurzer Instabilität erfolgt die erste Segmentierung, dann folgt ein Melodie-Doppelbogen und danach eine zweite Segmentierung. Ein Dreifachbogen beendet diesen Laut. In den Segmentierungspausen (blaue Pfeile) erfolgt keine Inspiration.

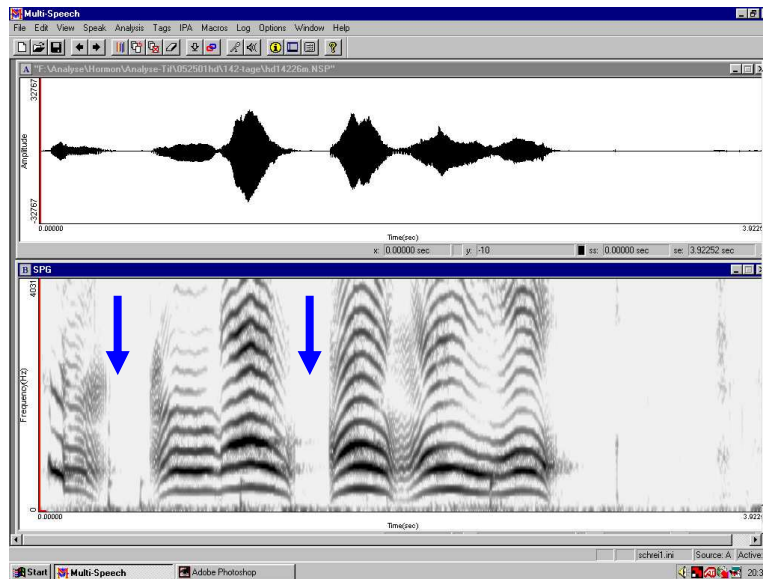


Abbildung 3.2: Schmalbandspektrum eines komplexen segmentierten Lautes eines medizinisch unauffälligen Kindes am 142. Tag. Komplexe Melodiestructuren mit vollständiger Segmentierung (blaue Pfeile).

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichsignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrum (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Das dargestellte beispielhafte Frequenz-Spektrum soll die melodisch-rhythmische Komplexität früher vorsprachlicher Laute verdeutlichen. Der Variationsreichtum von Melodie und Rhythmus ist bereits in den ersten Wochen erstaunlich hoch (Wermke und Mende, 2006). Die strukturelle Ähnlichkeit zu musikalischen Sequenzen ist nicht zu übersehen. Allerdings liegen bisher noch keine Resultate bezüglich der Dauer dieser Segmentierungspausen und anderer quantitativer Angaben für rhythmische Parameter vorsprachlicher Laute vor. Erste Untersuchungen lieferten aber Hinweise dafür, dass die Auftrittshäufigkeit segmentierter Laute bei Kindern mit einer familiären Disposition für eine spezifische Spracherwerbsstörung (Denner, 2007) und bei Kindern mit orofazialen Spalten (s. Kap. 2) im Vergleich zu unauffälligen Kinder verändert sein könnte (Steck-Walter, 2007).

Es wäre wünschenswert, die in den vorsprachlichen Lauten auftretenden Tonvariationen, Intervalle und zeitlichen Parameter (Bogendauer, Pausenlänge etc.) quantitativ zu erfassen und auf diese Weise als Basis für die Selektion

geeigneter musikalischer Stimuli zu nutzen. Entsprechende Untersuchungen sind im ZVES in Vorbereitung.

Die vorsprachliche Melodieentwicklung scheint von besonderer Bedeutung für die Entwicklung der sprachlichen Leistungen zu sein (Mende et al. 1990, Wermke und Mende 1994, Wermke 2002, 2004, Wermke et al. 2006). Die von den genannten Autoren gefundenen Beziehungen von vorsprachlichem und sprachlichem Entwicklungsverlauf unterstützen die Annahme, dass die vorsprachliche Entwicklung eine essentielle „Übungsphase“ zum Erwerb prosodischer Grundbausteine für die spätere Sprache darstellt.

3.1.3 Produktion von Melodie und Rhythmus in vorsprachlichen Lauten von Kindern mit orofazialen Spalten

Die in Kapitel 3.1.2 beschriebenen Befunde sind relativ neu und für Säuglinge mit orofazialen Spalten liegen vergleichbare Untersuchungen bisher kaum vor.

Am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie laufen derzeit zwei Untersuchungen, die sich spezifisch mit der Melodieentwicklung bei Säuglingen mit orofazialen Spalten in den ersten sechs Lebensmonaten befassen (Birr, 2007; Dirauf, 2007). Diese Arbeiten untersuchen Entwicklungsverläufe melodisch-rhythmischer Strukturen im Vergleich zu denjenigen bei unauffälligen Säuglingen. Inwieweit die in Kap. 3.1.2 beschriebene frühe Melodieentwicklung auf dem Weg zur Sprache eventuell bei Säuglingen mit orofazialen Spalten durch den Spalttyp und die Spaltausprägung, ein beeinträchtigtes Hörvermögen, sozio-emotionale Besonderheiten in der Mutter-Kind-Interaktion oder hirnhysiologische Spezifika beeinflusst sind, ist bisher nicht bekannt. Es gibt aber erste Hinweise darauf, dass es, ähnlich wie bei der Perzeption (siehe Kap. 3.1.1) auch auf Seiten der Produktion neuro-physiologische Besonderheiten bei diesen Säuglingen geben könnte. Diese Besonderheiten bestehen z. B. darin, dass die Entwicklung von einfachen zu komplexen Melodiestrukturen langsamer verläuft und, dass Segmentierungen schlechter beherrscht werden (s. unten). Eine zukünftige akustische Stimulationstherapie könnte hier ansetzen. Aber wie bereits an anderer Stelle erwähnt, wäre es zunächst erforderlich quantitative Maßzahlen zu ermitteln, die die Lauteigenschaften der Säuglinge mit orofazialen Spalten charakterisieren.

Die bei Säuglingen ohne orofaziale Spalten gefundenen typischen Melodiemuster im Weinen (s. Abb. 3.1) konnten prinzipiell auch bei Kindern mit orofazialen Spalten nachgewiesen werden. Das ist zu erwarten, da diese Kinder in der Regel keine schweren neuromuskulären Dysfunktionen und/oder Regelstörungen in den Lautproduktionsmechanismen haben (Ausnahme:

Kinder mit zusätzlichen Syndromen). In Abbildung 3.3 sind einige typische Beispiele von einem Kind mit einseitiger LKGS-Spalte links mit eingesetzter Gaumenplatte dargestellt. Neben stabilen einfachen Bögen (Abb. 3.3a) treten unterschiedliche Variationen doppelböiger Melodien unmittelbar nacheinander auf (b-d). Die Variationen, die bei der Kombination einzelner Melodiebögen zu einem Doppelbogen bei Änderung der Betonung auftreten, belegen, dass es sich hier um prosodieähnliche Übungen handelt. Während b) und c) ein trochäisches Muster repräsentieren (Betonung des ersten Melodiebogens), repräsentiert Beispiel d) ein iambisches Muster. Im Unterschied zu Kindern ohne orofaziale Spalten zeigen diese Doppelbögen eine relativ enge Kopplung zur Intensität. Ob eine geringere Entkopplung zwischen Melodie und Intensitätskontur ein generalisierbarer typischer Unterschied zwischen Säuglingen mit und ohne orofazialen Spalten ist, lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht beantworten. Wenn sich diese Vermutung durch zukünftige Untersuchungen bestätigen würde, wäre dies ein weiterer Ansatzpunkt für eine akustische Stimulationstherapie für diese Patienten.

Auch Mehrfachbögen und segmentierte Mehrfachbögen (Abb. 3.3e, f) wurden in Weinlauten von Kindern mit orofazialen Spalten regulär gefunden.

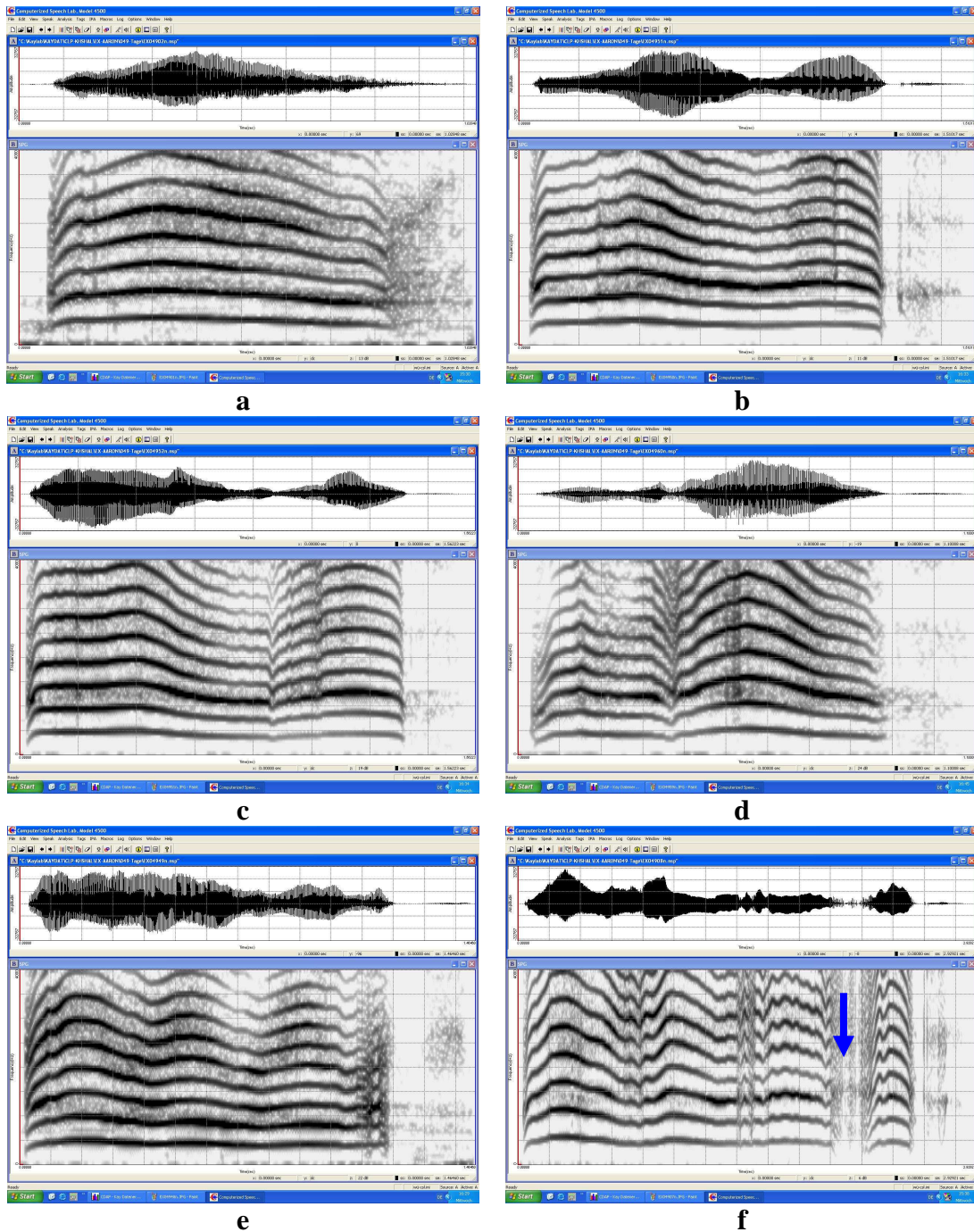


Abbildung 3.3: Typische Beispiele für den Variantenreichtum der Melodiestructuren bei Kindern mit orofazialen Spalten in den ersten Lebenswochen am Beispiel eines Kindes mit einseitiger LKGS-Spalte (hSHAL)¹ am 49. Tag.

- a: Einzelbogen (Dauer:486ms; Hub: >2 Ganztöne).
- b: Doppelbogen mit etwa gleicher Intensität in den Bögen.
- c: Doppelbogen mit fallender Intensität.
- d: Doppelbogen mit steigender Intensität.
- e: Dreifach-Bogen.
- f: Segmentierter (blauer Pfeil) Mehrfachbogen.

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichssignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Auch Segmentierungen findet man in den frühen Lautäußerungen der Kinder mit orofazialen Spalten (Abb. 3.3f, Abb. 3.4). Vergleicht man die in Abbildung 3.4 dargestellten typischen Beispiele für segmentierte vorsprachliche Laute mit denen von Säuglingen ohne orofaziale Spalten (Kap. 3.1.2, Abb. 3.2), dann erkennt man dennoch einen deutlichen Unterschied:

Die Segmentierungen bei den Säuglingen mit orofazialen Spalten sind unvollständig, d. h. in den Segmentierungspausen setzt sich ein phonotatorisches Geräusch fort (sichtbar als verrauschtes Element im Frequenzspektrum). Bei der Durchsicht des Archivs sind der Verfasserin der vorliegenden Arbeit solche unvollständigen Segmentierungen bei den Säuglingen mit orofazialen Spalten als typisches Phänomen aufgefallen. Es lässt neuro-muskuläre Dysfunktionen bei der laryngealen Regelung vermuten.

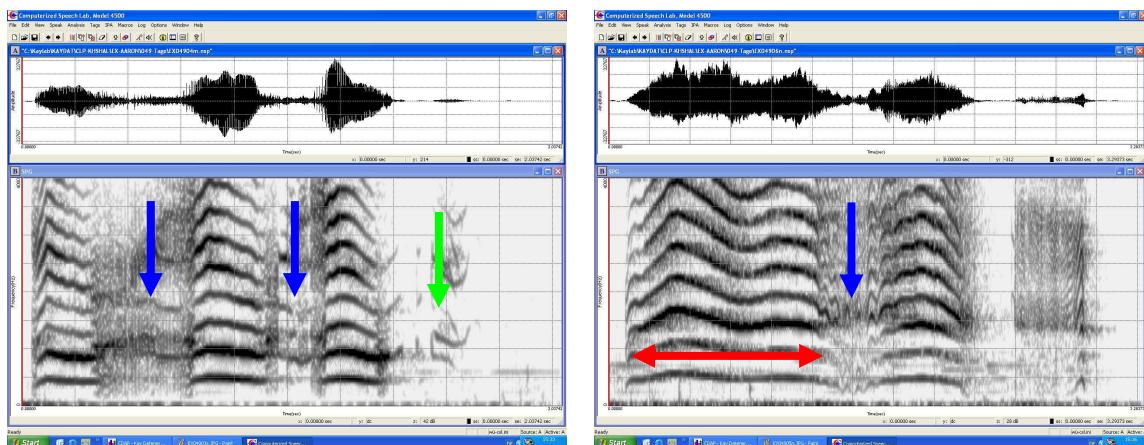


Abbildung 3.4: Zeitsignale und Frequenz-Spektrogramme eines Mehrfachsegmentierten Schreis vom 49. Tag eines Kindes mit LKGS-Spalte (hSHAL)¹ (mit eingesetzter Gaumenplatte). Obwohl das Kind auch komplexe Strukturen wie Doppelbögen (roter Pfeil) produziert, sind deutlich unvollständige Segmentierungen zu erkennen (blaue Pfeile). (Inspiration: grüner Pfeil).

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichssignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Die Annahme einer neuro-muskulären Dysfunktion bei der laryngealen Lautproduktion wird auch dadurch unterstützt, dass es solche unvollständigen Segmentierungen nicht nur in Weinlauten gibt, sondern dass sie ebenfalls in Babbellauten vorkommen (Abb. 3.5). Die Abbildung 3.5 zeigt einen Babbellaut mit zwei unvollständigen Segmentierungen von einem Kind mit isolierter

Gaumenspalte (hSh)¹ am 139. Tag.

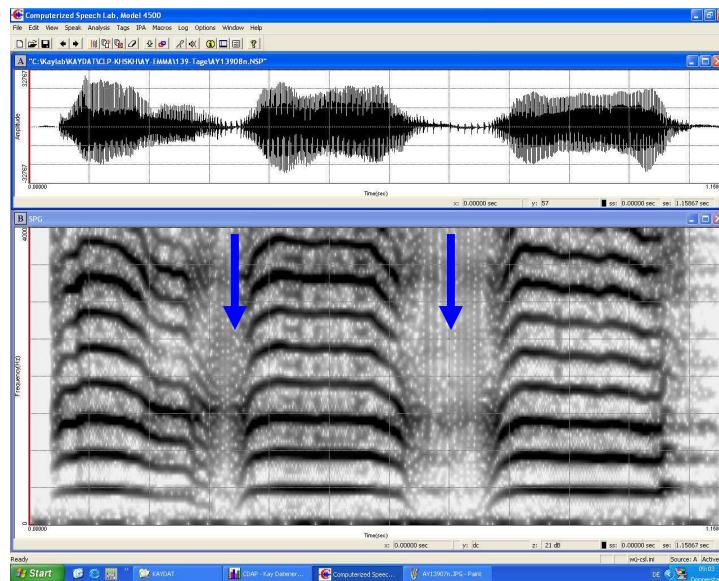


Abbildung 3.5: Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm eines unvollständig segmentierten (blaue Pfeile) Babbellautes eines Kindes mit isolierter Gaumenspalte (hSh)¹ vom 139. Tag.

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichssignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Wermke (2007) vermutet, dass diese unvollständigen Segmentierungen mit dem in der Literatur beschriebenen Befund des verspäteten kanonischen Babbellbeginns bei Säuglingen mit orofazialen Spalten in Zusammenhang stehen könnten. Die Bildung von Konsonant-Vokal-Silben ist möglicherweise durch die Segmentierungsschwäche beeinträchtigt.

Ein weiteres Phänomen der „Rhythmusstörung“ ist in Abbildung 3.6 beispielhaft dargestellt. Hier versucht das Kind einen typischen Zweier-Segmentierungsrhythmus zu produzieren. Das Auffällige dabei ist, dass nicht, wie normalerweise, der Laut durch zwei Pausen segmentiert wird, sondern dass hier die Einatmung (roter Pfeil) mit in die Rhythmusformation eingebaut wird. Eine Rhythmusstörung, die man systematisch untersuchen müsste und die eine Störung der Zeitorganisation bei der Lautproduktion vermuten lässt.

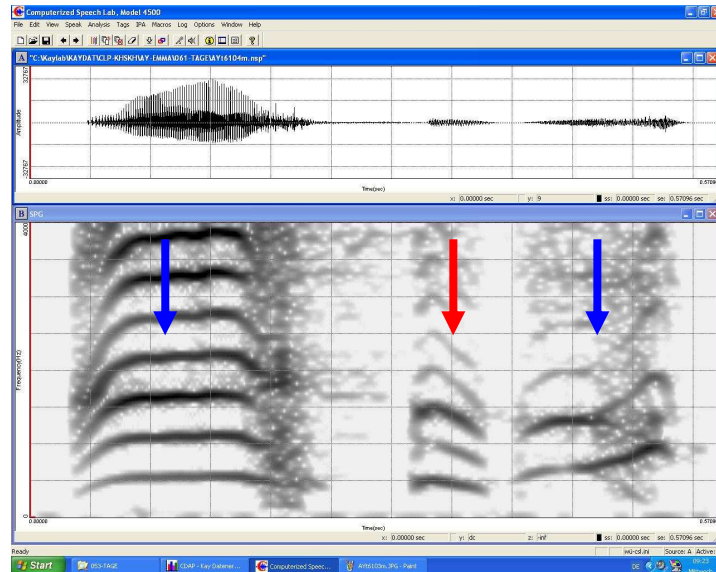


Abbildung 3.6: Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm eines Mehrfachsegmentiertes Schreis eines Kindes mit LKGS-Spalte (hSHAL)¹ (mit eingesetzter Gaumenplatte) mit Fehleinbau von Inspiration (roter Pfeil) vom 61. Tag (Expiration: blaue Pfeile). Typisches Beispiel einer „Rhythmusverletzung“: Bei dem Versuch eine zweifache Segmentierung zu erzeugen kommt der Säugling durcheinander und baut kompensatorisch das Inspirationssignal in den Rhythmus ein.

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichssignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Nicht nur im frühen Babbeln, sondern auch in den späten Babbelphasen sind die Folgen der Segmentierungsschwäche nachweisbar. Vergleicht man das in Abbildung 3.7 dargestellte Frequenzspektrum eines kanonischen Babblers (ba:ba:ch) von einem medizinisch unauffälligen Säugling mit dem in Abbildung 3.8 dargestellt von einem Säugling mit orofazialer Spalte (m-ma:-ma:), dann erkennt man die unklare Struktur des Lautes bei letzterem deutlich. Während es im kanonischen Babbeln des Säuglings ohne orofaziale Spalte deutliche Konsonant-Vokal-Kombinationen gibt, die Silben bilden und voneinander durch vollständige Segmentierungen getrennt sind, zeigt das Babbeln des Säuglings mit isolierter Gaumenspalte eine unklare, verwaschene Struktur.

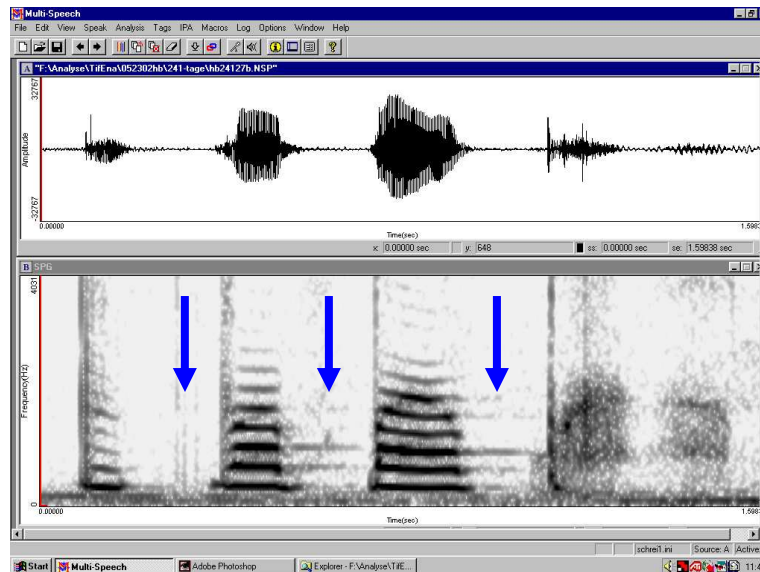


Abbildung 3.7: Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm des kanonischen Babelns mit vollständiger Segmentierung (blaue Pfeile) eines Kindes ohne orofaziale Spalte vom 241. Tag.

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichsignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

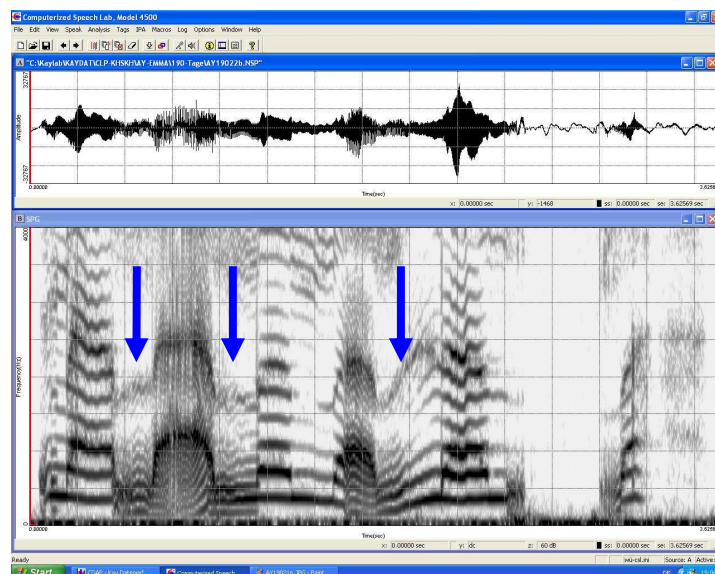


Abbildung 3.8: Zeitsignal und Frequenz-Spektrogramm des unvollständig Mehrfachsegmentierten (blaue Pfeile) Babelns eines Kindes mit orofazialer Spalte vom 190. Tag.

(Im oberen Fenster ist das Zeitbereichsignal dargestellt (Amplitude vs. Zeit), im unteren das Schmalbandspektrogramm (Frequenz vs. Zeit) der im Laut enthaltenen Frequenzkomponenten bis 4 kHz auf einer linearen Skala).

Es ist bisher noch nicht systematisch untersucht, ob die Parameter der Zeitorganisation (Dauer, Rhythmus) der vorsprachlichen Lautproduktion von

Kindern mit orofazialen Spalten mit denen von Kindern ohne Spalten vergleichbar sind. Steck-Walter (2007) vermutet auf der Grundlage ihrer Untersuchung bei Säuglingen mit orofazialen Spalten eine Abweichung im Vergleich zu Säuglingen ohne Spalten im Bereich der zeitlichen Organisation der Lautproduktion, zumindest im zweiten Lebenshalbjahr (s. auch Abb. 3.8).

Die hier beschriebenen und ähnliche Segmentierungsprozesse stellen neben der Produktion komplexer Melodiemuster essentielle Elemente in der Sprachentwicklung, insbesondere Prosodieentwicklung dar. Auf die Bedeutung solcher rhythmischen Segmentierungsvorgänge bereits im vorsprachlichen Alter weisen auch Koopmans-van Beinum und Van der Stelt (1986) hin.

Für die Entwicklung einer geeigneten akustischen Stimulationstherapie ist allerdings die Kenntnis der Variationsbreite melodischer und rhythmischer Parameter in vorsprachlichen Lauten von Kindern mit orofazialen Spalten im Vergleich zu Kindern ohne Spalten unverzichtbar. Für Kinder ohne orofaziale Spalten sind die in der Literatur zugänglichen Angaben zusammengetragen und in Tabelle 3.1 übersichtlich dargestellt worden. Korrespondierende Angaben zu melodischen und rhythmischen Elementen wie sie für Säuglinge ohne orofaziale Spalten in Tabelle 3.1 zusammengefasst wurden, liegen für Patienten mit orofazialen Spalten bisher nicht vor.

Es ist also durchaus möglich, dass die bei Säuglingen mit orofazialen Spalten beobachteten Abweichungen eine der vorsprachlichen Ursachen für ihre späteren Sprech- und Sprachauffälligkeiten ist. Eine geeignete akustische Stimulation könnte diese frühen Segmentierungsstörungen eventuell minimieren.

Tabelle 3.1: Produktion musikalischer Elemente bei Säuglingen

Alter (Monate)	Neugeborene (NG)-6 Monate (M)	7-12 Monate	12-48 Monate
Pitch Range/ Intervall	Weinen: NG: 2 Oktaven ² 1.LW: Verminderte Quinte (64:45) ¹² 1 M: 1 Oktave (220Hz-440Hz, später bis zu 880 Hz) ¹ Schreien: 4 T alt: 5 Halbtöne (Umfang einer perfekte Quarte) ¹² Spielerische Übung mit höheren Pitchtöne (Kopfreger): 4 M: 3 Oktaven (195,9Hz-1318Hz) ¹ 0-6 M: Mehrheit von Tönen um Median 329,6Hz ¹ Singen: 0-6 M: Bogenförmige Pitchkonturen ¹	Singen von kurzen Melodien (beim Babbeln): 11 M: 394,2Hz-698,5 Hz ¹ Spielerische Übung mit höheren Pitchtöne: 10-12 M: 3/2 Oktaven (174Hz-2093Hz) ¹	Singen: 12-18 M: Niedriger Pitch Range ⁷ 18 M: Erste diskrete Intervalle ⁷ 18-30 M: Am häufigsten: Kleine Terz, große Sekunde, Einklang ⁷ Ab 30 M: Gleicher Häufigkeit fallender und steigender Intervalle (davor haupt. fallende Intervalle) ²³ / 2 Oktaven ²³ / große Sekunde ²³ 36 M: Am häufigsten: Kleine Terz, große Sekunde, Einklang ⁸ Schreien: 12-24 M: 1 Oktave ³ Singen verschiedener Transpositionen eines Liedes: 15 M: 195,9Hz-880Hz ¹ Bei Phrasen: 30 M: Fallende kleine Terz ²² Gleichaltrige necken: 48 M: Fallende kleine Terz ²²
	Verschiedene Vokalisationen: 0-16 M: Alle Intervallarten ²	In fallender Häufigkeit: 1. Einklang und Sekunde 2. Quarte 3. Kleine Terz 4. Perfekte Quinte 5. Oktave ¹	
Melodie (melodische Konturen)	Schreien: NG: Steigend-Fallende Konturen ¹ Weinen: 1.LW: einfache Melodien ¹² 2.LW: Doppel-böigige Melodien ¹² Bei vokal-ähnlichen Lauten: 2-3 M: Fallende Konturen. Später gefolgt von steigenden Konturen von bis zu 1 Oktave Modulationshub in hochfrequenten Lauten ¹ Bei Tonübungen: 4 M: Erste kurze Melodien/ Steigend-Fallende Konturen von mehr als 2 Oktaven ¹	Bei Tonübungen: 7 M: Erste Melodien ¹	Singen: 12-18 M: Bogenförmige, gleitende, ungleichmäßige Konturen ⁷ 18 M: Irreguläre melodische Konturen ⁷
Rhythmus	Erste Töne: NG: „Proto-Rhythmen“ 60-100ms Laute, 5-6 Laute/sec ^{2,21} Vokal-ähnliche Laute: 0-3 M: 40-80 Laute/min ¹ 1 M: 90 Laute/min ¹	Singen: 12 M: rhythmische Sequenzen ¹	Singen: 13 M: Tanz-ähnlicher Rhythmus ¹ 12-30 M: Noch relativ geringe Organisation rhythmischer Elemente ⁷

- | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|
| 1. Papousek, M., Papousek H., 1981. | 5. Nettle, B., 1956. | 9. Trehub S.E., Bull D., Thorpe L.A., 1984. | 13. Trehub S.E., 2003. | 18. Krumhansl C.L., Jusczyk P.W., 1990. |
| 2. Fridman, R., 1974. | 6. Werner, H., 1917. | 10. Trehub S.E., Thorpe L.A., Morrongiello B.A., 1985. | 14. Trehub S.E., 1985. | 19. Ramsey J.H., 1983. |
| 3. Fitch, M., 1931. | 7. McKernon, P.E., 1979. | 11. Plantinga J., Trainor L.J., 2005. | 15. Zentner M.R., Kagan J., 1996. | 20. Delack J.B., Fowlow P.J., 1978. |
| 4. Moorhead, G.E., Pond, D., 1942. | 8. Jersild, A.T., Birkenstock, S.F., 1934. | 12. Wermke K., Mende W., 2000. | 16. Zentner M.R., Kagan J., 1998. | 21. Fridman R., Battro A.M., 1977. |
| | | | 17. Trainor L., Heinmiller B., 1998. | 22. Gesell A., Ilg, F., 1943. |
| | | | | 23. Ries N.N.L., 1982. |

3.1.4 Musikalische Fähigkeiten der Säuglinge in Bezug auf Melodie und Rhythmus

Umfangreiche Studien, vor allem aus der Forschergruppe von Sandra Trehub und ihren Mitarbeiter, belegen bereits erstaunliche Perzeptionsfähigkeiten in Bezug auf Melodie und Rhythmus in der Musik bei jungen Säuglingen (vgl. Trehub, 2000). Noch erstaunlicher erscheint der Befund, dass manche der musikalischen Fähigkeiten von Säuglingen mit denjenigen von Erwachsenen, die eine jahrelange Erfahrung mit Musikhören haben, vergleichbar sind (Trehub, 2003). Das Auflösungsvermögen bezüglich Frequenz, Rhythmus und Zeitstruktur bei jungen Säuglingen liegt weit über dem, das für herkömmliche Musikperzeption erforderlich wäre (Trehub, 2003). So führt Trehub (2003) an, dass Konditionierungsexperimente mit Säuglingen im Alter von ca. sechs Monaten gezeigt haben, dass das vorhandene Auflösungsvermögen für Tonhöhe und Zeitstruktur (Rhythmus) die Erkennung von geringsten Unterschieden ermöglicht.

In seinem Buch mit dem Titel „Musik im Kopf“ erklärt Manfred Spitzer (2005) den häufig verwendeten Versuchsaufbau bei Perzeptionsstudien an Säuglingen (nach Trehub et al., 1990): Die Mutter hält ihren Säugling auf dem Schoß und trägt Kopfhörer. Dadurch kann sie die Melodie, die ihrem Kind vorgespielt wird, nicht hören. 45° links von den beiden steht ein Lautsprecher, der eine Standard-Melodie wiederholt. Die Versuchsleiterin sitzt gegenüber und trägt aus dem gleichen Grund ebenfalls Kopfhörer. Sobald die Versuchsleiterin die Aufmerksamkeit des Säuglings mit Hilfe einer Handpuppe auf sich gezogen hat, ändert sich die vorgespielte Melodie. Bemerkt der Säugling diese Änderung und dreht er seinen Kopf in Richtung Lautsprecher, wird er mit einem beleuchteten und bewegten Spielzeug belohnt.

Analoge Konditionierungsexperimente sind mit jüngeren Säuglingen schwieriger durchzuführen, aber es gibt eine Reihe von Befunden und Argumenten für die Annahme, dass der Mensch von Geburt an musikalisch ist. Wie im Kap. 3.1.1 erwähnt, ist der Mensch schon intrauterin in der Lage externe akustische

Stimuli wahrzunehmen, zu verarbeiten und darauf zu reagieren. Dies gilt nicht nur für prosodische Stimuli gesprochener Sprache (siehe Kap. 3.1.1), sondern ganz offensichtlich auch für musikalische Stimuli. Auf der Basis der Befunde ihrer Arbeitsgruppe und der anderen Autoren formuliert Trehub drei Verarbeitungsuniversalien musikalischer Strukturen bei Säuglingen: die Priorität der Melodiekontur über dem Intervall, die Priorität zeitlicher Muster (Rhythmus) über spezifische zeitliche Stimuli und die Bedeutung der Gesamtgestalt in Notengruppierungen (Trehub, 2000). Sie weist weiterhin darauf hin, dass diese Prinzipien eine Priorität globaler, relationaler Stimuli über präzise absolute Stimuli beinhaltet. Im Ergebnis umfangreicher Literaturstudien im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind in Tabelle 3.2, analog zur Tabelle 3.1 (Kap. 3.1.3) für die Sprache, Fähigkeiten menschlicher Säuglinge für die Perzeption von Melodie und Rhythmus und anderer musikalischer Elemente in der Musik in Abhängigkeit vom Alter zusammengefasst. Auf einige dort aufgeführte Aspekte wird nachfolgend etwas detaillierter eingegangen.

Bezüglich der Melodieperzeption fanden Chang und Trehub (1977), dass Säuglinge im Alter von fünf Monaten verschiedene Melodien mit identischen Tonkomponenten aber veränderte Zeitorganisation wieder erkennen können. Im Alter zwischen acht und elf Monaten, so fanden Trehub et al. (1984), können Säuglinge Melodietranspositionen wahrnehmen. Das wichtigste Element in der Melodieerkennung scheint die Pitchkontur also die Melodie zu sein. Konturveränderungen, zum Beispiel durch Veränderung eines einzelnen Tons innerhalb einer kurzen Melodie (Trehub et al., 1985) oder Tonumsortierung in einer Melodie (Trehub et al., 1984) bewirkten bei Säuglingen nachweislich die Wahrnehmung einer Melodieveränderung (vgl. Abb. 3.9).

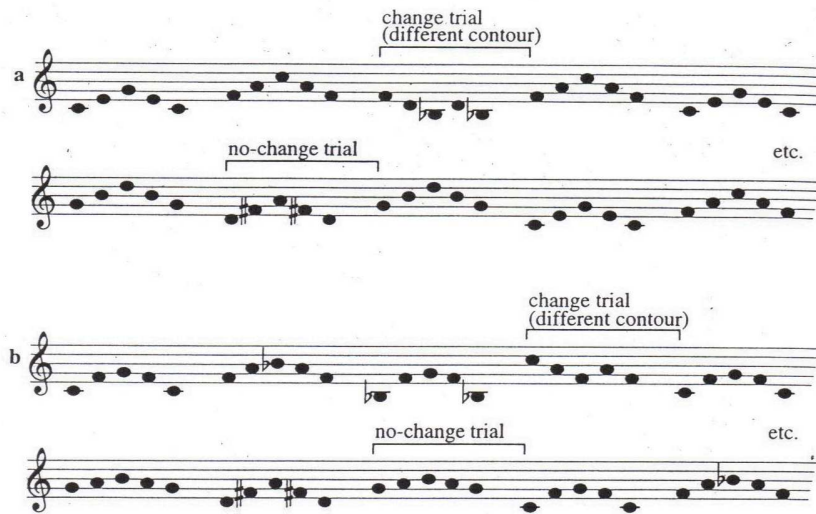


Abbildung 3.9: Melodiebeispiele aus der Studie von Trehub und Kollegen. In der oberen Reihe des Abschnittes a ist eine transponierte Melodiekontur, in der oberen Reihe des Abschnittes b das veränderte Intervall bei unveränderter Melodiekontur dargestellt (aus S. Trehub, 2000, S. 430).

Die Erkennung zeitlicher Elemente in Musik ist ebenfalls bereits bei Säuglingen gut ausgeprägt (s. Tabelle 3.2). Bei gleichem Rhythmus werden Tempovariationen einer Tonsequenz von Säuglingen im Alter zwischen neun und elf Monaten als funktionell äquivalent wahrgenommen (Trehub und Thorpe, 1989). Trehub (2000) betont, dass es vergleichbare Verarbeitungsmechanismen der Säuglinge auch bei der Wiedererkennung von gesprochener Sprache und individueller Sprecher gibt und verweist auf die Untersuchungen von Kuhl (1979), Eimas und Miller (1980) und Miller und Eimas (1983).

Pausen in Tonsequenzen werden ähnlich wie bei Erwachsenen verarbeitet, indem Pausen innerhalb einer Sequenz gleicher Töne leichter erkannt werden als zwischen Gruppen verschiedener Töne (Thorpe et al., 1988; Thorpe und Trehub, 1989). Fügt man künstlich Pausen in musikalische Phrasen ein, dann reagieren Säuglinge im Alter von sechs Monaten darauf deutlicher als auf vergleichbare Pausen zwischen musikalischen Phrasen (Krumhansl und Jusczyk, 1990; Jusczyk und Krumhansl, 1993).

Eine Reihe von Studien hat sich mit der Perzeption musikalischer Intervalle bei Säuglingen befasst. Dabei zeigte sich generell, dass Säuglinge Intervalle, deren Frequenzen in einem kleinen ganzzahligen Verhältnis stehen (Oktave 2:1, reine Quinte 3:2, reine Quarte 4:3), besser verarbeiten und leichter wieder erkennen, als Intervalle mit großen Zahlenverhältnissen (z. B. sechs Halbtöne 54:32). Es werden leichter konsonante Intervalle, wie die reine Quinte und Quarte, im Gedächtnis der Säuglinge gespeichert und verarbeitet (Schellenberg und Trehub, 1996). Eine Tendenz der Säuglinge zur Präferenz harmonischer Intervalle ist nach Studium der umfangreichen Literatur unübersehbar. Dabei scheinen Säuglinge die Intervalle eher auf der Basis einer Konsonanz-Dissonanz-Unterscheidung zu kategorisieren als auf der Basis der Intervallgröße (Schellenberg und Trainor, 1996). Dem entsprechend, so Trehub (2000), erkennen sie auch einen Wechsel von einem konsonanten zu einem dissonanten Intervall leichter als von einem konsonanten zu einem anderen konsonanten Intervall:

„Accordingly, they more readily detect a change from a consonant harmonic interval (seven semitones, or perfect fifth) to a dissonant interval (six semitones, or tritone) than to another consonant interval (five semitones, or perfect fifth) despite the greater pitch difference in the latter change (two semitones rather than one)” (Trehub S.E., 2000. Human processing Predispositions and Musical Universals. In N.L. Wallin, B. Merker und S. Brown (Eds.) The Origins of Music, S. 432).

Eine Vorliebe der Säuglinge für Konsonanz konnte auch im Rahmen von Untersuchungen von Zentner und Kagan (1996, 1998) belegt werden. Zweiunddreißig Säuglingen im Alter von vier Monaten wurden konsonante und dissonante Ausführungen der gleichen Musikstücke abwechselnd vorgeführt. Die Säuglinge empfanden die konsonanten Ausführungen als viel interessanter (sie haben während dieser Ausführungen viel länger den Lautsprecher betrachtet) und wirkten viel entspannter als während der dissonanten Ausführungen. Die Ergebnisse von Zentner und Kagan (1996, 1998) wurden durch eine Studie von Trainor und Heinmiller (1998), die ebenfalls eine Vorliebe von Säuglingen für Konsonanz feststellten, bestätigt.

Schon im Alter von sechs Monaten können Säuglinge kombinierte Pitch-/Zeitvariationen einer Melodie erkennen (Trehub, 2003). Plantigna und Trainor (2005) sind im Ergebnis ihrer Untersuchungen der Meinung, dass solche und ähnliche Melodieänderungen durch die Wahrnehmung von Frequenzverhältnissen („relative Pitch“) anstelle absoluter Frequenzunterschiede verarbeitet werden. Danach werden Intervalle im Langzeit-Gedächtnis der Säuglinge gespeichert, während absolute Frequenzverhältnisse im Kurzzeit-Gedächtnis aufbewahrt werden. Relative Frequenzverhältnisse einer Melodie werden als prominenter empfunden, nehmen auch andere Forscher an (z. B. Trehub, 2003).

Außerdem konnte man nachweisen, dass Säuglinge sich an verschiedene Charakteristika eines Musikstückes erinnern können und auf die expressive Struktur eines Musikstückes reagieren (Jusczyk und Krumhansl, 1993). Dies würde bedeuten, dass Säuglinge die veränderten Elemente einer Melodie mit den gespeicherten Informationen vergleichen. Tatsächlich zeigen Säuglinge neben einem Langzeit-Gedächtnis für musikalische Werke (Saffran et al., 2000) auch ein Langzeit-Gedächtnis für Wörter (Jusczyk und Hohne, 1997). In einer Studie von Saffran et al. (2000) wurde Säuglingen im Alter von sieben Monaten zwei Abschnitte einer Sonate von Mozart vierzehn Tage lang vorgespielt. Es wurde belegt, dass die Säuglinge in der Lage waren, nach weiteren vierzehn Tagen die vorgespielten Musikstücke wieder zu erkennen, obwohl sie diese vierzehn Tage lang nicht gehört hatten. Die Säuglinge konnten sich an diese Musikstücke erinnern, haben allerdings neue Musikstücke vorgezogen, die sie noch nie gehört hatten.

Die in diesem Kapitel erwähnten Befunde sind in der nachfolgenden Tabelle (Tab. 3.2) zusammengefasst.

Tabelle 3.2: Dispositionen für die Perzeption musikalischer Elemente bei Säuglingen

Alter (Monate)	Fetus-6 Monate (M)	6-9 Monate	9-72 Monate
Pitch Range/ Intervall	Ab 2 M: Vorliebe für konsonante Intervalle ^{13,15,16} 6 M: Beim Vorsingen: haupt. relative Pitch ^{11/} Vorliebe für konsonante Intervalle ^{13,17/} Erkennung melodischer (sequentieller) Intervalle ^{37,38,39}	6,5-7,5 M: Tendenz zur Kategorisierung von Intervallen eher auf der Basis der Konsonanz/Dissonanz als auf Größe der Intervalle ⁴¹ 6-9 M: Melodische Intervalle von Quinten und Quartan (konson. Intervalle) werden besser erkannt, als von Tritonen (disson. Intervalle) ^{39/} Erkennung harmonischer (simultaneous) Intervalle ^{37,38,39,40} 8 M: Verarbeitung von absoluten Pitchinformationen ^{29,30/} Rechtes Ohr Superiorität für Intervallverarbeitung ²⁴	9-11 M: Erkennung der Änderung von Halbtönen innerhalb der Sequenz, ohne Priorität der diatonischen Struktur ³⁶ 48-72 M: Erkennung der Änderung von Halbtönen innerhalb der Sequenz, mit Priorität der diatonischen Struktur ³⁶ 72 M: Erkennung melodischer Intervalle ^{37,38,39}
Melodie (melodische Konturen)	Fetus: Erkennung der mütterlichen Stimme und der Muttersprache ^{42/} Akustische Stimuli (Musik und Muttersprache): Wahrnehmung prosodischer Strukturen ⁴³ 2 M: Erkennen von einfachen Melodien ¹⁴ 5 M: Erkennen von rhythmisch verschiedenen Melodien ³¹ 6 M: Erkennung von bekannten Melodien, Präferenz für unbekanntes Melodien ²⁸	8-11 M: Erkennen von transponierten Melodien ^{27/} Melodie-Konturveränderungen werden erkannt ^{26,10}	
		8 M: Linkes Ohr Superiorität für Konturenverarbeitung ²⁴	10-12 M: Erkennung von Melodietranspositionen ^{25,26,27} 60-72 M: Wahrnehmung von Tonverhältnissen ¹⁹
Rhythmus	Fetus: Akustische Stimuli (Musik und Muttersprache): Frequenzänderungen werden wahrgenommen ⁴⁴ 2 M: Veränderungen des Rhythmus werden wahrgenommen ¹⁴ 6 M: Speicherung von absolutem Tempo ^{28/} Pausen zwischen musikalische Phrasen werden als angenehmer empfunden, als innerhalb von Phrasen ^{18,35}	6-9 M: Pausen werden ähnlich wie bei Erwachsenen verarbeitet ^{33,34/} Pausen innerhalb von Tongruppen werden leichter erkannt, als zwischen Gruppen ^{33,34} 7-9 M: Tempovariationen werden als funktionell äquivalent angesehen, wenn Rhythmus oder Zeitmuster unverändert bleibt ³²	

1.- 23. siehe Tabelle 3.1

24. Balaban M.T., Anderson L. M., Wisniewski A. B., 1998.

25. Trainor L., Trehub S.E., 1992.

26. Trehub S.E., 2001.

27. Trehub S.E., Bull D., Thorpe L.A., 1984.

28. Trainor L.J., Wu L., Tsang C.D., 2004

29. Saffran J.R., 2003.

30. Saffran J.R., Griepentrog G.R., 2001.

31. Chang H.W., Trehub S.E., 1977.

32. Trehub S.E., Thorpe L.A., 1989.

33. Thorpe L.A., Trehub S.E., Morrongiello B.A., Bull D., 1988

34. Thorpe L.A., Trehub S.E., 1989.

35. Jusczyk P.W., Krumhansl C.L., 1993.

36. Trehub S.E., Cohen A.J., Thorpe L.A., Morrongiello B.A., 1986.

37. Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1994a.

38. Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1996a.

39. Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1996b.

40. Trainor L.J., 1997.

41. Schellenberg E.G., Trainor L.J., 1996

42. Fifer W.P., Moon C., 1989

43. DeCasper A.J., Lecanuet J., Busnel M., Granier-Deferre C., Maugeais R., 1994.

44. Al-Qahtani N.H., 2005

4 Die Verarbeitung von Musik und Sprache im menschlichen Gehirn bei Erwachsenen und Säuglingen

Musikalische Elemente wie Melodie und Rhythmus sind nicht nur für Musik charakteristisch, sondern sind auch Bestandteil der Prosodie gesprochener Sprache (siehe Kap. 3.1). Werden nun aber Sprachprosodie und Musik in identischen Hirnarealen verarbeitet? Die Beantwortung dieser Frage steht im Zentrum vieler hirnphysiologischer Untersuchungen der letzten Jahre. Die Ergebnisse dieser Studien sind auch im Zusammenhang mit der Zielstellung der vorliegenden Arbeit von Bedeutung und sollen nachfolgend kurz dargestellt werden. Einschränkend muss man sagen, dass die Fülle der Studien und der darin untersuchten Sachverhalte enorm ist und hier nur auf einige wesentliche, für die Arbeit relevante Befunde eingegangen werden kann. An den entsprechenden Stellen wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

Im Gegensatz zu älteren Studien, die auf Läsionen bestimmter Gehirnareale und damit verbundener Funktionsausfälle beruhten, werden heute bildgebende Verfahren (vgl. Friederici et al., 1999) zum Nachweis der funktionellen Aktivität verschiedener Gehirnregionen eingesetzt, wie z. B. die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) oder die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT). Es handelt sich um Verfahren, die die leistungsabhängige Aktivierung von Gehirnarealen darstellen und quantifizieren können. Bei der Positronen- und Emissionstomographie werden dem Patienten radioaktiv markierte Substanzen injiziert und der "Zielort" dieser Substanzen wird sichtbar gemacht. Die funktionelle Magnetresonanztomographie misst die Gehirndurchblutung. Werden Nervenzellen aktiviert, so brauchen sie mehr Energie, und eine Veränderung der Durchblutung der entsprechenden Gehirnregion wird dokumentiert. Die funktionelle Magnetresonanztomographie basiert auf der Messung des Sauerstoffgehalts der Blutzellen und ihrer magnetischen Eigenschaften. Die Nachteile beider Methoden (z. B. radioaktive Belastung) schränken ihre Anwendbarkeit für die Untersuchung bei Kindern enorm ein.

Hier bieten sich zusätzlich vor allem neurophysiologische Messverfahren, wie z. B. die Messung ereigniskorrelierter Hirnpotentiale (EKP) an (vgl. Überblick in Friederici 1995, 1999, 2000).

Bei diesen Verfahren ist zudem die zeitliche Auflösung (Millisekunden) deutlich größer als bei PET und fMRT (Minuten-Sekunden). Dafür ist die räumliche Auflösung geringer. Die zeitliche Struktur ist aber für die vorsprachlichen Mechanismen besonders relevant (s. vorhergehende Kapitel).

Die Ergebnisse von EKP-Messungen bei der Untersuchung des frühkindlichen Spracherwerbs sind u. a. in Friederici/Hahne (2000) ausführlich dargestellt. Die Autorinnen haben in diesem Beitrag auch die neurokognitiven Aspekte der Sprachentwicklung umfassend und komplex dargestellt. An vielen Stellen wird nachfolgend basierend auf dieser Arbeit argumentiert.

Die visuelle Darstellung von Verarbeitungszentren im menschlichen Gehirn ermöglicht es, die Aktivierung beteiligter Gehirnregionen bei der Perzeption akustischer Signale im „gesunden“ Gehirn sichtbar zu machen (z. B. Kölsch et al., 2003b; Avanzini et al., 2003).

Um die Besonderheiten der Verarbeitung musikalischer und sprachlicher Elemente bei Säuglingen und Kindern deutlich zu machen wird nachfolgend zunächst die Situation bei Erwachsenen dargestellt.

4.1 Verarbeitung von Sprache und Musik bei Erwachsenen

Schon 1861 konnte der französische Anthropologe und Arzt Paul Pierre Broca durch Untersuchung von Schlaganfallpatienten eine Beziehung zwischen dem plötzlichen Verlust des Sprechvermögens und dem Ort der Läsion im menschlichen Gehirn- in diesem Fall in der linken vorderen Gehirnhälfte- feststellen. Broca (1861) war damit wahrscheinlich der erste, der einer Gehirnregion eine spezifische Aufgabe bei der Sprachproduktion zuordnen konnte. Der deutsche Neurologe und Psychiater Carl Wernicke entdeckte 1874 das sensorische Sprachzentrum (so genanntes Wernicke-Areal) im Gehirn, das im Gegensatz zum motorischen Broca-Areal, für das Verstehen von Sprache zuständig ist. Diese frühen Läsionsstudien deuteten auf eine vorliegende einseitige Sprachverarbeitung beim Erwachsenen.

Die zahlreichen nachfolgenden Studien, die auf dem Läsions-Verhalten beruhen, haben bestätigt, dass die linke Gehirnhälfte eine gravierende Bedeutung sowohl für die Sprachperzeption als auch Sprachproduktion hatte (Friederici und Hahne, 2000). Die Tatsache, dass 95-98% der Aphasiker an einer Läsion der linken Hemisphäre leiden (Goodglass, 1993; Willmes und Poeck, 1993) unterstützt diese Befunde. So weisen Broca-Aphasiker häufig eine Läsion im anterioren Bereich der linken Hemisphäre auf, Wernicke-Aphasiker Läsionen in tempo-parietalen Bereichen der linken Hemisphäre (s. Abb. 4.1).

Frühere Untersuchungen belegten auch, dass die rechte Hemisphäre vor allem für die Perzeption von Musik verantwortlich ist, während die Verarbeitung von Sprache hauptsächlich zu einer Aktivierung neuraler Netzwerke der linken Hemisphäre führt. Diese, vor dem Einsatz funktioneller Bildgebender und neurophysiologischer Verfahren, angenommene alte Ansicht von der strikten Differenzierung in nur zwei großflächige Verarbeitungsareale änderte sich jedoch in den letzten 25 Jahren erheblich (z. B. Sergent et al., 1992; Cabeza und Nyberg, 1997; Friederici, 1999; Mayer et al., 1999). Durch Einsatz von PET

und fMRT wurden zunehmend mehr Areale identifiziert, die an Prozessen der Sprach- und Musikverarbeitung beteiligt sind. In neueren Arbeiten wird dabei auch subkortikalen (u. a. Precuneus/Cuneus, Putamen, Nukleus caudatus) und zerebellaren Strukturen große Aufmerksamkeit geschenkt (z. B. Sergent et al., 1992; Platel et al., 1997). Dies deutet darauf hin, dass im menschlichen Gehirn kein hemisphären-spezifisches Musik- oder Sprach-Zentrum existiert, sondern dass die Verarbeitung von musikalischer und sprachlicher Informationen in überlappenden und zum Teil identischen Gehirnarealen beider Hemisphären erfolgt. Neuere Studien zeigen die teilweise Überlappung der aktivierten Gehirnstrukturen bei der Verarbeitung musikalischer (insbesondere melodischer) und sprachlicher Informationen sehr überzeugend (u. a. Sergent et al., 1992; Peretz et al., 1994; Zatorre et al., 1994; Platel et al., 1997; Liégeois-Chauvel et al., 1998; Patel et al., 1998; Koelsch et al., 2000; Wallin et al., 2000; Maess et al., 2001). Dennoch bestätigen die modernen Studien auch eine linksseitige Dominanz bei der Verarbeitung von Sprache.

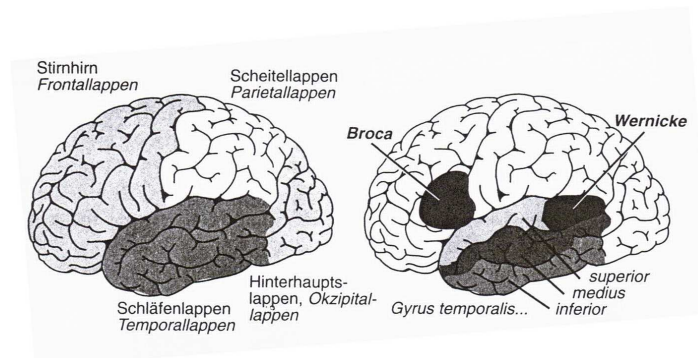


Abbildung 4.1: Darstellung des menschlichen Gehirns. Neben der Einteilung in Lappen sind die motorischen (Broca) und sensorischen (Wernicke) Areale besonders hervorgehoben (aus Spitzer, 2005, „Musik im Kopf“, S. 177).

Nach Friederici und Hahne (2000) kann man davon ausgehen, dass nach heutigem Wissensstand vor allem folgende kortikale Strukturen eine wesentliche Rolle bei der Sprachverarbeitung spielen (siehe auch Tab. 4.1):

Die Autorinnen geben an, dass frontale und temporale Hirnregionen der linken Hemisphäre bei der phonologischen und syntaktischen Verarbeitung von Sprache aktiv zu sein scheinen. Dabei sind vor allem posteriore Anteile des Gyrus temporalis superior für die Verarbeitung phonologischer Aspekte

verantwortlich, während mittlere und vordere Anteile dieses Gyri vor allem bei der Syntaxverarbeitung aktiv sind (S. 285). Homologe Areale im rechten präfrontalen Kortex sind dagegen bei der Involvement des episodischen Gedächtnisses aktiv (ebenda, S. 286).

Eine Aktivierung der posterioren Areale des linken Gyri temporalis superior und des temporalen Operculums konnte bei der Sprachperzeption festgestellt werden (Petersen et al., 1989; Zatorre et al., 1996). Allerdings weisen Friederici und Hahne (2000, S.278) darauf hin, dass diese Regionen spezifisch bei der Verarbeitung von Sprache aktiv sind, bei der Verarbeitung von einfachen Tönen (Lauter et al., 1985; Zatorre et al., 1992), sowie bei Tondiskriminationsaufgaben (Démonet et al., 1992; Démonet et al., 1994) aber keine entscheidende Rolle spielen.

Die phonologische Verarbeitung erfolgt in den anterioren Arealen der linken Hemisphäre (Démonet et al., 1992; Zatorre et al., 1996), während sowohl die visuelle (Just et al., 1996) als auch die akustische (Friederici, 2002) Wahrnehmung von syntaktischen Informationen zur Aktivierung des Broca- und des Wernicke-Areals beider Hemisphären führten (links deutlich stärker).

Die Ergebnisse der Studie von Liégeois-Chauvel und Mitarbeitern (1999) unterstützen die Lateralität in der Verarbeitung von akustischen Sprachelementen (in diesem Fall von Silben). Sie fanden, dass stimmhafte und stimmlose Silben im linken Heschlischen Gyri unterschiedlich verarbeitet werden, während die Aktivierung der beteiligten Gehirnregionen in der rechten Gehirnhälfte bei beiden Silbenarten gleich war.

Obwohl die Dominanz der linken Hemisphäre für die Verarbeitung von sprachlichen Informationen deutlich durch die Ergebnisse unterschiedlicher Studien belegt wird, ist die Beteiligung der rechten Hemisphäre unumstritten. Dies führt zurück zu Melodie und Rhythmus, nämlich auf die akustische Perzeption prosodischer Elemente bei Sprachverarbeitungsprozessen. So scheint die Wahrnehmung und Verarbeitung prosodischer Elemente der

Sprache zur Aktivierung von Regionen der rechten Gehirnhälfte zu führen (Meyer et al., 1999). Friederici und Hahne (2000) geben an, dass „prosodische Aspekte der Sprachverarbeitung frontale und temporale Regionen der rechten Hemisphäre (aktivieren), homolog zu den bei der Syntax aktiven Arealen, wenn suprasegmentale prosodische Information in Fokus steht“ (S. 286).

Aber welche Regionen des menschlichen Gehirns werden durch die Wahrnehmung und die Verarbeitung musikalischer (insbesondere melodischer) Informationen aktiviert?

Sergent und Mitarbeiter (1992) untersuchten die Aktivierung der Gehirnregionen von zehn professionellen Pianisten durch Musik (bei diesem Experiment wurde unter anderem eine Partita von Bach verwendet). Die Pianisten benutzten nur die rechte Hand, die von der linken Hemisphäre koordiniert wird. Wie Manfred Spitzer (2005) in seinem Werk „Musik im Kopf“ anschaulich ausführt, berücksichtigte dieses Experiment nicht nur das Hören und Spielen von Musik, sondern auch das Lesen von Noten. Es wurde versucht, diese Tätigkeiten einzeln zu bewerten, um die Aktivierung der entsprechenden Gehirnareale darzustellen. So führte die Vorführung einfacher Tonleiterübungen zur Aktivierung des rechten Kleinhirns, während die temporalen Areale beider Gehirnhälften durch das Hören dieser Übungen aktiviert wurden. Spitzer (2005) weist besonders darauf hin, dass die Autoren eine enge Beziehung zwischen der Aktivierung des rechten Kleinhirns und der Aktivierung des linken Frontalhirns der Pianisten beim Musikspielen nachweisen konnten. Die Überlappung dieser Region mit dem prämotorischen Areal deutet darauf hin, dass Gehirnregionen, die für die Perzeption und Produktion der Sprache zuständig sind, auch beim Hören und Spielen von Musik mitwirken. Dieser Versuch lieferte deutliche Hinweise darauf, dass die temporalen Gehirnareale, die beim Hören von Musik beidseitig aktiviert wurden und das Wernicke-Sprachzentrum, das für die Sprachperzeption zuständig ist, sich zum Teil bezüglich ihrer Aktivierung überkreuzen. Dies deutet darauf hin, dass die

Wahrnehmung von sprachlichen Informationen ebenfalls zur Aktivierung dieser temporalen Regionen führt.

Sergent et al. (1992) fanden beim einfachen Hören eines Musikstücks eine Aktivierung des superioren Temporallappens in beiden Gehirnhälften. Der Befund, dass der rechte superiore Temporallappen nur beim Hören von Tönen aktiviert wurde, die in der musikalischen Syntax eines Musikstückes integriert waren, „unterstreicht die besondere Bedeutung der rechten Gehirnhälfte für die Wahrnehmung der Melodie“ (Spitzer, 2005, S. 310). Die Ergebnisse dieser Studie von Sergent und Mitarbeiter (1992) zeigen, dass eine strenge Trennung der aktivierten Gehirnregionen in der entsprechenden Gehirnhälfte nicht möglich ist, da während der verschiedenen Tätigkeiten teilweise eine Überlappung mehrerer Gehirnareale zu beobachten war.

Während die Wahrnehmung von melodischen Informationen bei Musik sowohl die linke, als auch die rechte Gehirnhälfte aktiviert, führt die Perzeption von harmonischen und rhythmischen Elementen zur intensiveren Aktivierung der linken Hemisphäre (Fox et al., 1999). Auch das Broca-Areal und die homologe Region der rechten Gehirnhälfte scheint bei der akustischen Wahrnehmung von harmonischen Sequenzen und der musikalischen Syntax (Maess et al., 2001) aktiviert zu werden.

Eine Beteiligung des Kleinhirns bei musikrelevanten Leistungen bzw. der Verarbeitung von musikalischen Elementen konnten vor allem Fox, Parsons und Mitarbeiter liefern. Die Ergebnisse ihrer Studien (Parsons et al., 1995; Fox et al., 1999) belegen deutlich eine aktive Mitwirkung des Kleinhirns bei der Verarbeitung von musikalischen Elementen. Die Probanden in beiden Studien waren professionelle Pianisten. In der Studie von Fox et al. (1999) mussten die Probanden akustische und optische musikalische Informationen vergleichen. Bei Parsons et al. (1995) wurden die Probanden aufgefordert, Musikstücke von Bach ohne Noten vorzuführen, gefolgt von einfachen Tonleiterübungen und absoluter Ruhe. Die Autoren konnten mit Hilfe von PET- und MRT-Messungen beweisen, dass die Vorführung des Musikstückes und der Tonleiternübungen

unter anderem zur Aktivierung des primären motorischen Kortexes, des rechten Thalamus und des anterioren und posterioren Zerebellums führte. Fox et al. (1999) konnten nachweisen, dass die Wahrnehmung von melodischen Informationen sowohl die rechte als auch die linke Hemisphäre aktivierte.

Die Entdeckung einer Aktivierung des Kleinhirns durch die Wahrnehmung von rhythmischen Komponenten (Fox et al., 1999) änderte alte Ansichten die von einer reinen motorischen Koordinationsaufgabe des Kleinhirns ausgingen und bestätigte frühere Läsionsstudien (Shepherd, 1994) bezüglich der Bedeutung des Kleinhirns bei der Perzeption von Rhythmus. Außerdem konnte im Rahmen einer Studie von Fox et al. (1999) die Beteiligung der rechten Hemisphäre (Gyrus fusiformis) bei der Verarbeitung von geschriebenen Noten nachgewiesen werden und die Korrelation dieser Gehirnregion zu der entsprechenden Region der linken Hemisphäre, die für die Verarbeitung von geschriebenen Silben und Wörtern verantwortlich ist (Fox et al., 1999).

Die genannten Arbeiten liefern unterstützende Argumente für die Annahme einer engen Beziehung der Verarbeitungsmechanismen für musikalische und sprachliche insbesondere prosodische Informationen.

Die in diesem Kapitel erwähnten Gehirnregionen werden in der Tabelle 4.1 zusammengefasst.

Tabelle 4.1: Wichtige Regionen für die Verarbeitung musikalischer Informationen im Gehirn von Erwachsenen.

Gehirnregionen	Pitch Variationen	Rhythmus Variationen	Klangfarbe Variationen	Intervalle/ melodische Konturen	Tonleiterübungen	Identifikation semantischer Schlüsselreize („semantic clues“)
l. Gyrus temp. sup.	+ ²					+ ²
r. Gyrus temp. sup.						+ ²
r. Lobus temp. sup.			+ ⁴			
l. Lobus temp. post.			+ ⁴			
r. Lobus temp. post.			+ ⁴	+ ^{1,9}		
l. Lobus front.					+ ⁹	
r. Lobus front. inf.	+ ⁶ (Phoneme)					
r. Gyrus front. sup.			+ ²			
r. Gyrus front. mittel			+ ²			
l. Gyrus front. inf.						+ ^{2,8} (BA)
l. Gyrus front. sup.	+ ²					
r. Gyrus front. inf.	+ ⁶ (Phoneme)		+ ²			
Gyrus precentral			+ ²			
l. Gyrus occip. mittel			+ ²			+ ²
l. Gyrus cingulate anter.						+ ²
l. Precuneus/Cuneus	+ ^{2,9}		+ ²			
l. Insula		+ ²				
l. Broca Areal inf.		+ ²				
l. Heschl. Gyrus temp. sup. ant. + lat.	+ ⁵ (niedrige Pitch)					
l. Heschl Gyrus temp. sup. med. + post.	+ ⁵ (höhe Pitch)					
r. Zerebellum					+ ⁹	
r. Pallidum internal						+ ²
r. Thalamus (prim. motor. Kortex)				+ ¹⁰	+ ¹⁰	

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1. Liegeois-Chauvel C., Peretz I., Babai M., Laguitton V., Chauvel P., 1998.
2. Platel H., Price K., Baron J.-C., Wise R., Lambert J., Frackowiak R.S.J., Lechevalier B., Eustache F., 1997. | 3. Samson S., Zatorre R.J., 1988.
4. Mazziotta J.C., Phelps M.E., Carson R.E., Kuhl D.E., 1982.
5. Lauter J.L., Herscovitch P., Formby C., Raichle M.E., 1985. | 6. Zatorre R.J., Evans A.C., Meyer E., Gjedde A., 1992.
7. Petersen S.E., Fox P.T., Posner M.I., Raichle M.E., 1988.
8. Mazoyer B., Dehaene S., Tzourio N., Frak V., Murayama N., Cohen L. et al., 1994. | 9. Sergent J., Zuck E., Terriah S., MacDonald B., 1992.
10. Fox P., Parsons L., Hodges D., Sergent J., 1995.
11. Samson S., Zatorre R.J., 1991.
12. Samson S., Zatorre R.J., 1992. |
|---|--|--|---|

l.: linke
temp.: temporalis
med.: medialis

r.: rechte
front.: frontalis
prim.: primär

sup.: superior
occip.: occipitalis
motor.: motorische

ant.: anterior
inf.: inferior
BA: Broadmann Area

post.: posterior
lat.: lateralis

4.1.1 Verarbeitung von Prosodie bei Erwachsenen und Kindern

Wie im vorangegangenen Kapitel ausgeführt, werden sprachliche Informationen vorrangig in der linken Gehirnhälfte, suprasegmentale und emotionale Informationen vorrangig in der rechten Hemisphäre verarbeitet (Mayer et al., 1999). Kann aber eine einzelne Hemisphäre sowohl die linguistische als auch die emotionale Information der Prosodie wahrnehmen und verarbeiten?

Mayer et al. (1999) stellen vier der bestehenden Hypothesen zur Verarbeitung von Prosodie im menschlichen Gehirn vor. So benannten Klouda et al. (1988) die rechte kortikale Gehirnhälfte als Verarbeitungsort sowohl der linguistischen als auch der emotionalen Aspekte der Prosodie. Unter anderen Wissenschaftlern unterstützt Van Lancker (1980) eine zweite These, nämlich, dass die linguistische Prosodie in der linken und die emotionale in der rechten Hemisphäre verarbeitet werden. Andere Wissenschaftler wie Cancelliere und Kertesz (1990) bestreiten die Lateralität des menschlichen Gehirns überhaupt und unterstreichen die Bedeutung des Subkortex. Die vierte und neueste Hypothese wird heute von vielen Wissenschaftlern (Van Lancker und Sidtis 1992; Zatorre et al., 1992) unterstützt und besagt, dass die akustische Charakteristiken der Prosodie (vor allem Grundfrequenz, Dauer, Intensität) in verschiedenen Gehirnregionen beider Hemisphären verarbeitet werden (Mayer et al. 1999).

Die Ergebnisse der eigenen Experimente von Mayer et al. (1999) konnten keine der genannten Hypothesen überzeugend stützen. Die erwiesene Beteiligung sowohl rechter als auch linker Gehirnregionen bei der Verarbeitung der Prosodie spricht gegen einer Lateralisierung, die Beteiligung des Subkortexes konnte nicht eindeutig belegt werden.

Während die Produktion der emotionalen Prosodie nur zur Aktivierung des rechten Temporallappens führte, entdeckten Mayer et al. (1999), dass bei der Produktion der linguistischen Prosodie sowohl die rechte als auch die linke Gehirnhälfte aktiviert wurde. Die Frage des Ausmaßes der Beteiligung der

beiden Gehirnhälften bei der Wahrnehmung und Verarbeitung der Prosodie ist bis heute nur unvollständig beantwortet.

Wie erfolgt die Verarbeitung prosodischer Informationen im Gehirn von Kindern?

Während Läsions-Verhalten-Studien bei Erwachsenen mit links-hemisphärischen Läsionen massive Sprachretardierungen bei den betroffenen aufzeigten, konnten analoge Studien bei Kindern mit frühen unilateralen Läsionen kaum hemisphären-spezifische Unterschiede in der frühen Sprachentwicklung zeigen. Die Tatsache, dass die Spracherwerbsprozesse bei Kindern mit frühen links-hemisphärischer Läsionen fast physiologisch ablaufen, deutet darauf hin, dass sich die Dominanz der linken Hemisphäre erst im Verlauf der Sprachentwicklung herausbildet (Friederici und Hahne, 2000). Auch auf intrahemisphärischem Niveau scheint es Entwicklungsprozesse zu geben. So weisen Erwachsene mit Läsionen in anterioren oder posterioren Bereichen der linken Hemisphäre nicht das gleiche sprachliche Verhalten auf wie Kinder mit diesen Läsionen (Friederici und Hahne, 2000). Ursachen der teilweise sehr unterschiedlichen Ergebnisse dieser Studien sehen die Autoren in der Ätiologie der untersuchten Schädigung, der Größe der Hirnläsion, dem Einfluss von frühkindlichen Epilepsien und dem Zeitpunkt der Hirnschädigung (Friederici und Hahne, 2000, S. 286).

Friederici und Hahne (2000) nehmen an, dass es eine „Reorganisation des funktionellen Zusammenhangs von Sprache und Gehirn während der Entwicklung“ (S. 277) gibt. Diese Reorganisation ist für die in der vorliegenden Arbeit behandelte Thematik von großer Bedeutung, da sie in einer Dominanzverlagerung von rechts- nach linkshemisphärisch besteht. Das legt die Bedeutung auf die Melodieverarbeitende rechte Seite beim Säugling nahe (siehe unten).

Unter Anwendung von funktionellen Bildgebenden Verfahren (PET) wurde die Reorganisationsfähigkeit und Plastizität des Gehirns für die Verarbeitung von sprachlichen Informationen auf interhemisphärischem Niveau untersucht (u. a.

Müller et al., 1998). Die Tatsache, dass das Verstehen von Sätzen bei Patienten mit frühen Läsionen zur stärkeren Aktivierung von fronto-temporalen Regionen der rechten Gehirnhälfte führt, während dies bei normalen Erwachsenen genau umgekehrt ist, deutet auf eine erhöhte Plastizität des Gehirns im frühen Alter (Müller et al., 1998). Allerdings, scheint diese interhemisphärische Reorganisationsfähigkeit des Gehirns für die Sprachverarbeitungsprozesse nach dem Alter von sechs Jahren stark abzunehmen, wie durch verschiedene Studien bestätigt werden konnte (Price et al., 1993; Weiller et al., 1995; Belin et al., 1996). Einen Überblick zu Studien der interhemisphärischen Reorganisation geben Friederici und Hahne (2000).

Die Ergebnisse von Läsions-Verhalten-Studien bei Kindern mit flüssiger (Wernicke-Aphasie oder amnestische Aphasie) und nichtflüssiger (Global-Aphasie, Broca-Aphasie) Aphasie unterscheiden sich von den Ergebnissen analoger Studien bei Erwachsenen. So konnte bis zum 9. Lebensjahr keine Verbindung zu anterioren und posterioren Gehirnregionen gefunden werden (Friederici und Hahne, 2000). Die Tatsache, dass im Alter von drei bis acht Jahren Läsionen im posterioren Bereich der linken Hemisphäre zu nichtflüssigen Aphasien führen, wird im Ergebnis zahlreicher Studien als eine spätere Etablierung von „hochautomatisierten“ syntaktischen Prozessen für den Spracherwerb in anterioren Arealen der linken Hemisphäre gedeutet (Alajouanine und Lhermitte, 1965; Basso et al., 1985; Van Dongen et al., 1985; Van Hout und Lyon, 1986; Basso et al., 1987; Basso und Scarpa, 1990; Thal et al., 1991; Friederici, 1994). Friederici und Hahne (2000) deuten diese Befunde dahingehend, dass „ein selektiv erhaltener anteriorer Anteil der linken Hemisphäre bis zum Alter von ca. 8 Jahren noch nicht in der Lage ist, syntaktische Prozeduren automatisch und unabhängig, d. h. ohne den Rückgriff auf grammatisches Wissen, das im Temporallappen gespeichert ist, zu verwenden“ (S. 289).

Wie bereits erwähnt, sind Läsionsstudien eine wesentliche Erkenntnisquelle auch bei der Aufklärung kindlicher Verarbeitungsareale (u. a. Dennis, 1980; Woods, 1980; Riva, 1995). Es konnte bewiesen werden, dass links-

hemisphärische Läsionen bei Kindern zu einer stärkeren Beeinträchtigung der Sprech- und Sprachfähigkeit führen, als rechtshemisphärische Läsionen (Woods und Teuber, 1978; Woods und Carey, 1979; Woods, 1980). Kinder nach einer linksseitigen Hemisphärektomie machten mehr grammatische und phonologische Fehler in Sprachtests als nach einer rechtsseitigen (Dennis und Whitaker, 1976; Dennis, 1980). Dagegen wurde das Vokabular der Kinder unabhängig vom Ort der Läsion gleichermaßen beeinträchtigt (Riva, 1995). Die Ergebnisse von Kindern mit linkshemisphärischen Läsionen in verschiedenen sprachbezogenen Leistungsbereichen, wie Sprachverständnis und Produktion, waren deutlich schlechter als die Ergebnisse von Kindern mit rechtshemisphärischen Läsionen (Vargha-Khadem et al., 1985; Aram et al., 1986, 1987).

Es wurde in neueren Arbeiten gezeigt, dass bei Kindern Läsionen in der linken Hemisphäre grammatische und lexikalische Störungen hervorrufen, während Läsionen in der rechten Hemisphäre die Rezeptions- und Kommunikationsfähigkeiten der Kinder beeinträchtigen (Bates et al., 1997; Thal et al., 1991).

Friederici und Hahne (2000) erwähnen in ihrem Übersichtsbeitrag jedoch auch die Schwierigkeit der Evaluierung derartiger Befunde, da zum Beispiel die Größe, der Entstehungsgrund und -zeitpunkt der Läsion in den verschiedenen Studien sehr unterschiedlich waren. Dennoch, so die Autoren, kann man festhalten, dass die Sprachentwicklung bei Kleinkindern mit Läsionen im Bereich der rechten Hemisphäre stärker beeinträchtigt wird. Die rechte Hemisphäre ist für den Spracherwerb bei Säuglingen und Kleinkindern sehr wichtig. Wie in Kapitel 3.1.1 aufgezeigt, lernt der menschliche Fötus bereits intrauterin die Prosodie seiner Muttersprache kennen. Prosodische Informationen werden gemeinsam mit phonotaktischen Aspekten sprachspezifisch anfangs in der rechten Hemisphäre verarbeitet (Mattys et al., 1999; Friederici und Hahne, 2000). Es wird allerdings vermutet, dass sobald die Prosodie von Wörtern mit ihrer Bedeutung kombiniert werden kann, diese Informationen linkshemisphärisch verarbeitet werden. Es erfolgt also eine Änderung des Verarbeitungsortes für prosodische Informationen im Verlauf der

Entwicklung. Friederici und Hahne (2000) vermuten, dass bei Säuglingen in den ersten Monaten noch beide Hemisphären in der Lage sind, phonemische Aspekte der Prosodie zu verarbeiten, und solche Informationen erst später zur Aktivierung bestimmter Regionen nur der linken Hemisphäre führen.

Was im Zusammenhang mit der Zielstellung der vorliegenden Arbeit insbesondere von Bedeutung ist, sind die Ergebnisse der erwähnten Studien bezüglich der besonderen Bedeutung der rechten Hemisphäre für den Spracherwerbsprozess im ersten Lebensjahr. Nach dem ersten Lebensjahr scheint die linke Hemisphäre die dominierende Rolle in der Sprachentwicklung zu übernehmen (vgl. auch Locke, 1994). Die Befunde, dass Kinder mit frühen rechtshemisphärischen Läsionen im Alter von neun Monaten stärkere Sprachverstehensstörungen in ihrer späteren Sprachentwicklung aufweisen als Kinder mit frühen links-hemisphärischen Läsionen (Friederici und Hahne, 2000), unterstützt diese Annahme.

4.1.2 Verarbeitung von Melodie und Rhythmus der Musik

In den vorhergehenden Kapiteln wurden die Verarbeitungsareale für sprachliche, insbesondere prosodische Informationen im menschlichen Gehirn dargestellt. Im vorliegenden Kapitel wird der Frage nachgegangen, wie das menschliche Gehirn auf Änderungen von Tönen oder Melodie in musikalischen Produktionen reagiert.

Bei musikalischen Werken handelt es sich um Kombinationen von unterschiedlichen Frequenzstrukturen und rhythmischen Sequenzen, die die „musikalische Syntax“ eines Werkes definieren. (Bharucha und Krumhansl, 1983; Patel et al., 1998; Bigand et al., 1999; Kölsch et al., 2000; Maess et al., 2001; Kölsch et al., 2001). So basiert die Wahrnehmung von Musik auf der Perzeption einer großen Anzahl unterschiedlicher Stimuli.

Bei der Analyse von Elektroenzephalogrammen (EEG) und Magnetoenzephalogrammen (MEG) wurden spezifische Ereignis-Korrelierte Hirn-Potentiale (EKPs) festgestellt, die mit Änderungen von Melodien, Tönen usw. korrelieren (z. B. Kölsch und Friederici, 2003). Diese Änderungen werden mit Komponenten der EKPs, z. B. der „early right anterior negativity“ (ERAN) und „mismatch negativity“ (MMN) bezeichnet, abhängig von verschiedenen Parametern (wie die Polarität oder die Latenz) (Kölsch und Friederici, 2003).

Während ERAN die hirnphysiologische Reaktion auf musikalisch-syntaktische Irregularitäten reflektiert und in Abhängigkeit zur Irregularität steht (Kölsch et al., 2001), spiegelt MMN die automatische Reaktion des Gehirns bei der sensorischen Wahrnehmung akustischer Irregularitäten wider (Kölsch und Friederici, 2003).

Kölsch und Mitarbeiter (2001) konnten demonstrieren, dass die Amplitude von ERAN von der Position des harmonisch unpassenden Tones abhängig ist; dies ist bei MMN nicht der Fall (s. Abb. 4.2). Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme über eine Korrelation der ERAN-Amplitude zur Irregularität.

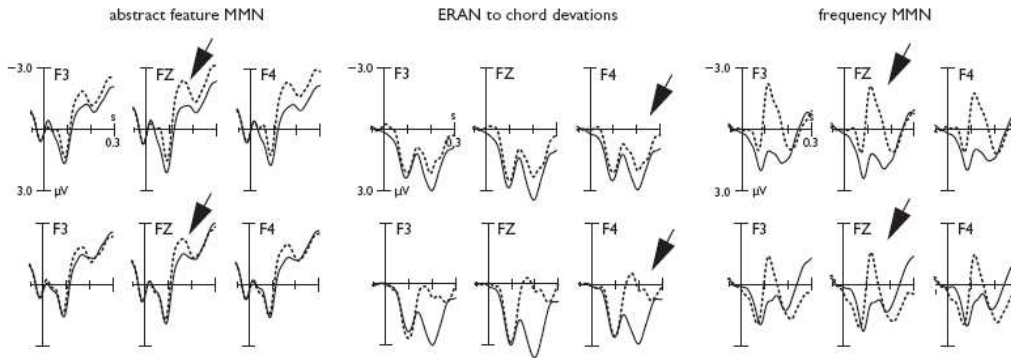


Abbildung 4.2: Im Ergebnis der EKP-Studie sind beide Negativitäten, ERAN und MMN, hier dargestellt (in der ersten Reihe befand sich der „unpassende“ Ton in der dritten Position, in der zweiten Reihe in der fünften Position) (aus Kölsch et al., 2001, S. 1387).

In einer weiteren Studie von Kölsch et al. (2003b) wurden Gehirnreaktionen auf die „authentische“ Struktur einer Melodie mit Gehirnreaktionen auf musikalisch syntaktisch unpassende Töne innerhalb dieser Melodiekontur (Modulation) verglichen. Harmonisch „unpassende“ Töne werden vom Gehirn als unerwartet klassifiziert. Diese Unterbrechung der musikalischen Tonsequenzen stellte in EKPs ERAN, als eine früh rechts anterior auftretende Negativität (siehe auch oben) mit einer Amplitude zwischen 190 ms und 250 ms, dar (Kölsch et al., 2003b), gefolgt von einer späten frontal auftretenden bilateralen Negativität (N5) von max. 500-550 ms, die die sekundären Anstrengungen der Integration von musikalischen Informationen reflektiert (Jentschke et al., 2005).

Analoge Negativitäten wurden auch bei der Verarbeitung von sprachlichen Informationen entdeckt. So reflektiert die linke anteriore Negativität (ELAN) die automatische hirnhysiologische Reaktion auf syntaktische Irregularitäten innerhalb von Phrasen (Friederici et al., 1993; Hahne und Friederici, 1999; Kölsch et al., 2002).

Obwohl ERAN schon mit 5 Jahren beobachtet werden kann, während ELAN erst zwischen 9 und 10 Jahren zu erkennen ist (nicht veröffentlichte Ergebnisse von A. Hahne und A. D. Friederici, zitiert von Kölsch und Friederici, 2003), konnten Ähnlichkeiten zwischen ERAN und ELAN festgestellt werden. Sowohl ERAN als auch ELAN stellen schnelle automatische Reaktionen auf

Unterbrechungen einer erwarteten Struktur dar (Kölsch et al., 2002), ihre Amplitude beträgt max. 200ms und beide werden teilweise im Bereich des inferior frontolateralen Kortex und des anterioren Gyrus temporalis superior produziert (Friederici et al., 1993; Hahne und Friederici, 1999; Friederici et al., 2000; Friederici, 2002; Kölsch und Friederici, 2003). Mit Hilfe von Magnetoenzephalographie konnte festgestellt werden, dass sowohl ERAN als auch ELAN im Bereich des inferioren Pars Opercularis (auch als Broca Areal in linker Hemisphäre benannt) produziert werden (Friederici et al., 2000; Kölsch et al., 2000; Maess et al., 2001). So wird vermutet, dass sich die neuronalen Generatoren von ERAN und ELAN in analogen Gehirnarealen befinden (Kölsch et al., 2001; Jentschke et al., 2005). Diese Annahme wird auch durch die Ergebnisse einer Studie von Kölsch und Mitarbeitern (2005), die auch die Aktivierung von posterioren temporalen Gehirnarealen bei der Verarbeitung musikalischer Irregularitäten nachweisen konnten, unterstützt. Die bilaterale Aktivierung der posterioren temporalen Areale (also auch des Wernicke-Areals der linken Hemisphäre, das für die Verarbeitung sprachlicher Informationen zuständig ist) und des inferioren frontolateralen Kortex deutet darauf hin, dass die Verarbeitung von musikalischen und sprachlichen Informationen im menschlichen Gehirn über ein gemeinsames neurales Netzwerk erfolgt (Jentschke et al., 2005). Diese hirnhysiologischen Befunde begründen die Annahme der Existenz analoger Verarbeitungsmechanismen für musikalische und sprachliche Informationen im menschlichen Gehirn (Kölsch et al., 2003a).

An dieser Stelle sollen kurz weitere gemeinsame Charakteristika von Musik und Sprache erwähnt werden, so z. B. die zeitliche Struktur und der Rhythmus. Beide Charakteristika haben eine große Auswirkung auf die Koordination der Motorik und ihre funktionale Reorganisation nach Gehirnläsionen (Molinari et al., 2003). Die Wahrnehmung und Verarbeitung von zeitlichen Informationen (z. B. die Dauer von Zeitintervallen) scheint die Basis für motorische Koordinationsfähigkeiten und die Wahrnehmungsfähigkeit von melodischen Informationen zu sein. Molinari und Kollegen (2003) untersuchten im Rahmen einer fMRT-Studie Patienten, die aufgrund von zerebellaren Läsionen,

Störungen der Motorik aufwiesen, und gesunde Probanden mit unterschiedlichen musikalischen Kenntnissen. Es wurde die Fähigkeit der Probanden untersucht, zeitliche Informationen, wie Intervalle und Takte wahrzunehmen und zu verarbeiten. Im Rahmen dieser Studie (Molinari et al., 2003) konnte wiederum die Rolle des Kleinhirns, dieses Mal bei der Verarbeitung von Zeitstrukturen und Rhythmen gezeigt werden. Wieser (2003) konnte feststellen, dass das Kleinhirn bei Musikern ca. 5% größer ist.

Molinari und Kollegen (2003) weisen darauf hin, dass Patienten mit zerebellaren Läsionen nicht nur bei der Koordination ihrer Körperteile ein vermindertes Zeitgefühl zeigten (Diener et al., 1993; Timmann et al., 1999), sondern auch bei Perzeptionsaufgaben (Nawrot und Rizzo, 1995; Ivry, 1996). Die Ergebnisse von Molinari et al. (2003) unterstützen Befunde früherer Studien (Cerasa et al., 2002) und zeigen nicht nur, dass das menschliche Gehirn unbewusst rhythmische Variationen wahrnehmen kann, sondern auch, dass der menschliche Körper darauf reagieren kann. Molinari und Kollegen nehmen an, dass auf ähnliche Weise vielleicht Komponenten eines Musikstücks unbewusst die Reaktionen von Hörenden beeinflussen könnten.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die erwähnten Untersuchungen zeigen, dass Änderungen von Tönen innerhalb einer Melodie unmittelbar hirnhysiologisch reflektiert werden.

4.2 Vergleich der Verarbeitungsfähigkeit von Kindern und Erwachsenen

In verschiedenen Untersuchungen konnte die Arbeitsgruppe von Kölsch und Mitarbeiter zeigen, dass auch kindliche Gehirne bereits unerwartete und disharmonische Akkorde erkennen. Mit Hilfe von EKP-Messungen haben sie z. B. die neurale Aktivität von 5- und 9-Jahre alten Kindern beider Geschlechter bei der Musikverarbeitung untersucht (Kölsch et al., 2003a). Es wurden die elektrische Gehirnpotentiale der Kinder gemessen, während sie Musik hörten. Als Reize haben unterschiedlich klingende Töne gedient, welche auch harmonisch nicht passende Akkorde enthielten. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Abbildung 4.3 zu sehen. Durch Interpretation der Position der frühen rechten anterioren Negativität (ERAN), konnten Kölsch et al. (2003a) gewisse Unterschiede der spezifischen Verarbeitungsregionen von Musik und Sprache, nicht nur zwischen Mädchen und Jungen, sondern auch zwischen Kindern und Erwachsenen feststellen. Sie konnten bei den Mädchen eine Bilateralität bei der Verarbeitung von musikalischer Syntax feststellen, die bei der Verarbeitung von Sprache weniger ausgeprägt war (s. Abb. 4.3). Die Jungen dagegen verarbeiteten sowohl die sprachlichen als auch die musikalischen Informationen in der linken Hemisphäre. Es konnte auch gezeigt werden, dass Männer musikalische Informationen in der rechten Hemisphäre verarbeiten, während Frauen (ähnlich wie Mädchen) eine Bilateralität aufweisen (Kölsch et al., 2002). Diese hirnhysiologischen Befunde, werden von einigen Autoren auch als Beleg für die Existenz eines gemeinsamen Ursprungs von Musik und Sprache herangezogen (Wallin et al., 2000).

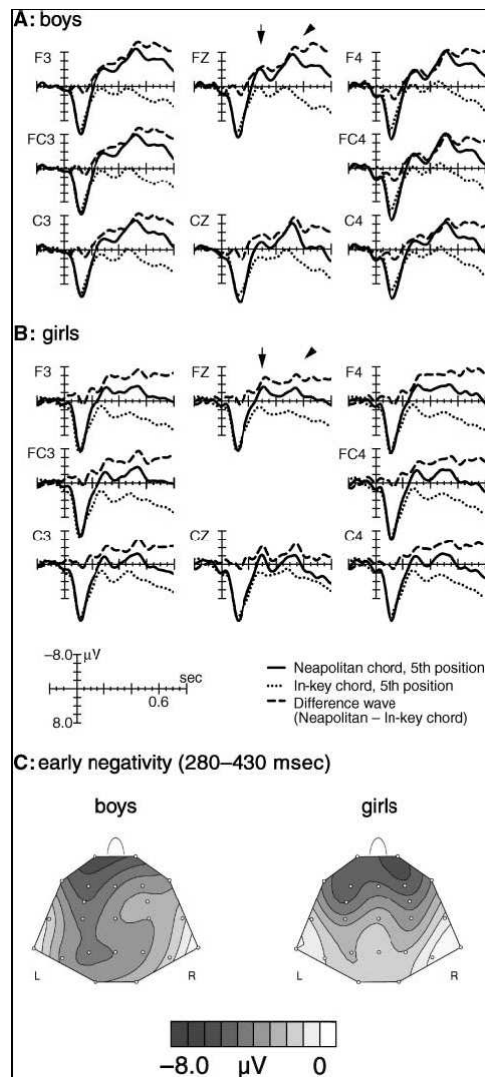


Abbildung 4.3: Auf den Diagrammen sind im Abschnitt A EKP-Bilder von Jungen und im Abschnitt B von Mädchen dargestellt. Bei den Mädchen fehlt die Lateralisation von ERAN (die hier mit dem längeren Pfeil markiert wird), die bei den Jungen sehr deutlich zu erkennen ist. Die ERAN-Komponente entsteht im Bereich des inferior frontolateralen Kortexes, der bei Erwachsenen eine sehr wichtige Rolle bei der Verarbeitung von Sprache spielt (siehe auch Kap. 4.1) (aus Kölsch et al., 2003a, S. 686).

Weitere Untersuchungen von Kölsch und Kollegen (2005), auch mit Hilfe der fMRT-Methode, konnten, sowohl Ähnlichkeiten, als auch Unterschiede in der Musikverarbeitung zwischen 10 jährigen Kindern und Erwachsenen mit bzw. ohne besondere Musikkenntnisse, zeigen. Dabei verwendeten sie Sequenzen, die mit regulären bzw. irregulären Endakkorden versehen waren und untersuchten mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) die Aktivierung der beteiligten Gehirnareale. Die verwendeten Endakkorde sind in der Abbildung 4.4 zu sehen.

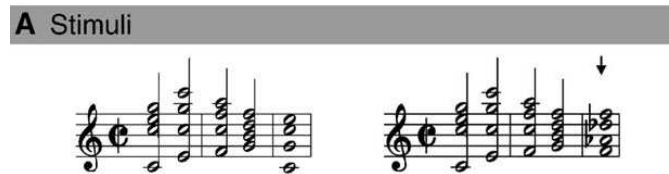


Abbildung 4.4: Hier ist ein Beispiel für die in der Studie von Kölsch et al. (2005) verwendeten Akkordsequenzen abgebildet. Von entscheidender Bedeutung sind ihre unterschiedlichen Endakkorde. Während die linke Sequenz einen regulären Endakkord aufweist, weist die rechte einen irregulären Endakkord auf (Pfeil: Neapolitanische Sequenz) (aus Kölsch et al., 2005, S. 1069).

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen belegen, dass die Wahrnehmung und Verarbeitung irregulärer Akkorde, die als Strukturunterbrechungen wahrgenommen werden, bei Erwachsenen zur Aktivierung verschiedener Gehirnarealen, wie dem Gyrus frontalis inferior, der anterioren Insula, dem orbitalen frontolateralen und ventrolateralen prämotorischen Kortex, dem Sulkus temporalis superior, dem Gyrus supramarginalis, sowie anterioren und posterioren Arealen des Gyrus temporalis superior, führten (s. Abb. 4.5). Diese Gehirnregionen so die Autoren, formen wahrscheinlich verschiedene Netzwerke für die kognitiven Aspekte der Musikverarbeitung (musikalischer Syntax, auditives Gedächtnis, emotionale Informationen) (Kölsch et al., 2005).

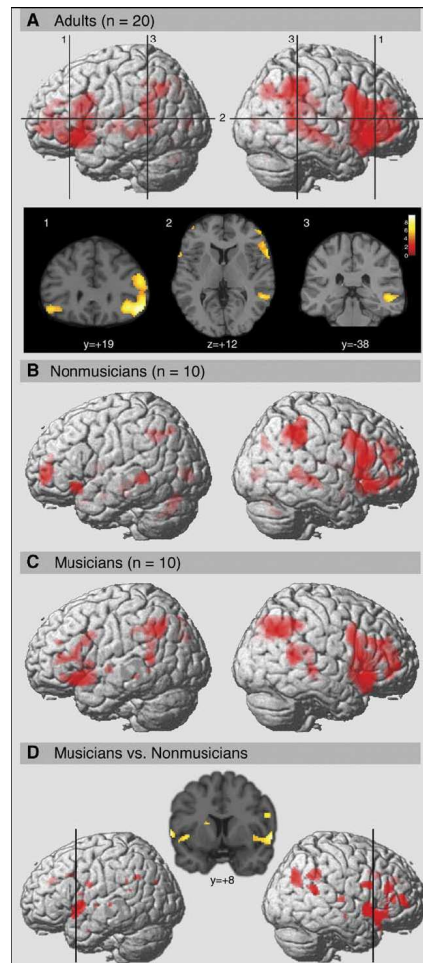


Abbildung 4.5: In Abschnitt A wird die Aktivierung spezifischer Gehirnregionen durch irreguläre Akkorde (Neapolitanische Sequenzen) (Abb. 4.4) und reguläre Akkorde bei Erwachsenen gezeigt, in B bei Erwachsenen ohne besondere Musikkenntnisse und in C bei Erwachsenen, die musikalisches Training hatten. In Abschnitt D wird der Einfluss von intensivem musikalischem Training deutlich. Bei Musikern ist die Aktivierung des anterioren Teils des Gyrus temporalis superior und des frontalen Operculums viel deutlicher (vgl. auch den koronalen Schnitt) (aus: Kölsch et al., 2005, S. 1071).

Während bei Kindern in der rechten Hemisphäre die Aktivierung der gleichen Gehirnareale beobachtet werden konnte wie bei Erwachsenen, zeigten bestimmte Gehirnregionen der linken Hemisphäre (präfrontalen und temporalen Gehirnareale, der Gyrus supramarginalis) geringere Aktivierung bei Kindern (Kölsch et al., 2005) (s. Abb. 4.6).

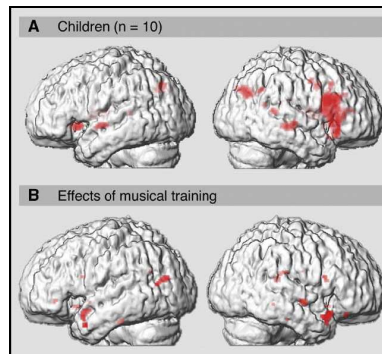


Abbildung 4.6: Im Abschnitt A wird die Aktivierung spezifischer Gehirnareale bei Kindern durch Kontrast von Neapolitanischen zu regulären Akkorden dargestellt. Im Abschnitt B wird noch einmal deutlich, dass musikalisches Training großen Einfluss auf das Ausmaß der Aktivierung der Gehirnregionen hat. Diese Befunde unterstützen die Wirkung des musikalischen Trainings schon im Alter von zehn Jahren oder sogar früher (aus Kölsch et al., 2005, S. 1072).

In Übereinstimmung mit anderen Studien (s. Kap. 4.1, 4.2), konnten Kölsch und Kollegen (2002) bei der Verarbeitung von Irregularitäten der musikalischen Struktur eines Musikstückes eine stärkere Aktivierung des anterioren Teils des Gyrus temporalis superior und des frontalen Operculums bei Kindern und bei Erwachsenen, die Musikunterricht nahmen, nachweisen (vgl. Abb. 4.5, 4.6). Die Tatsache, dass diese Gehirnareale eine wichtige Rolle bei der Verarbeitung musikalischer struktureller Informationen (u. a. musikalische Syntax) spielen (Maess et al., 2001; Kölsch und Friederici, 2003) unterstützt die Annahme, dass Menschen mit besonderen musikalischen Kenntnisse, aufgrund ihrer sehr präzisen Wahrnehmung der musikalischen Syntax, sensibler auf Strukturunterbrechungen reagieren (Kölsch et al., 2005).

Die dargestellten Untersuchungen demonstrieren, dass die Verarbeitung von musikalischen und sprachlichen Informationen sowohl vom Alter und Geschlecht als auch vom Niveau der musikalischen Kenntnisse des Probanden abhängig ist. Kölsch und Kollegen (2003a) belegten eine ähnliche Verarbeitung melodischer und sprachlicher Informationen bei Kindern. Dies ist bei Erwachsenen nicht der Fall. Unabhängig vom Alter, verleiht aber musikalisches Training dem Menschen eine erhöhte Sensibilität für Strukturunterbrechungen bei der Musik- und Sprachverarbeitung. Darauf wird im nachfolgenden Kapitel gesondert eingegangen.

5 Die Bedeutung des musikalischen Trainings bei Erwachsenen

5.1 Der „Mozart Effekt“

Einige Studien haben sich spezifisch mit der Wirkung der Musik des Komponisten W. A. Mozart auf das menschliche Gehirn, oft als „Mozart Effekt“ bezeichnet, beschäftigt. Die Grundlage für die Annahme einer positiven Wirkung von Mozartmusik wurde durch den französischen Arzt Alfred Tomatis (1992) gelegt. Während Vertreter der Lehre von Tomatis, wie z. B. Don Campbell (1997), von der positiven Wirkung der Musik Mozarts auf das menschliche Gehirn überzeugt sind und diese auch vermarkten, äußern sich andere Wissenschaftler (u. a. Steele et al., 1999) eher skeptisch.

Im Jahre 1993 untersuchten der Physiker Gordon Shaw und der Kognitionsforscher Frances Rauscher (Rauscher et al., 1993) die Wirkung einer Mozartsonate (Sonate für zwei Klaviere, D-Dur, KV 448) bei Collegestudenten. Rauscher et al. (1993) versuchten eine Verbindung zwischen Musik und visuell räumlicher Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Sechsenddreißig Studenten wurden aufgefordert standardisierte IQ-Tests (Standard-Binet IQ-Test) durchzuführen, nachdem sie zehn Minuten lang i) Mozarts Sonate gehört hatten, ii) beruhigende Musik anderer Komponisten gehört hatten oder iii) keine Musik gehört hatten. Die Ergebnisse der Probanden in den Tests zeigten, dass Mozarts Musik zu einer Steigerung ihres räumlichen und zeitlichen logischen Denkens beigetragen hat. Allerdings war diese Steigerung von kurzer Dauer, sie ließ nach ca. fünfzehn Minuten wieder nach.

Um ihre Ergebnisse zu untermauern, untersuchten Rauscher et al. (1997) die Wirkung von musikalischem Training auf die Fähigkeit des logischen Denkens bei Vorschulkindern. Im Rahmen dieser Studie lernten 34 Vorschulkinder ein halbes Jahr lang Klavier oder Keyboard spielen, eine Kontrollgruppe von 20 Kindern bekamen Computerunterricht und eine andere Kontrollgruppe verbrachte ihre Zeit mit anderen Aktivitäten. Es konnte bewiesen werden, dass

musikalisches Training langzeit-wirkende Modifikationen in neuronalen Netzwerken des menschlichen Gehirns erzeugen kann. Diese Gehirnareale sind unter anderem für die Verarbeitung von wissenschaftlichen und mathematischen Informationen zuständig.

Der Psychologe Kenneth Steele, Universität North Carolina, wiederholte den Versuch 1999 anhand des Studienprotokolls, jedoch ohne den gleichen Erfolg. Dennoch findet man ab dieser Zeit, gefördert durch Jubelmeldungen der Medien einen enormen Anstieg des Interesses bezüglich der Musik Mozarts.

Während einige Wissenschaftler (u. a. Chabris, 1999; Steele et al., 1999; McCutcheon, 2000) die Ergebnisse von Rauscher und Shaw nicht reproduzieren konnten, fanden andere eine leichte Verbesserung in räumlich-zeitlichen Leistungen (Rideout und Laubach, 1996; Rideout et al., 1998). Die Probanden von Steele et al. (1999) und McCutcheon (2000), die Mozarts Musik gehört hatten, waren genauso erfolgreich in den Tests, wie Probanden, die andere oder gar keine Musik gehört hatten. Aus diesem Grund, betrachten diese Wissenschaftler den Mozart Effekt als wissenschaftlich nicht erwiesen. Rauscher und Shaw (1998) halten dem entgegen, dass der Mozart Effekt sich auf räumlich-zeitliches logisches Denken beschränkt und, dass er keine allgemeine Intelligenzverbesserung bewirkt. Sie bemängeln, dass in einigen der Studien der Mozart-Effekt-Gegner bestimmte Testprozeduren inadäquat waren (Rauscher, 1999).

Ivanov und Geake (2003) versuchten den „Mozart Effekt“ bei Schulkindern zwischen zehn und zwölf Jahren nachzuweisen. Im Rahmen dieser Studie wurden die Probanden von drei Gruppen aufgefordert, einen Papierfalttest auszuführen. Die erste Gruppe hatte zuvor eine Sonate von Mozart gehört, die zweite eine Toccata von Bach und die dritte Gruppe hatte nur das tägliche Hintergrundgeräusch des Klassenzimmers gehört. Die Ergebnisse der Kinder, die Mozarts Musik gehört hatten, waren in dem Papierfalttest viel besser als die Ergebnisse der Kinder, die keine Musik gehört hatten. Es wurde allerdings auch

gefunden, dass auch die Kinder, die Bachs Musik gehört hatten, ähnlich erfolgreich waren wie die Mozarthörer. Diese Ergebnisse stützen die Annahme der positiven Wirkung von klassischer Musik allgemein auf das menschliche Gehirn, auch schon oder eventuell besonders bei Kindern.

Die Heilkraft der Musik ist den Menschen seit Jahrtausenden bekannt. Die antiken Griechen verwendeten Lieder, deren Zeilen um Heilung, Vergebung und Mitleid baten, als Gebete zu ihren Göttern, während die antiken Römer Gebete in Form von lyrischen Gedichten komponierten. Ob in Form eines Gebetes, eines Kinderliedes oder als versteckte Melodie in den Zeilen eines Gedichtes, Musik erzeugt immer ein beruhigendes Gefühl und kann der Schmerzlinderung dienen. Insbesondere in den letzten Jahren haben sich erneut viele Studien mit der Erforschung der therapeutischen Kraft der Musik befasst.

Musik kann sowohl seelische als auch körperliche Heilung bewirken. Verschiedene Studien konnten eine direkte Wirkung der Musik auf physiologische Körperfunktionen des Menschen belegen (Corah et al., 1981; Bvers und Smvth, 1997; Salmore und Nelson, 2000; Knight und Rickard, 2001; Vollert et al., 2003). Wie die Ergebnisse vieler Studien gezeigt haben, wirkt Musik senkend auf Blutdruck-, Puls-, beta-Endorphin- und IgA-Werte vieler Patienten und kann dadurch als anxiolytisches Mittel eingesetzt werden (Knight und Rickard, 2001; Vollert et al. 2003).

Auch verschiedene Studien die sich mit Autismus und Musiktherapie beschäftigt haben, behaupten, dass Musik eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten von Menschen mit dieser Entwicklungsstörung spielen kann (Evers, 1992; Charman, 1999). Ma et al. (2001) untersuchten den therapeutischen Effekt der Musik bei Kindern mit retardierter Entwicklung. Kindern mit retardierten Sprech- und Kommunikationsfähigkeiten wurden acht Lieder vorgespielt. Einzelne Lieder wurden benutzt um verschiedene Fähigkeiten der Kinder hervorzurufen und dann zu stimulieren. Das Vorspielen

der Lieder mit unterschiedlichen Musikinstrumenten rief eine starke Reaktion der Kinder hervor.

Es konnte auch bewiesen werden, dass vier Monate alte Säuglinge bereits verschiedene musikalische Formen benutzen um zu kommunizieren (Ma et al., 2001) und dass Kinder, die schon früh Musikunterricht hatten, später ihre Kommunikationsfähigkeiten besser entwickeln konnten als Kinder, die nie Musikunterricht hatten.

Im Jahre 2001 hat Jenkins im *Journal of the Royal Society of Medicine* (Jenkins, 2001) einige Forschungen zum Mozart-Effekt einschließlich kontroverser Ansichten und möglicher hirnpfysiologischer Erklärungen gefundener Musikeffekte, zusammengestellt. Er kommt zu dem Schluss, dass der Effekt von Mozarts' Musik auf die visuell-räumliche Leistungsfähigkeit von vielen Randfaktoren abhängig sei und findet die Ergebnisse der Studien an Patienten mit Epilepsie (Hughes et al., 1999) deutlich überzeugend. Dennoch sei der praktische Nutzen noch nicht klar, vor allem da die meisten Studien nur kurze Hörperioden verwendet hatten und Langzeiteffekte noch nicht untersucht seien (Hughes et al., 1999, S.172). Er betont aber gleichzeitig die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen.

Aber was passiert im menschlichen Gehirn, während man sich musikalische Werke von Mozart anhört? Wie reagieren spezifische Gehirnregionen auf Mozarts' Musik?

Bodner et al. (2001) konnten- mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT)- Reaktionen der temporalen Gehirnareale der Probanden, während sie sich Mozarts' Musik anhörten, feststellen. Diese Ergebnisse waren eigentlich zu erwarten, da der temporale Kortex für die Wahrnehmung und Verarbeitung von melodischen Informationen zuständig ist. Allerdings, konnten Bodner et al. (2001) nachweisen, dass eine veränderte Aktivierung des dorsolateralen präfrontalen und des occipitalen Kortexes und

des Zerebellums stattgefunden hat. Bodner et al. (2001) interpretieren ihre Befunde dahingehend, dass diese Gehirnregionen eine wichtige Rolle in der Entwicklung des räumlich-zeitlichen logischen Denkens spielen. Dies könnte man als ein hirnhysiologisches Argument für den „Mozart-Effekt“ interpretieren.

Diese Arbeit leitet zu neueren hirnhysiologischen Untersuchungen über, die belegen, dass musikalisches Training nachweislich funktionelle Korrelate in bestimmten Gehirnregionen zeigt. Diese Arbeiten belegen auch, dass der Mozart-Effekt nicht ganz von der Hand zu weisen ist. Ein entscheidender Kritikpunkt erscheint hier die allgemeine Tendenz der pro und contra Mozart-Effekt Vertreter zu sein, die Studienergebnisse nicht selektiv zu interpretieren sonder häufig generalisierte Aussagen zu treffen. Auch wenn eine ausreichende wissenschaftliche Prüfung noch nicht vorliegt, kann man von der positiven Wirkung bestimmter Musik, insbesondere klassischer Musik, auf Hirnmechanismen ausgehen. Ob die Musik W. A. Mozarts dabei von besonderer Wirksamkeit ist, ist nicht belegt, für die Sache an sich ist dies aber aus meiner Sicht auch eher zweitrangig. Rideout et al. (1998) fanden z. B., dass die zeitgenössische Musik des griechischen Musikers Yanni (www.yanni.com), die bezüglich Tempo, Struktur, Melodie und Harmonie von den Autoren eine Ähnlichkeit zu Mozarts Sonate nachgesagt wurde, ebenso wirkungsvoll sei.

5.2 Hirnphysiologische Studien zur Wirkung von musikalischem Training

Eine weitere, für die in der vorliegenden Arbeit behandelte Thematik wesentliche Frage ist die Frage nach dem Effekt von Training. Hierzu gibt es inzwischen einige hirnphysiologische Untersuchungen (vgl. auch Kap. 4.2). Dabei ist es im Rahmen der Zielstellung der vorliegenden Arbeit wichtig, jene Studien zu berücksichtigen, die spezifisch die Frage des musikalischen Trainings auf Sprachleistungen untersucht haben. Hier sind es vor allem die Arbeiten der Arbeitsgruppe von Stefan Kölsch am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften (MPI) Leipzig und Nadine Gaab von der Stanford Universität USA, die erste hirnphysiologische Belege für die positive Wirkung von musikalischem Training auf Sprachleistungen geliefert haben.

Jentschke et al. (2005), auch aus dem Labor von Stefan Kölsch am Leipziger MPI, beschäftigten sich in zwei Experimenten im Rahmen ihrer Studie mit dem Einfluss von musikalischem Training und Sprachstörungen bei Kindern. In dem ersten Teil der Studie wurden 11-Jahre alte Kinder mit und ohne musikalischem Training verglichen. Jentschke et al. (2005) verwendeten Notensequenzen mit regulären oder irregulären Endakkorden. Wie schon in Kapitel 4.1.2 erklärt, ist ERAN eine wichtige früh auftretende anterior Negativität, die die Wahrnehmung von akustischen Irregularitäten innerhalb musikalischer Strukturen widerspiegeln kann (Friederici et al., 1993). Die Ergebnisse zeigten, dass ERAN bei Kindern mit musikalischen Kenntnissen eine größere Amplitude aufwies (ähnlich wie bei Erwachsenen mit musikalischem Training, siehe Kap. 4.1.2). In dem zweiten Teil der Studie wurden 5-Jahre alte Kinder mit Sprachstörung und gleichaltrige gesunde Probanden untersucht. Die Wissenschaftler verwendeten Phrasen mit bzw. ohne syntaktische Fehler. ERAN konnte bei Kindern ohne Sprachstörung im Alter von fünf Jahren festgestellt werden, aber nicht bei Kindern mit Sprachstörungen.

Bei Erwachsenen konnten Unterschiede im Ausmaß der Aktivierung der in der Sprach- und Musikverarbeitung beteiligter Gehirnareale in Abhängigkeit von der Dauer eines durchgeführten Musikunterrichtes festgestellt werden: Wissenschaftler der Stanford Universität (Gaab et al., 2005) konnten mit Hilfe von fMRT in zwei Studien, mit zwei Gruppen von Erwachsenen (die eine Gruppe bestand aus Erwachsenen, die ein musikalisches Instrument spielen konnten, die andere Gruppe aus Erwachsenen ohne besondere musikalische Kenntnisse), zeigen, dass bei Menschen, die nie Musikunterricht hatten, eine stärkere Aktivierung spezifischer Gehirnareale nachzuweisen war, bei der Verarbeitung von sprachlichen Informationen (s. Abb. 5.1). Die Erwachsenen, die ein musikalisches Instrument spielen konnten, waren deutlich besser dazu in der Lage, kleine Unterschiede zwischen sehr ähnlich klingenden Silben zu erkennen, als Menschen, die nie Musikunterricht hatten. Hier zeigt sich ein Zusammenhang zwischen musikalischem Training und bestimmten Sprachleistungen.

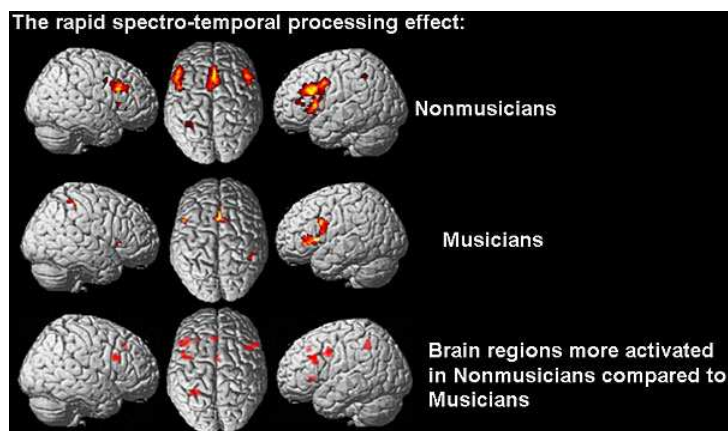


Abbildung 5.1: fMRT-Gehirnaufnahmen von Menschen ohne besondere Musikkenntnisse (erste Reihe) und Musikern (zweite Reihe). Deutlich ist die stärkere Aktivierung spezifischer Gehirnareale bei Menschen, die nie Musikunterricht hatten (hier in der dritten Reihe rot abgebildet). (aus: Gaab et al., 2005, Ann. N. Y. Acad. Sci. 1060, S. 87).

Die Aktivierung spezifischer Gehirnregionen (in Abbildung 5.1 rot abgebildet) bei der Wahrnehmung kleiner Unterschiede zwischen Silben, die sich sehr ähnlich anhören, konnte bei beiden Probandengruppen (Musiker und Menschen ohne besondere Musikkenntnisse) festgestellt werden. Eine stärkere Aktivierung spezifischer Gehirnareale bei Menschen, die nie Musikunterricht

hatten, konnte ebenfalls bewiesen werden. Musiker konnten kleine Unterschiede zwischen den Silben schneller und müheloser erkennen. Diese Befunde unterstützen die Hypothese der Bedeutung von musikalischem Training für den Spracherwerbprozess (Gaab et al., 2005).

In der zweiten Studie konnte demonstriert werden, dass Menschen, die Musikunterricht hatten, auch schneller und präziser Unterschiede in Tonsequenzen erkennen konnten. Es gilt heute als relativ sicher (Gaab et al., 2005; Kölsch et al., 2005), dass die Verarbeitung der Grundfrequenz und Änderungen des Taktes bzw. der Zeiteinteilung (sowohl in der Sprache als auch in der Musik vorkommende Größen), bei Menschen, die musikalisches Training hatten, schneller erfolgt.

Aber kann das musikalische Training die hirnhysiologische Verarbeitung von Pitchkonturen sowohl in Musik als auch in Sprache beeinflussen?

Um diese Frage zu beantworten untersuchten Schön et al. (2004), u. a. mit Hilfe von EEG-Messungen, die hirnhysiologische Wirkung unerwarteter Pitchveränderungen musikalischer und sprachlicher Stimuli bei Musikern und Menschen ohne besondere Musikkenntnisse. Beiden Probandengruppen wurden Sätzen und Melodien mit stark veränderten, schwach veränderten oder unveränderten Endwörtern bzw. Endakkorden vorgeführt. Musiker erkannten diese Veränderungen schneller und präzise, sowohl in Musik (vgl. auch Besson und Faita, 1995) als auch in Sprache. Schön et al. (2004) weisen auch auf hirnhysiologische Unterschiede bei der Verarbeitung von „Pitchveränderungen“ zwischen Musikern und Menschen ohne musikalisches Training hin. Beide Probandengruppen reagierten auf Pitchirregularitäten mit früh auftretenden Negativitäten, die sich allerdings in ihren Entstehungsregionen im Gehirn unterschieden. Während die Wahrnehmung und Verarbeitung sprachlicher Pitchirregularitäten bei Musikern zur stärkeren bilateralen Aktivierung temporaler Gehirnareale führte, weisen Menschen ohne besondere Musikkenntnisse eine stärkere Aktivierung zentraler und temporaler Gehirnregionen der linken Hemisphäre auf. Andererseits aktivierten

musikalische Pitchirregularitäten insbesondere temporale Gehirnareale der rechten Hemisphäre bei allen Probanden unabhängig von ihren Musikkenntnissen. Die Tatsache, dass Variationen der Pitchkontur musikalischer und sprachlicher Stimuli analoge oder sogar gleiche Gehirnregionen aktivierten, liefert weiter unterstützende Argumente für die Annahme der Existenz eines gemeinsamen neuronalen Verarbeitungsnetzwerkes (siehe oben).

Auch der Aktivierungsgrad unter anderem des rechten Zerebellums, des Vermis cerebelli und des linken Thalamus scheint von musikalischen Kenntnissen der Probanden abhängig zu sein (Molinari et al., 2003). Musiker zeigten stärkere zerebellare Aktivierung, während die Probanden ohne musikalisches Training zur Aktivierung kortikaler Areale tendierten.

Zuletzt sollte hier erwähnt werden, dass ERAN Amplituden bei Musikern größer als bei Leuten ohne besondere musikalische Kenntnisse sind, da Musiker aufgrund ihrer Kenntnisse sensibler auf Unterbrechungen (z. B. Neapolitanische Tonsequenzen) der musikalische Struktur reagieren (Kölsch et al., 2002) (s. Abb. 5.2). Beide Negativitätsarten (ERAN und N5) konnten sowohl bei Musikern als auch bei Menschen ohne musikalisches Training festgestellt werden (Kölsch et al., 2000; Kölsch et al., 2002; Jentschke et al., 2005).

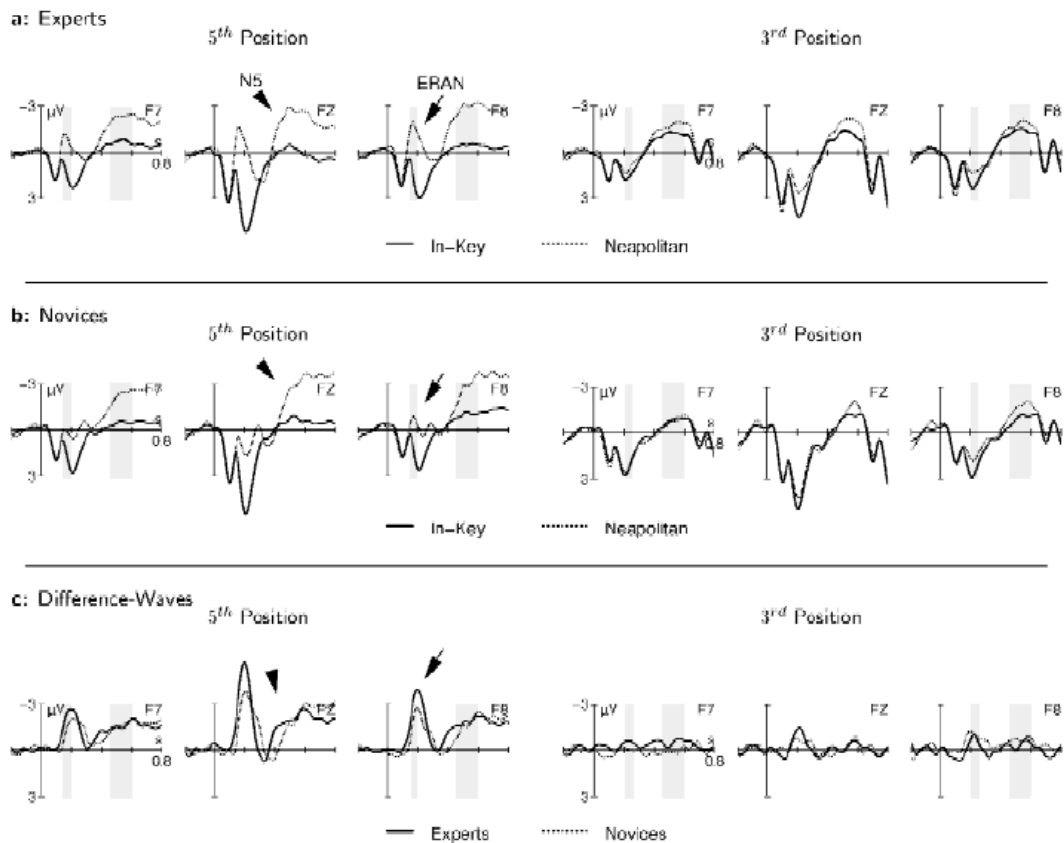


Abbildung 5.2: In den Diagrammen sind EKP-Bilder zu erkennen. In der ersten Reihe wurden die Negativitäten (ERAN und N5) von Musikern abgebildet, in der zweiten die Negativitäten von musikalischen Anfängern, in der dritten die Messunterschiede. Mit Hilfe dieser EKP-Messungen, konnte festgestellt werden, dass die Amplitude von ERAN (längere Pfeile) bei Musikern deutlich größer ist (aus Kölsch et al., 2002, S. 660).

6 Schlussfolgerung und Ableitung eines Forschungskonzeptes zur musikalischen Frühförderung von Säuglingen mit orofazialen Spalten

In den vorangegangenen Kapiteln ist die besondere Wirkung der Musik ausführlich dargestellt worden. Wie aber wirkt Musik auf die Sprachproduktion? Kann Musik die Sprachproduktion von Patienten mit Sprech- und/oder Sprachstörungen, z. B. Dyslexie, verbessern? Sind Säuglinge, die bereits Störungen ihrer vorsprachliche Entwicklung zeigen, z. B. LKGS-Kinder, evtl. in der Lage, mit Hilfe von Musik oder musikalischen Elementen bestimmte Abweichungen zu überwinden und wieder altersadäquate Laute zu produzieren?

Wie in der Einleitung erwähnt, wird in den USA in einem orthopädischen Krankenhaus von Los Angeles seit April 2002 ein spezielles musikalisches Programm bei Säuglingen und Kindern mit LKGS-Spalten eingesetzt. Zusammen mit Kindern ohne Sprachstörungen lernen Kinder mit LKGS-Spalten in dieser Therapie durch Musizieren und Singen die richtige Aussprache von Wörtern und verbessern ihre vorsprachlichen und sprachlichen Kenntnisse. Dieses Konzept erscheint höchst Erfolg versprechend.

Die in der vorliegenden Arbeit zusammengetragenen Erkenntnisse zu musikalischen Fähigkeiten junger Säuglinge und überlappenden Verarbeitungsregionen für die Prosodie in der Musik und in der Sprache liefern wissenschaftliche Argumente für den positiven Einfluss der musikalischen Frühförderung für den Spracherwerb. Vor allem die Tatsache, dass Trehub und Mitarbeiter (2001) zeigen konnten, dass Säuglinge auf das Singen von Wörtern und Sätzen in „*motherese*“ deutlich besser reagieren als auf das Sprechen derselben Wörter und Sätze, bestätigt die Wirkung musikalischer Stimuli. Auch die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Eigenschaften der mütterlichen Sprechweise (*motherese*) haben in den unterschiedlichsten Kulturen eine

starke Wirkung auf Säuglinge. Musikalische Stücke verstärken die biologisch wirksamen Auslöser des *motherese* um ein Vielfaches. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass die Säuglinge auf Musik stark ansprechen. Dabei wird vor allem solche Musik eine positive Wirkung erzeugen, die ähnlich wie das *motherese* durch einfache Melodien, ausgeprägte Frequenzmodulationen und einfach strukturierte Rhythmen gekennzeichnet ist. Auch sollten ausreichend repetitive Sequenzen vorkommen. Diese Kriterien erfüllen vor allem Kinderlieder und bestimmte klassische Musikstücke. Die Kombination von Gesang und instrumentaler Begleitung, wie sie z. B. in der *Cleft Palate Therapy Group* in Los Angeles (s. Anlage 1) durchgeführt wird, scheint für die Frühförderung von Säuglingen gut geeignet zu sein.

Wie anders als durch musikalische Übungen könnte man einen Säugling motivieren, sein vorsprachliches Lautrepertoire zu erweitern?

Der enge Kontakt zur Mutter bzw. zu einer anderen Bezugsperson die mit dem Säugling singt und spricht, garantiert in der Regel eine optimale Anregung. Dies setzt jedoch voraus, dass das sozio-emotionale Verhältnis nicht gestört ist. Bei Säuglingen mit orofazialen Spalten ist die Mutter-Kind Interaktion häufig durch verschiedene Faktoren belastet. Mutter-Kind Gruppen, in denen gemeinsam gesungen wird und rhythmische Bewegungen zur Musik eingeübt werden, sind ein hervorragendes Mittel, um diesen Belastungen teilweise entgegenzuwirken. Das Robbi-Programm der *Yamaha-Academy of Music* (www.yamaha-academy.de) für Säuglinge ab vier Monaten und ihre Mütter ist eines der derzeit angebotenen sehr wirkungsvollen Programme (s. Anlage 2). Es wäre sehr wünschenswert, dass alle Säuglinge mit orofazialen Spalten und ihre Mütter die Möglichkeit hätten, an einem solchen Programm teilzunehmen. Leider wird es regional noch nicht überall durchgeführt.

Auch im Bereich der Dyslexiebehandlung spielt Musik bereits eine sehr wichtige Rolle. Es gilt heute als bewiesen, dass Kinder, die unter Dyslexie leiden, Defizite in der Wahrnehmung und Verarbeitung von zeitlichen Phrasen-Grenzen aufweisen. Katie Overy (2003) vertritt die Meinung, dass die physiologische

Wahrnehmung von zeitlichen Strukturen über die Entwicklung sowohl sprachlicher als auch motorischer Fähigkeiten mit Hilfe von Musikunterricht in Gruppen erreicht werden kann. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Overy (2003) zeigten, dass Kinder mit Dyslexie in der Lage sind, die Grundfrequenz eines Musikstücks wahrzunehmen, allerdings Schwierigkeiten mit der Verarbeitung des Taktes haben. Overy (2003) konnte beweisen, dass eine Verbesserung und Weiterentwicklung der akustischen Aspekte der Sprache im Rahmen des Musikunterrichts stattgefunden hatte, während die Lesefähigkeiten der Kinder unbeeinflusst blieben.

Unabhängig von der seit langem bekannten positiven Wirkung von Musik und speziell Singen auf Säuglinge unterstreicht die vorliegende Arbeit die spezifische Wirkung von Musik für den Spracherwerb. Diese spezifische Wirkung bedingt auch eine spezifische musikalische Frühförderung, angepasst auf die Fähigkeiten und Bedürfnisse der jeweiligen Kinder. Melodie- und Rhythmusübungen sind generell förderlich, gezielt ausgewählte Melodie- und Rhythmusübungen könnten aber einem Säugling helfen, in seiner vorsprachlichen Entwicklung voranzuschreiten und damit den Spracherwerb fördern. Im Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) in der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Universität Würzburg (www.lkgs.de) ist daher geplant, ein Frühförderkonzept zu entwickeln, das eine gezielte und auf das jeweilige Entwicklungsstadium des Säuglings abgestimmte Therapie vorsieht. Erste Befunde, dass speziell entwickelte, auf die neurophysiologischen Verarbeitungskapazitäten junger Säuglinge abgestimmte akustische Stimuli bei Säuglingen mit orofazialen Spalten gute Erfolge zeigen, unterstützen diesen Ansatz.

Die wissenschaftlichen Argumente dafür, dass eine musikalische Frühförderung von Säuglingen unmittelbar fördernd auf den Spracherwerb zu wirken scheint, sind in den vorhergehenden Kapiteln der vorliegenden Arbeit dargestellt worden. Dennoch steht sowohl ein Beweis dieser Wirkung noch aus als auch noch umfangreiche wissenschaftliche Forschungen zur Entwicklung geeigneter

Therapiestücke. Zwar wird Musik bereits erfolgreich bei Kindern mit Spracherwerbsstörungen (z. B. Dyslexie) eingesetzt, aber systematische Forschungen zum Beleg der spracherwerbsfördernden Wirkung von Musik bei Säuglingen mit einem Risiko für eine Sprech- bzw. Spracherwerbsstörung (z. B. LKGS) stehen noch aus.

Auf der Basis der im Rahmen der vorliegenden Arbeit dargestellten Forschungserkenntnisse der letzten Jahre, der durchgeführten Beobachtungen im ZVES und eigenen theoretischen Überlegungen soll nachfolgend versucht werden, ein Forschungskonzept für die Untersuchung der Wirkung von musikalischer Frühförderung auf den Spracherwerb bei Säuglingen mit orofazialen Spalten abzuleiten. Die in der vorliegenden Arbeit zusammengestellten Forschungsergebnisse können dazu benutzt werden ein neues, über die bisherige musikalische Frühförderung hinausgehendes Frühförderkonzept zu entwickeln. Dieses Konzept beinhaltet u. a. die Kombination musikalischer Elemente mit vorsprachlichen Elementen der eigenen Lautproduktion der jeweiligen Säuglinge. Für dieses anspruchvolle Forschungskonzept sind umfangreiche Untersuchungen erforderlich. Vor einer jeden Therapie muss eine aussagefähige Diagnostik erfolgen. Das nachfolgend vorgeschlagene Forschungskonzept versucht wesentliche Punkte für die zukünftige Forschung darzustellen.

Forschungskonzept

1. Charakterisierung der Besonderheiten von Säuglingen mit orofazialen Spalten in ihrer vorsprachlichen Entwicklung.

Bevor man spezifische therapeutische Ansätze testen kann, muss man die Abweichungen bzw. Besonderheiten charakterisieren, die die vorsprachliche Entwicklung der Säuglinge mit orofazialen Spalten beinhaltet. Dazu sind Längsschnittstudien an Säuglingen mit verschiedenen Spalttypen und -ausprägungen erforderlich. Diese Studien laufen seit 2003 am ZVES und erste Ergebnisse sind im Rahmen von Dissertationen beschrieben bzw. erscheinen in

Kürze (Birr, 2007; Dirauf, 2007; Hauschildt, 2007; Kempf, 2007; Pelzer, 2007; Steck-Walter, 2007).

Dabei hat sich gezeigt, dass Säuglinge mit orofazialen Spalten die groben Stadien der vorsprachlichen Entwicklung zwar durchlaufen, teilweise aber in ihrer vorsprachlichen Entwicklung deutlich verzögert sind. Diese Säuglinge können mit Hilfe vorsprachlicher „Risikomarker“ (z. B. Melodiekomplexitätsindex, Übergangszeiten beim Formanttuning) im ersten Lebenshalbjahr erkannt werden. Die am ZVES erarbeiteten Risikomarker würden es gestatten, jene Säuglinge frühzeitig zu erkennen, bei denen eine musikalische Frühförderung helfen könnte, die Zeitverzögerung in der vorsprachlichen Entwicklung zu überwinden oder zu minimieren. Damit wäre entschieden, welche Säuglinge therapiert werden sollten, allerdings müssten noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um zu entscheiden, wie man jeden einzelnen Patienten individuell therapieren kann.

2. Untersuchung musikalischer Fähigkeiten von Säuglingen mit orofazialen Spalten.

Obwohl es relativ wahrscheinlich ist, dass die in den Lautproduktionen gesunder Säuglinge gefundenen musikalischen Elemente (vgl. Tab. 3.1) auch bei Säuglingen mit orofazialen Spalten vorkommen, steht eine systematische Untersuchung diesbezüglich noch aus. Dabei geht es insbesondere um die Frage, inwieweit Säuglinge mit orofazialen Spalten in der Lage sind, ausgeprägte Frequenzmodulationen zu erzeugen ohne dabei ständig in die Erzeugung stimmloser Elemente zu verfallen. Die Ergebnisse von Hauschildt (2007) legen nahe, die Untersuchung von musikalischen Elementen nur bei eingesetzter Oberkieferplatte vorzunehmen. Säuglinge mit breiten orofazialen Spalten zeigen bei nicht eingesetzter Oberkieferplatte einen hohen Prozentsatz an stimmlosen Elementen, d. h. geräuschartigen Phänomenen, bei eingeschränkter Frequenzmodulation.

In einer Untersuchung musikalischer Elemente in der Produktion wären es aus Sicht der Verfasserin vor allem folgende Parameter, die man bestimmen müsste:

- relativer Frequenzhub,
- Dauer einzelner Melodiebögen,
- Dauer von Segmentierungspausen und
- durchschnittliche Grundfrequenz.

3. Untersuchung der Parameter zur Charakterisierung musikalischer Elemente in Abhängigkeit von Spalttyp und Spaltausprägung.

Im Rahmen dieser Untersuchung sollten die in Unterpunkt 2 vorgeschlagenen Parameter bezüglich ihrer Korrelation zu Spalttyp und Spaltausprägung getestet werden. Während bei sehr breiten einseitigen und doppelseitigen LKGS-Spalten vor allem die Malformationen des Vokaltraktes einen limitierenden Faktor in der Produktion musikalischer Elemente darstellen könnten, sind es bei den kleineren Spalten (isolierte Gaumenspalten) vor allem häufig auftretende zusätzliche neuro-muskuläre Dysfunktionen. Diese Untersuchungen beantworten die Frage nach Spezifika, die die Spalttypen mit sich bringen und die bei einer späteren Therapieentscheidung berücksichtigt werden könnten (vgl. hierzu Wermke und Mende, 2006).

4. Charakterisierung von Unterschieden in der Art der auftretenden musikalischen Elemente und deren Eigenschaften im Vergleich zu Säuglingen ohne orofaziale Spalten.

Ein Vergleich musikalischer Elemente in den spontanen Produktionen von Säuglingen mit bzw. ohne orofazialen Spalten kann durch die Ermittlung statistischer Maßzahlen und die Erstellung von Verteilungsdiagrammen erfolgen. Die Verteilungseigenschaften der analysierten Parameter (relative Hub, Bogendauer, mittlere Grundfrequenz, Pausenlänge) erlauben es neben Schiefe- und Steilheitsmaßen auch Mittelwerte und Modalwerte der Verteilungen sowie Streuungsmaße zu ermitteln. Auf diese Weise sind ein objektiver Vergleich zwischen den Gruppen und die Quantifizierung gefundener

Unterschiede möglich. Neben der quantitativen Beschreibung von musikalischen Elementen und deren potentiellen indikativen Valenz ist es notwendig, den Einfluss musikalischer Stimuli der Umwelt auf die Parameter zu untersuchen. Säuglinge mit orofazialen Spalten deren Mütter selbst aktiv musizieren oder die viel für den Säugling singen, könnten andere Parameterwerte ihrer musikalischen Elemente aufweisen als Säuglinge aus „Musikarmer“ Umgebung. Diese Untersuchung könnte in Form von Fragebögen erfolgen, in denen man die Verhaltensweisen der Mütter und Familie während des letzten Schwangerschaftstrimmons und in den ersten Wochen nach der Geburt erfragt.

5. Untersuchung spezifischer Einflussfaktoren.

Bei dieser Untersuchung geht es darum zu prüfen, welchen Einfluss solche Faktoren wie z. B. die Hörfähigkeit, der Operationszeitpunkt, die kieferorthopädische Frühbehandlung oder die physiotherapeutische Behandlung auf vorsprachliche Erwerbsverläufe haben.

Diese Faktoren sind zwar, mit Ausnahme der Hörfähigkeit, für die Einschätzung der Wirkung der musikalischen Frühförderung nur sekundär, entscheiden aber über Art und Beginn einer solchen Therapie.

6. Auswahl geeigneter Musikstücke und Entwicklung der Therapiemittel.

Die Auswahl der einzusetzenden Musikstücke sollte sich an den in der Arbeit zusammengestellten Leistungen der Säuglinge orientieren. Charakteristika, wie Intervalle, Rhythmen und Harmonien sollten die hirnpfysiologischen Verarbeitungsleistungen der Säuglinge berücksichtigen. Die von den Säuglingen selbst erzeugten musikalischen Elemente (Unterpunkt 2) können dabei als Orientierung dienen, um darüber hinaus für einzelne Säuglinge die richtige Auswahl zu treffen. Bei der Auswahl geeigneter Musikstücke zur Frühförderung der Säuglinge mit orofazialen Spalten sollten Versuchsreihen konzipiert werden die die Wirkung verschiedener Stilrichtungen bzw. Vortragsarten (nur Gesang oder instrumentell begleiteter Gesang) testet. Hier kann man auf zahlreiche Vorarbeiten zurückgreifen, sollte aber die in den

Voruntersuchungen 1-5 gefundene Ergebnisse berücksichtigen. Dieser Untersuchungspunkt sollte durch Musikwissenschaftler begleitet werden. Wurden die Musikstücke ausgewählt, so können sie mit Lauten medizinisch unauffälligen Kinder spezifisch kombiniert werden. So entstehen auf den vorsprachlichen Leistungen und auf die neuro-physiologischen Kapazitäten junger Säuglinge mit orofazialen Spalten abgestimmte auditive Stimuli, die den Spracherwerbprozess dieser Säuglinge spezifisch fördern können.

7. Testung der Wirkung musikalischer Frühförderung auf den Spracherwerb bei Säuglingen mit orofazialen Spalten.

Die Testung der Wirkung der ausgewählten Stimuli (Unterpunkt 6) steht am Ende des Forschungskonzeptes. Erst wenn alle unter Punkt 1-6 aufgeführten Schritte erfolgreich bewältigt wurden, kann die Wirkung der Musik wissenschaftlich überprüft werden. Man kennt dann den intra- und interindividuellen Variationsbereich der akustischen Parameter und den Einfluss der Randfaktoren. Die Längsschnittsbeobachtung von zwei Gruppen (mit versus ohne musikalische Frühförderung) erlaubt es nachfolgend, die Wirkung der Therapie wissenschaftlich zu prüfen und zu evaluieren.

7 Zusammenfassung

In den letzten Jahren sind verschiedene Studien erschienen, die die positive Wirkung von Musik zur Frühförderung von Kindern untersucht haben. Im Sinne dieser Studien wurden auch verschiedene Therapieprogramme, die auf traditionellen musiktherapeutischen Konzepten basieren, entwickelt.

Neueste Arbeiten unterstützen eine spezifische Wirkung der musikalischen Frühförderung: sie kann den Spracherwerb fördern. Säuglinge mit orofazialen Spalten arbeiten z. B. in einer Klinik in Los Angeles, USA, mit Hilfe von Musik an ihren Sprachproblemen: Die Kinder ab dem vierten Lebensmonat erhalten in dieser Therapie durch Musizieren und Singen dem Einstieg in die vorsprachliche Entwicklung, lernen die richtige Aussprache von Wörtern und verbessern ihre vorsprachlichen und sprachlichen Kenntnisse.

Auch neueste Studien am Max-Planck-Institut für Neuro- und Kognitionswissenschaften Leipzig (Arbeitsgruppe Stefan Kölsch) lieferten Belege dafür, dass aktives Musizieren bzw. Singen die Sprachkompetenz bei Kindern steigert.

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel auf der Basis moderner Erkenntnisse der Neuro- und Kognitionswissenschaften Argumente für die positive Wirkung von musikalischer Frühförderung auf den Spracherwerb bei Kindern mit orofazialen Spalten zusammenzutragen und einen solchen Ansatz durch wissenschaftliche Ergebnisse zu begründen. Die spezifische Wirkung von Musik auf den Spracherwerb, so konnte gezeigt werden, basiert u. a. auf folgenden Befunden:

- a. Es existieren gemeinsame hirnpfysiologische Produktions- und Verarbeitungsmechanismen von Melodie und Rhythmus in der Musik und der gesprochenen Sprache.
- b. Prosodische Elemente der Sprache, wie die Melodie und der Rhythmus, werden unter starker Beteiligung der rechten Hemisphäre verarbeitet. So konnte u. a. gezeigt werden, dass hirnpfysiologische Reaktionen bei

jungen Musikschülern (Thomanerchor) auf sprachliche Syntaxverletzungen stärker ausfallen als bei gleichaltrigen Nichtmusikern.

- c. Die rechte Hemisphäre, in der auch Musik verarbeitet wird, ist bei der vorsprachlichen Lautproduktion der Säuglinge die dominierende. Es gibt große Ähnlichkeiten bei der zerebralen Verarbeitung von Melodie und Rhythmus von „Säuglingssprache“ und Musik.
- d. Neuere hirnphysiologische Untersuchungen belegen, dass ein musikalisches Training nachweislich funktionelle Korrelate in bestimmten Gehirnregionen zeigt und eine positive Wirkung auf den Spracherwerbprozess auszuüben scheint.

Es konnte gezeigt werden, dass überlappende Verarbeitungsregionen in beiden Gehirnhälften, sowohl für musikalische als auch für sprachliche Informationen verantwortlich sind. Die Ergebnisse neuer Forschungen, die eine starke Beteiligung der rechten Hemisphäre in der Verarbeitung prosodischer Charakteristiken der Sprache, wie z. B. die Melodie und der Rhythmus belegen, wurden dargestellt und die alte Ansichten über eine ausschließliche Verarbeitung sprachlicher Informationen in der linken Hemisphäre wurden widerlegt. Die Bedeutung der rechten Gehirnhälfte für die vorsprachliche Lautproduktion der Säuglinge wurde herausgearbeitet und daraus der Nutzen einer intensiven akustischen Förderung unter Anwendung speziell entwickelte Stimuli, für eine korrekte spätere Sprachentwicklung bei Kindern mit orofazialen Spalten abgeleitet.

Die dargestellten Befunde der Neuro- und Kognitionswissenschaften implizieren, dass gerade bei Säuglingen und jungen Kindern eine gezielte musiktherapeutische Förderung beim Erwerb von Sprache hilfreich sein könnte. Die vorliegende Arbeit belegt dies durch ausgewählte Beispiele und begründet die Entwicklung geeigneter auditiver Stimuli zur Frühförderung von Säuglingen mit orofazialen Spalten.

Die Auswahl der Musik sollte sich an den in der Arbeit beschriebenen und in Tabelle 3.2 zusammengestellten musikalischen Verarbeitungsleistungen der Säuglinge orientieren, um eine individuelle und auf die Bedürfnisse jedes Säuglings mit orofazialer Spalte angepasste musikalische Stimulation zu erreichen. Diese Bedürfnisse können anhand der vorsprachlichen Entwicklungsprofile, wie sie für jeden Säugling am ZVES erstellt werden, charakterisiert werden. Neben den umfangreichen Erkenntnissen, die inzwischen zur musikalischen Frühförderung vorliegen, zeigt die Arbeit auch auf, wie groß der noch anstehende Forschungsbedarf ist, bevor eine geeignete Therapie vorliegt.

Im Ergebnis der umfangreichen Literaturstudien zu allen für das gestellte Thema relevanten Aspekten und unter Verwendung der im ZVES gesammelten praktischen Erfahrungen wurde eine Forschungskonzeption zum Nachweis der Wirkung einer musikalischen Frühförderung auf den Spracherwerb erarbeitet.

Die Umsetzung dieses Konzeptes könnte es ermöglichen, ein innovatives, auf den neuesten relevanten Erkenntnissen der Neuro- und Kognitionswissenschaften beruhendes Frühförderkonzept für die im ZVES betreuten Kinder mit orofazialen Spalten zu entwickeln und anzuwenden.

Für Säuglinge mit orofazialen Spalten ist eine individuelle Therapie notwendig, da sich die Kinder bezüglich ihrer individuellen Entwicklungsbedingungen stark unterscheiden. Selbst Kinder mit demselben Spaltentyp haben teilweise sehr verschiedene biologisch-medizinische und sozio-emotionale Bedingungen.

8 Literaturverzeichnis

Alajouanine T.H., Lhermitte F., 1965. Acquired aphasia in children. *Brain*, 88:653-662.

Albery E., Grunwell P., 1993. Consonant articulation in different types of cleft lip and palate. In: Grunwell P. (Ed.) *Analyzing Cleft Palate Speech*. London: Whurr Publishers, pp. 83-110.

Al-Qahtani N.H., 2005. Foetal response to music and voice. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynäcology*, 45:414-417.

Aram D., Ekelman B., Whitaker H., 1986. Spoken syntax in children with acquired unilateral hemisphere lesions. *Brain and Language*, 27:75-100.

Aram D., Ekelman B., Whitaker H., 1987. Lexical retrieval in left- and right-brain-lesioned children. *Brain and Language*, 28:61-87.

Aslin R.N., Saffran J.R., Newport E.L., 1998a. Computation of conditional probability statistics by 8-month-old infants. *Psychological Science*, 9:321-324.

Aslin R.N., Jusczyk P.W., Pisoni D.B., 1998b. Speech and auditory processing during infancy: Constraints on and precursors to language. In W. Damon (Ed.), *Handbook of child psychology, Vol. 2: Cognition, perception, and language*. New York: Wiley, pp. 147-198.

Avanzini, G., Faienza C., Minciocchi D., Lopez L., Majno M., 2003. The neurosciences and music. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 999:15-28.

Balaban M.T., Anderson L. M. und Wisniewski A. B., 1998. Lateral asymmetries in infant melody perception. *Dev. Psychol.*, 34:39-48.

Basso A., Lecours A., Moraschini S., Vanire M., 1985. Anatomoclinical correlations of the defined through computerized tomography: Exceptions. *Brain and Language*, 26:201-229.

Basso A., Bracchi M., Capitani E., Laiacona M., Zanobio M.E., 1987. Age and evolution of language area functions: A study on adult stroke patients. *Cortex*, 23:475-483.

Basso A., Scarpa M.T., 1990. Traumatic aphasia in children and adults: A comparison of clinical features and evolution. *Cortex*, 26:501-514.

Bates E., Thal D., Trauner D., Fenson J., Aram D., Eisele J., Nass R., 1997. From first words to grammar in children with focal brain injury. In D. Thal und J. Reilly (Eds.), *Special issue on origins of communication disorders. Developmental Neuropsychology*, 13:447-476.

Belin P., Van Eeckhout P., Zilbovicius M., Remy P. et al., 1996. Recovery from nonfluent aphasia after melodic intonation therapy: A PET study, *Neurology*, 47:1504-1511.

Bharucha J., Krumhansl C., 1983. The representation of harmonic structure in music: hierarchies of stability as a function of context. *Cognition*, 13:63-102.

Bigand E., Madurell F., Tillmann B., Pineau M., 1999. Effect of global structure and temporal organisation on chord processing. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, 25:184-197.

Bijeljac-Babic R., Bertoncini R., Mehler J., 1993. How do 4-day-old infants categorize multisyllabic utterances? *Developmental Psychology*, 29:345-360.

Birr M., 2007. Strukturanalytische Untersuchungen prosodischer Elemente im spontanen Weinen der ersten drei Lebensmonate von Säuglingen mit orofazialen Spalten bei eingesetzter Oberkieferplatte. Dissertationsschrift in Vorbereitung. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Blohm A., 2007. Strukturanalytische Untersuchungen prosodischer Elemente im Babbeln – Ein Beitrag zur Identifizierung von potentiellen Risikomarkern für spezifische Spracherwerbsstörungen. Magisterarbeit, FB Sprachheilpädagogik. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Bodner M., Muftuler L.T., Nalcioglu O., Shaw G.L., 2001. FMRI study relevant to the Mozart effect: brain areas involved in spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 23:683-690.

Brady, N.C., Marquis, J., Fleming K., McLean, L., 2004. Prelinguistic predictors of language growth in children with developmental disabilities. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47:663-677.

Brenner C., Levin K., 1998. Babbling of an infant with a repaired cleft lip: a case study. *S. Afr. J. Commun. Disord.*, 45:31-7.

Broca P.P., 1861. Perte de la Parole, Ramollissement Chronique et Destruction Partielle du Lobe Antérieur Gauche du Cerveau. *Bulletin de la Société Anthropologique*, 2:235-238

Bvers J.F., Smvth K.A., 1997. Effect of a music intervention on noise annoyance, heart rate, and blood pressure in cardiac surgery patients. *Am. J. Crit. Care.*, 6(3):183-91.

Bzoch K.R., 1956. An investigation of the speech of preschool cleft palate children. Chicago: Northwestern University. Dissertation.

Cabeza R., Nyberg L., 1997. Imaging Cognition: An empirical review of PET studies with normal subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9:1-26.

Campbell D., 1997. *The Mozart Effect: tapping the power of music to heal the body, strengthen the mind, and unlock the creative spirit.* Avon Books; New York.

Canciellere A., Kertesz A., 1990. Lesion localization in acquired deficits of emotional expression and comprehension. *Brain and Cognition*, 13:133-147.

Ceponienè R., Hukki J., Cheour M., Haapanen M.L., Ranta R., Näätänen R., 1999. Cortical auditory dysfunction in children with oral clefts: relation with cleft palate. *Clin. Neurophysiol.*, 110(11):1921-6.

Ceponienè R., Haapanen M.-L., Ranta R., Näätänen R., Hukki J., 2002. Auditory sensory impairment in children with oral clefts as indexed by auditory event-related potentials. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 13(4): 554-556.

Ceponienè R., Hukki J., Cheour M. et al., 2000. Dysfunction of the auditory cortex persists in infants with certain cleft types. *Dev. Med. Child Neurol.J.*, 42: 258-265.

Cerasa A., DeMartin M., Sabatini U., Molinari M., 2002. Music expertise influences rhythmic behaviour brain activation. *NeuroImage*, 16. (Abstr. 20390).

Chabris, C.F., 1999. Prelude or requiem for the 'Mozart effect'?. *Nature*, 400:826-827.

Chang H.W., Trehub S.E., 1977. Infants' perception of temporal grouping in auditory patterns. *Child Dev.*, 48(4):1666-70.

Chapman K.L., PhD., 1991. Vocalizations of toddlers with cleft lip and palate. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 28(2):172-178.

Chapman K.L., Hardin-Jones M., Schulte J., Halter K.A., 2001. Vocal development of 9-month-old babies with cleft palate. *J. Speech Hear Dis.*, 44:1268-1283.

Chapman K.L., 2004. Is presurgery and early postsurgery performance related to speech and language outcomes at 3 years of age for children with cleft lip palate? *Clinical Linguistics & Phonetics*, 18(4-5): 235-257.

Charman T., 1999. Autism and the pervasive developmental disorders. *Curr. Opin. Neurol.*, 12:155-159.

Cheour M., Ceponienè R., Hukki J., Haapanen M.-L., Näätänen R., Alho K., 1999. Brain dysfunction in neonates with cleft palate revealed by the mismatch negativity. *Clinical Neurophysiology*, 110(2): 324-328.

Conti-Ramsden, G., Hesketh, A., 2003. Risk markers for SLI: a study of young language-learning children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 38:251-263.

Cooper R.P., Aslin R.N., 1990. Preference for infant-directed speech in the first month after birth. *Child Development*, 61:1584-1595.

Corah N.L., Gale E.N., Pace L.F., Seyrek S.K., 1981. Relaxation and musical programming as means of reducing psychological stress during dental procedures. *J. Am. Dent. Assoc.*, 103(2):232-234.

Crystal D., 1973. Non-segmental phonology in language acquisition: a review of the issues. *Lingua*, 32:1-45.

DeCasper A., Lecanuet J.P., Busnel M.-C., Granier-Deferre C., Maugeais R., 1994. Fetal reactions to recurrent maternal speech. *Infant Behaviour and Development* 17:159-164.

Delack J.B., Fowlow P.J., 1978. The ontogenesis of differential vocalization: Development of prosodic contractivity during the first year of life. In N. Waterson & C. Snow (Eds.), *The development of communication*. New York: Wiley, pp. 93-110.

Delattre P.C., 1961. La leçon d'intonation de Simone de Beauvoir, étude d'intonation déclarative comparée. *The French Review*, 35:59-67.

Démonet J.F., Chollet F., Ramsay S., Cardebat D. et al., 1992. The anatomy of phonological and semantic processing in normal subjects. *Brain*, 115:1753-1768.

Démonet J.F., Price C., Wise R., Frackowiak R.S., 1994. A PET study of cognitive strategies in normal subjects during language tasks. Influence of phonetic ambiguity and sequence processing on phoneme monitoring. *Brain*, 117:671-682.

Denner M., 2007. Spektrale und melodische Eigenschaften spontaner Lautproduktionen von Säuglingen mit einem familiären Risiko für eine spezifische Spracherwerbsstörung. *Dissertationsschrift in Vorbereitung*. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Dennis M., Whitaker H.A., 1976. Language acquisition following hemidecortication: Linguistic superiority of the left over the right hemisphere. *Brain and Language*, 3:404-433.

Dennis M., 1980. Capacity and strategy for syntactic comprehension after left or right hemidecortication. *Brain and Language*, 10:287-317.

Diener H.C., Hore J., Ivry R., Dichgans J., 1993. Cerebellar dysfunction of movement and perception. *Can. J. Neurol. Sci.*, 20(3):62-69.

Dirauf S., 2007. Strukturanalytische Untersuchungen prosodischer Elemente in spontanen Lauten im 3.-6. Lebensmonaten von Säuglingen mit orofazialen Spalten bei eingesetzter Oberkieferplatte. Dissertationsschrift in Vorbereitung. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Doherty C.P., Fitzsimons M., Asenbauer B., Staunton H., 1999. Discrimination of prosody and music by normal children. *European Journal of Neurology*, 6(2):221-226.

Eimas P.D., Miller J.L., 1980. Contextual effects in infant speech perception. *Science*, 209: 1140-1141.

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

Evers S., 1992. Music therapy in the treatment of autistic children. Medico-sociological data from the Federal Republic of Germany. *Acta Paedopsychiatry*, 55:157-158.

Fernald A., 1984. The perceptual and affective salience of mothers' speech to infants. In L. Feagans, C. Garvey, & R. Golinkoff (Eds.), *The origins and growth of communication* (pp. 5-29). Norwood, NJ: Ablex.

Fernald A., Simon T., 1984. Expanded intonation contours in mothers' speech to newborns. *Developmental Psychology*, 20:104-13.

Fernald A., 1985. Four-month-old infants prefer to listen to motherese. *Infant Behaviour and Development*, 8:181-95.

Fernald A., Kuhl P.K., 1987. Acoustic determinants of infant preference for motherese speech. *Infant Behaviour and Development*, 10:279-93.

Fernald A., 1989. Intonation and communicative intent in mothers' speech to infants: is the melody the message? *Child Dev.*, 60:1497-1510.

Fernald A., Taschner T., Dunn J., Papousek M., de Boysson-Bardies B., Fukui I., 1989. A cross-language study of prosodic modifications in mothers' and fathers' speech to preverbal infants. *Journal of Child Language*, 16:477-501.

Fernald A., 1991. Prosody in speech to children: Prelinguistic and linguistic functions. *Annals of Child Development*, 8:43-80.

Fernald A., Mazzie C., 1991. Prosody and Focus in speech to Infants and Adults. *Developmental Psychology*, 27(2):209-21.

Fernald A., 1992. Human maternal vocalizations to infants as biologically relevant signals: An evolutionary perspective. In J.H. Barkow, L. Cosmides, and J. Tooby (Eds.) *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture* (pp. 391-428). Oxford: Oxford University Press.

Fifer W.P., Moon C., 1989. Psychobiology of newborn auditory preferences. *Semin. Perinatol.*, 13:430-3.

Fitcher, M., 1931. Speech and music development of a one year old child. *Child Development*, 2:324-326.

Fox E., Badalian S.S., 1993. Foetal response to vibroacoustic stimulation: a review. *Obstet. Gynecol. Survey*, 48(10):707-713.

Fox, P.T., Parsons, L., Hodges, D., Sergent, J., 1995. Piano performance from memory: A PET Study. Research presented at the Human Brain Mapping Conference, Paris.

Fox P.T., Parsons L., Hodges D. A., 1999. Neural basis of the comprehension of musical harmony, melody and rhythm. *Texas Music Education Research* 1999:21-24.

Fridman, R., 1974. *Los comienzos de la conducta musical*. Biblioteca de Psicología Evolutiva Serie, 2(13). Buenos Aires: Paidós.

Fridman R., Battro A.M., 1977. Vocal rhythms in the newborn. The first day of life. *Estudios Cognitivos*, 2:25-30.

Friederici A.D., Pfeifer E., Hahne A., 1993. Event-related brain potentials during natural speech processing: effects of semantic, morphological and syntactic violations. *Cogn. Brain Res.*, 1:183-192.

Friederici A.D., 1994. Funktionale Organisation und Reorganisation der Sprache während der Sprachentwicklung: Eine Hypothese. *Neurolinguistik*, 8(1):41-55.

Friederici A.D., 1995. The time course of syntactic activation during language processing: A model based on neuropsychological and neurophysiological data. *Brain Lang.*, 50(3):259-81.

Friederici A.D., 1999. The neurobiology of language comprehension. In A.D. Friederici (Ed.), *Language comprehension: A biological perspective*, 2nd edition. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, pp. 265-304.

Friederici A.D., von Cramon D.Y., Kotz S.A., 1999. Language related brain potentials in patients with cortical and subcortical left hemisphere lesions. *Brain*, 122:1033-1047.

Friederici A.D., Wang Y., Herrmann C., Maess B., Oertel U., 2000. Localisation of early syntactic processes in frontal and temporal cortical areas: an MEG study. *Human Brain Mapping*, 11:1-11.

Friederici A.D., Hahne A., 2000. Neurokognitive Aspekte der Sprachentwicklung. In H. Grimm (ed.), *Enzyklopädie der Psychologie: Sprache*. Vol. 3: Sprachentwicklung. Göttingen: Hogrefe.

Friederici A.D., 2000. The neuronal dynamics of language comprehension. In Y. Miyashita, A.P. Marantz und W. O' Neil (Eds.), *Image, language, brain*. Cambridge, MA: MIT Press.

Friederici A.D., 2002. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends Cogn. Sci.*, 6(2):78-84.

Friederici A.D., Friedrich M., Weber C., 2002. Neural manifestation of cognitive and precognitive mismatch detection in early infancy. *Neuroreport*, 13(10):1251-4.

Friedrich M., Weber C., Friederici A.D., 2004. Electrophysiological evidence for delayed mismatch response in infants at-risk for Specific Language Impairment (SLI). *Psychophysiology*, 41:772-782.

Gaab N., Kim H., Glover G.H., Tallal P., Lakshminarayanan K., Archie G.G., Gabrielli J.D.E., 2005. Neural correlates of rapid spectro-temporal processing in musicians and non-musicians. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1060:82-88.

Garnica O.K., 1977. Some prosodic and paralinguistic features of speech to young children. In C.E. Snow & C.A. Ferguson (Eds.), *Talking to children: language input and acquisition*. Cambridge: C.U.P.

Gesell A., Ilg F., 1943. *The infant and child in the culture of today*. London: Hamilton.

Goodglass, H., 1993. *Understanding aphasia*. San Diego: Academic Press.

Willmes K. und Poeck, K., 1993. To what extent can aphasic syndroms be localized? *Brain*, 116:1527-1540.

Grunwell P., Russel J., 1987. Vocalizations before and after cleft palate surgery: a pilot study. *Br. J. Dis. Comm.*, 22:1-17.

Hahne A., Friederici A.D., 1999. Electrophysiological evidence for two steps in syntactic analysis: early automatic and late controlled processes. *J. Cogn. Neurosci.*, 11:194-205.

Hardin-Jones M., Chapman K.L., Schulte J., 2003. The impact of cleft type on early vocal development in babies with cleft palate. *Cleft Palate-Craniofac. J.*, 40(5):453-9.

Hauschildt, S., 2007. Akustische Eigenschaften von Säuglingslauten bei eingesetzter versus nicht eingesetzte Oberkieferplatte– ein Beitrag zur Untersuchung des Einflusses der kieferorthopädischen Frühbehandlung auf die vorsprachliche Entwicklung von Kinder mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte. Dissertationsschrift. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Holmgren K., Lindblom B., Aurelius G., Jalling B., Zettersröm R., 1986. On the phonetics of infant vocalization. In B. Lindblom, R. Zettersröm (Eds.) *Precursors of speech*. New York: Stockton Press, pp. 51-63.

Houston D.M., Jusczyk P.W., 2000. The role of talker-specific information in word segmentation by infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26:1570-1582.

Hughes J.R., Fino J.J., Melyn M.A., 1999. Is there a chronic change of the "Mozart effect" on epileptic form activity? A case study. *Clin. Electroencephalogr.*, 30:44-5.

Ivanov V.K., Geake J.G., 2003. The Mozart effect and primary school children. *Psychology of Music*, 21(4):405-413.

Ivry R. B., 1996. The representation of temporal information in perception and motor control. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 6:851-857.

James D.K., Spencer C.J., Stepsis B.W., 2002. Fetal learning: a prospective randomized controlled study. *Ultrasound Obstet Gynecol.*, 20:431-438.

Jenkins J.S., 2001. The Mozart effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94:170-172.

Jentschke S., Koelsch S., Friederici A.D., 2005. Investigating the relationship of music and impairment. Influences of musical training and language impairment. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1060:231-242.

Jersild, A. T., Birkenstock, S. F., 1934. A study of the development of children's ability to sing. *Journal of Educational Psychology*, 25, 481-503.

Jusczyk P.W., Krumhansl C.L., 1993. Pitch and rhythmic patterns affecting infants' sensitivity to musical phrase structure. *J. Exp. Psychol.: Human Percept. Perf.*, 19:627-640.

Jusczyk P.W., Friederici A.D., Wessels J., Svenkernd V.Y., Jusczyk A.M., 1993. Infants' sensitivity to the sound patterns of native language words.

Jusczyk P.W., Luce P.A., Charles-Luce J., 1994. Infants' sensitivity to phonotactic patterns in the native language. *Journal of Memory and Language*, 33:630-645.

Jusczyk, P.W., 1997. The discovery of spoken language (MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1997).

Jusczyk P.W., Hohne A., 1997. Infants' memory for spoken words. *Science*, 277 No. 5334:1984-1986.

Jusczyk P.W., 2002. Some critical developments in acquiring native language sound organization during the first year. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. Suppl.*, 189:11-5.

Just M.A., Carpenter P.A., Keller T.A., Eddy W.F., Thulborn K.R., 1996. Brain activation modulated by sentence comprehension. *Science*, 274:114-116.

Karling J., Larson O., Leanderson R., Henningsson G., 1993. Speech in unilateral and bilateral cleft palate patients from Stockholm. *Cleft Palate Craniofac. J.*, 30:73-77.

Kempf A., 2007. Quantitative Charakterisierung von prä-artikulatorischen Leistungen im vorsprachlichen Lauten von Säuglingen mit orofazialen Spalten. Dissertationsschrift in Vorbereitung. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Kent R.D., Murray A.D., 1982. Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6, and 9 months. *J. Acoust. Soc. Ann.*, 72(2):353-65.

Kent R.D., Bauer H.R., 1985. Vocalizations of one-year-olds. *J. Child Lang.*, 12:491-526.

Kertesz A., 1983. Aphasia and associated disorders. Taxonomy, localization and recovery. New York: Grune & Stratton.

Klouda G.V., Robin D.A., Graff-Radford N.R., Cooper W.E., 1988. The role of callosal connections in speech prosody. *Brain Lang.*, 35:154-71.

Knight W.E., Rickard N.S. PhD, 2001. Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J. Music. Ther.*, 38(4):254-72.

Kölsch S., Gunter T., Friederici A.D., Schröger E., 2000. Brain indices of music processing: „nonmusicians“ are musical. *J. Cogn. Neurosci.*, 12:520-541.

Kölsch S., Gunter T., Schröger E., Tervaniemi M., Sammler D., Friederici A.D., 2001. Differentiating ERAN and MMN: an ERP study. *NeuroReport*, 12:1385-1389.

Kölsch S., Schmidt B.-H., Kansok J., 2002. Effects of musical expertise on the early right anterior negativity: an event-related brain potential study. *Psychophysiology*, 39:657-663.

Kölsch S., Grossmann T., Gunter T., Hahne A., Schröger E., Friederici A.D., 2003a. Children processing music: electric brain responses reveal musical competence and gender differences. *J. Cogn. Neurosci.*, 15:683-693.

Kölsch S., Gunter T., Schröger E., Friederici A. D., 2003b. Processing tonal modulations: an ERP study. *J. Cogn. Neurosci.*, 15:1149-1159.

Kölsch S., Friederici A.D., 2003. Toward the neural basis of processing structure in music: comparative results of different neurophysiological investigation methods. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 999:15-28.

Kölsch S., Fritz T., Schulze K., Alsop D., Schlaug G., 2005. Adults and children processing music: an fMRI study. *NeuroImage*, 25:1068-1076.

Konst E.M., Weersink-Braks H., Rietveld T., Peters H., 1999. Prelexical development of unilateral cleft lip and palate babies with reference to presurgical infant orthopaedics: a randomized prospective clinical trial. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 13(5):395-407.

Koopmans-van Beinum F.J., Van der Stelt J.M., 1986. Early stages in the development of speech movements. In B. Lindblom and R. Zetterström (Eds.), *Precursors of Early Speech*. Basingstoke, Hampshire: Macmillan Press.

Krumhansl C.L., Jusczyk P.W., 1990. Infants' perception of phrase structure in music. *Psychological Science*, 1:70-73.

Kuhl P.K., 1979. Speech perception in early infancy: Perceptual constancy for spectrally dissimilar vowel categories. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66:1668-1679.

Kuhl P.K., 2000. A new view of language acquisition. *PNAS*, 97(22):11850-11857.

Kushnerenko E., Cheour M., Ceponieré R., Fellman V., Renlund M., Soinen K., Alku P., Koskinen M., Sainio K., Näätänen R., 2001. Central auditory processing of durational changes in complex speech patterns by newborns: an event-related brain potential study. *Dev. Neuro-psychol.*, 19:83-97.

Lauter J.L., Heschovitch P., Formby C., Raichle M.E., 1985. Tonotopic organization in the human auditory cortex revealed by positron emission tomography. *Hearing Research*, 20:199-205.

Leppänen P.H.T., Richardson U., Pihko E., Eklund K.M., Guttorm T.K., Aro M., Lyytinen H., 2002. Brain responses to changes in speech sound durations differ

between infants with and without familiar risk for dyslexia. *Dev. Neuro-psychol.*, 22:407-422.

Lecanuet J.P., Granier-Deferre C., Busnel M.C., 1995. Human fetal auditory perception. In J.P. Lecanuet & W.P. Fifer (Eds.), *Fetal development: A psychobiological perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lewis M.M., 1936. *Infant speech, a study of the beginning of language*. New York: Humanities Press.

Liégeois-Chauvel C., Peretz I., Babai M., Laguitton V., Chauvel P., 1998. Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music. *Brain*, 121:1853-1867.

Liégeois-Chauvel C., de Graaf J.B., Laguitton V., Chauvel P., 1999. Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding. *Cereb. Cortex*, 9:484-496.

Locke J.L., 1994. Gradual emergence of developmental language disorders. *Journal of Speech and hearing Research*, 37:608-616.

Locke, J.L., 1995. *The child's path to spoken language* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press).

Locke J.L., 1997. A Theory of Neurolinguistic Development. *Brain and Language*, 58:265-326.

Lohmander-Agerskov A., Söderpalm E., Friede H., Persson E-C., Lilja J., 1994. Pre-Speech in children with cleft lip and palate or cleft palate only: phonetic analysis related to morphologic and functional factors. *Cleft Palate-Craniofac. J.*, 31(4): 271-9.

Lohmander A., Lillvik M., Friede H., 2004. The impact of early infant jaw-orthopäedics on early speech production in toddlers with unilateral cleft lip and palate. *Clin Linguist Phon.*, 18(4-5):259-84.

Ma Y.-C.M., Nagler J., Lee M.H.M., Cabrera I.N., 2001. Impact of music therapy on the communication skills of toddlers with pervasive developmental disorder. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 930:445-447.

Maess B., Kölsch S., Gunter T.C., Friederici A.D., 2001. Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. *Nat. Neurosci.*, 4:540-545.

Masataka N., 1999. Preference for infant-directed singing in 2-day-old hearing infants of deaf parents. *Dev Psychol.*, 35(4):1001-5.

Mastropieri D., Turkewitz G., 1999. Prenatal experience and neonatal responsiveness to vocal expressions of emotion. *Dev. Psychobiol.*, 35(3):204-14.

Mattys S.L., Jusczyk P.W., Luce P.A., Morgan J.L., 1999. Phonotactic and prosodic effects on word segmentation in infants. *Cognitive psychology*, 38(4):465-494.

Mayer J., Dogil G., Wildgruber D., Riecker A., Ackermann H., Grodd W., Haider H., 1999. Die funktionelle Neuroanatomie der Prosodiegenerierung. (Manuskript) Univ. Stuttgart und Tübingen, Februar 1999. Erscheint in einem Sammelband des DFG-Schwerpunktprogramms „Sprachproduktion“.

Mazoyer B., Dehaene S., Tzourio N., Frak V., Murayama N., Cohen L. et al., 1994. The cortical representation of speech. *J Cogn Neurosci*, 5:467-479.

Mazziotta J.C., Phelps M.E., Carson R.E., Kuhl D.E., 1982. Tomographic mapping of human cerebral metabolism: auditory stimulation. *Neurology.*, 32(9):921-937.

McCutcheon L.E., 2000. Another failure to generalize the Mozart effect. *Psychol. Rep.*, 87(1):325-330.

McKernon, P.E., 1979. The development of first songs in young children. In H. Gardner & D. Wolf (Eds.), *Early symbolization. New directions for child development* (Vol. 3). San Fransisco: Jossey-Bass, pp. 43-58.

McWilliams B.J., 1990. Language disorders. In: McWilliams B.J., Morris H.L., Shelton R. (Eds.). *Cleft palate speech*. Philadelphia: B.C. Decker.

Mehler J., Jusczyk P.W., Lambretz G., Halsted N., Bertocini J., Amiel-Tison C., 1988. A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*, 29:144-178.

Meißner S., 2003. Untersuchung und Charakterisierung des Lautrepertoirs von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalten zwischen dem 7. und 24. Lebensmonat. Diplomarbeit. Institut für Patholinguistik der Universität Potsdam.

Mende W., Wermke K., 1988. Evolution und Ontogenese des auditiv-vocalen Systems. *Wiss. Zeitschrift der Humboldt-Univesität zu Berlin, R. Math./Nat.wiss.*, 37(3):299-304.

Mende W., Wermke K., Schindler S., Wilzopolski K., Höck S., 1990. Variability of the cry melody and the melody spectrum as indicators for certain CNS disorders. *Early Child Development and Care*, 65:95-107.

Meyer M., Friederici A.D., von Cramon D.Y., 1999. Towards the cerebral organization of speech: Event-related fMRI responses to syntax, semantics and phonology. *NeuroImage*, 9(6):1066.

Milgrom, J., Westley, D.T., Gemmill, W., 2004. The mediating role of maternal responsiveness in some longer term effects of postnatal depression on infant development. *Infant Behaviour & Development*, 27:443-454.

Miller J.L., Eimas P.D., 1983. Studies on the categorization of speech by infants. *Cognition*, 13: 135-165.

Molinari M., Leggio M. G., De Martin M., Cerasa A., Thaut M., 2003. Neurobiology of rhythmic motor entrainment. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 999:313-321.

Moon C., Panneton-Cooper R., Fifer W.P., 1993. Two-day-olds prefer their native language. *Infant Behaviour and Development*, 16:495-500.

Moorhead, G., E. und Pond, D., 1942. The music of young children: II General Observations. Pillsbury Foundation Study.

Morris H.L., 1962. Communication skills of children with cleft lip and palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 5:79-90.

Müller R.-A., Rothermel R.D., Behen M.E., Muzik O. et al., 1998. Differential patterns of language and motor reorganization following early left-hemisphere lesion. A PET study. *Archives of Neurology*, 55:1113-1119.

Näätänen R., Tervaniemi M., Sussman E., Paavilainen R., Winkler I., 2001. „Primitive intelligence“ in the auditory cortex. *Trends Neurosci.*, 24:283-288.

Nation J., 1970a. Determinants of vocabulary development of preschool cleft palate children. *Cleft Palate Journal*, 7:645-651.

Nation J., 1970b. Vocabulary comprehension and usage of preschool cleft palate and normal children. *Cleft Palate Journal*, 7:639-644.

Nawrot M., Rizzo M., 1995. Motion perception deficits from midline cerebellar lesions in humans. *Vis. Res.*, 35:723-731.

Nazzi, T., Bertoncini, J., Mehler, J., 1998. Language discrimination by newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24:756-766.

Nettl, B., 1956. Infant musical development and primitive music. *Southwestern Journal of Anthropology*, 12:87-91.

Oller D.K., 1980. The emergence of the sounds of speech in infancy. In: Yeni-Komshian G.H., Kavanagh J.F., Ferguson C.A. (Eds.) *Child phonology*. Vol.1. New York: Academic Press, pp. 93-112.

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. Commun. Disord.*, 32:223-245.

Overy K., 2003. Dyslexia and music. From timing deficits to musical intervention. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 999:497-505.

Papousek M., Papousek H., 1981. Musical elements in the infant's vocalization: their significance for communication, cognition, and creativity. In L.P. Lipsitt (Ed.): *Advances in Infancy Research*, Vol. 1, pp. 163-224. Ablex Publishing Corporation, Norwood, N.J.

Papousek M., Papousek H., Häkel M., 1987. Didactic adjustments in fathers' and mothers' speech to their three-month-old infants. *Journal of Psycholinguistic Research*, 16:491-516.

Parsons L.M., Sergent J., Hodges D.A., Fox P.T., 1995. Piano performance from memory: a PET study. Research presented at the Human Brain Mapping Conference, Paris.

Patel A.D., Gibson E., Ratner J., Besson M., Holcomb P.J., 1998. Processing syntactic relations in language and music: an event-related potential study. *J. Cogn. Neurosci.*, 10:717-733.

Peretz I., Kolinsky R., Tramo M., Labrecque R., Hublet C., Demeurisse G., Belleville S., 1994. Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117:1283-1301.

Petersen S.E., Fox P.T., Posner M.I., Mintum M., Raichle M.E., 1989. Positron emission tomographic studies of the processing of single words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1:153-170.

Peterson-Falzone S.J., 1990. A cross-sectional analysis of speech results following palatal closure. In J. Bardach, H. Morris (eds.) *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate*. Philadelphia: WB Saunders, pp. 750-757.

Philips, B.J., Kent, R.D., 1984. Acoustic-phonetic descriptions of speech production in speakers with cleft palate and other velopharyngeal disorders. *J. Oral Rehabil.*, 27(8):723 (Article Abstract).

Plantinga J., Trainor L.J., 2005. Memory for melody: infants use a relative pitch code. *Cognition*, 98:1-11.

Platel H., Price C., Baron J.-C., Wise R., Lambert J., Frackowiak R.S.J., Lechevalier B., Eustache F., 1997. The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain*, 120:229-243.

Price C.J., Wise R.J.S., Howard D., Warburton E., Frackowiak R.S.J., 1993. The role of the right hemisphere in the recovery of language after stroke. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 13(1):520.

Ramsey J. H., 1983. The effects of age, singing ability, and instrumental experience on preschool children's melodic perception. *Journal of Research in Music Education* 31:133-145.

Rauscher F.H., Shaw G.L., Ky K.N., 1993. Music and spatial task performance. *Nature*, 365:661.

Rauscher F.H., Shaw G.L., Levine L.J., Wright E.L., Dennis W.R., Newcomb R.L., 1997. Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurol. Res.*, 19(1):2-8.

Rauscher F.H., Shaw G.L., 1998. Key components of the Mozart effect. *Percept. Mot. Skills*, 86(3 Pt):835-841.

Rauscher F.H., 1999. Comment. *Nature*, 400:827.

Richards D., Frentzen B., Gerhardt K., McCann M., Abrams R., 1992. Sound levels in the human uterus. *Obstetrics and Gynecology*, 80:186-190.

Rideout B.E., Laubach C.M., 1996. EEG correlates of enhanced spatial performance following exposure to music. *Percept Mot Skills*, 82(2):427-32.

Rideout B.E., Dougherty S., Wernert L., 1998. Effect of music on spatial performance: a test of generality. *Percept. Motor Skills*, 86:512-14.

Ries N.N.L., 1982. Abstract from ProQuest File: Dissertation Abstracts Item: 8223568. A review by Rudolf E. Radocy appears in the *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, pp. 8083-90.

Riski J.E., DeLong E., 1984. Articulation development in children with cleft lip/palate. *Cleft Palate J.*, 21(2):5764.

Riva D., 1995. Le lesioni cerebrali focali (Cerebral focal lesions). In G. Sabbadini (Ed.), *Manuale di neuropsicologia dell'età evolutiva, Handbook of Developmental Neuropsychology*. Bologna: Zanichelli, pp. 484-504.

Saffran J.R., Aslin R., Newport E.L., 1996. Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274:1926-1928.

Saffran J.R., Loman M.M., Robertson R.R.W., 2000. Infant memory for musical experiences. *Cognition*, 77(1):B15-B23.

Saffran J.R., Griepentrog G.J., 2001. Absolute pitch in infant auditory learning: evidence for developmental reorganization. *Dev. Psychol.*, 37:74-85.

Saffran J.R., 2003. Absolute pitch in infancy and adulthood: the role of tonal structure. *Dev. Sci.*, 6:35-43.

Salmore R.G., Nelson J.P., 2000. The effect of preprocedure teaching, relaxation instruction, and music on anxiety as measured by blood pressures in an outpatient gastrointestinal endoscopy laboratory. *Gastroenterol. Nurs.*, 23(3):102-110.

Samson S., Zatorre R.J., 1988. Melodic and harmonic discrimination following unilateral cerebral excision. *Brain Cogn.*, 7(3):348-60.

Samson S., Zatorre R.J., 1991. Recognition memory for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion: evidence for dual encoding. *J. Exp. Psychol. Learn Mem. Cogn.*, 17(4):793-804.

Samson S., Zatorre R.J., 1992. Learning and retention of melodic and verbal information after unilateral temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 30(9):815-26.

Sansavini, A., Bertocini, J., Giovanelli, G., 1997. Newborns discriminate the rhythm of multisyllabic stressed words. *Developmental Psychology*, 33:3-11.

Savage, H.E., Neiman, G.S., Reuter, J.M., 1994. A developmental perspective on assessment of infants with clefts and related disorders. *Infant Toddler Intervention*, 4:221-234.

Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1994a. Frequency ratios and the discrimination of pure tone sequences. *Perception and Psychophysics*, 56:472-478.

Schellenberg E.G., Trainor L.J., 1996. Sensory consonance and the perceptual similarity of complex-tone harmonic intervals: tests of adults and infants listeners. *J. Acoust. Soc. Am.*, 100:3321-8.

Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1996. Natural musical intervals: evidence from infant listeners. *Psychol. Sci.*, 7: 272-277.

Schellenberg E.G., Trehub S.E., 1996a. Children's discrimination of melodic intervals. *Developmental Psychology* 32:1039-1050.

Scherer N.J., 1995. Longitudinal language development in 20-30 month children with cleft lip/palate. *Proceedings of the American Speech-Language-Hearing Association Convention, Orlando.*

Scherer N.J., D' Antonio L.L., 1995. Parent questionnaire for screening early language development in children with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 32:7-13.

Schön D., Magne C., Besson M., 2004. The music of speech: music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41:341-349.

Sergent J., Zuck E., Terriah S., MacDonald B., 1992. Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science*, 257:106-109.

Shatz M., Gelman R., 1973. The development of communication skills: Modifications in the speech of young children as a function of listener. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 38(5).

Shepherd G., 1994. *Neurobiology* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.

Smith B.L., Brown-Sweeney S., Stoel-Gammon C., 1980. A quantitative analysis of reduplicated and variegated babbling. *First Language*, 9:175-190.

Smith B.L., Oller D.K., 1981. A comparative study of pre-meaningful vocalizations produced by normally developing and Down's syndrome infants. *J. Speech Hear Dis.*, 46:46-51.

Snow D., 2002. intonation in the monosyllabic utterances of 1-year-olds. *Infant Behaviour and Development* 24:393-407.

Spence M.J., Freeman M.S., 1996. Newborn infants prefer the maternal low-pass filtered voice, but not the maternal whispered voice. *Infant Behaviour and Development*, 19:199-212.

Spitzer M., 2005. *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Schattauer; Stuttgart, Germany.

Spiestersbach D.C., Darley F.L., Morris H.L., 1958. Language skills in children with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research* 1:279-285.

Stanton-Chapman T.L., Chapman D.A., Bainbridge N.L., Scott K.G., 2002. Identification of early risk factors for language impairment. *Res. Dev. Disabil.*, 23(6):390-405.

Steck-Walter S., 2007. *Quantitative Analyse vorsprachlicher Vokalisationen von Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspaltkindern im zweiten Lebenshalbjahr*. Dissertationsschrift in Vorbereitung. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Steele K.M., Brown J. D., Stoecker J.A., 1999. Failure to confirm the Rauscher and Shaw description of recovery of the Mozart effect. *Percept. Mot. Skills*, 88(3 Pt):843-848.

Stoel-Gammon C., 1985. Phonetic inventories, 15-24 months: a longitudinal study. *J. Speech Hear Res.*, 28:505-512.

Streeter L.A., 1976. Language perception of 2-month-old infants shows effects of both innate mechanisms and experience. *Nature*, 259:39-41.

Terreri L., 2006. New music therapy program provides hope for children with cleft palate at orthopaedic hospital. http://www.orthohospital.org/press/020410_1.html. Persönliche Kontakt mit der Musiktherapeutin L. Terreri per E-mail.

Thal D., Marchman V., Stiles J., Aram D. et al., 1991. Early lexical development in children with focal brain injury. *Brain and language*, 40:491-527.

Thorpe L.A., Trehub S.E., Morrongiello B.A., Bull D., 1988. Perceptual grouping by infants and preschool children. *Developmental Psychology*, 24:484-491.

Thorpe L.A., Trehub S.E., 1989. Duration illusion and auditory grouping in infancy. *Developmental Psychology*, 25:122-127.

Timmann D., Watts S., Hore J., 1999. Failure of cerebellar patients to time finger opening precisely causes ball high-low inaccuracy in overarm throws. *J. Neurophysiol.*, 82:103-114.

Tomatis A.A., 1992. *Der Klang des Lebens. Vorgeburtliche Kommunikation- die Anfänge der seelischen Entwicklung*. Rowohlt Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg, Germany.

Tomatis A., 1994. *Klangwelt Mutterleib*. München, Kösel-Verlag.

Trainor L.J., 1996. Infant preferences for infant-directed versus non-infant-directed play songs and lullabies. *Infant Behaviour and Development*, 19:83-92.

Trainor L.J., 1997. The effect of frequency ratio on infants' and adults' discrimination of simultaneous intervals. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23:1427-1438.

Trainor L.J., Rock A.M.L., 1997. Distinctive messages in infant-directed lullabies and play songs. Presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Washington, DC.

Trainor L.J., Heinmiller B. M., 1998. The development of evaluative responses to music: infants prefer to listen to consonance over dissonance. *Inf. Behav. Dev.*, 21:77-88.

Trainor L.J., Wu L., Tsang C.D., 2004. Long-term memory for music: infants remember tempo and timbre. *Dev. Sci.*, 7(3):289-296.

Trehub S.E., 1976. The discrimination of foreign speech contrasts by infants and adults. *Child Development*, 47:466-472.

Trehub S.E., Bull D., Thorpe L.A., 1984. Infants' perception of melodies: the role of melodic contour. *Child Development*, 55:821-830.

Trehub S. E., 1985. The perception of musical patterns by human infants: the provision of similar patterns by their parents. In M. Berkley, W.C. Stebbins (Eds) *Comparative Perception*, Vol. 1: Basic mechanisms, Wiley, New York, 429-459.

Trehub S.E., Thorpe L.A., Morrongiello B.A., 1985. Infants' perception of melodies: Changes in a single tone. *Infant Behaviour and Development*, 8:213-223.

Trehub S.E., Thorpe L.A., 1989. Infants' perception of rhythm: categorization of auditory sequences by temporal structure. *Can J. Psychol.*, 43(2):217-29.

Trehub, S., Thorpe, L.A., Trainor, L.A., 1990. Infants' perceptions of good and bad melodies. *Psychomusicology*, 9:5-19.

Trehub S.E., Unyk A.M., Trainor L.J., 1993. Maternal singing in cross-cultural perspective. *Infant Behav. & Dev.*, 16:285-295.

Trehub S.E., Hill D.H., Kamenetsky S.B., 1997. Parents' sung performances for infants. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51:36-47.

Trehub S.E., Trainor L.J., 1998. Singing to infants: Lullabies and play songs. In C. Rovee-Collier and L. Lipsitt (Eds.) *Advances in Infancy Research* (pp.43-77). Norwood, NJ: Ablex.

Trehub S.E., 2000. Human processing predispositions and musical universals. In N.L. Wallin, B. Merker, S. Brown (Eds.) (2000) *The Origins of music*. MIT Press; Cambridge MA, pp. 427-448.

Trehub S.E., 2001. Musical predisposition in infancy. *Ann N.Y. Acad. Sci.*, 930:1-6.

Trehub S.E., 2003. The developmental origins of musicality. *Nature neuroscience*, 6(7):669-673.

Van Dongen H.R., Loonen M.C., Van Dongen K.J., 1985. Anatomical basis for acquired fluent aphasia in children. *Annals of Neurology*, 17:306-309.

Van Hout A., Lyon G., 1986. Wernicke's aphasia in a 10-year-old boy. *Brain and Language*, 29:268-285.

Van Lancker, D., 1980. Cerebral lateralization of pitch cues in the linguistic signal. *International Journal of Human Communication*, 13:227-277.

Van Lancker D., Sidtis J.J., 1992. The Identification of Affective-Prosodic Stimuli by Left- and Right-Hemisphere-Damaged Subjects. All Errors Are Not Created Equal. *J. Speech Hear. Res.*, 35:963-970.

Vargha-Khadem F., O' Gorman A., Watters G., 1985. Aphasia and handedness in relation to hemispheric side, age at injury and severity of cerebral lesion during childhood. *Brain*, 108:677-696.

Vihman M.M., Macken M.A., Miller R., Simons H., Miller J., 1985. From babbling to speech: a reassessment of the continuity issue. *Language*, 61:397-446.

Vollert J.O., Stork T., Rose M., Mockel M., 2003. Music as adjuvant therapy for coronary heart disease. Therapeutic music lowers anxiety, stress and beta-endorphin concentrations in patients from a coronary sport group. *Deutsch. Med. Wochenschr.*, 128:51-52.

Wallin N.L., Merker B., Brown S., (Eds.), 2000. *The Origins of Music*. MIT Press. Cambridge, MA.

Weber C., Hahne A., Friedrich M., Friederici A.D., 2004. Discrimination of word stress in early infant perception: electrophysiological evidence. *Cogn. Brain Res.*, 18:149-161.

Weiller C., Isensee C., Rijntjes M., Huber W. et al., 1995. Recovery from Wernicke's aphasia: A positron emission tomographic study. *Annals of Neurology*, 37:723-732.

Weir R.H., 1966. Some questions on the child's learning of phonology. In F. Smith & G.A. Miller (Eds), *The genesis of language*. Cambridge, MA: MIT.

Werker J.F., Gilbert j.H., Humphrey K., Tees R.C., 1981. Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child Development*, 52:349-355.

Werker J.F., Tees R.C., 1984. Cross-language speech perception: evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behaviour and Development*, 7:49-63.

Werker J.F., 1993. Developmental changes in cross-language speech perception: Implications for cognitive models of speech processing. In G.T.M. Altmann & R. Shillock (Eds.), *Cognitive models of speech processing: The Second Sperlonga Meeting*. Hove, England: Erlbaum, pp. 57-78.

Wermke K., Mende W., 1994. Ontogenetic development of infant cry- and non-cry vocalization as early stages of speech abilities. Third Congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association. 9.-11.8.1993, Helsinki/Finland:181-189.

Wermke K., Mende W., Borschberg H., Ruppert R., 1996. Voice characteristics of prespeech vocalization of twins during the first year of life. In: Powell T.W., Pathologies of Speech & Language, pp. 1-8. New Orleans, LA, ICPLA.

Wermke K., Mende W., 2000. Developmental changes of infant cries during the first months of life: the evolution of complex vocalizations. Paper presented at the Workshop "Development and Interaction of Linguistic and Non-Linguistic Cognition in Infants", Berlin.

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

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

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

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

Wermke K., Leising D., Stellzig A., 2006. Relation of melody complexity of infants' cries to language outcome in the second year of life: A longitudinal study. *International Journal of Clinical Phonetics & Linguistics*, submitted.

Wermke K., Mende W., 2006. Musical elements in human infant cries: In the beginning is the melody. *Musicae Scientiae*, Special issue on "Music and Evolution", submitted.

Wermke K., 2006. Säuglingsschreie und ihre Rolle beim Spracherwerb. *Service Zeitung*, 33:4-7.

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*:9-20.

Werner, H., 1917. Die melodische Erfindung im frühen Kindesalter. Eine entwicklungs-psychologische Untersuchung. *Sitzungsberichte* 182 (4). Wien: Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

Whalen D.H., Levitt A.G., Wang Q., 1991. Intonational differences between the reduplicative babbling of French- and English-learning infants. *J. Child Lang.* 18: 501-516.

Wilkin P.E., 1991. Prenatal and postnatal responses to music and sound stimuli- a clinical report. *Canadian Music educator (Research edition)*, 33:223-232.

Willmes K., Poeck K., 1993. To what extent can aphasic syndroms be localized? *Brain*, 116:1527-1540.

Wieser H.G., 2003. Music and the brain. Lessons from brain diseases and some reflections on the "emotional" brain. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 999:76-94.

Woods B., Teuber H.L., 1978. Changing patterns of childhood aphasia. *Annals of Neuropsychology*, 3:273-280.

Woods B., Carey S., 1979. Language deficits after apparent clinical recovery from childhood aphasia. *Annals of Neurology*, 6:405-409.

Woods B., 1980. The restricted effects of right-hemisphere lesions after age one: Wechsler test data. *Neuropsychologia*, 18 (1):65-70.

Zatorre R.J., Evans A.S.C., Meyer E., Gjedde A., 1992. Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing. *Science*, 256:846-849.

Zatorre R.J., Evans A., Meyer E., 1994. Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *J. Cogn. Neurosci.*, 14:1908-1919.

Zatorre R.J., Meyer E., Gjedde A., Evans A.C., 1996. PET studies of phonetic processing of speech: Review, replication, and reanalysis. In M. Raichle und P.S. Goldam-Rakic (Eds.), *Special issue: Cortical imaging-microscope of the mind. Cerebral Cortex*, 6:21-30.

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

Zentner M.R., Kagan J., 1998. Infants' perception of consonance and dissonance in music. *Infant Behaviour & Development*, 21(3):483-492.

Zentner M.R., Kagan J., 1996. Perception of music by infants. *Nature*, 383:29.

9 Danksagung

Ich möchte mich als erstes bei Frau Professor Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer, Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie, herzlich für die Möglichkeit bedanken, über dieses interessante Thema in dem zur Poliklinik gehörenden Zentrum eine Arbeit schreiben zu können.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Professor Dr. Kathleen Wermke, Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, für ihre hervorragende wissenschaftliche Unterstützung und unermüdliche sowie herzliche Betreuung bei der Erstellung dieser Promotionsschrift.

Für die Übernahme und die Erstellung des Zweitgutachtens möchte ich mich bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip Bill herzlich bedanken.

Weiterhin danke ich ganz besonders Herrn Peter Wermke für seine hervorragende fachliche Unterstützung bei Computerfragen.

Abschließend, möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere bei Herrn Dimitrios Dadiotis, für ihre liebevolle Unterstützung bedanken.

10 Lebenslauf

<i>Persönliche Daten</i>	Name	Panagiota Dokou
	Geburtsdatum	19. Juni 1980
	Geburtsort	Amaroussion, Griechenland
	Nationalität	Griechisch
	Familienstand	ledig
<i>Schulische Laufbahn</i>	1996 bis 1992	8. Grundschule Kato Halandriou
	1992 bis 1995	8. Gymnasium Nea Ionia
	1995 bis 1998	4. Lyzeum Nea Ionia
	1998	Abschluss: Abitur
<i>Akademische Laufbahn</i>	2000 bis 2005	Studium der Zahnmedizin Julius-Maximilians-Universität Würzburg
	17.11.2005	Zahnärztliche Prüfung
<i>Berufliche Laufbahn</i>	28.03.2006	Approbation
	15.07.2006 bis 31.01.2007	Zahnärztliche Tätigkeit Praxis Dr. med. dent. E. Dokou, Athen
	ab 01.03.2007	Zahnärztliche Tätigkeit in eigener Praxis
		Höchberg, 24.04.2007

NEW MUSIC THERAPY PROGRAM PROVIDES HOPE FOR CHILDREN WITH CLEFT PALATE AT ORTHOPAEDIC HOSPITAL

Funded by a Grant from the National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc.



LOS ANGELES-April 2002- Orthopaedic Hospital's newly established Cleft Palate Music Therapy Program now allows children to work on their speech while doing something fun-singing. Recently funded by a grant from the National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc., the program provides unique opportunities for children with cleft palate to increase oral motor skills and improve articulation. Working with a variety of music activities and songs targeting speech sounds and skills, the program brings much-needed hope to families with young children who have a repaired cleft palate.

"Music therapy can benefit children with a cleft palate in many ways," explains Laurel Terreri, MT-BC, music therapist at Orthopaedic Hospital. "Music is repetitious and gives children multiple opportunities to be successful at speech tasks. While traditional therapies often drill children in order to accomplish a task, music therapy gives them the chance to improve their speech problems in a fun and non-threatening atmosphere," she adds.

The Cleft Palate Music Therapy Pediatric Group consists of cleft palate patients between the ages of two and five years old. Occurring in one out of 700 births, cleft palate is a completely correctable birth defect in which palatal tissues do not join during the baby's development before birth. This results in an opening, or cleft, between the mouth and nose when the baby is born. Even

after successful surgery, children with a cleft palate may have delayed speech and language development.

"Children with cleft palate are often self-conscious about their appearance and experience difficulty with normal speech production," states Libby Wilson, M.D., medical director of the Cleft Palate Program at Orthopaedic Hospital. "They may lack confidence and be unwilling to use language to express themselves in social settings. The music therapy program, however, gives these children a new means of working on their speech patterns," she adds.

The one-of-a-kind Cleft Palate Music Therapy Group meets once a week for one hour. In group sessions, children who do not have speech difficulties are integrated with children with repaired cleft palates. Supplemental one-on-one music therapy sessions are also offered to provide more individualized attention. During the group, the music therapist at Orthopaedic Hospital works in conjunction with the Cleft Palate Clinic and John Tracy Hearing Center. Along with Terreri and Dr. Wilson, key personnel include Sharon E. Blomquist, MA, speech/language pathologist at Orthopaedic Hospital, and Barbara Murray, director of Volunteer Services at Orthopaedic Hospital.

Located in the heart of Los Angeles, Orthopaedic Hospital is a recognized world leader in research, teaching, and patient care in orthopaedic medicine, resulting in an improved quality of life for children and adults with crippling conditions. For more than 90 years, Orthopaedic Hospital has been helping children afflicted with crippling disorders receive the finest care in the world and lead healthy, active lives regardless of their families' ability to pay. With the largest pediatric orthopaedic program in the United States, Orthopaedic Hospital continues to take extraordinary steps into the future, brightening the lives of crippled children everywhere. For more information, please visit the website at www.orthohospital.org.

###

Note to Editors: *Photos and interviews are available upon request.*

[Home](#)[Kontakt](#)[Yamaha.de](#)

Hamburg | Nedderfeld 85 | 22529 Hamburg


[Wir über uns](#) | [Unterrichtsprogramme](#) | [Konzept](#) | [Geböhren](#) | [Lehrkröfte](#) | [News](#) | [Ausbildungszentrum](#) | [Downloads](#)
[zurück zur Übersicht](#)

Robbie

Frühkindliche Musikalisierung

Robbie

[Krabbelkinder mit Musik](#)
[Wunderland Musik](#)
[Hörbie und Tönchen
erleben Musik](#)

Instrumentalunterricht

Rock/Pop

Kollegstufe

Musik &...

Die Academy in Kindergärten

... heißt die Leitfigur dieses Programms für Kinder ab vier Monaten. In „Robbie“ werden anhand einfacher Geschichten die Entwicklungsstufen von Kindern musikalisch „begleitet“. Unter Einbeziehung unterschiedlicher Lernkanäle und senso-motorischer Erfahrungen werden den Kindern vielfältige Alternativen geboten, erste Erfahrungen mit Musik zu machen. Kern des Konzepts ist das Prinzip des „freien Entdeckens“, das es den Kindern ermöglicht, das Angebotene auf der eigenen, selbst gewählten Ebene zu entdecken. Die Rolle der Eltern ist dabei nicht eine führende oder lenkende, sondern bleibt stets auf die Position des Beobachters beschränkt.

Weitere Informationen finden Sie in unserem [PDF-Prospekt](#).

Wer kann mitmachen?

Kinder im Alter von 4 bis 18 Monaten

Materialien

Buch und CD für Eltern

Unterrichtsdauer

ca. ein Jahr

[nach oben](#)
[Impressum](#)
http://www.yamaha-academy.de/yamaha_academy/germany/content/20_unterrichtsprogramme/10_fruehkindl_musikalisierung/10_robbie/index.html

Musikförderung schon im Mutterleib

BAD KISSINGEN (KG) Ungewohnte Töne beim 29. Bayerischen Musikschultag in Bad Kissingen: Weil Musik als Dauerberieselung zur „Klangtapete“ verkomme, fordert der Präsident des Musikrats, Wilfried Hiller, die Früherziehung durch „Konzerte für Schwangere“, um „pränatal Musik ans Kind heranzuführen“. Premiere sei am 6. Juni 2007: „Auf geht's“, wandte er sich an zeugungswillige Bad Kissinger, „Ihr habt acht Monate!“ Die Carl-Orff-Medaille erhielt der Leiter des Jugendjazzorchesters Bayern, Harald Rüschenbaum.