

# **Evaluation des Lateraltrainers und des Ordnungsschwellenmeßgerätes als Diagnoseinstrument in der musikalischen Früherziehung**

**Ralph Bölzner**

**Cornelius Knecht**

**Referentin: Prof. Dr. Pritzel**

**Koreferent: Dr. Sattel**

**Vorbemerkung:**

Dies ist eine Diplomarbeit, die von uns im Jahre 1996 in Zusammenarbeit mit unserer Professorin Frau Prof. Dr. Pritzel und einigen MitarbeiterInnen aus der Clara-Schumann Musikschule Baden Baden erstellt wurde. Von Februar bis Juli nahmen wir an der Musikalischen Früherziehung teil und sammelten Daten, von Juli bis Dezember formulierten wir diese Arbeit aus. Diese Arbeit ist also der Abschluss unseres Diploms in unserem Diplom-Psychologiestudium.

Es geht in dieser Arbeit zwar um „Legastheniker“, aber nicht um solche in herkömmlichen Sinne, sondern um „musikalische Legastheniker“. Wir gingen von der Beobachtung eines leitenden Musikpädagogen aus, dass es an der Musikschule des öfteren Kinder gebe, die beim Singen und Musizieren überproportional große Schwierigkeiten haben. Sie werden oft als unmusikalisch abgestempelt, obwohl unser Pädagoge sie für musikalisch hält. Weiterhin beobachtete er, daß diese Kinder meist Schulprobleme haben bzw. bekommen. Aufgrund der knapp bemessenen Zeit, zur Erstellung einer Diplomarbeit stehen sechs Monate zur Verfügung, gingen wir nur der Fragestellung nach, ob, und wenn ja wie, sich die oben beschriebenen Kinder sich von den übrigen unterscheiden.

Einige Passagen dieser Arbeit sind nur schwer verständlich, dafür bitten wir die LeserInnen um Nachsicht. Offiziel müssen wir mit einer Diplomarbeit den Nachweis erbringen, daß wir dazu fähig sind, wissenschaftlich zu denken, zu arbeiten und zu schreiben.

Weil diese Arbeiten oft in den Universitäten verstauben halten wir es für besser, sie Interessierten zugänglich zu machen. Wir haben uns für die Diskette als Medium entschieden, weil dies für uns der kostengünstigste Weg ist.

Kritik und Anregungen dürfen an untenstehende Adressen gerichtet werden, ebenso Job-Angebote, die uns einerseits beruflich weiterbringen, in denen wir uns andererseits auf sinnvolle Weise engagieren können.

In diesem Sinne viel Spaß bei der Lektüre !

Cornelius Knecht

Glacisstr.14

76829 Landau,

Ralph Bölzner

Rheingrafenstr. 19a

55543 Bad Kreuznach

T.:06342-82546

## Vorwort

Unser besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Siegwarth, dem Leiter der Clara-Schumann Musikschule Baden-Baden, von dem aufgrund seiner jahrelangen praktischen Beobachtungen und Überlegungen der Anstoß zu dieser Untersuchung ausging, und der uns zu allen Zeiten vorbehaltlos und tatkräftig unterstützte.

Ein nicht minderer Dank gebührt Frau Prof. Dr. Pritzel, die uns fachlich und menschlich in außerordentlichem Maße unterstützt und gefördert hat.

Bärbel Hirth, die zusammen mit Frau Prof. Dr. Pritzel und Herrn Siegwarth die Fragebögen konzipiert und vorformuliert hat, danken wir dafür, daß sie uns ihr diesbezügliches geistige Eigentum zur Verfügung stellte.

Der Musikpädagogin Frau Nickel-Klumpp, die die musikalische Früherziehung in den von uns besuchten Gruppen leitete, danken wir vor allem dafür, daß sie uns mit ihrem Fachwissen, Geduld und viel persönlichem Engagement weit über dem üblichen Rahmen hinaus - auch außerhalb ihrer Arbeitszeit - geholfen hat.

Besonders danken möchten wir den Eltern und Kindern, die an unserer Untersuchung teilgenommen haben.

Des weiteren danken wir Lars Balzer für seine Hilfe bei Detailfragen bezüglich SPSS für Windows und statistischen Fragestellungen, Boris Weißmann für die Bereitstellung seines Computers, sowie Simone Fürst, Susanne Bächle, Silke Wiederspahn für die Durchsicht des Manuskripts und zahlreiche Verbesserungsvorschläge.

Nicht danken möchten wir Bill Gates, dessen schlecht konzipierte Software uns einige Male an den Rand eines Nervenzusammenbruchs gebracht hat.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	4
<b>I Theorie</b> .....	6
<b>1. Stand der Wissenschaft</b> .....	6
1.1 Linke Hemisphäre.....	7
1.2 Rechte Hemisphäre.....	9
1.3 Corpus callosum.....	15
1.4 Modularität.....	17
1.5 Modelle der Musikwahrnehmung.....	19
1.6 Ordnungsschwelle.....	23
<b>2. Tomatis Theorie</b> .....	25
2.1 Tomatisgesetze.....	25
2.2 Frühe Untersuchungen.....	26
2.3 Mutterstimme.....	27
2.4 Funktionen des Ohres.....	27
2.5 Die Tomatismethode heute.....	29
2.6 Experimentelle Untersuchungen.....	30
<b>3. Theorie und Anwendungsbereich des Lateraltrainers und des         Ordnungsschwellenmeßgerätes</b> .....	33
<b>4. Conclusio</b> .....	36
<b>II Methoden</b> .....	38

<b>5. Einordnung</b> .....	38
<b>6. Untersuchungsteilnehmer</b> .....	40
<b>7. Untersuchungsmaterial</b> .....	41
7.1 Der Elternfragebogen.....	41
7.2 Der LehrerInnenfragebogen.....	44
7.3 Das halbstrukturierte Interview.....	46
<b>8. Untersuchungsgeräte</b> .....	48
8.1 Das Ordnungsschwellenmeßgerät.....	48
8.2 Der Lateraltrainer.....	49
<b>9. Untersuchungsaufbau</b> .....	52
<b>10. Untersuchungsdurchführung</b> .....	56
<b>11. Validitätsgefährdungen</b> .....	60
<b>12. Auswertung</b> .....	61
12.1 Student´s t-Test.....	61
12.2 Welch-Test.....	61
12.3 Levene´s Test.....	62
12.4 Pearson Produkt Moment-Korrelationskoeffizient.....	62
12.5 Kendall´s Tau.....	62
<b>13. Bemerkungen zur Auswertung</b> .....	63
<b>14. Hypothesen</b> .....	64
14.1 Zusatzhypothesen.....	64

<b>III Ergebnisse</b> .....	67
<b>15. Datenbeschreibung</b> .....	67
15.1 Beschreibung der Lateraltrainerdaten.....	67
15.2 Beschreibung der Ordnungsschwellendaten.....	68
<b>16. Ergebnisdarstellung</b> .....	71
16.1 Alle Ergebnisse im Überblick.....	71
16.1.1 Lateraltrainerergebnisse.....	71
16.1.2 Ordnungsschwellenmeßgerätsergebnisse.....	72
16.1.3 Soziale Kompetenz und Musikalität.....	72
16.2 Ergebnisse im Einzelnen.....	72
16.2.1 Ergebnisse bezüglich Lateraltrainer.....	72
16.2.1.1 Sozial weniger Kompetente.....	76
16.2.1.2 Mittellohrentzündung.....	78
16.2.2 Ergebnisse bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgeräts.....	80
16.2.2.1 Mittellohrentzündung.....	84
16.2.2.2 Motivation.....	85
16.2.2.3 Sozial weniger Kompetente.....	86
<b>17. Diskussion</b> .....	90
<b>Literatur</b> .....	99

## Einleitung

Robert ist acht Jahre alt. Seine Mutter war gerade beim Schulpsychologen, um sich beraten zu lassen, denn seit Mitte der ersten Klasse hat Robert Probleme in der Schule. Er ist zappelig, kann sich nicht konzentrieren und beim Schreibenlernen war er von Anfang an einer der Schlechtesten. Schon in der Musikschule hatte Roberts Musikpädagogin von Schwierigkeiten beim Musizieren und im Umgang mit anderen Kindern berichtet. Er hatte große Probleme beim Umgang mit den Orff'schen Instrumenten und es gelang ihm selten, beim Singen den richtigen Ton zur richtigen Zeit zu treffen. Außerdem störte Robert immer wieder den Unterricht und sein Kontakt zu den anderen Kindern war eher sporadisch.

So - oder zumindest so ähnlich - sieht die Biographie vieler Kinder nach Erfahrung der MusikpädagogInnen an der Clara-Schumann-Musikschule Baden-Baden aus. Vor allem in den letzten Jahren habe sich die allgemeine Situation zusehends verschlimmert. Gerade in der musikalischen Früherziehung ( 5 und 6-jährige Vorschulkinder) seien die Kinder immer „schwieriger“ geworden; auch delegieren Eltern zunehmend Erziehungsaufgaben an Institutionen wie Musik- oder Grundschule. Ob dies nun an vermehrtem (Kabel)Fernsehkonsum und der damit Hand in Hand gehenden Gewaltüberflutung via Bildschirm, an Computergeräten wie dem „Game Boy“ oder anderen Gründen liegt, ist für Betroffene wie Fachleute immer noch weitgehend ein Rätsel. Zur Behandlung dieser Probleme gibt es zwar gerade in den Bereichen der Logopädie und Pädagogik eine Vielzahl von Therapieangeboten, jedoch existiert praktisch kaum eine wissenschaftliche Fundierung der dort angewandten Theorie und Methodik.

Die Musik als eines unserer wichtigsten Kulturgüter ist nun seit nicht allzu langer Zeit ebenfalls in diese Problematik involviert. Denn seitdem man herausgefunden hat, daß Menschen, die musizieren, nicht nur Gehör und Motorik verbessern, sondern auch ihre Konzentrationsfähigkeit, ihr Gedächtnis, die sprachliche Ausdrucksfähigkeit sowie ihre Kreativität schulen, liegt es auf der Hand, daß Musikerziehung die Möglichkeit bieten müßte, etwaige (Entwicklungs-)Defizite auszugleichen bzw. solche zumindest frühzeitig zu erkennen.

Unsere Arbeit will einen Beitrag dazu leisten, wissenschaftlich fundierte Verfahren der Diagnostik zu entwickeln oder bereits bestehende Theorien zu evaluieren (Tomatis z.B.). Sie bewegt sich dabei in einem Schnittpunkt von Musikpädagogik, Lateralitäts- und Musikalitätsforschung, Kinesiologie, Logopädie und Kindertherapie, kann jedoch nicht alle diese Themenbereiche im Rahmen einer Diplomarbeit abdecken.

Zunächst stellen wir in Teil I unserer Arbeit verschiedene Theorien und Ergebnisse dar, die auf den ersten Blick zusammenhanglos erscheinen mögen. Gegen Ende von Teil I fügen wir diese „Mosaiksteine“ zu einem Ganzen zusammen und stellen den Bezug zu unserer experimentellen Untersuchung her. In Teil II folgt eine Beschreibung des Versuchsdesigns und der angewandten statistischen Methoden. Die Versuchsergebnisse sowie ihre Gewichtung und Interpretation sind in Teil III dargestellt. Außerdem unterbreiten wir dort Vorschläge, wie eine weitere Erforschung des hier angesprochenen Themengebietes aussehen könnte.

# I Theorieteil

## 1. Stand der Wissenschaft

Die Lateralitätsforschung hat im letzten Jahrzehnt, nicht zuletzt wegen verbesserter Diagnose- und Medizintechnik, sowohl quantitativ als auch qualitativ einen großen Aufschwung erlebt. Die Frage, welche Fähigkeiten welcher Gehirnhälfte zugeordnet werden können oder ob keine Lateralisierung besteht, wurde vielfach differenziert beantwortet, wobei der Schwerpunkt der Forschung nicht auf musikalischer, sondern eindeutig auf verbaler Artikulation lag und auch immer noch liegt.

So fand man z.B. heraus, daß nicht alle Aspekte von Sprache und Sprechen in der linken Hemisphäre lokalisiert sind, wie früher oft behauptet wurde. Die paralinguale und emotionale Seite der sprachlichen Kommunikation, also Attitüden, Gefühle, Unterscheiden, Interpretieren, Sprachnuancen wie Intensität, Tonhöhenkonturen, Timbre, Kadenz, emotionaler Ton, Frequenz, Amplitude, Melodie, Dauer und Intonation werden von der rechten Hemisphäre gesteuert (Bloomstein & Cooper 74/ Bowers, Coslett, Bauer, Speedie & Heilmann 87/ Carmon & Nachshorn 73/ Heilmann, Scholes & Watson 75/ Ley & Bryden 79/ Mahony & Sainsbury 87/ Ross 81/ Safer & Laventhal 77/ Shapiro & Danley 85/ Tucker, Watson & Heilmann 77 - alle nach Joseph 88). Das bedeutet, die rechte Hemisphäre erkennt nicht nur, *was* eine Person fühlt, sondern auch, *warum* sie das, was sie sagt, sagt und warum gerade im aktuellen Kontext. Demzufolge hat diese Hemisphäre also ihren Schwerpunkt bei der emotionalen Erkennung und Verarbeitung von Gehörtem.

Bereits auf der Ebene der Sprachverarbeitung sind nun viele Begriffe gefallen, die in unmittelbarer Beziehung zur Musik stehen und die, wie „Melodie“ oder „Kadenz“, sogar ursprünglich aus musikwissenschaftlichem Vokabular stammen.

Wie aber wird Musik mit Hilfe unseres Gehirns erfahren? Gibt es ebenfalls eine lateralisierte Verarbeitung der Musikwahrnehmung oder zumindest von Teilbereichen; gibt es wie bei der Sprachanalyse einen modularen Aufbau, also „Musikmodule“? Der aktuelle Forschungsstand diese und andere Fragen der zentralen Verarbeitung von Musik betreffend, wird in diesem Kapitel zusammengefaßt und erörtert werden. Dabei gehen wir zunächst auf die unterschiedlichen Schwerpunkte der jeweiligen Hemisphären ein und erörtern im Anschluß die Frage der Modularität und speziell unsere Untersuchung betreffende Faktoren der Musikwahrnehmung. Danach folgt

eine Zusammenfassung der Theorien von Dr. Tomatis sowie eine Darstellung der theoretischen Hintergründe der in dieser Untersuchung benutzten Geräte.

## **1.1 Linke Hemisphäre**

Was hat die linke Hemisphäre überhaupt mit Musikwahrnehmung zu tun? Ist sie nicht bereits für Sprachverarbeitung zuständig? Liest man nicht immer wieder, Musik sei eine Domäne der rechten Hirnhälfte?

Die völlige „Nutzlosigkeit“ der linken Gehirnhälfte bei der Verarbeitung von musikalischen Reizen ist in mehreren Arbeiten widerlegt worden. Bereits 1962 publizierte Milner eine Studie, die eine Dominanz der linken Hemisphäre bei „bestimmten Aspekten“ von Tonhöhe, Zeitgefühl und Rhythmus herausfand. In der Folgezeit kristallisierte sich gerade bei Zeitaspekten/ Rhythmus diese Überlegenheit noch weiter heraus.

Bei zeitlicher Differenzierung (Efron 63/ Robin, Tramel & Damasio 90 - zitiert nach Samson & Zatorre 94) und bei Rhythmus (Gordon 78a - zitiert nach Gordon 83) sehen manche Autoren die linke Hemisphäre als eindeutig überlegen an. Andere formulieren etwas vorsichtiger, die linke Hemisphäre sei in höherem Maße involviert, wenn bei den Versuchen auf sequentielle und rhythmische Aspekte Wert gelegt werde (Breitling et al. 87/ Halperin, Nachshon & Carmon 73 - zitiert nach Joseph 88). Diese Ergebnisse werden auch von einer Studie an PatientInnen mit Hirnläsionen bestätigt; während bei einer Schädigung der linken Gehirnhälfte das Nachsingen eines Liedes in melodischer Hinsicht nicht beeinträchtigt war, zeigten sich deutliche Störungen des Rhythmusgefühls (Peretz & Morais 89).

Auch die Ohrenpräferenz, also die Frage, mit welchem Ohr eine Versuchsperson zum Beispiel eine Melodie oder einen Rhythmus besser oder genauer hört, liegt bei einigen Parametern eher linkshemisphärisch. Bereits 1980 vermuteten Peretz & Morais, daß ein analytisches Vorgehen einer VPN (eine genaue Erläuterung des Begriffspaares „analytisch“-„holistisch“ folgt in Kapitel 1.5 „Modelle der Musikwahrnehmung“) für Vorteile des rechten Ohres (REA, right ear advantage) - also der linken Hemisphäre - verantwortlich sei, da die „Rechtsohrigkeit“ mit der Komplexität eines Rhythmus zunahm (Natale 77 - zitiert nach Peretz & Morais 88). Je mehr Ana-

lyse also nötig war, um den komplexen Rhythmus zu verstehen bzw. als Rhythmus und nicht als Chaos wahrzunehmen, um so eher trat REA auf.

Da Sprache überwiegend linkshemisphärisch verarbeitet wird, wurde weiterhin darüber spekuliert, inwieweit Verbalisierungen, die von VPN vorgenommen wurden, für bei Versuchen gefundene REA-Werte verantwortlich sein könnten. So fanden Johnson et al. 1977 REA bei Musikern, welche eine formale Ausbildung durchlaufen hatten (jedoch nur, wenn das westliche, tonale Musiksystem benutzt wurde, da bei atonalen Systemen LEA gefunden wurde), was Peretz & Morais auf eine Verbalisation seitens der Musiker zurückführten (beides zitiert nach Peretz & Morais 88). Demgegenüber stehen Ergebnisse von Bever & Chiarello die besagen, daß REA beim Wiedererkennen von Melodien bei Musikern *und* Chorknaben gefunden wurden (Bever & Chiarello 74/ Bever 75 und 80).

Diese Ergebnisse können nun eben nicht nur durch die Verbalisationshypothese erklärt werden, da diese Chorknaben keine formale musiktheoretische Ausbildung durchlaufen haben, demzufolge also nicht lernten, Musik in Einzelsegmente zu zergliedern und dann nach verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren (zitiert nach Peretz & Morais 88).

Eine Lösung dieses Widerspruches versuchten Peretz & Babai. Sie postulierten, die linke Gehirnhälfte sei immer dann im Vorteil, wenn Melodien über Intervalle in einem Stück encodiert werden, was bei Musikern meist der Fall sei (ob bei Chorknaben auch, bleibt im Dunkeln). Diese Interpretation verzichtet auf die Spekulation, ob die Versuchspersonen verbalisiert haben oder nicht (zitiert nach Peretz & Babai 92).

Darüber hinaus deuten die Untersuchungsergebnisse einiger Autoren (Gates & Bradshaw 77/ Gaede, Parson & Gadera 78/ Peretz & Morais 80 und 83) daraufhin, daß REA immer dann auftrat, wenn ein analytisches Vorgehen durch die Aufgabenstellung *induziert* wurde; war dies nicht der Fall, konnten keine klaren Ohrsymmetriemuster gefunden werden (Doehring 71 und 72/ Gates & Bradshaw 77/ Reinike 81/ Shanon 81 - alle zitiert nach Peretz & Morais 88).

Neben Versuchen hinsichtlich Rhythmusaspekten und Ohrpräferenzen zeigte sich auch bei folgenden weiteren Versuchsdesigns eine Überlegenheit der linken Hemisphäre gegenüber der rechten: Mit steigender Aufgabenschwierigkeit (Basso 93), bei der Lokalisation von Geräuschen im Raum (Butler 94), wenn die Kontur zweier aufeinanderfolgender Stücke nicht verändert wurde - also gleich war - und (wieder-

erkannt werden sollte (Peretz & Morais 87 - zitiert nach Peretz & Morais 88) und je mehr Zeit nach der dichotischen Darbietung zweier Konturen verstrich (Peretz et al. 87 - zitiert nach Peretz & Morais 88).

Außerdem belegten Zatorre et al. ein Anwachsen des cerebralen Blutflusses (CBF) linksseitig, sobald „bestimmte“ Melodieperzeptionsaufgaben (die jedoch leider von Autorensseite unbestimmt blieben) bearbeitet werden sollten (Zatorre, Evans & Meyer 94).

Zusammenfassend läßt sich also lediglich ein gewisser Vorteil der linken Gehirnhälfte bei den meisten Aspekten der Rhythmusverarbeitung mit einiger Sicherheit feststellen. Die Interpretationen dazu gehen größtenteils noch weit auseinander, wengleich die These „je analytischer ein Vorgang ist, desto eher wird er von der linken Hemisphäre bearbeitet“ von vielen Autoren mitgetragen werden dürfte.

## **1.2 Rechte Hemisphäre**

In den letzten Jahrzehnten wurde die Dominanz der rechten Hemisphäre bei den verschiedensten Aufgaben gezeigt, z.B. bei geometrischen Analysen, der Analyse des visuellen Raumes, der Tiefenwahrnehmung, der Distanz, Richtung, Form, Orientierung, Position, Perspektive, Figur-Grund Mustern, beim Aufspüren komplexer, verborgener Figuren, dem visuellen Schließen, beim Schlußfolgern aufgrund nicht vollständiger Informationen, bei der Streckenfindung, beim Lernen von Labyrinthen, Lokalisation von Objekten im Raum, Ausführen reversibler Operationen, bei Stereopsis, der Bestimmung der Richtungsorientierung des Körpers sowie der Bestimmung der Lage von Körperteilen zueinander (Benton 79/ Buttlers & Barton 70/ Carmon & Bechthold 69/ DeRenzi & Scotti 69/ DeRenzi, Scotti & Spinnler 69/ Ettliger 60/ Fontenot 73/ Franco & Sperry 77/ Fried, Mateer, Ojemann, Wohns & Fedio 82/ Hannay et al. 87/ Kimura 66 und 69/ Landis, Cummings, Christen, Bogen & Imhof 86/ Landsdell 68 und 70/ Levy 74/ Milner 68/ Nebes 71/ Sperry 82 - alle zitiert nach Joseph 88).

Viele dieser Fähigkeiten haben mit der Orientierung im dreidimensionalen Raum zu tun. So ist es nicht weiter verwunderlich, daß die rechte Hemisphäre ebenfalls beim

Wiedererkennen von nonverbalen und Umgebungsgeräuschen, (Curry 67/ Kimura 63/ King & Kimura 72/ Knox & Kimura 70/ Nielsen 46/ Piazza 80/ Roland, Skinhoj & Lassen 81/ Spreen, Benton & Fincham 65/ Tsunoda 75 - ebenfalls alle zitiert nach Joseph 88), sowie beim räumlichen Hören dominiert (Altman et al. 79 - zitiert nach Basso 93). Dies führt Joseph zu der Vermutung, daß es sich bei der ersten „Musik“, die Menschen entwicklungsgeschichtlich je wahrgenommen haben, um Naturgeräusche wie Vogelgesang oder Bienensummen, die dann nachgeahmt wurden, gehandelt haben könnte. Darin kann ein erster Erklärungsansatz für die so oft pauschal behauptete Dominanz der rechten Hemisphäre für Musik gesehen werden.

Einige Autoren sprechen sogar von einer generellen Überlegenheit der rechten Hemisphäre bei der Musikwahrnehmung - zumindest bei Nichtmusikern (Kimura 64/ Spellacy 70/ King & Kimura 72/ Johnson 77/ Johnson et al. 77/ Borod & Goodglass 80 - zitiert nach Peretz & Morais 88). Auch Zatorre, Evans & Meyer sehen diese Tendenz beim Hören von Melodien. (Sie liefern außerdem noch das interessante Detail, daß die Area 19 beim Hören von Melodien einen erhöhten Blutfluß aufweist; eventuell wurden visuelle Repräsentationen bewußt oder unbewußt von den VPN aktiviert) (Zatorre, Evans & Meyer 94).

Aus diesem Pauschalurteil der rechtshemisphärischen Dominanz bei der Musikwahrnehmung herausgelöst hat man im Laufe der Zeit viele Parameter einzeln untersucht. Rechtshemisphärendominant waren dabei die Aufnahme und der Ausdruck von Timbre, Akkorden, Tönen, Tonhöhen, Lautstärke, Intensität und Melodie (Breitling, Guenther & Rondot 87/ Curry 67/ Day, Cutting & Copeland 71/ Gates & Bradshaw 77/ Gordon 70/ Gordon & Bogen 74/ Kimura 64/ Knox & Kimura 70/ McFarland & Fortin 82/ Milner 62/ Molfese, Freeman & Palermo 75/ Piazza 80/ Reese 48/ Segalowitz & Plantery 85/ Spellacy 70/ Swisher, Dudley & Doehring 69/ Tsunoda 75/ Zurif 75 - alle zitiert nach Joseph 88).

Wie lassen sich nun detailliertere Aussagen zu diesen einzelnen Parametern machen? Zunächst einmal kann man Personen mit einseitigen Hirnläsionen bzw. Patienten, bei denen aus verschiedenen Gründen eine Lobotomie durchgeführt wurde (z.B. Temporallappenlobotomie aufgrund schwerer Epilepsie) auf ihre verbliebenen Fähigkeiten und deren zugrundeliegende Lateralität hin untersuchen. So zeigte Milner bereits 1962, daß eine rechte Temporallobotomie die Klangfarbenrezeption und das Unterscheidungsvermögen zweier kurzer Musiksequenzen beeinträchtigt (zitiert nach Bas-

so 93). Auch sind die musikalischen Fähigkeiten - nach dem Standardtest für musikalische Fähigkeiten von Saetveit et al. 1940 - bei rechter signifikant schlechter als bei linker Temporallobotomie (Milner 62 - zitiert nach Gordon 93). Außerdem ist bei rechter Temporallobotomie von Nichtmusikern das Zeitgefühl, der Rhythmus und die Fähigkeit, sich Töne, Lautstärke, Timbre bzw. charakteristische Parameter von Timbre (Samson und Zatorre 94) und die Melodie eines Stückes in Erinnerung zu rufen, gestört (Chase 67/ Gates & Bradshaw 77/ Milner 62/ Yamadori et al. 77 - zitiert nach Joseph 88).

Ist die rechte Hemisphäre allgemein geschädigt, führt dies oft zu „amusia“ - Melodien können nicht mehr erinnert, gesungen oder gespielt werden, trotzdem ist die Fähigkeit Noten zu lesen oder zu schreiben in einigen Fällen weiterhin vorhanden (Luria 73/ McFarland & Fortin 82); das Rhythmusgefühl ist zwar noch in Ordnung, aber das Gespür für Melodie ist stark beeinträchtigt (Peretz & Morais 89). Eine Person, C.N., die nach mehreren Operationen an beiden Temporallappen gravierende Schäden derselben in Kauf nehmen mußte, ist seitdem sogar völlig unfähig selbst einfachste Melodien zu erinnern, obwohl sie weiterhin völlig normal kommunizieren kann (Peretz & Hebert in Steinberg 96).

Selbst bei kompletter Entfernung der linken Gehirnhälfte ist jedoch im Gegensatz zu den eben erwähnten rechtsseitigen Schädigungen noch immer die Fähigkeit vorhanden, bekannte Lieder zu singen oder sogar neue zu lernen (Smith 66/ Smith & Burklund 66 - alles zitiert nach Joseph 88). Komponisten konnten trotz einer Aphasie sogar oft weiterkomponieren (Alajounine 48/ Critchley 53/ Luria 73) oder trotz einer Alexie manchmal sogar Noten schreiben (Gates & Bradshaw 77/ Luria 73 - alles zitiert nach Joseph 88), wie z.B. Maurice Ravel. Shebalin, ein russischer Komponist, war nach einer Verletzung der linken Hemisphäre völlig aphasisch. Obwohl er weder sprechen noch Gesprochenes verstehen konnte, komponierte er z.B. seine fünfte Symphonie trotz dieser schweren Störung zu Ende, und wenn man seinem Zeitgenossen Shostakowitsch glauben kann, gehört sie zum brilliantesten, was Shebalin je geschrieben hat (Luria et al. 65 - zitiert nach Peretz & Hebert in Steinberg 96)

Ein Ausfall oder eine Beeinträchtigung der linken Hemisphäre scheint also, was musikalische Fähigkeiten anbelangt, wesentlich weniger Einfluß zu haben, als eine Beeinträchtigung oder gar ein Ausfall der rechten Hemisphäre.

Weitere Parameter, bei denen die rechte Hemisphäre überlegen scheint, sind Singen (Basso 93) und Pfeifen (Davidson & Schwartz 77 - zitiert nach Gordon 93), passives Zuhören (Gordon 83 - zitiert nach Gordon 93) und dichotische Hörtests mit Musik (Blumstein et al. 75 - ebenfalls nach Gordon 93). Gordon verallgemeinerte zwar 1983, die rechte Hemisphäre sei „generell bei nonverbalen Aufgaben besser“, dies sei jedoch stark von der Stimuluscharakteristik und der Aufgabenstellung abhängig (zitiert nach Gordon 93).

Desweiteren scheint der rechte Frontal- und Temporallappen nach einigen Ergebnissen führend in der Analyse und Kurzzeitspeicherung von Tonhöheninformationen (Zatorre, Evans & Meyer 94), genauer im Entdecken von Tonhöhenveränderungen, sowie besser im Erinnern unbekannter Melodien zu sein (Gates & Bradshaw 77 - zitiert nach Basso 93). Der bereits oben erwähnte Fall der Patientin C.N. gibt uns auch einen Hinweis darauf, daß bis zu einem gewissen Level in der Musikverarbeitung Melodie und Rhythmus vollständig getrennt behandelt werden, denn C.N. konnte Rhythmen sehr wohl normal verarbeiten. Trotzdem gibt es starke Hinweise, daß beide Parameter auf einer höheren Ebene integriert werden, um dem Hörer einen Gesamteindruck zu vermitteln, da Musik schließlich als eine Ganzheit und nicht als eine Ansammlung von Rhythmen, Tonhöhen, Konturen und anderen Parametern wahrgenommen wird (Peretz & Hebert in Steinberg 96).

Trotzdem geht der Trend der Forschung immer mehr dahin - obwohl es auch immer noch pauschaler gefaßte Aussagen gibt, wie, die rechte Hemisphäre sei dominant bei Klangfarbe und Tonhöhe (Tramo & Gazziniga 89/ Sidtis & Volpe 88/ Zatorre 88 - zitiert nach Samson & Zatorre 94) - einzelne Parameter der Musik, die bis dato eindeutig *einer* Hemisphäre zugeordnet wurden, differenzierter zu untersuchen, da sich die pauschalen Aussagen allzu oft als zu ungenau oder gar als schlichtweg falsch erwiesen haben.

So fanden z.B. Samson & Zatorre heraus, daß zeitliche Abläufe eben *nicht* nur der linken Hemisphäre zugerechnet werden können. Der rechte Temporallappen nämlich ist bei bestimmten zeitlichen Abläufen wie dem An- bzw. Abschwellen eines Tones dominant, d.h. während ein Ton erklingt und sich verschiedene Parameter wie Klangfarbe oder Intensität ändern, ist die rechte Hemisphäre für die zeitliche Einteilung bzw. Verarbeitung zuständig (Samson & Zatorre 94). Bisherige Untersuchungen, welche meist eine linkshemisphärische Dominanz für Zeitabläufe festgestellt

hatten, bezogen sich alle auf die Lücke *zwischen* zwei Tönen oder die zeitliche Abfolge von Tönen, d.h. auf Tonintervalle. Im Hinblick auf Zeitabläufe scheinen sich die Hemisphären also eher die Arbeit zu teilen - innerhalb eines Tones ist die rechte, zwischen Tönen die linke Hemisphäre zuständig.

Auch die Ohrseiten-Dominanz bei „normalem“ Hören sowie bei dichotischen Tests sind ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. LEA (left ear advantage), also eine Dominanz der rechten Gehirnhälfte, wurde bei folgenden Versuchsbedingungen festgestellt: Natale konnte zeigen, daß auch Rhythmus - ebenso, wie wir es bei zeitlicher Strukturierung eben gesehen haben - nicht vorwiegend linkshemisphärisch zu lokalisieren ist, sondern daß im Gehirn eher ein Kontinuum besteht, wenn es um die Verarbeitung von rhythmischen Elementen geht. Je einfacher ein Rhythmus war, desto eher zeigten die Versuchspersonen LEA, bei zunehmender Komplexität gab es einen Shift zu REA (Natale 77 - zitiert nach Peretz & Morais 88). Ebenso scheint es eine Aufgabenteilung bei Rhythmuswechseln zu geben; beim Entdecken derselben war die linke Hemisphäre zwar schneller, dafür war die rechte genauer (Gates & Bradshaw 77 - zitiert nach Basso 93).

Sehen wir uns nun die „Domäne“ der rechten Hirnhälfte etwas genauer an, nämlich die Melodie.

Nichtmusiker zeigen generell eher LEA beim Wiedererkennen von Melodien - nach Kimura vor allem bei rein instrumental gespielten (Kimura 61 - zitiert nach Basso 93) - bzw. wenn keine spezifischen Instruktionen mit dem Hören der Melodien verbunden waren (Wagner & Hannon 81/ Peretz, Morais & Bertelson 87 - zitiert nach Peretz & Morais 88). Auch wenn bei Melodie-Wiedererkennungstests die Kontur eines Stückes verändert wurde, war das linke Ohr im Vorteil sowie immer dann, wenn die Kontur eines Stückes für die Unterscheidungsaufgaben Wichtigkeit erlangte (Dowling 78/ Edworthy 85). Sollte dieselbe Wiedererkennungsleistung jedoch unter Zeitdruck erbracht werden, wechselte die Ohrpräferenz zu REA (Peretz & Morais 87 - alle zitiert nach Peretz & Morais 88).

Allgemein kann man sagen, daß eine Person ein Stück an seiner Kontur erkennt (rechte Hemisphäre). Erst wenn diese Daten nicht zur Verfügung stehen, wechselt man zur Intervallerkennung (linke Hemisphäre) (Peretz & Babai 92). Dies ist ein gutes Beispiel für ein eher generelles Problem, welches Gordon im Anschluß an seine Untersuchung anspricht. Anhand dieser Untersuchung belegte er, daß die rechte

Hemisphäre dominant im Unterscheiden von Tönen verschiedener Lautstärke, Timbre und Melodie ist. Das grundsätzliche Problem dieser und damit auch der meisten anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet besteht jedoch darin, daß immer nur einzelne Parameter untersucht werden - Musik ist jedoch weitaus mehr als diese Parameter oder eine pure Addition derselben! (Diese Feststellung ist natürlich nicht neu, sondern läßt sich auf die Gestaltpsychologie zurückführen). Es ist ein zu einfaches Konzept, z.B. die rechte Hemisphäre als „dominant für Melodie“ zu erklären und Musik am Ende *der* Hemisphäre zuzuschreiben, welche die meisten Parameter sozusagen für sich verbucht.. „...it is inappropriate to lateralise music to any one hemisphere“ schreibt Gordon: Musik als Ganzheit ist nicht lateralisiert, lediglich einzelne Elemente. Weiterhin schlägt Gordon vor, die nicht temporalen, holistisch/ganzheitlichen Aspekte von Musik als eher rechtshemisphärisch zu beschreiben (Gordon 83 und 70 - letzteres zitiert nach Basso 93). Auf diese Diskussion werden wir im weiteren Verlauf noch ausführlicher zurückkommen.

Untersuchungen an Kindern - das Feld, das uns im Zusammenhang unserer Untersuchung am meisten interessiert - sind leider sehr selten. Es ließen sich lediglich folgende Daten eruieren:

Evozierte Potentiale im Zusammenhang mit dem Hören von Tönen sind bei Kindern eher rechtshemisphärisch (Taub et al. 76/ Shucard et al. 79 - zitiert nach Gordon 83). Joseph et al. bemerkten, daß ein Austausch zwischen den Hemisphären bei 4-jährigen in Bezug auf taktile, auditive und visuelle Informationen problematisch sei, da das Corpus callosum noch kaum ausgebildet ist. Kinder glichen daher praktisch split-brain Patienten (Joseph et al. 84 -zitiert nach Joseph 88) bzw. müßten mit einer Art „physiological disconnection syndrom“ zurechtkommen (Brizzolara et al. 94).

### **1.3 Corpus callosum**

Das Corpus callosum ist bei weitem das größte Faserbündel im Gehirn (Innocenti 94), wobei mindestens 70% der Axone während der Entwicklung eliminiert werden (Tierversuch bei Katzen und Affen von Agoun & Innocenti 93 - zitiert nach Innocenti 94). Bis zum 3. Lebensjahr findet ein schnelles Wachstum statt, danach schreitet das Wachstum langsam bis ins Erwachsenenalter weiter voran, wobei als

„Wachstum“ hier die zunehmende Myelinisation - von 0% bei der Geburt bis 40% bei Erwachsenen - zu verstehen ist (Barkovich et al 92 - zitiert nach Brizzolara et al. 94). Mit 10 Jahren ist das Corpus callosum annähernd ausgewachsen (Yakovlev & Lecours 67 - zitiert nach Brizzolara et al. 94). Die morphologische und die funktionale Entwicklung sind eng verbunden (O’Leary 80 - zitiert nach Brizzolara et al. 94), d.h. es findet ein ständiges Anwachsen von Fähigkeiten statt, welche interhemisphärische Verbindungen benötigen. Der Vorteil von interhemisphärischen Verbindungen via Corpus callosum steigt mit der Aufgabenkomplexität, da subcorticale Pfade meist zu langsam sind (Hoptman & Davidson 94).

Nicht nur Erregung wird über das Corpus callosum von einer in die andere Hemisphäre weitergeleitet, sondern das Corpus callosum scheint auch in interhemisphärische Inhibition involviert zu sein, was, wie übrigens die Asymmetrie der Hemisphären bestimmte Fähigkeiten betreffend überhaupt, die Hemisphäre, in der eine Denkooperation stattfindet, von Vorgängen in der anderen Hemisphäre abschirmt (Merola & Liederman 85 - zitiert nach Hoptman & Davidson 94).

Einige Autoren sprechen dem Corpus callosum sogar eine Art „Metakontrolle“ zu; es übe sozusagen eine „high-level Funktion“ aus, indem es die Erregung nur an aufgabenrelevante Hirnregionen weiterleite (Levy & Trevarthen 76/ Kennedy et al. 91 - zitiert nach Hoptman & Davidson 94). Für diese Behauptung sprächen auch Tierversuche von Engel, wonach das Corpus callosum für die Synchronisation von Oszillationsmustern in den beiden Hemisphären sorgt (Engel et al. 91). Ob dieses Ergebnis allerdings auf den Menschen übertragbar ist, bleibt vorerst jedoch strittig, da die Oszillationsmustersynchronisation bisher nur an anästhesierten Tieren nachgewiesen wurde (Crick & Koch 90 - zitiert nach Hoptman & Davidson 94).

Man hat nun in verschiedenen Tests versucht, die Transfergeschwindigkeit von einer Hemisphäre zur anderen zu bestimmen. Denn je schneller die Weiterleitung von Daten zwischen den beiden Hemisphären erfolgt, desto besser können gerade komplexe Probleme bearbeitet werden. Dabei wurden z.B. Reaktionszeiten eines gekreuzten gegenüber einem ungekreuzten Bahnenverlauf verglichen - CUD = crossed-uncrossed difference - und als IHTT - interhemispheric transmission time - interpretiert. Sie beträgt bei Erwachsenen im Mittel 3,8 msec. (Marzi et al. 91), bei split-brain Patienten 35-96 msec. (Clark & Zaidal 89 - beide zitiert nach Brizzolara et al.94) und bei Kindern im Mittel 11 msec. (Brizzolara 94). Es handelt sich hierbei

jedoch um recht pauschale Angaben, da die IHTT von Region zu Region des Corpus callosum verschieden ist, d.h. verschiedene Informationen werden mit unterschiedlicher Geschwindigkeit weitergeleitet (Hoptman & Davidson 94).

In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß die IHTT bei auditiven Stimuli, um die es bei unserer Untersuchung geht, symmetrisch zu sein scheint, im Gegensatz zu visuellen Stimuli, bei denen die Weiterleitung rechte zu linker Hemisphäre schneller ist als vice versa (Moscovitch & Smith 79/ Marzi et al. 91 - zitiert nach Hoptman & Davidson 94).

Gerade das Corpus callosum spielt für unsere Untersuchung eine entscheidende Rolle, denn scheinbar befähigt ein in größerem Ausmaß myelinisiertes Corpus callosum zu besseren Leistungen gerade in den bereits oben erwähnten komplexeren Situationen und Anforderungen.

Split-Brain Patienten zeigen deshalb verschiedenste Aufmerksamkeitsdefizite, da eventuell die Erregung (arousal) nicht wie bei gesunden Menschen durch Feedbackschleifen über das Corpus callosum aufrecht erhalten werden kann (Hoptman & Davidson 94). Kinder ähneln Patienten mit callosaler Fehlentwicklung (ca. bis zu ihrem 10. Lebensjahr) (Rauch & Jinkins 94), deshalb könnte das frühzeitige Erkennen einer Störung oder Entwicklungsverzögerung des Corpus callosum von weitreichenden Folgen für ein Training oder andere Gegenmaßnahmen sein. Genau ein solches Training wollen die bei unserer Untersuchung eingesetzten Geräte - das Ordnungsschwellenmeßgerät und der Lateraltrainer - leisten. Bevor wir diesen Tatbestand jedoch ausführlicher erörtern, möchten wir zunächst noch auf einen weiteren vieldiskutierten Aspekt in der Hemisphärenforschung eingehen.

#### **1.4 Modularität**

Gibt es Module für Musik und wenn ja, sind sie lateralisiert? Von einiger Bedeutung ist diese Frage auch für die Diskussion über die Beschreibung der Arbeitsweise der beiden Hemisphären als analytisch bzw. holistisch im nächsten Kapitel und sie beschäftigt Wissenschaftler vermehrt seit den achtziger Jahren.

Zunächst gilt es jedoch zu klären, wie ein „Modul“ überhaupt definiert ist. Peretz & Morais schlugen folgende Definition vor: Ein Modul ist ein separates Subsystem des Gehirns, das

- 1) aufgabenspezifisch arbeitet,
- 2) eine eigene Prozessorenkapazität und ein eigenes Gedächtnis besitzt,
- 3) quasi ein kognitiver Reflex ist (Peretz & Morais 89) und
- 4) für andere Funktionen nicht nutzbar ist (Peretz & Morais 88).

Einige Autoren vertreten die These, solche Module für Musikverarbeitung seien vorhanden (Fodor 83/ Gardner 83/ Jackendorff 86 - zitiert nach Peretz & Morais 89), jedoch nicht klar hemisphärendominant verteilt (Zatorre 84/ Peretz 85).

Module hat man bisher nur bei überlebenswichtigen Funktionen im Gehirn von Menschen und Tieren gefunden, wie z.B. bei der visuellen Verarbeitung. Daher lautet die nächste Frage: „Ist bzw. war Musik zum Überleben des Menschen wichtig?“

Schon 1891 stellte Darwin die große Bedeutung der Stimme bei der Wahl des Sexualpartners/ -partnerin fest. Als Regulativ im Austausch zwischen Mutter und Kind haben Lieder offenbar ebenfalls eine entscheidende Funktion (Papousek & Papousek 81). Außerdem sind viele soziale Zusammenkünfte ein Anlaß um Musik zu spielen (Dowling & Harwood 86/ Sloboda 85 - alle zitiert nach Peretz & Morais 88). Musik scheint also von großer sozialer Bedeutung für den Menschen zu sein, was eine Verarbeitung durch Module rechtfertigen würde. Peretz & Morais vermuten, daß Module eher in der rechten Hemisphäre als in der linken zu finden sein könnten, da sie nicht trainiert werden können. Gerade aber bei Musikern mit formaler Ausbildung führt diese - nach vielen Tests, bei denen Musiker mit Nichtmusikern verglichen wurden - offenbar zu einer Verlagerung von rechts nach links im Gehirn. Ob Module allerdings eher früher oder später im Verarbeitungsprozeß involviert sind, ist noch strittig (v.a. zwischen Peretz & Morais und Jackendorff). Musikwahrnehmung benötigt jedoch zumindest einige Mechanismen, die nicht modular sind (Peretz & Morais 88).

## **1.5 Modelle der Musikwahrnehmung**

Häufig wird behauptet, ontogenetisch betrachtet sitze die Sprachverarbeitung eher links, die Musikverarbeitung eher rechts. Dies ist jedoch kulturgebunden, da es auch sogenannte Tonsprachen gibt, wie z.B. Thai oder Taiwanesisch, in denen die Wortbedeutung nicht nur vom Wort, sondern auch von der Tonhöhe und Modulation, in der das Wort gesprochen wird, abhängt (Glanville et al. 77 - zitiert nach Gordon 93). Die Struktur musikalischer Skalen scheint dagegen weltweit annähernd gleich zu sein (Dowling 78 und 82 - zitiert nach Peretz & Morais 89), d.h. sie sind dem menschlichen Gehirn inhärent. Wir hören z.B. in der Tonleiter alle Tonabstände als gleich groß, trotz der zwei Halbtonschritte e-f und h-c (Shepard & Jordan 84 und 87 - zitiert nach Peretz & Morais 89).

Gibt es nun ein Modell, das die Art und Weise, wie wir Gehörtes verarbeiten, erklärt?

Zatorre, Evans & Meyer legten ein Modell der Hörverarbeitung vor. Danach steuert der primäre auditive Cortex frühe Stufen des Hörprozesses. Der sekundäre hingegen ist für komplexe Analysen in beiden Temporallappen verantwortlich, wie z.B. von Melodien. Die Verschaltung, so die Autoren, müsse nicht notwendigerweise seriell erfolgen, ja eine parallele Verarbeitung sei sogar wahrscheinlich. Während passivem Musik hören finden Interaktionen zwischen primärem und sekundärem auditiven Cortex statt, so daß lediglich relevante Stimulismuster weiterverarbeitet werden. Auf die Frage, wodurch sich bzw. welche Instanz diese Relevanz bestimme, gehen die Autoren leider nicht ein (Zatorre, Evans & Meyer 94).

Bisher wurde bereits mehrfach angesprochen, die Arbeitsweise der linken Hemisphäre sei als analytisch, die der rechten hingegen als holistisch zu charakterisieren. Dabei meint „analytisch“ den Out-/Input einzelner Module, „holistisch“, daß Module/Einheiten untereinander verbunden/verknüpft sind (Bever 83 - zitiert nach Peretz & Morais 88).

Beim Hören von Rhythmen z.B. wird ein Kontinuum zwischen beiden Arbeitsweisen vermutet (Moore & Hannay 80/ Peretz & Morais 88 - zitiert nach letzteren). Die beiden Begriffe wurden oft benutzt, um unterschiedliche Testergebnisse von Musikern mit formaler Ausbildung und anderen Testpersonen zu erklären. Musiker können nach dieser Ansicht sozusagen noch ihre linke Gehirnhälfte „zuschalten“. So entdeckte man z.B., daß die Scores für die linken Ohren (= rechte Hemisphäre) bei beiden Gruppen gleich, die für die rechten Ohren (= linke Hemisphäre) bei Nichtmu-

sikern jedoch schlechter waren (Johnson 77/ Davidson & Schwartz 77 - zitiert nach Gordon 93). Musiker hatten also die Leistung ihres rechten Ohres bzw. ihrer linken Gehirnhälfte signifikant verbessert.

Ein anderes Forschungsergebnis führt uns einen Schritt weiter. Bei derselben Musiksequenz ließ sich nämlich die Hemisphärendominanz verändern, wenn die von der Versuchsperson zu erfüllende Aufgabe variiert wurde, d.h. auf verschiedene Parameter geachtet werden sollte. Beispielsweise war die linke Hemisphäre dominant, wenn eine gesungene Buchstabensequenz, die rechte Hemisphäre, wenn die Melodie dieser Buchstabensequenz wiederholt werden sollte - es gibt also eine dynamische Hemisphärenpartizipation (Glanville et al. 77 - zitiert nach Gordon 93) und nicht etwa eine starre rechts-links Zuteilung von Aufgaben.

Das Problem mit den Begriffen „analytisch“ und „holistisch“ ist nun, daß beim Finden einer Ohrdominanz - LEA oder REA - oft im *Nachhinein* ein analytisches oder holistisches Vorgehen der VPN postuliert wurde, was Basso ein „...mere labeling of the result“ nennt. Auch beim Vergleich Musiker-Nichtmusiker hänge das Ergebnis (LEA/REA) eben eher davon ab, *wie* eine Testperson an die Aufgabe herangehe, nicht die musikalische Vorbildung per se sei entscheidend (Basso 93). Einleuchtend ist auch, daß nicht alle Musiker von vornherein „analytisch“ Musik hören; sie können lediglich diese analytischen Fähigkeiten nutzen, wenn sie gebraucht oder gefordert werden.

Ein weiterer Einwand gegen die Bezeichnungen analytisch-holistisch ist, die Unterscheidung analytisch/links und holistisch/rechts sei zirkulär, da man oft diese Unterscheidung voraussetze und die Ergebnisse dann nach diesem Raster interpretiere (Peretz & Morais 88). Die Musiker-Nichtmusiker Unterschiede, die mit dem Training der Musiker erklärt werden, die so eher ihre linke Hemisphäre zur Analyse nutzen würden, ist zirkulär. Denn entweder ist Musik lateralisiert, dann dürfte es diesen Trainingseffekt nicht geben, oder sie ist nicht lateralisiert, dann ist die Unterscheidung unsinnig (Johnson 77/ Davidson & Schwartz 77 - zitiert nach Gordon 93).

Ein anderer Vorschlag zur Unterscheidung analytisch-holistisch ist „lokal“- „global“. Global bedeutet, es werden einzelne Töne bzw. Tonfolgen wahrgenommen. Bei der lokalen Herangehensweise hingegen geht es nicht nur um die einzelnen Töne oder Tonfolgen, sondern um die Intervalle zwischen den Tönen und Konturen, bzw.

vereinfacht ausgedrückt um die in den Tönen steckende Musik (Laberge 81/ Dowling 82).

Je mehr musikalische Erziehung nun eine Person genossen hat, um so eher wird sie lokale Strategien anwenden (Cuddy & Cohen 76/ Bartlett & Fujitani 71 - alle zitiert nach Peretz & Morais 88). In vielen Untersuchungen wurde bestätigt, daß Musiker Stücke über die Intervalle, Nichtmusiker eher über die Kontur wiedererkennen (Dowling 82/ Bartlett & Dowling 80/ Cuddy & Cohen 76 - zitiert nach Peretz & Babai 92). Weist jedoch die rechte Hemisphäre eine Läsion auf, sind sowohl Kontur als auch Intervallerkennung nicht mehr möglich. Da Konturerkennung rechts, Intervallerkennung jedoch bilateral repräsentiert ist (Peretz & Babai 92), muß die Organisation hierarchisch sein, das heißt zuerst findet ein Konturcheck, danach auf Grundlage dieser Daten die Intervallerkennung statt (Watkins & Dyson 85/ Edworthy 85 - zitiert nach Peretz & Babai 92). Die Konturdaten bilden also sozusagen die Grundlage; sie sind die Voraussetzung für die Intervallerkennung.

Gilt dies nun für Menschen jeden Alters oder gibt es entwicklungspsychologische Besonderheiten bei Kindern?

Erwachsene benutzen immer beide Strategien, nur in unterschiedlichem Ausmaß; bei Kindern ist die globale Strategie vorherrschend (Dowling 82). Erst Ende der Grundschulzeit erreichen sie dieselbe Fähigkeit wie Erwachsene, beide Strategien anzuwenden (Bentley 66/ Zenatti 69/ Imberti 81 - zitiert nach Peretz & Morais 88). Andere Fähigkeiten entwickeln sich ebenfalls erst mit der Zeit. So können Tonhöhen-Transformationen erst ab dem 7. Lebensjahr erkannt werden (Zenatti 69), Dur/Moll Unterschiede ab dem 8. Jahr (Bartlett & Dowling 80), Tonartwechsel während eines Stückes erst am Ende der Grundschulzeit (Imberti 69) und die An- bzw. Abwesenheit von Kadenzten ab ca. 6 Jahren (Imberti 81 - alle zitiert nach Peretz & Morais 89). Auch bei der Ohrenpräferenz ist eine Entwicklung deutlich; wenn es darum geht, Grundzüge von Melodien zu erkennen, gibt es von 7-9 Jahren LEA, mit 11 Jahren sind beide Ohren gleich gut und ab 13-15 Jahren ist REA möglich; d.h. REA wird eher erworben, während LEA angeboren zu sein scheint (Entus 77/ Best et al. 82/ Bertoncini, Mehler, Morais & Locker in Vorbereitung - zitiert nach Peretz & Morais 88).

Gibt es Vorschläge, in welche Richtung sich die Forschung in nächster Zeit weiterentwickeln sollte? Peretz & Morais machen den Vorschlag, Musikwahrnehmung auf

einer neuen Ebene, nämlich der der „chunks“ zu untersuchen, wobei der Begriff in der Gedächtnisforschung bereits seit längerem eine feste Größe ist. In der Musik könnte man am ehesten den Begriff „Motiv“ synonym benutzen, d.h. es geht um eine Einheit, die größer als ein Ton, jedoch kleiner als eine ganze Melodie ist. Diese chunks könnten in der rechten Hemisphäre, die eventuell als Vorprozessor dient, bearbeitet werden, bevor sie, sozusagen zur genaueren Analyse, in die linke Hemisphäre gesandt werden (Sergent 82/ Brown 83 - zitiert nach Peretz & Morais 88).

Peretz & Babai behaupten nun, der Mensch *ordne* gehörte Musik in chunks. Die Konturerkennung könnte auf die Anordnung dieser chunks bezogen sein, weshalb sie auch für die Intervallerkennung grundlegend wäre. Bei einer Studie mit rechtshändigen Musikern arbeitete deren rechte Hirnhälfte auf Konturbasis, die linke auf Intervallbasis als Repräsentation für dieselbe Melodie. Es scheint also drei Ebenen von strukturellen Einheiten zu geben, die jeweils in unterschiedlichen Hirnzentren verarbeitet werden: Die ganze Melodie, chunks und Einzeltöne (Peretz & Babai 92).

Die Motiv- bzw. chunk-Ebene könnte auch mit einer weiteren Beobachtung eines deutschen Forschers zusammenpassen; die Zeiteinheit, die wir „jetzt“ nennen, dauert laut Pöppel maximal 3 sec.. Beim Sprechen machen wir nach spätestens 3 sec. eine kleine Pause. Pöppel vermutet nun, daß dies in der Musik genauso ist, daß also eine Melodie in 3 Sekunden-Abschnitte untergliedert ist. Zumindest bei Mozart fand er diese Theorie auch bestätigt (Pöppel 85). Nach unserer Vermutung dauert ein chunk eben diese max. 3 sec. und so ließen sich beide Theorien kombinieren.

## **1.6 Ordnungsschwelle**

Das Konzept der „Ordnungsschwelle“ kommt in der wissenschaftlichen Literatur selten vor, d.h. genauer gesagt existieren kaum Untersuchungen zu diesem Gebiet. Einige Forscher vermuten jedoch, die Ordnungsschwelle (nicht zu verwechseln mit der „Ortungsschwelle“ - freundlicher Hinweis von Herrn Dr. Sattel, Universität Koblenz-Landau) sei von immenser Bedeutung für unsere Wahrnehmung.

Nach Warnke ist die Ordnungsschwelle „diejenige Zeitspanne, die zwischen zwei Sinnesreizen mindestens verstreichen muß, damit wir diese getrennt wahrnehmen und in eine zeitliche Reihenfolge, also eine Ordnung, bringen können“ (Warnke 95).

Bei Erwachsenen liegt der normale Wert um 30 msec.. Diese 30 msec. bilden sozusagen ein „Wahrnehmungsfenster“, d.h. wir besitzen keine kontinuierliche Wahrnehmung, sondern hören 30 msec. lang praktisch ein „Paket“ Laute oder Geräusche aus unserer Umgebung, dann wieder 30 msec. lang das nächste Paket usw. In jeder Sekunde stehen uns ca. 33 dieser Wahrnehmungsfenster zur Verfügung (1000 msec. geteilt durch die Ordnungsschwelle von 30 msec. = 33). Warnke unterscheidet auch zwischen der visuellen und der auditiven Ordnungsschwelle. Bezogen auf die visuelle Ordnungsschwelle sehen wir also ein heranfahrendes Auto mit 180 km/h nicht kontinuierlich, sondern nur alle 1,5 m. einmal.

Jedoch hat kein Mensch dauerhaft und zu jedem Zeitpunkt genau denselben Ordnungsschwellenwert, sondern er schwankt z.B. je nach Alter, Konstitution und Tagesverfassung unterschiedlich stark. Was passiert nun, wenn der Ordnungsschwellenwert zu hoch ist?

Zunächst einmal stehen uns weniger, aber größere Wahrnehmungsfenster zur Verfügung und zum zweiten wird unsere Wahrnehmung ungenauer, da zu viel an Information innerhalb eines Wahrnehmungsfensters quasi zu einer Einheit zusammengefaßt wird. Dazu ein Beispiel:

Bei Kindern mit LRS (Lese-Rechtschreib-Schwäche; früher Legasthenie) sieht Warnke das Hauptproblem in einer zu hohen Ordnungsschwelle. Das heißt, ihre Wahrnehmungsfenster sind beim Diktat zu groß, um die Wörter „kicken“ und „tikken“ zu unterscheiden, da die beiden Plosivlaute k und t lediglich ca. 50 msec. dauern. Hat ein Kind nun eine wesentlich höhere Ordnungsschwelle als diese 50 msec., z.B. 150-200 msec., so „verschwimmen“ alle innerhalb dieses Wahrnehmungsfensters gehörten Laute zu einem undifferenzierten Buchstabenbrei, der vom Kind nicht mehr richtig verarbeitet werden kann. Zudem fallen bei Diktaten auch noch unterstützende Parameter wie Lippenbewegungen und andere Kontexthinweise, mittels denen das Kind sonst Gesprochenes richtig verstehen und umsetzen kann, weg. Es ist in einer solchen Situation, in der es gleichzeitig zuhören, das Gehörte verstehen und analysieren sowie motorisch umsetzen - also aufschreiben - soll, schlichtweg überfordert und macht deshalb andauernd Fehler.

Eine nützliche Therapie bestünde darin, die Ordnungsschwelle solcher Schüler solange zu trainieren, bis ihre „innere Taktfrequenz“ niedrig genug ist, um die eben genannten Wörter unterscheiden zu können. In diesem Kontext erwähnt Warnke eine

Untersuchung, die an der Fachhochschule Hannover von der Informatikerin Maika Schulz erstellt wurde, die einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Ordnungsschwelle und der Rechtschreibleistung der getesteten Kinder belegt (Warnke 95).

Im Zusammenhang dieser Untersuchung interessiert uns nun, ob es auch einen Zusammenhang des Ordnungsschwellenwertes mit Musikalität und damit verwandten Parametern gibt sowie welche Ohrpräferenz bei musikalischen und weniger musikalischen Vorschulkindern besteht.

Zunächst stellen wir jedoch die Hypothesen eines unorthodoxen französischen HNO-Arztes vor, der in vielen Punkten sehr konträre Ansichten zu denen seiner Wissenschaftskollegen hat, auf dessen Methoden und Theorien sich neuere Weiterentwicklungen von LogopädInnen und ErgotherapeutInnen beziehen.

## 2. Tomatis Theorie

### 2.1 Die Tomatisgesetze

Unmittelbar nach dem zweiten Weltkrieg war der französische HNO-Arzt Alfred Tomatis von der französischen Regierung beauftragt worden, den Zusammenhang zwischen Lärmeinwirkung und Gehörschädigungen bei Piloten und Flugzeugwerftarbeitern zu untersuchen. Bei dieser Arbeit stieß er auf für ihn grundlegende Ergebnisse, die er nach weiteren Versuchen zu „Tomatisgesetzen“ zusammenfaßte:

1. „Die Stimme enthält als Obertöne nur die Frequenzen, die das Ohr hört“. Neben der Hörschwellenkurve ermittelte er eine zweite Kurve, welche die Intensität der in der Stimme der Versuchsperson enthaltenen Obertöne darstellte. Dabei bemerkte Tomatis, daß diese beiden Kurven deckungsgleich waren.
2. „Gibt man dem Ohr die Möglichkeit, nicht mehr oder nicht gut wahrgenommene Frequenzen wieder korrekt zu hören, so treten diese augenblicklich und unbewußt wieder in der Stimme in Erscheinung“. In einem Vorläufer des sogenannten „Elektronischen Ohres“ veranlaßte Tomatis Sänger, in ein Mikrofon zu singen und spielte ihnen ihren Gesang simultan über Kopfhörer ein, wobei ihre Stimme durch Zusammenschalten unterschiedlicher Verstärker und Filter verändert wurde. Ihrem Gehör entsprechend wurden zu stark in der Stimme enthaltene Frequenzen abgeschwächt, zu schwach enthaltene Frequenzen verstärkt. Das Ergebnis dieses Versuchs formulierte Tomatis als sein zweites Tomatisgesetz.
3. „Die über eine bestimmte Zeitdauer wiederholte akustische Stimulation führt zur endgültigen Veränderung des Gehörs und folglich der Phonation“. Sobald der Sänger jedoch wieder ohne Kopfhörer sang, traten die stimmlichen Schwierigkeiten erneut auf. Deshalb entwickelte Tomatis ein Gerät zur „Konditionierung“ des Ohres: Beim Singen ins Mikrofon fand die Korrektur erst mit dem Anheben der Stimme, mit dem Erreichen einer gewissen Intensität statt, also beim ersten Laut einer Phrase oder eines Wortes. Dies führte zu einem wiederholten Hin- und Herkippen des Apparates zwischen einem unteren und einem oberen Kanal mit verschiedenen eingestellten Verstärkern und Filtern, wodurch es nach einer gewissen Zeit zur Konditionierung der Ohren kam (Tomatis 88).

## 2.2 Frühe Untersuchungen

Bereits in den fünfziger Jahren begann Tomatis sich für die Frage zu interessieren, ob und was Feten und Embryonen im Mutterleib hören. Deshalb begann er mit Versuchen, den Mutterleib und das Fruchtwasser in einer Badewanne nachzubilden. Ergebnis seiner Versuche waren gefilterte Modulationen, von denen er annahm, daß sie dem Schallmaterial, dem ein Foetus im Uterus ausgesetzt ist, ähneln könnten. Er versuchte, Mutterstimmen genauso zu filtern, um sie in seiner Behandlung einzusetzen. Als Ergebnis schloß er aufgrund seiner verschiedenen Experimente mit anderen Frequenzen, daß

1. tiefe Töne, die einem Säugling, Kind oder Erwachsenen zugespielt werden, einschläfernd wirken,
2. die mittleren Frequenzbereiche zu sehr lebhaften Reaktionen bei den Versuchspersonen führen,
3. in den Bereichen von über 2000 Hertz eine Belebung einsetzt, die „eine nicht minder verblüffende Lebensfreude zur Folge hat“ (Tomatis 88).

Statistische Versuche wollte Tomatis nicht vornehmen, da seinen klinischen Befunden aufgrund ihrer Wiederholbarkeit der Rang und die Bedeutung einer statistischen Aussage zukämen.

Einzelne physiologische Vorgänge hat Tomatis umdefiniert, den Zeitpunkt der Funktionsfähigkeit mancher Teile des Hörapparates vorverlegt und ihnen andere Aufgaben „zugewiesen“ und daraus ein eigenes, von wissenschaftlichen Theorien und Ergebnissen erheblich abweichendes Modell entwickelt. Auf diese Weise versuchte er seine Meinungen und Ergebnisse theoretisch erklären zu können.

## 2.3 Mutterstimme

Große Bedeutung hat für Tomatis die Mutterstimme. Durch ihr Fehlen kann die Fähigkeit, Beziehungen einzugehen, in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Beziehungsstruktur, an der der Wunsch nach Kommunikation Halt finde, komme durch

die Mutterstimme zustande, die der Foetus als Ausdruck von Zuwendung und Fürsorge erfahre (Tomatis 88).

Laut Tomatis gelangt die Mutterstimme via Wirbelsäule in den Uterus an das Ohr des Foetus. Die Wirbelsäule spielt hierbei die Rolle einer als Filter wirkenden Knochenleitung. Hohe Frequenzen werden auf diesem Schallweg begünstigt übertragen, weshalb nicht die Worte als solche beim Foetus ankommen, sondern nur die Klangfarbe, die vom Sprachrhythmus der Mutter geprägt ist. Viele psychische Krankheiten führt Tomatis auf Blockaden in der uterinen Mutter-Kind-Kommunikation zurück (Tomatis 88 und 94).

Bei Nichtvorhandensein der Mutterstimme läßt sich nach Tomatis auch Mozart verwenden. Mozart-Musik deshalb, weil sie „auf einen Mechanismus körperlicher Integration schließen läßt, der auf einem neuronalen Gedächtnis beruht“. Mit Hilfe dieser im Frequenzbereich des Lebensklanges gefilterten Mutterstimme (oder Mozart-Musik), lasse sich nun der „Wunsch zum Leben zurückholen“ (Tomatis 88).

## **2.4 Funktionen des Ohres**

Im Ohr befindet sich auch das für das Gleichgewicht zuständige Vestibulum; für Tomatis werden Körperspannungen deshalb von dort aus reguliert. Weil Hören und Gleichgewicht vom selben Ort ausgehen, wirkt laut Tomatis ein akustischer Reiz über das „Gleichgewichtsorgan“ auf den Körper. Verschiedene Frequenzen wirken, wie oben erwähnt, unterschiedlich auf den Körper ein. Ein gutes Unterscheidungsvermögen zwischen mittleren und hohen Frequenzen zum Beispiel ermöglicht die Differenzierung der Grobmotorik zur Feinmotorik, wie sie etwa für das Sprechen und Schreiben erforderlich ist. In seiner Praxis will Tomatis oft beobachtet haben, wie sich während der Behandlung mit dem Elektronischen Ohr ein Legastheniker, der zu Beginn der Behandlung in gekrümmter Haltung dasaß, schon nach wenigen Wochen aufgerichtet haben soll. Alle Legastheniker haben nach Meinung des HNO-Arztes eine für sie typische, gekrümmte Körperhaltung.

Weil das Gehör mit dem Nervus vagus, der für das vegetative Gleichgewicht zuständig ist, verbunden ist, nimmt Tomatis an, daß Schall dieses vegetative Gleichgewicht entscheidend beeinflussen kann.

In Untersuchungen will er ebenso gezeigt haben, daß bei guten Musikern beim „Horchen“ das rechte Ohr eindeutig die Führung übernimmt. Bei diesen Musikern habe es sich gezeigt, wie ein Maskieren des linken Ohres durch weißes Rauschen während des Musizierens den Musiker nicht störe, wohingegen ein Maskieren des rechten Ohres sich augenblicklich negativ auf Klangqualität, Intonation, Rhythmus und Lautstärke auswirke. (Dies steht in krassem Widerspruch zu den oben erwähnten wissenschaftlichen Daten, anhand derer viele dieser musikalischen Parameter eher rechtshemisphärisch lateralisiert sind). Daraus schließt Tomatis, daß nur das rechte Ohr für das Horchen (welches, der Wissenschaft gemäß, eher linksohrig, also rechtshemisphärisch lateralisiert ist, da es als holistisches Prinzip einzuordnen wäre) und für das analytische Hören geeignet sei.

Wie auch später anhand neuerer wissenschaftlicher Untersuchungen bestätigt wird, lernt, vereinfacht ausgedrückt, ein Laie eine Melodie schneller über das linke Ohr, das ganzheitlicher hört, als über das rechte Ohr. Ein erfahrener Musiker kann sich eine Melodie schneller über das rechte Ohr merken, das analytischer hört, weil er gelernt hat, eine Melodie in kleinere Einheiten zusammenzufassen, was einem analytischen Vorgang entspricht.

Tomatis bezeichnet unter anderem auch deshalb alle „Linksseiter“ als dyslateralisiert. Reine Linksseiter gibt es nicht, sie haben für ihn nur die Gewohnheit angenommen, Augen, Ohren, Hände und/oder Füße eher links zu benutzen. Durch das Elektronische Ohr läßt sich die Lateralität beeinflussen. Alle sollen lernen, ihr rechtes Ohr als führendes Ohr zu benutzen, da bei Rechtsohrigkeit der neurologisch kürzere Weg benutzt wird. (Tomatis scheint anzunehmen, alle musikrelevanten Hirnareale lägen in der linken Hemisphäre, was zumindest einem standhaften Ignorieren aller uns bekannten Literatur zu diesem Thema gleichkommt).

Die Verzögerung, die auftritt, wenn das linke Ohr als führendes verwendet wird, könne bis zu einer Silbe betragen, was deshalb zu Stottern und Legasthenie führe.

Die Lateralisierung geschieht in den ersten Lebensjahren und kann, muß aber für Tomatis nicht immer zufällig geschehen, sondern hat tiefliegende psychologische Gründe: Zum Beispiel spekuliert Tomatis, daß es manchmal wünschenswert erscheinen könne, in eine nicht *zu* direkte Kommunikation mit der Umwelt zu treten. Aber, wenn wir dem HNO-Arzt Glauben schenken, wird durch das Elektronische Ohr „in jedem der Wunsch geweckt“, rechtsseitig zu werden, also mit rechts zu schreiben

etc.. Das „Umüben“ spielt dabei eine kleine Rolle, auch wenn die heutige Wissenschaft diesbezüglich anderer Meinung ist.

## **2.5 Die Tomatismethode heute**

Inzwischen sind zum geschilderten Elektronischen Ohr einige Elemente hinzugekommen. Zusätzlich zum Kopfhörer verwendet man einen Vibrator, der auf der Stirn oder auf dem Mastoidknochen hinter der Ohrmuschel angebracht wird. Dadurch soll ermöglicht werden, einen direkten Einfluß auf das „Gleichgewichtsorgan“ auszuüben sowie die Hautsensibilität und die Knochenleitung zu fördern und bewußtzumachen. Ein Stotterer zum Beispiel lernt so seine Knochenleitung zu nützen.

Neben Sitzungen, in denen mit Hilfe des Elektronischen Ohres das Sprechen und Singen aktiv geübt wird, gibt es auch Sitzungen, in denen via Kopfhörer und Vibrator besonders ausgewählte und je nach Indikation auf verschiedene Art gefilterte Musik gespielt wird und zwar abwechselnd auf dem oberen und unteren Kanal des Elektronischen Ohres, wodurch ein Training der beiden Muskeln des Mittelohres bewirkt werden soll. Die Reihenfolge der Sitzungen soll der Entwicklung des Gehörs entsprechen, die in der vorgeburtlichen Zeit beginnt. In der ersten Phase hört man die Stimme der Mutter so, wie das Ohr des Foetus sie durch das Fruchtwasser hindurch wahrnehmen soll. Verwendet wird für die Stimulation in dieser Phase eine Aufnahme der Mutterstimme, deren niedrige Frequenzanteile durch einen Hochpaßfilter herausgefiltert werden. Da das gesamte Programm individuell abgestimmt sein muß, wird in kürzeren Abständen der Horchtest wiederholt, und das folgende „Horchtraining“ dementsprechend auf die Ergebnisse abgestimmt.

In der „vorsprachlichen“ Phase werden Kinderlieder, gregorianischer Gesang und Texte so gefiltert, daß sie auf das Frequenzspektrum der Sprache vorbereiten. Mit Mikrofon und Kopfhörer wird zunächst das Summen, dann das Nachsingen von Vokalen geübt.

Die „sprachliche“ Phase gestaltet sich aus Stimm- und Sprachübungen, welche den persönlichen Schwierigkeiten angepaßt werden. Dafür existieren fertige Kassetten mit kurzen Texten, die sehr viele Zischlaute, welche besonders reich an Obertönen sind, enthalten. Auf jedem neuen Band sind immer mehr tiefe Frequenzen herausge-

filtert, so daß der oder die Übende dazu gezwungen werden soll, auf hohe Frequenzen zu achten.

## **2.6 Experimentelle Untersuchungen**

Dr. Klopfenstein, der Leiter der gynäkologischen Abteilung im Klinikum von Vesoul, untersuchte in zwei größeren Versuchen Tomatis' Geburtsvorbereitung. Während am ersten Versuch insgesamt nur fünfzig Frauen teilnahmen, vergrößerte er im zweiten Versuch die Stichprobe auf Hundertsiebzig. Er definierte drei Gruppen von Frauen:

1. Frauen, die sich gar nicht auf ihre Entbindung vorbereiteten,
2. Frauen, die sich mit ausschließlich traditionellen Methoden wie Atmen, Entspannung und Schwimmen auf ihre Entbindung vorbereiteten und
3. Frauen, die von Tomatis bereits gehört hatten, und denen vorgeschlagen wurde, die Tomatismethode anzuwenden.

Es wurden Wehendauer, Art der Entbindung und Zustand des Damms protokolliert. Nach Angaben des Autors stand das Personal, das auch die Datensammlungen und Untersuchungen für diese Studie durchführte, der Tomatismethode skeptisch gegenüber. Jedoch hatten jene Frauen, die mit der Tomatismethode gebären, bereits von ihr gehört, was auf eine positive Einstellung der Frauen ihr gegenüber hindeuten könnte, weshalb es nicht auszuschließen ist, daß positive Ergebnisse auf eine positive Erwartungshaltung, also auf den Placeboeffekt, zurückführbar sind. Zumindest läßt sich der Placeboeffekt hier nicht völlig ausschließen.

Als Ergebnis verkürzte sich bei den Frauen, die unter Tomatis Elektronischem Ohr entbanden, die Wehendauer im ersten, wie auch im zweiten, größeren Versuch signifikant. Die Eröffnungsphase der Wehen, in der der Muttermund sich weitet, soll bei nicht vorbereiteten Frauen vier Stunden betragen haben, bei mit traditionellen Entspannungsmethoden vorbereiteten Frauen auf dreieinhalb Stunden, bei mit dem Elektronischen Ohr gebärenden Frauen, auf zweieinhalb Stunden verkürzt haben. Weiterhin hat sich die Zahl der Dammschnitte aufgrund des Elektronischen Ohres um zehn Prozent verringert.

Auch wenn Dr. Klopfenstein zugute gehalten werden muß, daß er sich im Gegensatz zu Tomatis für statistische Methoden nicht zu schade ist, wodurch seine Versuche ernster genommen werden können, bietet er uns leider dennoch nicht alle Ergebnisse, sondern nur ausgewählte an, so daß sich diese nicht komplett verfolgen lassen.

In seinem zweiten Versuch hat Dr. Klopfenstein etwa dieselben Ergebnisse erzielt. Jedoch arbeitete er dieses Mal mit Frauen, die noch nie etwas über die Tomatisemethode gehört hatten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es Tomatis leider verweigert, genaue Untersuchungen über die exakten Auswirkungen seiner Methode durchzuführen. Genaue Evaluierungen würden die Akzeptanz seiner Thesen und Ergebnisse entscheidend erhöhen.

Man muß Tomatis jedoch positiv anrechnen, daß er einer der Ersten war, der auf eine eventuell stattfindende Kommunikation zwischen Mutter und Foetus bzw. Embryo hinwies. Allem Anschein nach scheint sein Elektronisches Ohr eine hilfreiche Erfindung zu sein, zumal Fred Warnke und Uwe Minning ähnliche Geräte entwickelt haben, womit manche Logopäden und Ergotherapeuten erfolgreich Legasthenikern, Bettnässern und Stotterern helfen konnten (z.B. Praxis Minning in Lörrach).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Tomatis' Theorie in vielen Teilen fragwürdig, nicht überprüft oder in offenem Widerspruch zu den gegenwärtigen Erkenntnissen der Wissenschaft steht. Verblüffenderweise berichten Praktiker jedoch von überraschenden Erfolgen, die sie durch die Anwendung seiner Geräte und Methoden erzielt haben wollen. Eine umfangreiche Evaluation wäre wünschenswert.

### **3. Theorie und Anwendungsbereich des Lateraltrainers und des Ordnungsschwellenmeßgerätes**

Entwickelt wurde der Lateraltrainer von Fred Warnke und von Uwe Minning.

Eingesetzt wird er, zusammen mit dem Ordnungsschwellenmeßgerät, das wir im Rahmen dieser Untersuchung ebenfalls verwenden, sowie einem Hochtonfilter, hauptsächlich von LogopädInnen zur Therapie folgender Bereiche: Verminderte akustische Speicherfähigkeit, Dysgrammatismus, Sprachverständnisschwierigkeiten, Stottern, LRS, Konzentrationsstörungen in Zusammenhang mit unruhigem Verhalten und Geräuschüberempfindlichkeit. Der Lateraltrainer selbst ist laut Herstellerinformation einsetzbar zur Behandlung von Sprach-, Stimm- und Sprechstörungen, LRS, akustischen und/oder visuellen Verarbeitungsstörungen, motorischen Schwierigkeiten (Grob-, Fein- und Graphomotorik), Gleichgewichtsproblemen, Autismus, Lernstörungen und psychosomatischen Problemen (laut Katalog „Electronic Concept Minning“).

Bei sämtlichen Wahrnehmungsvorgängen wird eine schnelle Verbindung zwischen beiden Hemisphären benötigt. Aufgabe des Corpus callosum ist es, diese schnelle Verbindung zwischen den Hemisphären herzustellen. Wenn das Corpus callosum eines Kindes im Vergleich zu seiner Altersgruppe weniger weit entwickelt ist, kann dieses Kind Aufgaben, die eine schnelle interhemisphärische Verbindung erfordern, weniger schnell ausführen als seine Altersgenossen. Beispielsweise können Legastheniker überfordert sein beim Diktat das Gehörte mit Hand und Stift zu Papier zu bringen, weil das Corpus callosum für die beim Schreiben benötigte schnelle Umsetzung zu langsam arbeitet (Romann et al. 85/86 konnten diese Hypothese nicht empirisch bestätigen). Für eine verlässliche Aussage zur genannten Hypothese wären jedoch weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet unerlässlich.

Durch regelmäßiges Training mit dem Lateraltrainer soll eben diese interhemisphärische Geschwindigkeit (IHTT) erhöht und damit Entwicklungsdefizite des Corpus callosums ausgeglichen werden.

Das Lateralisierungstraining kann mit allen akustischen Quellen wie zum Beispiel CD's, Mikrophon usw. durchgeführt werden. Laut Warnke ist es, nach einer Anfangsphase, in der das Kind ausschließlich klassische Musik und Geschichten *hört*, ein Teil des Trainings, diese Geschichten sich selbst mit einem an den Lateraltrainer ange-

geschlossenen Mikrofon laut vorzulesen. Nach einiger Zeit wird der Lateraltrainer so eingestellt, daß das Kind entweder abwechselnd ein paar Sekunden sich und ein paar Sekunden den/die TherapeutIn hört, oder in einem Ohr sich und im anderen den/die TherapeutIn, wobei hier auch die Sprechstimme(n) von einem Ohr zum anderen wandern.

Eine solche Therapie dauert ca. acht bis zehn Wochen. In dieser Zeit sollte das Kind zwei bis drei Mal täglich zehn bis fünfzehn Minuten entweder Musik oder Geschichten hören bzw. nachsprechen. Zu Beginn und am Ende des Trainings steht jeweils ein dichotischer Hörtest. Ein Kind (oder Erwachsener) hört über einen Kopfhörer abwechselnd am rechten und linken Ohr gleichlautende sinnfreie Silben wie zum Beispiel: „Efi“, „Ewi“. Das Kind soll angeben, was und wo es die Silben gehört hat. Nach der Therapiephase kann auf diesem Wege festgestellt werden, ob und welche Veränderungen es gegeben hat.

In unserer Untersuchung wird der Lateraltrainer jedoch nicht zum Training eingesetzt, sondern lediglich dazu benutzt, Musik von einem Ohr zum anderen wandern zu lassen, was die Versuchspersonen nachvollziehen sollen.

Ein weiterer Baustein dieser Therapie ist die Hochtonfilterung. Gemäß Tomatis sollen dem Gehör fehlende Frequenzen „angeboten“ werden. Mittels eines Hochtonfiltergerätes, welches mit einem Lateraltrainer gekoppelt werden kann, ist es möglich, Musik und auch Geschichten hochtongefiltert zu hören, was zur Klangtherapie und zur Stimulation der Nerven Facialis und Trigemini, die durch das Mittelohr laufen, eingesetzt werden kann.

Abschließend muß zu den drei Geräten Hochtonfilter, Lateraltrainer und Ordnungsschwellenmeßgerät noch einiges kritisch angemerkt werden. Die bezüglich der Geräte angegebenen Anwendungsbereiche sind mit großer Vorsicht zu betrachten. Außer dem Ordnungsschwellenmeßgerät, das vorwiegend zu Meßzwecken eingesetzt wird (es gibt diesbezüglich auch ein Trainingsgerät) sind zu den genannten Anwendungsgebieten die Geräte betreffend praktisch keinerlei Untersuchungen und nur eine recht dürftige theoretische Basis vorhanden. Gerade aus dem Berufsstand der LogopädInnen, die mit diesen Geräten arbeiten, liegen weder theoretisch fundierte Grundlagen zu Einzelbereichen, sondern oft lediglich nur unbelegte Behauptungen der angenommenen Wirksamkeit vor, noch gibt es gut dokumentierte Einzelfalldarstellungen (mit Ausnahme von Kegel & Tramitz 91).

Zur Ordnungsschwelle dagegen gibt es wenigstens einige wenige wissenschaftliche Untersuchungen. So hat z.B. Prof. Dr. Steinbüchel mit erwachsenen Aphasikern ein Ordnungsschwellentraining durchgeführt. Sie konnten den vor dem Training wesentlich erhöhten Wert weitestgehend dem einer gesunden Kontrollgruppe angleichen (er lag am Ende bei 37 msec., also durchaus innerhalb der für Erwachsene geltenden Norm von 30-40 msec.). Durch die erzielten Verbesserungen des Ordnungsschwellenwertes wurde zugleich auch das Sprachverständnis in nahezu gleichem Maße verbessert (Steinbüchel et al. 91 - zitiert nach Warnke 95).

Dr. Veit konnte in einer Longitudinalstudie mit sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kindern belegen, daß zum einen die Ordnungsschwellenwerte bei Kindern mit zunehmendem Alter generell abnehmen, zum anderen jedoch die Ordnungsschwelle der sprachauffälligen Kinder stets über dem der sprachunauffälligen lag, im Durchschnitt der Endwerte sogar um fast das Doppelte (Veit 92 - zitiert nach Warnke 95).

Die Wissenschaft beginnt sich also allmählich mit den oben genannten Bereichen zu beschäftigen und es ist im Interesse der Betroffenen nur zu wünschen, daß bald brauchbare Untersuchungen zu den verschiedenen Behandlungsbereichen vorliegen.

## 4. Conclusio

Wir haben nun Mosaiksteine aus den verschiedensten Bereichen der Lateralitätsforschung und der Musikwahrnehmung dargestellt. In diesem letzten Kapitel des ersten Teiles fügen wir diese „Steine“ bestmöglich zusammen, um daraufhin zu unserer eigenen Untersuchung hinzuführen.

Bis jetzt wurden die wissenschaftlichen Ergebnisse bezüglich Musikwahrnehmung, die Postulate von Tomatis, sowie die Annahmen der Logopädie dargestellt, doch was haben diese verschiedenen Theorien bzw. Postulate mit unserer Untersuchung zu tun ?

In logopädischen Kreisen und in einigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen (z.B. Warnke 95) wird die Vermutung aufgestellt bzw. anhand von Untersuchungen gezeigt, daß Kinder mit LRS/Legasthenie eine höhere Ordnungsschwelle und/oder ein in geringerem Maße myelinisiertes Corpus callosum besitzen als Kinder ohne gravierende Schulprobleme.

LogopädInnen versuchen solche Schul- und andere Defizite mittels eines Trainings, das die interhemisphärischen Verbindungen stärken soll, auszugleichen. Sie benutzen dabei sowohl Über-Kreuz-Körperübungen als auch die von uns eingesetzten Geräte Lateraltrainer und Ordnungsschwellenmeßgerät als Trainingsgeräte, wobei sie genau genommen die Grundideen des französischen Arztes Dr. Tomatis eklektizistisch umgesetzt haben, weshalb es uns wichtig erschien, diese und andere Grundannahmen hier kurz zu erläutern. Dieses Training ist jedoch bisher nicht nach wissenschaftlichen Kriterien evaluiert worden, auch wenn von Praktikern häufig Erfolge nach einem solchen Training vermeldet wurden (Tomatis 88/ Warnke 95).

Die akademische Wissenschaft ihrerseits hat nun viele Ergebnisse bezüglich der verschiedensten mit Musikwahrnehmung zusammenhängenden Parameter veröffentlicht. So wurden unter anderem Unterschiede in der Gehirnorganisation von Profimusikern einerseits und musikalischen Laien andererseits festgestellt. Aus unserer Sicht sind diese Untersuchungen leider meist nur an erwachsenen Versuchspersonen vorgenommen worden, Kinder wurden nur in geringem Maße getestet und wenn, dann selten über mehrere Altersstufen hinweg. Wir sehen darin einen Bezugsverlust zur Praxis, da Ergebnisse häufig zu wenig differenziert wurden (z.B. IHTT von 11

msec. *bei Kindern* - Brizzalora 94) und mit derartig pauschalen Daten wissenschaftlich gesehen nichts anzufangen ist.

Wir haben nun einige Annahmen aus der Logopädie auf die musikalische Früherziehung übertragen und mit wissenschaftlichen Methoden untersucht. Ein Anstoß dazu war die bereits in der Einleitung beschriebene Beobachtung, daß die Kinder in der musikalischen Früherziehung immer „schwieriger“ werden und die schlechtesten unter ihnen in der Schule häufig gravierende Probleme bekommen.

Uns interessierte hierbei der Zusammenhang von Lateralität und musikalischen Parametern, die nach Meinung vieler Praktiker eng mit Schulschwierigkeiten zusammenhängen könnten. So haben z.B. LRS-Schüler nach Meinung einiger LogopäInnen (Minning in Lörrach u.a.) meist ein in seiner Entwicklung verzögertes Corpus callosum bzw. sind „ungünstig“ lateralisiert. Bei Kindern, die auch beim Spielen eines Instrumentes bezüglich Rhythmik und dem Treffen des richtigen Tones häufig Schwierigkeiten haben, könnten dieselben Ursachen zugrunde liegen.

Leider war es uns im Rahmen dieser Diplomarbeit aus Zeitgründen nicht möglich zu überprüfen, ob die Kinder mit Defiziten bei Melodie und/oder Rhythmus tatsächlich nach ihrer Einschulung auch zu den „Problemkindern“ in der Schule gehören. Aber eine Folgeuntersuchung könnte diese Frage mittels einer LehrerInnenbefragung sicherlich beantworten.

## II Methodenteil

### 5. Einordnung

Wie zuvor dargestellt, existieren zwar einige Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen Lateralität und Musikalität untersuchen. Es gibt auch einige Arbeiten, die sich mit der Ordnungsschwelle beschäftigen. Jedoch ist uns keine Veröffentlichung bekannt, welche die Ordnungsschwelle beispielsweise bei sozial auffälligen und unauffälligen Kindern, bei solchen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, die einen Grundschlag halten können usw., untersucht. Ebenso ist uns keine Veröffentlichung bekannt, die sich mit dem Lateraltrainer als solchem oder gar bei Kindern im Rahmen der musikalischen Früherziehung beschäftigt, weswegen dieser Studie eine Art „Pioniercharakter“ zukommt.

Nach Bortz ist unsere Arbeit nicht als reine „beschreibende Untersuchung“ zu definieren, da es nicht ausschließlich um Hypothesenerkundung geht. Vielmehr sollen Hypothesen, die sich sowohl aus bisherigen Veröffentlichungen, als auch aus eigenen Überlegungen ergeben, anhand einer Stichprobe überprüft werden.

Wir bezeichnen unsere Arbeit eher als „populationsbeschreibende Untersuchung“, werden doch Hypothesen anhand einer kleinen Stichprobe überprüft. In einer „reinen“ populationsbeschreibenden Untersuchung hätte man am Ende auf eine Population generalisierbare Aussagen, was in unserer Arbeit nicht gegeben ist, da die Stichprobe für diesen Zweck zu klein ist. Wegen des hohen forschungstechnischen Aufwandes erkunden wir unsere Hypothesen zuerst an einer kleineren Stichprobe. Je nach Ergebnislage können die Hypothesen mehr oder weniger modifiziert dann in einer weiteren Studie bei einer größeren Anzahl von Versuchspersonen überprüft werden. Einen Anteil aus beschreibenden Untersuchungen hat unsere Arbeit jedoch auch, weswegen wir die beiden Untersuchungsarten als zwei Pole eines Kontinuums bezeichnen würden. In diesem Kontinuum siedeln wir unsere Studie nicht in der Mitte, sondern etwas näher am Pol „populationsbeschreibende Untersuchung“ an (Bortz 84).

Die Gruppenzuweisung geschieht nicht zufällig, sondern ergibt sich aufgrund bestimmter Voraussetzungen seitens der Versuchspersonen (etwa, ob sie beim Singen den Ton treffen oder nicht). Da die Untersuchungen im Labor stattfanden, ist diese

Arbeit unter dem Begriff „quasiexperimentelle Laboruntersuchung“ anzuordnen (Bortz 84).

## **6. Untersuchungsteilnehmer**

Aus zwei Gruppen von fünf- bis sechsjährigen Kindern, die sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im zweiten Jahr der musikalischen Früherziehung bei einer Musikpädagogin an der Clara-Schumann-Musikschule Baden-Baden bzw. in Sinzheim, der Außenstelle der Musikschule Baden-Baden, befanden, nehmen diejenigen Kinder teil, deren Eltern ihre schriftliche Einwilligung für diese Untersuchung gegeben haben. Die Eltern entstammen, soweit dies von uns zu beurteilen ist, zum überwiegenden Teil aus der Mittelschicht.

## **7. Untersuchungsmaterial**

Das Untersuchungsmaterial besteht aus zwei Fragebögen (ein Eltern- und ein LehrerInnenfragebogen), die vor der Hauptuntersuchung ausgehändigt wurden, um mehr Informationen zu erhalten, ein Vorgehen, das bei quasiexperimentellen Laboruntersuchungen nicht ungewöhnlich ist. Außerdem verwenden wir ein offenes, halbstrukturiertes Interview. Sowohl die beiden Fragebögen, als auch der Interviewleitfaden wurden von den ProjektmitarbeiterInnen in Eigenarbeit erstellt. Auf Techniken der Itemkonstruktion, Itemkontrolle und -auswahl wurde zum Teil verzichtet, da in dieser Untersuchung, wie oben dargestellt, noch keine generalisierenden Aussagen gewonnen werden können, weil unsere Arbeit die erste ihrer Art in diesem Forschungsbereich ist.

Es ist uns hierbei wichtig, gerade in einem Themengebiet, in dem wenige Ergebnisse vorliegen, einen Pool von Daten zu erheben, die eventuell mit unserer Fragestellung zu tun haben könnten.

### **7.1 Der Elternfragebogen**

Im Elternfragebogen werden folgende Themen behandelt: Probleme und Schwierigkeiten während Schwangerschaft und Säuglingsalter, gesundheitlicher Zustand des Kindes, (Körper)-Wahrnehmung/Orientierung, Sprache/Gehör, Bewegungsentwicklung, Persönlichkeitsmerkmale und Fragen, die in Zusammenhang mit der Musikschule stehen. Zu jedem dieser Bereiche werden verschiedene Items dargeboten. Der Elternfragebogen dient primär dazu, herauszufinden, ob in der Ontogenese einzelner Versuchspersonen Schwierigkeiten auftraten, die einen Teil der Varianz aufklären könnten.

Die Fragebögen wurden von mehreren Personen der Universität und dem Leiter der Musikschule Baden-Baden, Herrn Siegwarth, entwickelt. Einige Items sind zur Überprüfung der Hypothesen selbst von geringerem Interesse. So gehen wir z.B. einem Erfahrungswert von Heilpraktikern nach, demzufolge Gehirnzellen auf Neugeborenenengelbsucht empfindlich reagieren, woraus eventuell Wahrnehmungsstörun-

gen resultieren könnten (Man kann quasi als ersten Schritt überprüfen, ob zum Beispiel Pilzinfektionen und Wahrnehmungsstörungen gehäuft zusammen auftreten).

Im folgenden möchten wir einzelne Items genauer erläutern.

Das dritte Item („Hatte Ihr Kind als Säugling Saug- und/oder Schluckbeschwerden (Trinkschwierigkeiten)?“) und Item acht (Kann Ihr Kind Tabletten oder Dragees problemlos hinunterschlucken?), sowie der Abschnitt „Bewegungsentwicklung“ sollen Hinweise auf die frühe gesamtmotorische Entwicklung geben. Wenn bei einem Kind diese gesamtmotorische Entwicklung verzögert verlief, lassen sich Schwierigkeiten einen Rhythmus zu halten oder die richtige Tonhöhe beim Singen zu treffen eventuell darauf zurückführen. Eventuelle Probleme bezüglich des Gleichgewichtsgefühls und Fahrradfahren lernens (Item 11/ 12) haben ebenfalls mit der motorischen Entwicklung zu tun, weshalb dies in den Fragebogen aufgenommen wurden.

Ziel des Itemabschnitts „gesundheitlicher Zustand“ ist es, herauszufinden, ob und welche gesundheitlichen Probleme vorlagen und -liegen, die sich ungünstig auf die Untersuchung auswirken könnten. So kann die Hörfähigkeit als Folge von ein- bzw. mehrmaliger Mittelohrentzündung herabgesetzt sein.

Praktiker aus der Musikschule Baden-Baden vermuten ebenso einen Zusammenhang zwischen Verdauungserkrankungen und der Hörfähigkeit. Dies würde bedeuten, daß Kinder mit Wahrnehmungs- und Lernstörungen auch oft an Pilzkrankungen leiden.

Nach Rosenkötter ist es ein Erfahrungswert, daß der Lateraltrainer bei Kindern, die in ihrem Leben schon einmal epileptische Anfälle hatten, in einzelnen Fällen solche Anfälle erneut hervorrufen kann (Rosenkötter 95). Deshalb fragt das vorletzte Item des Abschnitts „gesundheitlicher Zustand“, ob das Kind in seinem Leben schon einmal epileptische Anfälle hatte; dies war zugleich auch ein Ausschlußkriterium, weil die körperliche und seelische Unbeschadetheit der Kinder natürlich an erster Stelle steht.

Der Abschnitt „(Körper-)Wahrnehmung/Orientierung“ möchte erfahren, wie rechts- oder linkshändig das Kind aus Sicht der Eltern ist. In Item neun wurde deshalb erfragt, welche Hand das Kind beim Malen, Schreiben, beim Essen, dem Werkzeuggebrauch, beim Spielen und dem spontanen Greifen verwendet. Auch Auffälligkeiten bezüglich Sprechen(-lernen) und Hören können als Hinweise dafür dienen, daß ein Kind „anders“ lateralisiert ist, also etwa das Corpus callosum nicht altersgemäß ent-

wickelt sein wird und das Kind bei allen Aufgaben, die interhemisphärische Konnektion erfordern, Schwierigkeiten hat.

Es ist ein Erfahrungswert der PädagogInnen aus der Musikschule, daß Kinder, denen es Schwierigkeiten bereitet oben, unten, vorne, hinten, rechts und links (Item 10) zu benennen, ebenfalls Probleme haben, den richtigen Ton zu treffen bzw. den Rhythmus zu halten, wenn sie ein Instrument spielen.

Im Abschnitt „Sprache/Gehör“ geht es im dreizehnten Item um Auffälligkeiten beim Sprechenlernen. Anscheinend sind viele extrem geräusch- und lärmempfindliche Kinder oft sensibel und hyperaktiv (zum Beispiel in Warnke 1995). In Item Neunzehn wird deshalb erfragt, ob das Kind schon beim geringsten Geräusch mit einem Übermaß an Bewegung (Aufspringen) reagiert, da dies ein typisches Kennzeichen von „Hyperaktiven“ ist. Solche Kinder *hören* zwar gut, hören aber oftmals nicht gut *zu* im Sinne gerichteter Aufmerksamkeit. Deswegen kann mit Hilfe dieser Items nachgeprüft werden, ob zum Beispiel alle oder einige der Kinder, die mit Tonhöhe oder Rhythmus Schwierigkeiten haben, auch geräusch- und lärmempfindlich sind. Einem solchen Ergebnis könnte dann in gesonderten Untersuchungen (eventuell in einer anschließenden Dissertation) nachgegangen werden.

Der Abschnitt „Persönlichkeitsmerkmale“ dient vor allem der Hypothesengenerierung.

„Fragen in Zusammenhang mit der Musikschule“, etwa, ob es große Schwierigkeiten gibt, das Kind jede Woche in die Musikschule zu bringen, sollen Hinweise auf die Motivation des Kindes geben. Wenn ein Kind nicht gerne in die Musikschule geht, hat es auch entsprechend wenig Motivation, sich zu bemühen, auf die richtige Tonhöhe beim Singen zu achten oder beim gemeinsamen Musizieren einen Rhythmus mit einem Schlaginstrument zu halten. Schlechte Testwerte wären in diesem Fall auf mangelnde Motivation zurückzuführen. In letzter Zeit machte der Leiter der Musikschule, Herr Siegwarth, vermehrt die Erfahrung, daß es einigen Eltern vorrangig darum geht, ihre Kinder zum einen „gut aufgehoben“ zu wissen, zum anderen „kann eine gewisse musikalische Grundausbildung schließlich auch nicht schaden“. Aus Gründen der sozialen Erwünschtheit - es ist zu vermuten, daß manche Eltern nicht zugeben, wenn ihr Kind nicht freiwillig in die Musikschule geht - wurde dieses Item auch den Kindern in mündlicher Form vorgelegt.

## 7.2 Der LehrerInnenfragebogen

Dieser Fragebogen enthält vor allem Items, welche ein genaueres Bild über das Verhalten der Kinder während der Musikstunde geben und somit Hinweiskarakter haben.

Er besteht erstens aus dem Themenbereich „Soziales Verhalten“ (gegenüber der Lehrkraft, anderen Kindern und fachspezifische Mitarbeit), zweitens „Hören, Sprechen, Singen, Gleichgewicht“, drittens „allgemeines Bewegungsverhalten“ (Sensorik), viertens „Spiele unter Anleitung“, fünftens „Spiele und Entspannung“ und sechstens „Sonstiges“ (besondere Fähigkeiten des Kindes).

Im Itemabschnitt „soziales Verhalten“ wird danach gefragt, wie sich das Kind in Konfliktsituationen verhält, ob es sich der Lehrkraft oder anderen Kindern gegenüber aggressiv benimmt und ob es mit anderen Kindern spricht.

Der Itemabschnitt „fachspezifische Mitarbeit“ behandelt die regelmäßige Teilnahme am Unterricht, sowie die Teilnahme bzw. Verweigerung verschiedener Übungen. Mit Hilfe dieser Items läßt sich herausfinden, ob die entsprechende Versuchsperson als „eher sozial auffällig“ zu bezeichnen ist.

Im nächsten Itemabschnitt, er ist mit „Hören, Sprechen, Singen, Gleichgewicht“ titulierte, wird erfragt, inwieweit das Kind gut hört, gut zuhört, deutlich spricht, grammatikalisch altersgemäß richtig spricht, die Lautstärke des Sprechens der Situation angepaßt ist, gerne singt, die richtige Tonhöhe beim Singen trifft und ob es ein gutes Gleichgewichtsgefühl hat.

„Musikalität“ haben wir in die für unsere Untersuchung wichtigen Bereiche „Rhythmus“ und „Tonhöhe/Melodie“ unterteilt. Mit Item fünfzehn („Trifft das Kind die richtige Tonhöhe beim Singen?“) erfassen wir auf einer Ordinalskala, ob ein Kind im Bereich „Tonhöhe/Melodie“ Schwierigkeiten hat oder nicht. Wir beschränken uns hier auf die oben genannten Parameter für unsere Einteilung von „Musikalität“. Sie erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zum Beispiel fehlt in unserer Einteilung, wenn man nach dem „Duden Fremdwörterbuch“ geht, der Bereich „musikalisches Empfinden“ (Duden Fremdwörterbuch, 90). Im Rahmen einer Diplomarbeit ist eine umfassende Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex „Musikalität“ nicht zu leisten.

Mit „Allgemeines Bewegungsverhalten (Sensomotorik)“ ist der nächste größere Itemkomplex überschrieben. Darin geht es um Koordinationsübungen bzw. ihre problemlose Durchführung, zum Beispiel, ob die Versuchsperson rückwärts gehen kann, sich berühren oder anfassen läßt und um eventuelle Auffälligkeiten in der Körperhaltung.

In „Spielen unter Anleitung“ wird gefragt, ob das Kind mit Instrumenten sachgerecht umgeht, ob es einen Grundschatz halten kann, es einen einfacheren kurzen Rhythmus mit Körperinstrumenten nachspielen kann und ob es sich bei einem Spiel nach Anleitung an die sozialen Regeln hält (z.B. Reihenfolge der Kinder).

Die beiden Items 22 und 23 erfassen den zweiten Bereich bezüglich „Musikalität“, nämlich den Bereich „Rhythmus“.

In „Kreatives Spiel und Entspannung“ und in „Sonstiges“ wird gefragt, ob das Kind gerne malt, von sich aus gern auf Instrumenten spielt, Auffälligkeiten zeigt, die noch nicht erwähnt sind, etwa auffällige Kiefer- und/oder Zahn- oder Augenfehlstellungen (Schielen) (vgl. Broich 92). Außerdem geht es in diesem Abschnitt um etwaige besondere Fähigkeiten, die das Kind nach Einschätzung der Lehrkraft hat.

Für die Untersuchung wichtig sind vor allem die Fragen fünfzehn (Trifft das Kind die richtige Tonhöhe beim Singen?), Frage 22 (Kann das Kind den Grundschatz halten?) und 23 (Kann es einen einfachen kurzen Rhythmus mit Körperinstrumenten nachspielen?), da diese entscheiden, ob ein Kind der Gruppe, die beim Singen keine Probleme hat, bzw. der, die beim Rhythmus halten keine Probleme hat oder den jeweils komplementären Gruppen zugeordnet wird. Die übrigen Items besitzen eher Hinweischarakter. Sie geben Auskunft, wie sich das Kind üblicherweise verhält, ob es in Konflikten gar handgreiflich gegen die Lehrkraft wird etc.. Wenn ein Kind zum Beispiel weder die richtige Tonhöhe beim Singen trifft, noch den Grundschatz halten kann, ist es für eine genauere Einschätzung dieser Tatsache wichtig, wie es sich sonst in der musikalischen Früherziehung benimmt. Zeigt es Interesse an Musik, singt und spielt es gerne mit Körperinstrumenten, was dafür sprechen würde, daß dieses Kind hypothesengemäß „ungünstig“ lateralisiert ist; oder fehlt das Kind häufig, singt und spielt es nicht gerne in der musikalischen Früherziehung. Dies könnte zwar auch auf „ungünstige“ Lateralisierung zurückzuführen sein, würde aber dann eher darauf hindeuten, daß es weder Interesse noch Begabung für Musik hat. In einer Folgeuntersuchung (Dissertation) könnte anhand dieser Daten weiter differenziert werden.

### 7.3 Das halbstrukturierte Interview

Das halbstrukturierte Interview besteht aus einem gedruckten Leitfaden mit vorformulierten Fragen und Aufgaben, die in möglichst entspannter Atmosphäre bearbeitet werden. Inhaltlich sind die Fragen mit denen in den beiden vorherigen Fragebögen nahezu identisch, nur wird hier die Sicht des Kindes befragt, um einen vollständige(re)n Eindruck bezüglich der Versuchspersonen zu bekommen. Hinzu kommen kleine Aufgaben, welche Aufschluß über den Stand der (fein-)motorischen Entwicklung geben.

Um die Händigkeit unserer Versuchspersonen zu bestimmen, dienen folgende Tests: Am Anfang des Interviews wird dem Kind ein Stuhl zugewiesen, auf dem ein Stofftier liegt, welches es weglegen soll. Aus derselben Überlegung heraus soll es später Besteck und Werkzeug in die Hand nehmen und demonstrieren, wie man ißt bzw. einen Nagel in die Wand schlägt. So gelingt es auf spielerische Art und Weise einen Eindruck spontan-, fein- und grobmotorischer Vorgänge zu bekommen.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, das Kind auf einem auf dem Boden liegenden Wollfaden als „SeiltänzerIn“ balancieren zu lassen. Denn Praktiker berichten aus ihrer Erfahrung, daß Kinder, die mit „groberer Feinmotorik“, wie zum Beispiel dem Balancehalten, Schwierigkeiten haben, natürlich auch mit der „feineren Feinmotorik“, die das Musizieren erfordert, nicht zurecht kommen .

Danach bekommt das Kind die Aufgabe, auf einem Bein zu stehen und womöglich dabei die Augen zu schließen (die visuelle Kontrolle der Motorik entfällt dann). Außerdem soll es mit einem Pedalogerät fahren. Das Pedalogerät besteht aus vier Rädern, welche mit zwei Brettern verbunden sind. Ein Kind stellt sich auf diese beiden Bretter und versucht sich durch vorsichtiges Bretter nach vorne drücken vorwärts zu bewegen, was ein feines Gleichgewichtsgefühl erfordert. Dieser Test wurde von uns vorgenommen, da laut Joseph Probleme in der rechten Hemisphäre Balanceschwierigkeiten nach sich ziehen können (Joseph 88).

Weiterhin werden die Versuchspersonen gebeten, den Zungenbrecher „Fischers Fritz fischt ...“ so gut wie möglich zu sprechen. Auch diese Aufgabe zeigt den sprach-

bzw. feinmotorischen Entwicklungsstand an. Auf dem Interview-Leitfaden-Bogen wird von uns die Güte der gelösten Aufgaben bzw. die Antworten notiert.

Ebenso fragen wir nach der Motivation (Eigen- oder Fremdmotivation) für den Besuch der Musikschule, sowie, was den Kindern am Unterricht besonders Spaß macht. Neben der Frage nach der Motivation, ein Instrument zu spielen und wenn ja, welches, beschließen die Fragen nach Beschäftigung mit Musik zu Hause, womit die musikalische Förderung durch die Eltern erfahren werden soll und dem Verhältnis des Kindes zur Lehrperson, den Leitfaden.

## 8. Untersuchungsgeräte

### 8.1 Das Ordnungsschwellenmeßgerät

Die Person, deren Ordnungsschwelle gemessen werden soll, hört über einen Kopfhörer zwei „Klick“-Laute, pro Ohr einen, mit einer Lautstärke von 80 dB. Wenn die Umstände es erfordern, kann die Lautstärke bis auf 100 dB erhöht werden. Der zeitliche Abstand der beiden „Klick“-Laute ist je nach zu Beginn eingestelltem Meßmodus variabel und sollte so gewählt werden, daß die Versuchsperson die erste Differenzierung ohne große Probleme durchführen kann. Folgende Meßmodi sind möglich:

1) *Maximale Testzeit*: Der Versuchsleiter legt vor dem Versuch eine maximale Testdauer, die zwischen 1 und 60 Minuten liegen kann, fest. Nach Ablauf dieser Zeit ist der Testdurchlauf automatisch beendet.

2) *Sukzessive Approximation*: Es wird mit einem hohen Anfangswert (512 msec. zwischen den beiden Klick-Lauten) begonnen, der mehrmals, in unserem Fall fünfmal, dargeboten wird. Hat die VPN 80% oder mehr richtige Reaktionen gezeigt, d.h. die Seite des ersten Klick-Lautes richtig erkannt, halbiert das Gerät den Reizabstand. Wird ein Wert erreicht, bei dem die VPN die geforderten 80% richtige Reaktionen nicht schafft, wird als nächster Wert das Mittel aus dem letzten bewältigten Reizabstand und dem gegenwärtigen nicht bewältigten Reizabstand gewählt. Mit diesem Verfahren nähert man sich recht schnell dem wahren Ordnungsschwellenwert einer Testperson an.

3) *Randomisierte Reihenfolge*: Bei diesem Meßmodus werden alle Zeitabstände zwischen den Reizen vor dem Test eingegeben. Das Gerät verteilt diese dann zufällig, so daß der Wert des jeweils folgenden Reizpaares von dem des vorherigen unabhängig ist.

4) *Schrittweises Vorgehen*: Das Gerät beginnt mit einem vorher festgelegten Wert (z.B. 100 msec.) und bietet diesen fünf- bzw. zehnmal hintereinander dar. Werden 80% oder mehr Reizpaare richtig eingeordnet, verringert es den Wert um 10 msec.; werden die geforderten 80% überschritten, erhöht es den Wert um 10 msec.

Aufgabe der Versuchsperson ist es also immer, zu entscheiden, auf welchem Ohr der *erste* Klick-Laut zu hören war. Über zwei an das Ordnungsschwellenmeßgerät ange-

geschlossene Knöpfe, einer rechts und einer links, teilt sie dem Gerät ihre Entscheidung mit, an welcher Seite der erste Klick gehört wurde.

Wir entschieden uns im Rahmen dieser Untersuchung für den Meßmodus der sukzessiven Approximation. Er bietet den Vorteil, recht schnell zu einem brauchbaren Ordnungsschwellenwert zu kommen. Dies ist angesichts der Tatsache, daß bei derartigen jungen VPn, wie in dieser Untersuchung, die Konzentrationsfähigkeit über einen längeren Zeitraum recht begrenzt ist, für ein valides Ergebnis eine wichtige Bedingung. Zum Zweiten wird mit einem hohen Ausgangswert begonnen, was gerade bei Kindern im Vorschulalter wichtig ist, da diese teilweise recht hohe Ordnungsschwellenwerte aufweisen, wobei es allerdings kaum Messungen in dieser Altersgruppe gibt. Natürlich ist es genauer, nach 80% richtigen Antworten die zeitliche Spanne um beispielsweise 10 ms herabzusetzen, jedoch dauert diese Herangehensweise recht lange und nach einer Weile sinkt die Leistungsfähigkeit rapide. Bei dieser Vorgehensweise würden wir anstatt der Ordnungsschwelle die Konzentrationsfähigkeit der Kinder messen.

Nach Beendigung der Messung zeigt das Gerät den Ordnungsschwellenwert, die Anzahl und Prozentzahl der richtigen Werte im rechten bzw. linken Ohr und die Gesamtquote der richtigen Entscheidungen an.

## **8.2 Der Lateraltrainer**

Der Lateraltrainer muß mit einem Verstärker und einem CD-Spieler oder Kassettendeck gekoppelt werden. Über Kopfhörer läßt sich sodann die eingelegte Musik ganz normal hören, jedoch „wandert“ diese Musik, d.h. die Musik wird nicht gleichmäßig in gleicher Lautstärke auf beide Ohren geleitet, sondern, je nach Einstellung, in unterschiedlicher Lautstärke.

Die Einstellskala „Lateral width“ ist in zwölf Einstellungsmöglichkeiten unterteilt. Der Wert „12“ - also die maximal mögliche laterale Weite - bedeutet, daß die gewählte Musik für den eingestellten Zeitraum (zwischen 0,5 und 10 Sekunden) lediglich auf *einem* Ohr zu hören ist. Nach dem eingestellten Zeitraum - bei uns betrug er vier Sekunden - „wandert“ die Musik innerhalb eines ebenfalls definierten Zeitraumes (Einstellungen zwischen 0,5 und 16 Sekunden sind möglich) vollständig zum

anderen Ohr hinüber, bis die Musik nur noch auf dem anderen Ohr zu hören ist. Sie verweilt dort für den festgelegten Zeitraum (ebenfalls zwischen 0,5 und 10 Sekunden), bis sich der ganze Vorgang erneut wiederholt.

Wählt man einen geringeren Einstellungswert auf der Skala „Lateral width“, z.B. „9“, so „wandert“ die Musik nicht vollständig zwischen den beiden Ohren hin und her, d.h. auf dem linken Ohr ist die Musik z.B. mit einer Lautstärke von 60 dB zu hören, auf dem rechten Ohr lediglich mit 20 dB. Dies gilt selbstverständlich ebenfalls nur für den vorher eingegebenen Zeitraum von bei uns vier Sekunden, dann wandert die Musik dergestalt, daß nach der definierten Wandergeschwindigkeit die 60 dB laute Musik auf dem rechten Ohr, die 20 dB laute Musik auf dem linken Ohr zu hören ist.

Je nach eingestelltem Skalenwert unterscheidet sich die Lautstärke zwischen den Ohren bis zur geringsten Lautstärkendifferenz von 6 dB bei Skalenwert „1“, wobei es bei abnehmender Lautstärkendifferenz zwischen den beiden Ohren zunehmend schwerer wird, die Wanderbewegung der Musik zu verfolgen.

Warum wählten wir nun gerade vier Sekunden als Wandergeschwindigkeit und Verweildauer der Musik ?

Wie im Theorieteil dargestellt dauert die Zeiteinheit, welche wir „Jetzt“ nennen, nach Pöppel drei Sekunden (Pöppel 85). Wenn die Verweildauer des Lateraltrainers auf drei oder ein Vielfaches von drei eingestellt ist, steigt damit unserer Meinung nach die Wahrscheinlichkeit, daß ein Kind, welches faktisch *kein* Wandern der Musik mehr wahrnimmt, innerhalb seines „Jetzt-Fensters“ zufällig eine Veränderung wahrzunehmen meint bzw. der Einteilung seiner Realität gemäß uns in drei Sekunden-Abständen eine Veränderung anzeigt. Deshalb stellten wir die Verweildauer des Lateraltrainers auf die erwähnten vier Sekunden ein, also *kein* Vielfaches von drei.

Die Wandergeschwindigkeit wurde von uns ebenfalls auf vier Sekunden eingestellt, da wir zum einen einen Wert wählen mußten, der für Kinder nicht zu lange ist (Konzentrationsprobleme, siehe auch Ordnungsschwellenmeßgerät), aber zum anderen auch einen ausreichend langen Zeitraum brauchten, damit die Wanderbewegung als solche registriert werden konnte.

Nach einigen Selbstversuchen und dem Probedurchgang entschieden wir uns für die hier genannten Skaleneinstellungen.

Auf dem Lateraltrainer befinden sich neben den erwähnten Einstellungsskalen außerdem Leuchtdioden, die den tatsächlichen momentanen Stand der Musik anzeigen, so daß wir auch ohne Kopfhöreranschlüsse jederzeit verfolgen konnten, auf welchem Ohr der VPN sich die Musik gerade schwerpunktmäßig befand bzw. ob und in welcher Richtung eine Wanderbewegung stattfand.

Da die übrigen Funktionen des Lateraltrainers in diesem Versuch nicht benötigt wurden, soll auch auf ihre Darstellung an dieser Stelle verzichtet werden. Es sei jedoch auf den Anhang verwiesen.

## 9. Untersuchungsaufbau

Im Vorfeld der Untersuchung wurden den Eltern die Elternfragebögen und der Musiklehrerin die LehrerInnenfragebögen ausgeteilt.

Die Untersuchung selbst ist in zwei Untersuchungsabschnitte aufgeteilt, die an unterschiedlichen Tagen durchgeführt werden:

Im Untersuchungsabschnitt 1 wird auf dem oben beschriebenen Weg die Ordnungsschwelle gemessen, wobei sich die Kinder sehr konzentrieren müssen. Instruiert werden sie folgendermaßen: „Du wirst jetzt gleich, wenn Du den Kopfhörer aufsetzt, zwei „Klicks“ hören, auf jedem Ohr einen. Deine Aufgabe ist es nun, immer genau zu erkennen, auf welchem Ohr der erste „Klick“ war“. An dieser Stelle wird ein kurzer Probendurchlauf durchgeführt. Danach geht es weiter: „Am Anfang ist das, wie Du ja gerade gemerkt hast, sehr einfach, aber es wird mit der Zeit immer schwieriger werden, zu entscheiden, auf welchem Ohr Du den ersten „Klick“ hörst. Laß dich also nicht entmutigen, am Schluß können es selbst wir nicht mehr genau unterscheiden“. Für diesen Versuch wird die Grundeinstellung des Ordnungsschwellenmeßgeräts etwas modifiziert. Normalerweise schaltet es erst auf die nächste Stufe, wenn 80% von zehn „Klicks“ richtig zugeordnet werden. Weil nach Kegel und Tramitz unauffällige Kinder sechs Jahre alt sein sollten, damit sie keine Konzentrationsprobleme bei der Ordnungsschwellenmessung bekommen (Kegel G., Tramitz C., 91), wurde die Zahl der Reize von zehn auf fünf reduziert, so daß vier richtig zugeordnete von fünf „Klicks“ genügen (80%), damit das Ordnungsschwellenmeßgerät auf die nächste Stufe umschaltet.

Hinterher wird das halbstrukturierte offene Interview durchgeführt, was für die Kinder nicht anstrengend sein dürfte.

Im Untersuchungsabschnitt 2 wird ausschließlich mit dem Lateraltrainer gearbeitet.

Ein Kind hört über einen Kopfhörer Mozart. Mozart haben wir aus zwei Gründen gewählt. Ersten empfiehlt ihn Tomatis wegen der vielen Hochtöne, die in Mozart-Streichermusik enthalten sind und welche die von ihm postulierte belebende Wirkung ausüben; zweitens hat Pöppel bezüglich Mozart-Musik herausgefunden, daß sie wie auch unsere menschliche Wahrnehmung, die das „Jetzt“ drei Sekunden lang dauern läßt (wie im Theorieteil erwähnt wurde), ebenso solche drei Sekunden lang dauernden „Jetzt-Fenster“ bzw. Motive enthält (Pöppel 95). Im Übrigen können Kinder

nach Erfahrung der Musikpädagogen zu Mozart leichter Zugang finden, als zum Beispiel zu Ligeti, was wiederum Auswirkungen auf die Motivation der Kinder hat, die sich bei Musik, zu der sie leichter Zugang finden, mehr bemühen. Zudem haben zum Beispiel Klavierkonzerte von Rachmaninoff oder viele Werke moderner Komponisten extreme Dynamikunterschiede. Wenn ein Kind gerade zufällig mit dem Lateraltrainer eine leise Passage hört, kann es passieren, daß es die Musik, weil sie an dieser Stelle so leise ist, deswegen falsch oder verzögert dem Ohr, an dem sie sich gerade befindet, zuordnet. In diesem Fall wäre die Validität dieser Untersuchung durch diesen Umstand gefährdet. Die von uns verwendete Mozart-Musik hingegen hat eine recht gleichmäßige Dynamik, wodurch die eben genannte Validitätsgefährdung bei Verwendung dieser Musik nicht gegeben ist.

Der Lateraltrainer ist anfangs auf die leichteste Stufe (12) eingestellt. Das Kind soll nach einem kleinen Probedurchlauf erklären, was es gehört hat. Nachdem es herausgefunden hat, daß die Musik wandert, wird es instruiert, mit seinen Händen so genau wie möglich anzuzeigen, wo die Musik sich gerade befindet. Gleichzeitig wird ihm gesagt, daß das Wandern der Musik zuerst leicht zu hören ist, es jedoch immer schwieriger wird, bis selbst Herr Siegwarth (der Leiter der Musikschule, der uns diese Aussage genehmigt hatte) dies nicht mehr hören kann.

Wir haben auf kariertem Papier mit Zirkel und Lineal den genauen Verlauf der Musik aufgezeichnet (siehe Anhang). Während des Versuches zeichnen wir beide mit einem jeweils andersfarbigen Stift den Verlauf der Musik, so wie das Kind ihn hört, auf. Der Auswertungsbogen ist mit einem Maßstab ein Zentimeter gleich einer Sekunde gezeichnet.

In unserem Blickfeld, aber außerhalb des Blickfeldes der Kinder, werden außerdem eine Uhr mit Sekundenanzeiger plaziert und die Anzeigedioden des Lateraltrainers, welche den tatsächlichen Stand der Musik anzeigen, um den Unterschied zwischen dem tatsächlichen Stand der Musik und den vom Kind wahrgenommenen Stand der Musik möglichst genau zu erkennen und zu Papier bringen zu können.

Nachdem die Musik fünfmal von einem Ohr zum anderen und wieder zurückgewandert ist, wird kurz gestoppt, der Lateraltrainer auf die nächst schwierigere Stufe gestellt, in der etwas mehr von der Musik „nicht mitwandert“ und es somit für das Kind etwas schwieriger wird zu hören, wo „sich die Musik gerade befindet“. Dann

lassen wir die Musik nach jener kurzen Unterbrechung auch auf dieser Stufe fünfmal von einem Ohr zum anderen und wieder zurückwandern.

Bei allen Kindern wird dieser Vorgang von Stufe zwölf (leichteste Stufe) bis Stufe sieben durchgeführt.

Dieser Versuchsaufbau stellt gerade an die Versuchsleiter höchste Anforderungen. Sie müssen zum einen auf die Musik achten, d.h. wo sich diese gerade befindet, was mit einem Blick auf die Leuchtdioden des Lateraltrainers geschieht; dann auf das Kind, das anzeigt, wo sich die Musik seiner Meinung nach gerade befindet und müssen dies gleichzeitig mit einem Stift auf einem Auswertungsbogen aufzeichnen. Um diesen zugegebenermaßen schwierigen Vorgang dennoch möglichst fehlerfrei zu gestalten, haben wir uns in vielen Selbstversuchen gegenseitig solange trainiert, bis sich bei uns beiden eine gewisse Routine einstellte, bzw. bis wir uns an diesen komplexen Vorgang gewöhnt hatten. Desweiteren zeichnen wir immer beide zugleich und jeder für sich die Angaben des Kindes, wo die Musik sich seiner Meinung nach gerade befindet, mit.

Für die statistische Auswertung berechnen wir aus unseren beiden Musikverlaufskurven an jeder abweichenden Stelle die Durchschnittswerte, wodurch das Risiko, Fehler bei der Aufzeichnung zu begehen, noch weiter verringert sein dürfte. Dennoch läßt sich trotz des intensiven Trainings an diesem Punkt eine gewisse Schwachstelle des Untersuchungsdesigns ausmachen.

Bei beiden Geräten induzieren wir durch die Aufgabenstellung ein eher analytisches Vorgehen, was nach Peretz & Morais bei Erwachsenen meist zu einer REA der Versuchspersonen führt (Peretz & Morais 88). Kinder hingegen zeigen eher LEA bzw. verwenden globale Strategien, wenn es um Musikverarbeitung geht (Dowling 82/ Peretz und Morais 88). Deshalb ist es unserer Meinung nach offen, wie das Ergebnis unserer Versuche aussehen wird, da wir Kindern, die ja eher globale Strategien verwenden, ein analytisches Vorgehen induzieren.

## 10. Untersuchungsdurchführung

Einige Monate vor der Untersuchung wurden alle Eltern aus den jeweiligen Musikschulgruppen schriftlich zu einem Informationselternabend eingeladen, an dem jedoch nur eine Mutter teilnahm, da an diesem Abend die Straßen plötzlich und unerwartet verschneit und glatt waren.

Die Konzeption des Elternabends sah vor, daß die Betreuerin dieser Diplomarbeit, Frau Prof. Dr. Pritzel, einen in einfachen und verständlichen Worten gehaltenen Vortrag über den theoretischen wissenschaftlichen Hintergrund dieser Untersuchung hält. Herr Siegwarth, der Leiter der Musikschule, ergänzte diesen Vortrag mit Beispielen aus seiner täglichen praktischen Erfahrung. Wir, die beiden Diplomanden, stellten kurz uns, unseren Werdegang, und die Motive für diese Untersuchung dar.

Bereits im Vorfeld der Untersuchung nahmen wir drei Monate lang am Unterricht der drei Musikschulgruppen teil. Von der Musikpädagogin wurden wir mit den Worten eingeführt, wir nähmen von jetzt an am Unterricht teil und würden mit einigen der Kinder in absehbarer Zeit verschiedene Spiele durchführen.

Anfangs verhielten sich die Kinder in den beiden Vormittagsgruppen erwartungsgemäß abwartend. Wir nahmen in dieser ersten Phase als teilnehmende Beobachter aktiv an allen Spielen und Übungen teil, wodurch sich die Distanz zwischen uns und den Kindern rasch verringerte. In der Nachmittagsgruppe war diese anfängliche Scheu nicht zu verspüren, die Kinder verhielten sich von Anfang an offen und unkompliziert.

Die erste Vormittagsgruppe bestand aus fünf Kindern und war vergleichsweise leistungsstark. Vor allem hatten sie keine Probleme, beim Singen die Töne richtig zu treffen. Die Kinder machten diszipliniert und motiviert mit, nur selten war die Musikpädagogin gezwungen, Ordnungsmaßnahmen zu ergreifen (ein Kind wird für eine begrenzte Zeit von den Aktivitäten der Gruppe ausgeschlossen). Vier der fünf Kinder hatten allerdings Probleme im rhythmischen Bereich; so gelang es den meisten nur selten, einen Grundschatz zu halten. Auch beim rhythmischen Zusammenspiel gab es große Schwierigkeiten.

Die zweite Vormittagsgruppe bestand aus acht Kindern und war damit unsere größte Gruppe. In ihr gab es mehr „Problemkinder“ als in den beiden anderen Gruppen, dementsprechend viele Ordnungsmaßnahmen mußten von der Pädagogin durchge-

führt werden. Die musikalisch guten Kinder hatten es schwer, in dieser Gruppe zur Geltung zu kommen, obwohl sie zahlenmäßig in nicht geringerem Ausmaß vorhanden waren als in den Vergleichsgruppen. Sie hatten nicht nur ein gutes Rhythmusgefühl, sondern trafen auch beim Singen die Töne richtig. Die „Problemkinder“ sind nach unserer Meinung als verhaltensauffällig zu bezeichnen und befanden sich zu jenem Zeitpunkt teilweise in logopädischer bzw. ergotherapeutischer Behandlung. Sie wirkten oftmals unmotiviert; es ist jedoch schwer zu entscheiden, ob diese Motivationslosigkeit auf mangelnde Erfolge bei den verschiedenen musikalischen Übungen zurückzuführen ist oder umgekehrt. Dem größeren Teil von ihnen war es von Elternseite aus leider nicht gestattet, an unserer Untersuchung teilzunehmen.

In der Nachmittagsgruppe, die aus sechs Kindern bestand, ging es meist ziemlich lebhaft zu. Diese Lebhaftigkeit könnte man am ehesten mit dem Begriff „kreatives Chaos“ beschreiben, was so zu verstehen ist, daß die Kinder mit großem Eifer an allen Übungen teilnahmen. Sie trafen zwar beim Singen die Töne nicht immer richtig, konnten aber selbst schwierigere Rhythmen sogar in der Gruppe weitgehend fehlerfrei halten. Die Eltern waren unserer Untersuchung gegenüber zum überwiegenden Teil aufgeschlossen.

Insgesamt ergab sich in Bezug auf die Gesamtheit der Kinder ein recht heterogenes Bild. Gerade in dieser Konstellation verspricht eine Gegenüberstellung der musikalisch guten mit den weniger guten Kindern, sowie die Frage, ob Problemkinder und musikalisch weniger gute Kinder identisch sind oder nicht, sehr aufschlußreiche Ergebnisse.

Vorausgesetzt Lateraltrainer und Ordnungsschwellenmeßgerät haben die von LogopädInnen postulierte Wirkung, ergibt sich folgende Perspektive: Sollten Problemkinder und musikalisch weniger gute Kinder identisch sein, käme der musikalischen Früherziehung eine quasitherapeutische Präventivfunktion zu, wenn sie die musikalisch weniger guten Kinder mit Lateraltrainer und Ordnungsschwellenmeßgerät trainieren würde. Durch solche Maßnahmen könnte einigen Eltern und Kindern ein eventueller späterer Gang zu einer Erziehungsberatungsstelle erspart bleiben.

Die Kennenlernzeit von ca. drei Monaten wurde von uns absichtlich so lange veranschlagt. Bevor mit den Kindern die für sie schwierigen Untersuchungen durchgeführt wurden, sollte eine gute Beziehung zwischen uns und ihnen bestehen.

In dieser Zeit wurde auch mit den Eltern vor und nach dem Unterricht Kontakt aufgenommen, wir stellten uns vor, informierten über unser Untersuchungsvorhaben und versuchten, wegen der bis dahin geringen Resonanz, weitere Eltern für unser Untersuchungsvorhaben zu gewinnen, wobei wir leider von den Eltern oft Sätze wie „Mein Kind ist musikalisch, es braucht also nicht untersucht zu werden...!“ zu hören bekamen.

Ein korrektes Vorgehen wäre gewesen, bei jeder Versuchsperson einen Hörtest durchzuführen, um sicherzustellen, daß die Ergebnisse nicht von gravierenden Hörproblemen beeinflußt werden. Jedoch schien es uns nicht durchführbar, die Eltern zusätzlich zu bitten, mit ihrem Kind einen Hörtest beim Hals-Nasen-Ohrenarzt durchzuführen, da es sowieso sehr schwierig war, diese überhaupt zur Mitarbeit zu bewegen. Deswegen war zu befürchten, daß eine solche Bitte und der damit zusammenhängende Zeitaufwand weitere Eltern abgeschreckt hätte. Jedoch existiert im Lehrerfragebogen ein Item, das danach fragt, ob ein Kind gut hört (Item 9) und ob es gut zuhört (Item 10). Entsprechende Items befinden sich ebenso im Elternfragebogen (Item 15). Dennoch könnte genaugenommen ein Kind gravierende Hörprobleme haben, die theoretisch weder von Eltern, noch von der Musiklehrerin entdeckt worden sein könnten.

Unserer Ansicht nach ist die Wahrscheinlichkeit für diesen Fall sehr gering, dennoch stellt er eine mögliche Validitätsgefährdung dar.

Nach der Eingewöhnungszeit wurde allen Eltern, die bis dahin durch ihre Unterschrift der Teilnahme an dieser Untersuchung zugestimmt hatten, ein Elternfragebogen ausgeteilt, um unter anderem Kinder, die in ihrem Leben schon epileptische Anfälle hatten, von der Untersuchung auszuschließen.

Vor Beginn der beiden Untersuchungsabschnitte wurden alle Kinder in den Versuchsraum geführt. Noch einmal wurde ihnen erzählt, daß wir mit einigen von ihnen Spiele und Versuche durchführen würden, in denen es um Musik gehe. Die Kinder durften sich alle Geräte und sonstigen Gegenstände anschauen. Damit sollte ihnen die Angst vor der Untersuchung genommen werden. Einige Kinder fragten, warum nicht alle an der Untersuchung teilnehmen durften, und waren über die Antwort, daß ihre Eltern es ihnen nicht erlaubt hätten, traurig, weil alle gerne mitmachen wollten.

Daraufhin wurde in jeder Musikstunde nach dem Eingangslied ein Kind nach dem anderen aus dem Unterricht herausgeholt. Nach einer kurzen Plauderei, welche die

Kinder auflockern sollte, wurde mit dem jeweiligen Untersuchungsabschnitt begonnen.

Gegen Ende des Untersuchungszeitraumes wurde es immer schwieriger, die Untersuchung zu beenden, da immer mehr Kinder, wahrscheinlich aufgrund der sommerlichen Witterung, unangemeldet nicht am Unterricht teilnahmen. Es fehlten meistens genau diejenigen Kinder, die wir noch für den Abschluß unserer Untersuchung gebraucht hätten, weswegen die Musikpädagogin schließlich jeweils am Abend vor dem Unterricht bei den betreffenden Eltern anrief, um zu fragen, ob das Kind am nächsten Tag auch in den Unterricht komme. Dadurch ersparte sie uns einige unnötige Fahrten nach Baden-Baden, indem sie uns informierte, wenn die betreffenden Kinder nach Aussage ihrer Eltern nicht am Unterricht erscheinen würden. Dennoch waren wir einige Male umsonst unterwegs, weil ein Kind trotz Ankündigung nicht zum Unterricht erschien, was laut der Musikpädagogin Normalzustand ist.

Ein für uns überraschend geringer Teil der Eltern erlaubte ihren Kindern die Teilnahme an dieser Untersuchung. So waren es nach der schriftlichen Information und dem Elternabend fünf von fünfundzwanzig möglichen Kindern. Erst nachdem wir eine Zeitlang am Musikunterricht teilgenommen hatten, vor und nach den Stunden Kontakt mit den Eltern aufnahmen, konnte durch unsere intensiven Bemühungen die Anzahl der teilnehmenden Kinder auf zwölf erhöht werden. Dies stellt für eine wissenschaftliche Untersuchung ein eher niedriges Level dar; die Ergebnisse sind daher mit einiger Vorsicht zu interpretieren.

## 11. Validitätsgefährdungen

In dieser Untersuchung gibt es folgende mögliche Validitätsgefährdungen:

1. Gefährdung der statistischen Validität: Durch die zu kleine Stichprobe, gerade einmal zwölf Kinder nahmen an dieser Untersuchung teil, ist die statistische Aussagekraft eher gering und das Risiko, einen Fehler 2. Art zu begehen (Die Nullhypothese wird beibehalten, obwohl sie in Wirklichkeit falsch ist und die Alternativhypothese gilt) erhöht (Ausführungen hierzu siehe (Diehl J. & Arbinger R. 90).
2. Gefährdung der internen Validität durch das Untersuchungsdesign: Wie oben erläutert, werden wir in Untersuchungsabschnitt 2 stark gefordert. Wir müssen auf das jeweilige Kind achten, welches mit seinen Händen angibt, wo es gerade im Augenblick die Musik (lauter) hört. Gleichzeitig müssen wir auf den Lateralrainer schauen und registrieren, wo sich die Musik in Wirklichkeit befindet, um die Angaben des Kindes genau auf den Auswertungsbogen einzuzeichnen, auf dem der reale Verlauf der Musik eingezeichnet ist. Jedoch wurde dieser komplexe Vorgang durch intensives Training von uns eingeübt, wodurch wir diese Validitätsgefährdung erheblich vermindert haben dürften. Durch dieses intensive Training gibt es diesbezüglich auch keine Probleme mit der Generalisierbarkeit der Ergebnisse.
3. Die Gefährdung der Konstruktvalidität liegt in der Natur der Sache. Eine hundertprozentige theoretische Fundierung der hier verwendeten Annahmen ist nicht gegeben, was am aktuellen Forschungsstand liegt. Einerseits ist es im Bereich der Hirnphysiologie sehr schwierig genaue Ergebnisse zu bekommen, andererseits gibt es in diesem Bereich die allgemein bekannten methodischen Schwierigkeiten, weshalb dort mit vielen Hilfskonstruktionen und -annahmen gearbeitet wird.

## **12. Auswertung**

Für diese Untersuchung wurde je nach Gleichheit der Varianzen Student's t-Test oder der Welch-Test verwendet. Die Überprüfung der Gleichheit der Varianzen wurde mittels Levene's Test durchgeführt. In einigen wenigen Fällen wurde mit Kendall's Tau und mit Pearson's Korrelationskoeffizient gearbeitet. Es folgt eine kurze Beschreibung der jeweiligen verwendeten Verfahren:

### **12.1 Student's t-Test**

Student's t-Test dient zu der Überprüfung der Frage, ob sich die Mittelwerte von zwei unabhängigen normalverteilten Stichproben signifikant unterscheiden. Voraussetzung für die Verwendung dieses Verfahrens sind normalverteilte Werte in beiden Populationen, gleiche Populationsvarianzen (diese Voraussetzung wird jeweils mit Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen überprüft) und unabhängige Stichproben (Diehl und Arbinger 90).

### **12.2 Welch-Test**

Wie schon Student's t-Test dient auch der Welch-Test dem Zweck die Frage zu beantworten, ob sich die Mittelwerte von zwei unabhängigen Stichproben statistisch signifikant unterscheiden. Voraussetzungen für die Anwendung sind, wie auch bei Student's t-Test, normalverteilte Werte in beiden Populationen und unabhängige Stichproben. Im Gegensatz zu Student's t-Test setzt der Welch-Test gleiche Populationsvarianzen nicht voraus. Deshalb liefert er nach Diehl und Arbinger bei ungleichen Populationsvarianzen robustere Ergebnisse (Diehl und Arbinger 90). Box definiert Robustheit folgendermaßen: „...wenn Entscheidungen, die aufgrund des Tests getroffen werden, weitgehend davon unabhängig sind, ob die Voraussetzungen erfüllt sind, oder nicht“ (Box 1953 zitiert in Bortz 1989, S. 172).

### **12.3 Levene's Test**

Levene's Test überprüft, ob die Voraussetzung gleicher Varianzen verletzt ist oder nicht. Er entscheidet, ob Student's t-Test oder der Welch-Test für die Überprüfung der Frage herangezogen wird, ob sich die Mittelwerte von zwei unabhängigen Stichproben statistisch signifikant unterscheiden oder nicht (Handbuch zu dem Computerprogramm „SPSS für Windows“).

#### **12.4 Pearson-Produkt-Moment Korrelationskoeffizient**

Der Pearson-Produkt-Moment Korrelationskoeffizient gibt die Größe des linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen an. Jedoch hat die Größe dieses linearen Zusammenhangs nichts mit einem möglichen kausalen Zusammenhang zu tun (Bortz 90).

#### **12.5 Kendall's Tau**

Dieser Korrelationskoeffizient dient der Korrelation von Ordinaldaten (Diehl 89).

### **13. Bemerkungen zur Auswertung**

In jedem neuen Forschungsgebiet werden zuerst Voruntersuchungen durchgeführt, aus denen sich oft Trends entnehmen lassen, die eine große zeit- und kostenintensive Untersuchung rechtfertigen können. Entsprechend wird diese Untersuchung keine allgemeingültigen Gesetzesaussagen bieten, sondern Ansatzpunkte für umfangreichere weitere Forschungen mit einer wesentlich größeren Versuchspersonenstichprobe liefern.

Für die Auswertung der Daten aus Untersuchungsabschnitt 2 werden pro Lateraltrainerstufe jeweils fünf Variablen pro Ohr in den Computer programmiert, da wir den Lateraltrainer pro Stufe fünfmal hin- und herwandern ließen. An jeder Stelle, an der die Musik „verweilt“, werden die Sekunden zusammengezählt, an denen die Musik nicht an dieser Stelle gehört wurde. Wenn zum Beispiel die Musik ans rechte Ohr kommt, dort fünf Sekunden verweilt und dann ans linke Ohr wandert und das entsprechende Kind die Musik erst zwei Sekunden später am rechten Ohr wahrnimmt und auch zwei Sekunden zu früh „ans andere Ohr wandern läßt“, werden die zweimal zwei Sekunden zusammenaddiert und in die entsprechende Variable eingetragen. Pro Versuchsperson und Ohr ergeben sich dadurch 25 Meßzeitpunkte.

Zwischenzeitlich erwogen wir, für den Lateraltrainerversuch eine Videokamera zu verwenden, um erst hinterher und in Zeitlupe auf den Auswertungsbogen aufzuzeichnen, wie das Kind den Verlauf der Musik wahrnimmt. Diese Überlegung wurde jedoch aus zweierlei Gründen wieder verworfen: Zuerst wären die Kinder durch die laufende Videokamera wahrscheinlich stark verunsichert gewesen, was sich vermutlich negativ auf die Versuchsergebnisse ausgewirkt und somit die Validität gefährdet hätte. Zudem würde diese Untersuchung damit zu teuer werden. Außerdem ist anzunehmen, daß die Lateraltraineraufzeichnungen durch ein solches Verfahren auch nicht wesentlich genauer werden würden.

## 14. Hypothesen

H<sub>0,1</sub>: Bei rechtshändigen Kindern, welche die richtige Tonhöhe beim Singen treffen, hört die Population der linken Ohren das Wandern eines Musikstückes nicht signifikant anders als alle übrigen Ohrenpopulationen.

H<sub>1,1</sub>: Bei rechtshändigen Kindern, welche die richtige Tonhöhe beim Singen treffen, hört die Population der linken Ohren das Wandern eines Musikstückes signifikant anders als alle übrigen Ohrenpopulationen.

H<sub>0,2</sub>: Bei rechtshändigen Kindern, die rhythmisch keine Probleme haben, hat die Population der rechten Ohren beim Ordnungsschwellenmeßgerät keine signifikant andere Fehlerquote als alle übrigen Ohrenpopulationen.

H<sub>1,2</sub>: Bei rechtshändigen Kindern, die rhythmisch keine Probleme haben, hat die Population der rechten Ohren beim Ordnungsschwellenmeßgerät eine signifikant andere Fehlerquote als alle übrigen Ohrenpopulationen.

### 14.1 Zusatzhypothesen

H<sub>0,3</sub>: Es besteht bei rechtshändigen Kindern bezüglich der durchschnittlichen Fehlerquote der Population der rechten Ohren beim Ordnungsschwellenmeßgerät bei den Kindern, die beim Singen den richtigen Ton treffen und denjenigen, die ihn nicht treffen, ein statistisch signifikanter Unterschied.

H<sub>1,3</sub>: Es besteht bezüglich der durchschnittlichen Fehlerquote bei der Population der rechten Ohren beim Ordnungsschwellenmeßgerät zwischen den Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen und denjenigen, die ihn nicht treffen, kein statistisch signifikanter Unterschied.

H<sub>0.4</sub>: Es besteht bezüglich des Lateraltrainers bei denjenigen Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen, zwischen der durchschnittlichen Ableitung bei beiden Ohrenpopulationen kein systematischer Zusammenhang.

H<sub>1.4</sub>: Bezüglich des Lateraltrainers besteht zwischen beiden Ohrenpopulationen bei den Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen, ein signifikanter Zusammenhang.

H<sub>0.5</sub>: Diejenigen Versuchspersonen, die in ihrem Leben ein- oder mehrmals Mittelohrentzündung hatten, haben einen statistisch signifikant gleichen Ordnungsschwellen-Meßwert und auch statistisch signifikant gleiche Abweichungswerte bezüglich des Lateraltrainers wie die Versuchspersonen, die in ihrem Leben noch keine Mittelohrentzündung hatten.

H<sub>1.5</sub>: Diejenigen Versuchspersonen, die in ihrem Leben ein- oder mehrmals Mittelohrentzündung hatten, haben einen statistisch signifikant anderen Ordnungsschwellen-Meßwert und auch statistisch signifikant andere Abweichungswerte bezüglich des Lateraltrainers als solche, die in ihrem Leben noch nie Mittelohrentzündung hatten.

H<sub>0.6</sub>: Diejenigen Versuchspersonen, die gerne im Unterricht der musikalischen Früherziehung mitmachen, haben einen statistisch signifikant gleichen Ordnungsschwellen-Meßwert wie jene Versuchspersonen, die nicht gerne am Unterricht der musikalischen Früherziehung teilnehmen.

H<sub>1.6</sub>: Diejenigen Versuchspersonen, die gerne im Unterricht der musikalischen Früherziehung mitmachen, haben einen statistisch signifikant anderen Ordnungsschwellen-Meßwert als solche, die nicht gerne im Unterricht mitmachen.

H<sub>0.7</sub>: Sozial weniger Kompetente erzielen bezüglich des Lateraltrainers und des Ordnungsschwellenmeßgerätes statistisch signifikant gleiche Ergebnisse wie sozial eher Kompetente.

H<sub>1.7</sub>: Sozial weniger Kompetente erzielen bezüglich des Lateraltrainers und des Ordnungsschwellenmeßgerätes statistisch signifikant andere Werte als sozial eher Kompetente. te

### **III Ergebnisse**

#### **15. Datenbeschreibung**

##### **15.1 Beschreibung der Lateraltrainerdaten**

Unser Auswertungsverfahren wurde oben erläutert; es wird hier deswegen darauf nicht weiter eingegangen. Per Computer errechneten wir die gesamten durchschnittlichen Abweichungen der rechten (=Abrges) und der linken Ohren (=Ablges).

Das folgende Histogramm zeigt die gesammte durchschnittliche Abweichung der linken Ohren (=Ablges).

Es zeigt sich, daß die durchschnittliche Abweichung der linken Ohren stark schwankt. Der niedrigste Durchschnittswert liegt bei 0,75 Sekunden, der höchste Wert bei 2,75 Sekunden. Nur zwei Durchschnittswerte kommen mehr als einmal vor: 1 Sekunde dreimal, was 25% der Versuchspersonen entspricht und 2 Sekunden zweimal.

Im Histogramm, welches die gesamten durchschnittlichen Abweichungen der rechten Ohren zeigt, ergibt sich ein etwas anderes Bild: Der durchschnittliche Wert von 1,5 Sekunden kommt gleich fünfmal vor, was 45% der Versuchspersonen entspricht. Der Wert von 1 Sekunde kommt zweimal, 3 Sekunden gar drei Mal und 2,5 Sekunden gar nicht vor.

## 15.2 Beschreibung der Ordnungsschwellendaten

Folgende Tabelle zeigt den durchschnittlichen Prozentsatz der richtigen Antworten der linken Ohren:

Wert	Häufigkeit	Prozent	kum. Prozent
42	1	8,3	8,3

46	1	8,3	16,7
50	2	16,7	33,3
58	1	8,3	41,7
61	1	8,3	50,0
68	1	8,3	58,3
71	1	8,3	66,7
72	1	8,3	75,0
75	1	8,3	83,3
88	2	16,7	100,0

**Durchschnittswert:** 64,1%

Diese Tabelle zeigt relativ hohe Streuungen: Nur zwei Werte kommen zweimal vor.

Bei den Werten der richtigen Antworten der rechten Ohren sieht es etwas anders aus:

Wert	Häufigkeit	Prozent	kum. Prozent
33	1	8,3	8,3
37	1	8,3	16,7
42	1	8,3	25,0
45	1	8,3	33,3
50	1	8,3	41,7
57	1	8,3	50,0
58	1	8,3	58,3
68	1	8,3	66,7
69	1	8,3	75,0
81	2	16,7	91,7
88	1	8,3	100,0

**Durchschnittswert:** 59,1%

Insgesamt liegen die durchschnittlichen Werte der rechten Ohren etwas tiefer, wie beim Gesamtdurchschnittswert zu sehen ist. Die Streuung der Werte ist noch ein

wenig höher als bei der oberen Tabelle: Nur ein Wert kommt zweimal vor, alle anderen Werte einmal.

## 16. Ergebnisdarstellung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Computerprogramm „SPSS für Windows“ durchgeführt. Vor jedem t-Test führt dieses Programm automatisch Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen durch. Sind die Varianzen signifikant ungleich, führt es den Welch-Test durch, andernfalls Student's t-Test. Der Einfachheit halber wird im Folgenden von t-Werten gesprochen.

### 16. 1 Alle Ergebnisse im Überblick

#### 16.1.1 Lateraltrainerergebnisse

Singen	trifft den Ton trifft den Ton nicht	Pop. Linke Ohren Pop. Rechte Ohren	.052
	trifft den Ton trifft den Ton nicht	Pop. Linke Ohren Pop. Linke Ohren	.282
	trifft den Ton trifft den Ton nicht	Pop. rechte Ohren Pop. rechte Ohren	.074
	trifft den Ton trifft den Ton	Pop. rechte Ohren Pop. linke Ohren	Korrelation .641 (zufällig)
	trifft den Ton nicht trifft den Ton nicht	Pop. rechte Ohren Pop. linke Ohren	Korrelation .845
Soziale Kompetenz	Sozial kompetent ...weniger kompetent	Abw. d. linken Ohren Abw. d. linken Ohren	.234
	Sozial kompetent ... weniger kompetent	Abw. d. recht. Ohren Abw. d. recht. Ohren	.045
Mittelohrentzündung	hatte ... hatte nicht ...	Abw. d. recht. Ohren Abw. d. recht. Ohren	.796
	hatte hatte nicht	Abw. d. linken Ohren Abw. d. linken Ohren	.832

### 16.1.2 Ordnungsschwellenmeßgerätsergebnisse

Rhythmus	Grundschatlag halten ... nicht halten	O.K. % rechte Ohren O.K. % rechte Ohren	.522
	Grundschatlag halten ... nicht halten	O.K. % rechte Ohren O.K. % linke Ohren	.930
	Grundschatlag halten Grundschatlag halten	O.K. % rechte Ohren O.K. % linke Ohren	Korrelation -.223 (zufällig)
	Grundschatlag halten ... nicht halten	Ordnungsschwelle Ordnungsschwelle	.779
Singen	trifft den Ton trifft den Ton nicht	O.K. % rechte Ohren O.K. % rechte Ohren	.075
Mittelohrentzündung	hatte hatte nicht	Ordnungsschwelle Ordnungsschwelle	.691
Motivation	gut	Ordnungsschwelle	.106
	weniger gut	Ordnungsschwelle	
Soziale Kompetenz	Sozial kompetent ... weniger kompetent	O.K. % rechte Ohren O.K. % rechte Ohren	.309
	Sozial kompetent ... weniger kompetent	O.K. % linke Ohren O.K. % linke Ohren	.998
	Sozial kompetent ... weniger kompetent	Ordnungsschwelle Ordnungsschwelle	.685

### 16.1.3 Soziale Kompetenz und Musikalität

Soziale Kompetenz	Trifft den Ton beim Singen	Korrelation .488
-------------------	----------------------------	------------------

## 16.2 Ergebnisse im Einzelnen

### 16.2.1 Ergebnisse bezüglich des Lateraltrainers

Mit Item 15 aus dem Lehrerfragebogen teilten wir die Versuchspersonen in zwei Gruppen: Die Gruppe derer, die den richtigen Ton beim Singen treffen und die Gruppe derer, die ihn nicht treffen.

Wenn eine Ohrenpopulation das „Wandern“ eines Musikstücks mittels des Lateraltrainers besser bzw. anders als alle übrigen Ohrenpopulationen hört, hat sie geringere durchschnittliche Abweichungen.

Zuerst untersuchten wir statistisch, ob sich die durchschnittlichen Abweichungen der Population der linken Ohren zwischen den Versuchspersonen, die beim Singen den Ton treffen, und denen, die ihn nicht treffen, signifikant unterscheiden:

Variable	Anzahl an Fällen	Durchschnittswert
Ablges		
Ja	3	1,2444
Nein	9	1,7537

Durchschnittsdifferenz =  $-,5093$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 2,349$ ;  $p = ,156$

Weil Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen zeigte, daß die Varianzen nicht signifikant ungleich sind, wurde Student's t-Test durchgeführt:

t-Wert	2-seitige Signifikanz
-1,14	,282

Das Ergebnis von ,282 zeigt weder ein signifikantes Ergebnis, noch einen Trend: Die Abweichungen der Population der linken Ohren unterscheidet sich in dieser Stichprobe nicht signifikant zwischen den Versuchspersonen, die beim Singen den Ton treffen und denen, die beim Singen den Ton nicht treffen.

Der statistische Vergleich der Population der linken Ohren von den Kindern, die beim Singen den richtigen Ton treffen mit der Population der rechten Ohren von den Versuchspersonen, die beim Singen den Ton nicht treffen, brachte folgendes Ergebnis:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Poplgrbl		
Ja	3	1,2433

Nein	9	2,1133
------	---	--------

Durchschnittsdifferenz: -,8700

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 5,631$ ;  $p = ,039$

Als Ergebnis ergab Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen, daß die Varianzen signifikant ungleich sind. Deshalb wurde hier der Welch-Test angewandt.

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-2,24	8,74	,052

Die Population der linken Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, hat eine signifikant andere Abweichung als die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen nicht den richtigen Ton treffen.

Der statistische Vergleich der Population der linken Ohren mit der Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, wurde mit Pearson's Korrelationskoeffizient durchgeführt:

	PoplgLAT
PoprgLAT	,6408
Anzahl	3
Signifikanztest	$p = ,279$

Der Korrelationskoeffizient zwischen der Population der rechten Ohren und der Population der linken Ohren von den Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, beträgt ,6408.

Beim Signifikanztest liegt mit  $p = ,279$  über .05, woraus sich ergibt, daß die Korrelation zufällig entstanden sein kann und deshalb nicht signifikant ist.

Es folgt der statistische Vergleich der durchschnittlichen Abweichungen der Populationen der rechten Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, mit der Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Abges		
Ja	3	1,4611
Nein	9	2,1130

Durchschnittsdifferenz = -,6519

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 11,031$ ;  $p = ,008$

Weil Levene's Test auf Ungleichheit der Varianzen ergab, daß sie sich signifikant unterscheiden, wurde der Welch-Test durchgeführt:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-2,02	8,97	,074

Der Wert von ,074 zeigt einen Trend, jedoch kein signifikantes Ergebnis: Es besteht ein Trend dahingehend, daß die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, eine geringere durchschnittliche Abweichung beim Lateraltrainerversuch haben als die Population der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen.

Als nächstes wird der Frage nachgegangen, ob es bei den Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen, bei den Abweichungen beider Ohren beim Lateraltrainerversuch einen systematischen Zusammenhang gibt oder nicht. Es wird Kendal's Tau als Korrelationskoeffizient verwendet.

	NSRLAT
NSLLAT	,8453

Anzahl	9
Signifikanztest	,002

Der Korrelationskoeffizient liegt bei ,8453, das Ergebnis ist mit  $p = ,002$  statistisch hochsignifikant nicht zufällig zustande gekommen. Deshalb läßt sich feststellen: Es besteht ein hoher korrelativer Zusammenhang zwischen der jeweiligen durchschnittlichen Abweichung der Population der rechten bzw. der Population der linken Ohren der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen in Bezug auf den Lateraltrainer.

### 16.2.1.1 Sozial weniger Kompetente

Als nächstes gehen wir der Frage nach, ob sich Versuchspersonen, die sich im Unterricht sozial weniger kompetent verhalten, bezüglich des Lateraltrainers signifikant von den „sozial eher Kompetenten“ unterscheiden. Als Indikator verwendeten wir Item 2 des Lehrerfragebogens („Wie verhält sich das Kind in Konfliktsituationen?“). Bei mindestens einer Nennung aus den Bereichen „Weinen“, „Schreien“, „Schlagen“ und „verbales Verweigern“ teilten wir die entsprechende Versuchsperson der Gruppe der sozial weniger Kompetenten zu.

Zuerst wird statistisch untersucht, ob sich die sozial weniger Kompetenten von den sozial eher Kompetenten beim Lateraltrainer bezüglich der durchschnittlichen Abweichungen beider Population der linken Ohren statistisch signifikant unterscheiden:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Ablges		
Sozauff1	7	1,4214
Sozauff2	5	1,9133

Durchschnittsdifferenz = -,4919

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,056$ ;  $p = ,818$

Als Ergebnis ergibt Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen, daß beide Varianzen nicht signifikant ungleich sind. Deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-1,27	10	,234

Der Wert von ,234 ergibt, daß sich die Populationen der linken Ohren der sozial weniger Kompetenten und der sozial eher Kompetenten nicht signifikant unterscheiden.

Bezüglich der durchschnittlichen Abweichung der rechten Ohren bei denselben Gruppen ergibt sich folgende Lage:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Abrges		
Sozauff1	7	1,5452
Sozauff2	5	2,5167

Durchschnittsdifferenz = -,9714

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,321$ ;  $p = ,583$

Der p-Wert von ,583 ergibt als Ergebnis, daß sich beide Varianzen nicht signifikant unterscheiden, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-2,29	10	,045

Der Wert von ,045 ergibt als Ergebnis, daß sich die durchschnittliche Abweichung der Population der rechten Ohren der Gruppe der sozial weniger Kompetenten von der Population der rechten Ohren der sozial eher Kompetenten statistisch signifikant unterscheidet.

### 16.2.1.2 Mittelohrentzündung

Mit Hilfe von Item 4 des Elternfragebogens („Hatte ihr Kind Mittelohrentzündung?“) teilten wir die Versuchspersonen in zwei Gruppen: Die Gruppe derer, die in ihrem Leben schon Mittelohrentzündung hatten, und die Gruppe derer, die bisher keine Mittelohrentzündung hatten.

Es folgt die statistische Überprüfung der Frage, ob sich die durchschnittliche Abweichungszeit der Population der rechten Ohren beim Lateraltrainer von den Versuchspersonen, die in ihrem Leben schon Mittelohrentzündung hatten, statistisch signifikant von den entsprechenden Werten der Versuchspersonen, die in ihrem Leben noch keine Mittelohrentzündung hatten, unterscheidet:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Abges		
ja	6	1,9111
nein	5	1,7733

Durchschnittsdifferenz = ,1378

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 1,836$ ;  $p = ,208$

Der p-Wert von ,208 ergibt als Ergebnis, daß sich die beiden Varianzen nicht signifikant unterscheiden, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	2-seitige Signifikanz
,27	,796

Der Wert von ,796 ergibt als Ergebnis, daß sich die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die in ihrem Leben Mittelohrentzündung hatten, nicht statistisch signifikant von der Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die in ihrem Leben noch keine Mittelohrentzündung hatten, unterscheidet.

Nun folgt die statistische Überprüfung derselben Fragestellung wie eben, nur bezogen auf die Population der linken Ohren:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
Ablges		
ja	6	1,5833
nein	5	1,4933

Durchschnittsdifferenz = ,0900

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,208$ ;  $p = ,659$

Der p-Wert von ,659 ergibt als Ergebnis, daß sich die beiden Varianzen nicht statistisch signifikant unterscheiden, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	2-seitige Signifikanz
,22	,832

Der Wert von ,832 ergibt als Ergebnis, daß sich die Population der linken Ohren der Versuchspersonen, die noch keine Mittelohrentzündung hatten, bezüglich der durchschnittlichen Abweichung beim Lateraltrainer nicht statistisch signifikant von den Versuchspersonen unterscheidet, die in ihrem Leben schon Mittelohrentzündung hatten.

### 16.2.2 Ergebnisse bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgerätes

Für die Einteilung der Versuchspersonen in die Gruppen „hat rhythmisch keine Probleme“ und „hat rhythmische Probleme“ wurde Item 22 des LehrerInnenfragebogens verwendet („Kann das Kind den Grundschatz halten?“).

Es folgt die statistische Untersuchung der Frage, ob die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben, einen signifikant anderen Prozentsatz richtiger Zuordnungen haben, als die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch Probleme haben:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OOKPRR		
Ja	10	60,7
Nein	2	51,0

Durchschnittsdifferenz = 9,7

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,223$ ;  $p = ,647$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergab keine signifikante Ungleichheit der Varianzen. Deshalb wurde Student's t-Test durchgeführt:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
,66	10	,522

Der Wert von ,522 bedeutet, daß die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben keinen signifikant niedrigeren Prozentsatz richtiger Zuordnungen bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgerätes aufweist, als die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch Probleme haben.

Die statistische Untersuchung der Frage, ob die Population der rechten Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben, einen signifikant anderen Prozentsatz richtiger Zuordnungen aufweist als die Population der linken Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch Probleme haben:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
----------	------------------	-------------------

Orgls		
Ja	10	60,7
Nein	2	59,5

Durchschnittsdifferenz = 1,2

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 4,671$ ;  $p = ,056$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergab keine signifikante Ungleichheit der Varianzen, deshalb wurde Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
,09	10	,93

Der Wert von ,93 bedeutet, daß die Population der rechten Ohren derjenigen Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben, keinen signifikant anderen Prozentsatz der richtigen Zuordnungen aufweist als die Population der linken Ohren der Versuchspersonen, die rhythmisch Probleme haben.

Bezüglich der Frage, ob bei den Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben, die Population der rechten Ohren einen signifikant unterschiedlichen Prozentsatz richtiger Zuordnungen hat als die Population der linken Ohren, läßt sich nur mit einer Korrelation beantworten:

	Ooprgr
Ooprlg	-,2233
Anzahl	10
Signifikanztest	$p = ,268$

Pearson's Korrelationskoeffizient liegt bei -,2233; jedoch kann diese Korrelation mit  $p = ,268$  zufällig zustande gekommen sein.

Die nächste statistische Untersuchung geht der Frage nach, ob Versuchspersonen, die den Grundschatz nicht halten können, eine signifikant andere Ordnungsschwelle haben als die Versuchspersonen, die den Grundschatz halten können:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OSDA		
Ja	10	330,4
Nein	2	280

Durchschnittsdifferenz = 50,4

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 3,880$ ;  $p = ,077$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergab, daß die Varianzen nicht signifikant ungleich sind, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
,29	10	,779

Der Wert von ,779 ergibt, daß die Gruppe der Versuchspersonen, die rhythmisch Probleme haben, keine signifikant andere Ordnungsschwelle hat, als diejenigen Versuchspersonen, die rhythmisch keine Probleme haben.

Es folgt nun die statistische Untersuchung der Frage, ob sich die Fehlerquote der Population der rechten Ohren bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgerätes zwischen der Gruppe der Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton trifft und der Gruppe derer, die ihn beim Singen nicht trifft, statistisch signifikant unterscheidet:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OOKPR		
Ja	3	75,3333

Nein	9	53,6667
------	---	---------

Durchschnittsdifferenz = 21,667

Levene's Test auf Gleichheit der Varianz:  $F = ,082$ ;  $p = ,781$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergibt als Ergebnis, daß die beiden Varianzen nicht statistisch signifikant ungleich sind, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
1,99	10	,075

Der t-Wert von ,075 zeigt einen Trend: Es besteht ein Trend dahingehend, daß der Prozentsatz richtiger Zuordnungen beim Ordnungsschwellenmeßgerät der Population der rechten Ohren bei den Versuchspersonen, die beim Singen den richtigen Ton treffen, anders ist als bei denen, die beim Singen den richtigen Ton nicht treffen.

### 16.2.2.1 Mittelohrentzündung

Um die Frage zu beantworten, ob Kinder, die in ihrem Leben ein- oder mehrmals Mittelohrentzündung hatten, signifikant andere durchschnittliche Werte haben, teilten wir mit Item vier aus dem Elternfragebogen („Hatte Ihr Kind Mittelohrentzündung?“) die Versuchspersonen in zwei Gruppen: In die Gruppe derer, die schon Mittelohrentzündung hatten und jener, die noch keine Mittelohrentzündung hatten.

Wir überprüften die Frage, ob die Versuchspersonen, die bereits Mittelohrentzündung hatten, eine signifikant andere Ordnungsschwelle haben als diejenigen, die noch keine Mittelohrentzündung hatten:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OSDA		
Ja	6	303,00

Nein	5	361,2
------	---	-------

Durchschnittsdifferenz = -58,2

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 0,43$ ;  $p = ,840$

Aufgrund von Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergibt sich, daß die Varianzen nicht signifikant ungleich sind, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-,41	9	,691

Der Wert von ,691 bedeutet, daß diejenigen Versuchspersonen, die bereits Mittelohrentzündung hatten, keine signifikant andere Ordnungsschwelle haben, als diejenigen Versuchspersonen, die bisher keine Mittelohrentzündung hatten.

### 16.2.2.2 Motivation

Im Folgenden untersuchen wir, ob sich diejenigen Versuchspersonen, die gerne im Unterricht der musikalischen Früherziehung mitmachen und diejenigen, die nicht gerne mitmachen, bezüglich ihrer Ordnungsschwelle unterscheiden. Als Indikator nahmen wir Item 13 des halbstrukturierten Interviews („Machst Du im Musikunterricht gerne mit?“). Die Antworten wurden in eine Dreier-Skalierung eingeordnet, die „ja“, „manchmal“ und „nie“ umfaßt. Alle Versuchspersonen, die mit „ja“ antworteten, wurden in die Gruppe derer, die gerne mitmachen, eingeordnet, alle übrigen in die Gruppe derer, die nicht gerne mitmachen.

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OSDA		
ILEI13<2	7	236,5714

ILEI13<2	5	441,600
----------	---	---------

Durchschnittsdifferenz = 205,0286

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = 4,491$ ;  $p = ,60$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergab, daß die Varianzen nicht signifikant ungleich sind, deshalb wird Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
1,78	10	,106

Der Wert von ,106 bedeutet zwar, daß der Ordnungsschwellenwert bei den Versuchspersonen, die gerne mitmachen, nicht signifikant anders ist als derjenige bei den Versuchspersonen, die nicht gerne mitmachen. Es zeichnet sich jedoch ein Trend ab: Es besteht ein Trend dahingehend, daß die Ordnungsschwelle bei denjenigen Versuchspersonen, die angegeben hatten, daß sie gerne im Unterricht mitmachten, anders ist als bei denjenigen Versuchspersonen, die angegeben hatten, daß sie nicht gerne mitmachten.

### 16.2.2.3 Sozial weniger Kompetente

Die Zuweisung zu den Gruppen der sozial eher Kompetenten bzw. der weniger Kompetenten erfolgt nach denselben Kriterien, wie bei der Untersuchung beider Gruppen bezüglich des Lateraltrainers.

Die Untersuchung der Frage, ob sich sozial weniger Kompetente bezüglich des Prozentsatzes richtiger Zuordnungen der rechten Ohren von den eher Kompetenten statistisch signifikant unterscheiden, ergab folgende Tabelle:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
----------	------------------	-------------------

OKPRR		
Sozauff1	7	63,8751
Sozauff2	5	52,4000

Durchschnittsdifferenz = 11,4751

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,761$ ;  $p = ,404$

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen ergibt als Ergebnis, daß wegen des p-Wertes von ,404 die beiden Varianzen nicht signifikant ungleich sind. Deshalb wird hier Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
1,07	10	,309

Der Wert von ,309 bedeutet, daß sich die Population der rechten Ohren bezüglich des Prozentsatzes richtiger Zuordnungen in der Gruppe der sozial weniger Kompetenten nicht signifikant von dem der Population der rechten Ohren der Gruppe der sozial eher Kompetenten unterscheidet.

Nun folgt die Untersuchung derselben Fragestellung bei der Population der linken Ohren:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OKPRL		
Sozauff1	7	64,1429
Sozauff2	5	64,0000

Durchschnittsdifferenz = ,1429

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,034$   $p = ,858$

Der p-Wert von ,858 ergibt als Ergebnis von Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen, daß sie nicht signifikant ungleich sind. Deshalb wird im vorliegenden Fall Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
,01	10	,998

Der Wert von ,998 ergibt, daß sich auch die Populationen der linken Ohren zwischen sozial weniger Kompetenten und sozial eher Kompetenten nicht signifikant unterscheiden.

Abschließend gehen wir der Frage nach, ob sich der gemessene durchschnittliche Ordnungsschwellenwert bei den genannten Gruppen signifikant unterscheidet:

Variable	Anzahl der Fälle	Durchschnittswert
OSDA		
Sozauff1	7	299,1429
Sozauff2	5	354,000

Durchschnittsdifferenz = -54,8571

Levene's Test auf Gleichheit der Varianzen:  $F = ,343$ ;  $p = ,571$

Der p-Wert von ,571 ergibt, daß sich die beiden Varianzen nicht signifikant unterscheiden. Deshalb wird hier Student's t-Test angewendet:

t-Wert	Freiheitsgrade	2-seitige Signifikanz
-,42	10	,685

Der Wert von ,685 ergibt, daß sich die beiden Gruppen der sozial weniger Kompetenten und der sozial eher Kompetenten nicht signifikant in ihrem durchschnittlichen Ordnungsschwellenwert unterscheiden.

Mit Kendall's Tau überprüften wir, ob zwischen Item 15 des Lehrerfragebogens („Trifft das Kind den richtigen Ton beim Singen?“) und der Gruppe der sozial weniger Kompetenten ein korrelativer Zusammenhang besteht:

	Sozauff
Lefra 15	,4880
Anzahl	12
Signifikanztest	p = ,053

Als Ergebnis ist festzuhalten, daß ein positiver systematischer korrelativer Zusammenhang zwischen Item 15 des Lehrerfragebogens und der Gruppe der sozial weniger Kompetenten besteht. Dieser korrelative Zusammenhang ist mit  $p = ,053$  nicht zufällig zustande gekommen.

## 17. Diskussion

Am Anfang dieses Abschnittes noch ein Wort zur Erläuterung der in dieser Diskussion benutzten Termini. „Signifikant“ sind Ergebnisse zwischen einem Alpha von .00 bis .05. Von einem „Trend“ wird immer dann gesprochen, wenn zwar kein signifikantes Ergebnis (also auf Alpha = 5% - Niveau) gefunden wurde, der Wert bei der Signifikanzberechnung jedoch zwischen .05 und .10 lag.

Zunächst möchten wir auf die Ergebnisse in Bezug auf die Unterscheidung der Kinder mit besserem bzw. weniger gutem Melodiegefühl (eingeteilt nach der Fähigkeit eines Kindes, beim Singen den Ton richtig zu treffen; Expertenmeinung von Musikpädagogin Fr. Nickel-Klumpp) eingehen.

Beim Lateraltrainerversuch muß jedes Kind mehrere komplexe Operationen gleichzeitig ausführen. Zum einen ist es notwendig, ständig die Lautstärkenunterschiede der in der jeweiligen Hemisphäre ankommenden Musik miteinander zu vergleichen, zu entscheiden, auf welchem Ohr die Musik lauter gehört wird und dies dann möglichst in Echtzeit mit der bevorzugten Hand (hier der rechten) anzuzeigen. Das heißt, beide Hemisphären und vor allem das sie verbindende Corpus callosum müssen in diesem Test gut zusammenarbeiten.

In Bezug auf die linken Ohren - also die rechte Hemisphäre - ergab sich beim Lateraltrainer kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen, wie auch innerhalb der Gruppe solcher Kinder mit gutem Melodiegefühl keine signifikante Ohrenpräferenz festgestellt werden konnte.

Vergleicht man jedoch die rechte Hemisphäre der Kinder mit gutem Melodiegefühl mit der linken Hemisphäre der Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl, so stellt man einen signifikanten Unterschied fest. Auch innerhalb der Gruppe jener Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl unterscheiden sich deren beide Gehirnhälften signifikant voneinander. Dieses wird ergänzt durch einen Trend beim Vergleich der beiden linken Hemisphären der angesprochenen Gruppen in Richtung eines signifikanten Unterschiedes.

Wie ist dies nun zu interpretieren? Es fällt zunächst auf, daß die linke Hemisphäre der Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl beim Lateraltrainerversuch außerordentlich schwach zu sein scheint. Das bedeutet, die Ergebnisse von Johnson sowie

von Davidson & Schwartz, laut denen die linke Hemisphäre von Nichtmusikern schlechter ist als die von Musikern, lassen sich auch auf sechs- bis siebenjährige Kinder übertragen (Johnson 77, Davidson & Schwartz 77 in Gordon 93).

Denn diese ist sowohl gegenüber dem rechten Hemisphärendurchschnitt innerhalb dieser Gruppe als auch gegenüber beiden Hemisphärendurchschnitten der Gruppe der Kinder mit gutem Melodiegefühl statistisch signifikant anders und augenscheinlich schlechter. Die rechte Hemisphäre dieser schwächeren Gruppe hingegen scheint sich nicht besonders von der der besseren Gruppe zu unterscheiden.

Anders ausgedrückt finden wir bei der schwächeren Melodiegruppe ein eindeutiges LEA, wohingegen bei der Gruppe mit gutem Melodiegefühl keine eindeutige Ohrenpräferenz auszumachen ist.

Augenscheinlich kann man also annehmen, daß bei Kindern mit weniger gutem Melodiegefühl die linke Gehirnhälfte und/oder das Corpus callosum schwächer ausgebildet ist als bei Kindern mit gutem Melodiegefühl. Im Gegensatz dazu ist ihre rechte Hemisphäre der Aufgabe, die Lautstärkenunterschiede zu entdecken, recht gut gewachsen.

Der Literatur entsprechend wäre Melodiewiedererkennungsaufgaben zufolge bei Vorschulkindern generell LEA zu erwarten gewesen (Entus 77/ Best et al. 82/ Bertoncini et al. in Vorbereitung). Jedoch geht es beim Lateraltrainer nicht um Melodiewiedererkennung, sondern um Lautstärkenunterschiede von Melodien.

Unsere Ergebnisse zeigen nun, daß diese LEA in Bezug auf Lautstärkenunterschiede nicht generell festzustellen ist, sondern nur bei Kindern mit weniger gutem Melodiegefühl besteht. Bei Kindern mit gutem Melodiegefühl arbeiteten beide Hemisphären via Corpus callosum gut zusammen und waren gleichermaßen bei der Auffindung von Lautstärkenunterschieden erfolgreich.

Diese Ergebnisse fügen sich in einige von uns in Teil I dargestellte Befunde ein:

Nach Dowling arbeiten Kinder bei der Musikwahrnehmung vorwiegend mit globalen Strategien (siehe Kapitel „Modelle der Musikwahrnehmung“) (Dowling 82). Globale Strategien sind vorwiegend rechtshemisphärisch lokalisiert. Wie unsere Untersuchung zeigt, haben Kinder mit gutem Melodiegefühl offenbar im Rahmen der musikalischen Früherziehung gelernt, globale *und* lokale Strategien anzuwenden. Dieses Ergebnis läßt sich auch mit dem Modell von Watkins, Dyson und Edworthy vereinbaren, nach dem die rechte Hemisphäre (global) als Vorprozessor arbeitet, die linke

Hemisphäre (lokal) die Informationen weiterverarbeitet (Watkins und Dyson 85, Ertwothy 85 in Peretz und Babai 92). Bei Kindern mit weniger gutem Melodiegefühl ist demnach entweder die Weiterverarbeitung in der linken Hemisphäre und/ oder das Corpus callosum schlechter ausgebildet als bei Kindern mit gutem Melodiegefühl.

Tomatis entsprechend sind Kinder, bei denen das linke Ohr besser in der Musikwahrnehmung ist, kontaktgestört, weil ihnen der „Wunsch nach direkter Kommunikation“ fehle (Tomatis 87 und 94). Wir haben nun die Gruppe der Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl mit der Gruppe der sozial auffälligen Kinder verglichen und dabei ebenfalls eine signifikant nicht zufällig zustandegekommene Korrelation gefunden.

Kinder, die Schwierigkeiten mit dem Treffen eines Tones beim Singen einer Melodie haben, sind also mit einer größeren Wahrscheinlichkeit sozial auffällig, bzw. „musikalischere“ Kinder besitzen offensichtlich eine höhere soziale Kompetenz als „unmusikalischere“, was nach Tomatis auch zu erwarten gewesen wäre. Ob dies allerdings aus den von Tomatis vermuteten Gründen geschieht, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Auf jeden Fall ist es möglich, den Lateraltrainer auch als Diagnoseinstrument einzusetzen: Wenn LEA festgestellt würde, ließe das eher auf ein „unmusikalischeres“ Kind schließen und es wäre zu überlegen, ob man ein spezielles Lateraltraining anschließt. Es müßte allerdings noch evaluiert werden, ob durch ein Training mit dem Lateraltrainer eine entsprechende Verbesserung der linken Hemisphäre zu erreichen ist. Dies könnte, wie bereits erwähnt, bei einer Folgeuntersuchung im Rahmen einer Dissertation erfolgen.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der beiden Gruppen bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgerätes, so stellen wir fest, daß es lediglich einen Trend zu verzeichnen gibt. Zwar kann die linke Hemisphäre der Kinder mit gutem Melodiegefühl mehr richtige Reaktionen am Ordnungsschwellenmeßgerät verzeichnen als die linke Seite der Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl. Anders gesagt kann man eine leichte REA bei der ersten Gruppe feststellen, wie ja auch insgesamt in der Literatur bei zeitlicher Differenzierung zwischen zwei Lauten meist REA festgestellt wurde. Be-

merkwürdig ist nur, daß dies offenbar mit guten Fähigkeiten bei der Melodieproduktion eher zusammenhängt, als mit der Fähigkeit, einen Grundschatz korrekt halten zu können, wie wir weiter unten noch sehen werden. Dies könnte daran liegen, daß bei den Kindern mit weniger gutem Melodiegefühl die linke Hemisphäre, welche bereits bei der Untersuchung von Lautstärkenunterschieden sehr schwach war, generell für musikalische Aufgaben nicht besonders gut ausgebildet ist. Allerdings sollte man diesen Trend nicht überbewerten, eine genauere Untersuchung mit einer höheren Versuchspersonenanzahl könnte hier größere Gewißheit bringen.

Teilt man die Kinder bezüglich anderer Fähigkeiten in Gruppen ein, so sieht das Ergebnis völlig anders aus. Nimmt man nicht die Fähigkeit, einen Ton beim Singen richtig zu treffen, als Kriterium sondern die Fähigkeit, einen Grundschatz halten zu können, so ergeben sich folgende Ergebnisse:

Diejenigen Kinder, die rhythmisch besser sind, unterscheiden sich nicht signifikant von den rhythmisch weniger guten Kindern und zwar weder beim Lateraltrainerversuch noch bezüglich ihres Ordnungsschwellenwertes. Auch eine Ohrenpräferenz zwischen den einzelnen Gruppen sowie innerhalb derselben ließ sich nicht feststellen, ja, nicht einmal ein Trend wurde sichtbar. Die Entdeckung von Lautstärkenunterschieden beim Lateraltrainerversuch bzw. die daraus geschlossene Arbeitsqualität des Corpus callosum sind offensichtlich nicht von den rhythmischen Fähigkeiten von Vorschulkindern abhängig, d.h. diese beiden Parameter scheinen unabhängig voneinander zu sein.

Überraschenderweise gilt dieses Ergebnis auch für die Ordnungsschwelle. Kinder mit gutem Rhythmusgefühl haben keinen signifikant anderen Ordnungsschwellenwert als Kinder mit schlechtem Rhythmusgefühl. Da es bei beidem auf zeitliches Differenzierungsvermögen ankommt, war von uns mindestens ein Trend erwartet worden. Allerdings ist diese Aussage mit Vorbehalt zu treffen, da die Zelle der Kinder mit weniger gutem Rhythmusgefühl recht klein ist.

Des Weiteren sind wir der Frage nachgegangen, ob eine frühere Mittelohrentzündung in der frühen Kindheit einen Einfluß auf die von uns untersuchten Parameter haben könnte.

Sowohl für den Ordnungsschwellenwert als auch in Bezug auf den Lateraltrainerversuch konnten von uns jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Kindern mit

Mittelohrentzündung und solchen ohne herausgefunden werden. Allerdings gibt es eine Tatsache, die dieses Ergebnis zum Teil erklären könnte: Eines der Kinder mit Mittelohrentzündung hat in beiden Versuchen teilweise mit Abstand die besten Werte aller Kinder erzielt, was gerade bei einer kleineren Stichprobe wie der unseren das Ergebnis nicht unwesentlich beeinflussen dürfte. Es wäre also interessant, diesem Punkt im Rahmen einer Folgeuntersuchung mit einer größeren Versuchspersonenanzahl noch einmal detaillierter nachzugehen.

Ein in vielen Bereichen der Leistungsdiagnostik wichtiger Faktor ist die Motivation von Personen. Gerade in der Musik spielt sie, unserer Erfahrung nach, eine besonders große Rolle, da Kinder meist nicht in der Lage sind, sich nur aufgrund extrinsischer Stimuli zum Musizieren zu motivieren, sondern von ihrer intrinsischen Motivationslage abhängig sind. Kurz gesagt, wenn ein Kind keinen Gefallen an der Musik findet, wird es auch keine großen Anstrengungen in der Musikschule unternehmen, die von ihm oder ihr geforderten Leistungen zu erbringen. Allerdings ist es nicht leicht zu entscheiden, ob ein Kind aufgrund mangelnder Motivation keine guten Leistungen erbringt oder ob es keine Motivation besitzt, *weil* es keine guten Leistungen erbringt.

In Bezug auf diese Fragestellung konnten wir bei den von uns untersuchten Kindern die Ordnungsschwelle betreffend lediglich einen leichten Trend feststellen. Jene Kinder, die gerne am Unterricht teilnahmen, hatten eine tendenziell bessere Ordnungsschwelle als solche, die nicht so gerne in die Musikschule kamen, wobei die Frage nach der Kausalität, wie erwähnt, nicht eindeutig geklärt werden kann.

Zu den interessantesten Fragen dieser Untersuchung gehört sicher die nun folgende: Erbrachten Kinder, die eher als sozial defizitär eingestuft wurden, signifikant andere Resultate als Kinder mit einem unauffälligen Sozialverhalten?

Es ist uns natürlich bewußt, daß eine einfache Einordnung in die beiden Gruppen „eher sozial auffällig“ bzw. „weniger sozial auffällig“ nur eine grob vereinfachte Einteilung von Verhaltensweisen ist, die wesentlich komplexer sind und tatsächlich eher einem Kontinuum als einer Zweiteilung entsprechen dürften. Weiterhin ist selbst die Einschätzung von sozialer Kompetenz auf einer kontinuierlichen Skala in nicht

unerheblichem Maße auch persönlichen Normvorstellungen und Wertmaßstäben unterworfen, was eine „objektive“ Beurteilung natürlich ebenfalls erschwert.

Wir nahmen deshalb die Einteilung der VPN aufgrund der Einschätzung ihres Verhaltens in Konfliktsituationen vor, da sich in ihnen, also quasi unter Streßbedingungen, die soziale Kompetenz einer Person unserer Meinung nach deutlicher zeigt als in den meisten anderen Situationen.

Aufgrund der niedrigen Versuchspersonenzahl konnte jedoch innerhalb der Gruppe der eher sozial auffälligen Kinder nicht weiter zwischen verschiedenen Coping-Strategien (z.B. „schlagen“ im Vergleich zu „verbalem Verweigern“) differenziert werden. Es würde sich lohnen, diese Differenzierung bei einer größeren Stichprobe vorzunehmen.

Zunächst die Ergebnisse bezüglich des Ordnungsschwellenmeßgerätes: Die Ordnungsschwellenwerte der eher sozial auffälligen Kinder unterscheiden sich nicht signifikant von denen der sozial unauffälligen Kinder, es ist auch kein Trend in irgendeine Richtung hin erkennbar. Bezüglich des prozentualen Anteils richtiger Zuordnungen der rechten bzw. linken Ohren waren die Ergebnisse vergleichbar unauffällig. Bezüglich keiner der beiden Ohrenpopulationen konnte ein Trend, geschweige denn ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, festgestellt werden.

Nach Warnke 95 hätte man mutmaßen können, daß die Ordnungsschwelle bei Kindern mit sozialen Auffälligkeiten tendenziell höher ist als bei sozial unauffälligen Kindern. Diese Vermutung ließ sich in unserer Untersuchung jedoch nicht bestätigen. Eine Folgeuntersuchung mit größerer Stichprobenzahl und schärferen Kriterien bei der Definition der Gruppe der eher sozial Auffälligen könnte hier noch mehr Klarheit bringen. In einer solchen könnte auch erruiert werden, ob die sozial auffälligeren Kinder unserer Untersuchung überzufällig häufig Schulprobleme aufweisen und wie sich ihr Ordnungsschwellenwert weiterhin entwickelt. Eventuell treten Defizite, wenn überhaupt, erst später auf.

Hinsichtlich des Lateraltrainerversuches sieht die Ergebnislage etwas anders aus. Zwar konnte auch bei der durchschnittlichen Abweichung der Population der linken Ohren zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, bei der Population der rechten Ohren jedoch gibt es einen Unterschied:

Die durchschnittliche Abweichung während des Aufzeigens der Lautstärkenunterschiede beim Lateraltrainerversuch ist bei sozial eher auffälligen Kindern signifikant anders (augenscheinlich: höher) als bei sozial unauffälligen Kindern. Kinder, die eine höhere soziale Kompetenz besitzen, machten also weniger Fehler bei der Entdeckung der Lautstärkendifferenzen als Kinder mit geringerer sozialer Kompetenz - jedoch nur bezüglich ihrer rechten Ohren, also ihrer linken Gehirnhälfte.

Bereits weiter oben konnten wir zeigen, daß Kinder mit geringerer sozialer Kompetenz mit der Gruppe derjenigen Kinder korreliert, die hinsichtlich ihres Melodiegefühls, d.h. beim richtigen Treffen eines Tones beim Singen, Probleme haben. Bei der Gruppe der Kinder mit weniger gutem Melodiegefühl gab es hinsichtlich ihrer linken Hemisphäre jedoch lediglich einen Trend im Vergleich zur Gruppe der Kinder mit gutem Melodiegefühl.

Bezüglich der sozial auffälligeren Kinder unserer Versuchspersonen finden wir hingegen eine eindeutige Korrelation. Diese Einteilung scheint also besser zu trennen, was die Fähigkeiten der linken Hemisphäre zur Entdeckung von Lautstärkenunterschieden anbelangt, als die Unterscheidung hinsichtlich des Melodiegefühls der Versuchspersonen. Eine auffällige Gemeinsamkeit ist, daß bei beiden Gruppen die linke Hemisphäre die schwächere zu sein scheint, jedoch nur bezüglich des Lateraltrainerversuches.

Wie ist dieses Ergebnis nun zu interpretieren?

Wiederum stellt sich die Frage nach der Interpretationsrichtung. Ist die geringere Sozialkompetenz ein Grund für musikalische Defizite oder die musikalischen Defizite für die niedrige soziale Kompetenz? Es ist unserer Meinung nach wahrscheinlicher, daß keine dieser beiden Ansichten die richtige ist. Beide Defizite könnten auf eine gemeinsame Grundlage zurückzuführen sein, jedoch ist es sehr schwierig, diese Grundlage zu finden und dann diesbezügliche Kausalitäten nachzuweisen.

Es wäre auch möglich, daß die sozial eher auffälligen Kinder bezüglich ihrer Testwerte dem Durchschnitt der Bevölkerung näher sind als die Kinder mit hoher Sozialkompetenz. Generell ist die rechte Hemisphäre bei Lautstärkenunterschieden der linken überlegen (Joseph 88). Es könnte also sein, daß die linke Hemisphäre der sozial kompetenteren Kinder ungewöhnlich gut entwickelt ist oder ihr Corpus callosum besser arbeitet, d.h. bereits zu einem höheren Grade myelinisiert ist als bei sozial eher auffälligen Kindern. Diese Kinder könnten, ähnlich wie formal ausgebildete Musiker,

ihre linke Hemisphäre bereits im frühen Vorschulalter durch die musikalische Früherziehung trainiert haben. Aufgrund fehlender weiterführender Untersuchungen bleiben diese Erklärungsansätze noch Theorie.

Insgesamt war es für uns überraschend zu sehen, daß praktisch alle signifikanten Ergebnisse beim Lateraltrainerversuch, dessen Methode der Datenregistrierung als eher fehleranfällig zu bezeichnen ist, zu verzeichnen waren. Trends hingegen tauchten, wenn überhaupt, beim Ordnungsschwellen - Meßgerät auf, dessen Datenregistrierungsmethode augenscheinlich objektiver und zuverlässiger ist. Nach mündlicher Mitteilung von Prof. Dr. Schröder (Universität Koblenz-Landau) läßt sich bei den Neurowissenschaften in zunehmendem Maße folgendes beobachten: Sobald die Datenregistrierung über eine Beschreibung seitens der Versuchspersonen verläuft, lassen sich eher signifikante Ergebnisse feststellen als bei einer rein technischen, „objektiven“ Datenerfassungsmethode.

Wir glauben, daß sich die von uns gefundenen signifikanten Ergebnisse nicht auf die Fehleranfälligkeit bzw. Genauigkeit der jeweiligen Datenregistrierung zurückführen lassen, da sie dafür selbst bei kritischer Betrachtung zu eindeutig sind.

Abschließend halten wir es für wichtig, noch einige zur Vorsicht mahnende Äußerungen der Diskussion hinzuzufügen. So sind alle in dieser Untersuchung gefundenen Ergebnisse nur mit der Einschränkung gültig, daß unsere Versuchspersonenzahl mit 12 Kindern recht gering ist. Der von uns benutzte Students t-Test sollte nach Meinung einiger Statistiker erst ab 15 Versuchspersonen angewendet werden (mündlicher Rat von Dr. W. Schreiber, Universität Koblenz-Landau), wenngleich diese Einschränkung nicht in den von uns benutzten Methodenwerken gemacht wird.

Außerdem liegen einige Validitätsgefährdungen, die wir oben bereits erwähnten, vor, welche insgesamt gesehen zu einer eher konservativen Interpretation gemahnen. So ist es z.B. statistisch gesehen sehr wahrscheinlich, daß bei 20 gerechneten t-Tests mit 5% tigem Alpha-Bereich zumindest *ein* zufällig entstandenes signifikantes Ergebnis dabeisein wird.

## LITERATUR

- Basso, A. (1993) „Amusia“ in F.Boller &J.Grafman (Ed.) „Handbook of Neuropsychology“ Vol.8 New York: Elsevier Science Publishers B.V.**
- Basso, A. & Capitani, E. (1985) „Spared musical abilities in a conductor with global aphasia and ideomotor apraxia“ *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 48, 407-412.
- Gates, A. & Bradshaw, J.L. (1977) „Music perception and cerebral asymmetries“ *Cortex*, 13, 390 - 401.
- Gordon, H. W. (1970) „Hemispheric asymmetries in the perception of musical chords“ *Cortex*, 6, 387-398.
- Kimura, D. (1961) „Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli“ *Canadian Journal of Psychologie*, 15,166.171.
- Milner, B. (1962) „Laterality Effect in audition“ in V. Mountcastle, (Ed), *Inter-hemispheric relations and cerebral dominance*, (pp. 173 - 201) Baltimore: John Hopkins University Press.
- Samson, S. & Zatorre, R. J. (1988) „Melodic and harmonic discrimination following unilateral cerebral excision“ *Brain Cognit.*, 7, 348-360.
- Seashore, C., Lewis, D. & Seatveit, J. (1960) „Seashore measures of musical talents manual (Revised) New York: Psychological Corporations.
- Bortz, J. (1984) „Lehrbuch der empirischen Forschung für Sozialwissenschaftler“. Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer.**

- Brizzolara, D., Ferretti, G., Brovedani, P., Casalini, C. & Sbrana, B. (1994) „Is interhemispheric transfer time related to age? A development study“ Behavioral Brain Research, 64, 179-184.**
- Barkovitch, A.J., Lyon, G. & Evrad, P. (1992) „Formation, maturation and disorders of white matter“ American Journal of Neuroradiology, 13, 447-461.
- Broman, M., Rudel, R.G., Helfgott, E. & Krieger, J. (1985) „Inter- and intrahemispheric processing of visual and auditory stimuli by dyslexic children and normal readers“ International Journal of Neuroscience, 26, 27-38.
- (1986) „Inter- and intrahemispheric processing of letter stimuli by dyslexic children and normal readers“ Cortex, 22, 447-459.
- Clark, J.M. & Zaidel, E. (1989) „Simple reaction times to lateralised light flashes. Varieties of interhemispheric communication routes“ Brain, 112, 849-870.
- Marzi, C.A., Bisiacchi, P. & Nicoletti, R. (1991) „Is interhemispheric transfer of visuomotor information asymmetric? Evidence from a meta analysis“ Neuropsychologia, 29, 127-135.
- O’Leary, D.S. (1980) „A developmental study of interhemispheric transfer in children aged five to ten“ Child Development, 51, 743-750.
- Yakovlev, P.I. & Lecours, A. (1967) “The myelogenetic cycles of regional maturation of the brain“ in A. Minkowski (Ed.) „Regional development of the brain in early life“ London: Blackwell pp.3-65.
- Broich, J. (1992) „Sprache, Mundraum, Seele. Logopädische Aspekte in der ganzheitlichen Kieferorthopädie, Hüthig Verlag.**

- Butler,R.A. (1994) „Asymmetric performances in monoaural localization of sound in space“ Neuropsychologia, 32, 221-229.**
- Altman,J.A., Balanov,L.J. & Deglin,V.L. (1979) „Effects of unilateral disorder of the brain hemisphere function in man on directional hearing“ Neuropsychologia, 17, 295-301.
- Diehl,J.M. & Arbinger,R. (1990) „Einführung in die Inferenzstatistik“ Eschborn bei Frankfurt a. M.: Klotz.**
- Diehl, J.M.& Kohr, H.U. „Deskriptive Statistik“. 8. Auflage Eschborn bei Frankfurt a. M.**
- Duden Fremdwörterbuch (1990), 5. Auflage, Duden Verlag Mannheim; Wien; Zürich.**
- Gordon,H.W. (1993) „Music and the right hemisphere“ in A.Young (Ed.) „Functions of the right hemisphere“ London, Academic Press.**
- Bartholomeus,B. (1974) „Effects of task requirements on ear superiority for sung speech“ Cortex, 10, 893-896.
- Blumstein,S. ,Goodglass,H. & Tartter,V. (1975) „The reliability of ear advantage in dichotic listening“ Brain and Language, 2, 226-236.
- Carmon,A & Nachshon,I. (1973) „Ear asymmetry in perception of emotional nonverbal stimuli“ Acta Psychologica, 37, 351-357.
- Davidson,R.J. & Schwartz,G.E. (1977) „The influence of musical training on patterns on EEG asymetry during musical and non-musical self-generation tasks“ Psychophysiology, 14(1), 58-63.

- Glanville,B.B., Best,C.T., & Levenson,R. (1977) „A cardiac measure of cerebral asymmetries in infant auditory perception“ *Developmental Psychology*, 23(8), 54-58.
- Gordon,H.W. (1978a) „Left hemisphere dominance for rhythmic elements in dichotically presented melodies“ *Cortex*, 14, 58-70.
- Johnson,P.R. (1977) „Dichotically stimulated ear differences in musicians and non musicians“ *Cortex*, 13, 385-389.
- King,F.L. & Kimura,D. (1972) „Left ear superiority in dichotic perception of vocal, nonverbal sounds“ *Canadian Journal of Psychology*, 26, 111-116.
- Milner,B. (1962) „Laterality Effect in audition“ inV. Mountcastle, (Ed.), *Inter-hemispheric relations and cerebral dominance*, (pp.173-201) Baltimore: John Hopkins University Press .
- Shucard,D.W., Shucard,J.I. & Thomas,J.G. (1979) *Auditory evoked potentials as probes of hemispheric differences in cognitive processing“ Science*, 197(4310), 1295-1298.
- Taub,J.M., TanguayP.E., & Clarkson,D. (1976) „Electroencephalographic and reaction time asymmetries to musical chord stimuli“ *Physiology and Behavior*, 17(6), 925-930.
- Hoptman,M.J. & Davidson,R.J. (1994) „How and why do the two cerebral hemispheres interact?“ *Psychological Bulletin*, 116(2), 195-219.**
- Crick,F. & Koch,C. (1990) „Some reflection on visual awareness“ *Cold Spring Harbour Symposia on Quantitative Biology*, 55, 953-962.

Engel, A.K., König, P., Kreiter, A.K. & Singer, W. (1991) „Interhemispheric synchronization of oscillatory neuronal responses in cat visual cortex“  
*Science*, 252, 1177-1179.

Kennedy, H., Meissner, C. & Dehay, C. (1991) „Callosal pathways and their compliance to general rules governing the organization of corticocortical connectivity“ in B. Dreher & S.R. Robinson (Ed.) „Neuroanatomy of the visual pathways and their development“ ( pp.324-359) Boca Raton, FL: Chemical Rubber Company.

Levy, J. & Traverthen, C. (1976) „Metacognition of hemispheric function in human split-brain patients“ *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 299-312.

Marzi, C. A., Bisiacchi, P. & Nicoletti, R. (1991) „Is interhemispheric transfer of visuomotor information asymmetric? Evidence from a meta analysis“  
*Neuropsychologia*, 29, 127-135.

Merola, J.L. & Liederman, J. (1985) „Developmental changes in hemispheric independence“ *Child Development*, 56, 1184-1194.

Moscovitch, M. & Smith, L.C. (1979) „Differences in neural organization between individuals with inverted and noninverted handwriting postures“ *Science*, 205, 710-713.

**Innocenti, G.M. (1994) „Some new trends in the study of the corpus callosum“ *Behavioral Brain Research*, 64, 1-8.**

Aggoun, D. & Innocenti, G.M. (1993) „Callosal axons originating near the border between areas 17 and 18 in the kitten“ *European Journal of Neuroscience* (in press).

Innocenti, G.M., Lehmann, P. & Houzel, J.-C. (1994) „Computational structure

of visual callosal axons“ *European Journal of Neuroscience*, 6, 918-935.

**Janata, P. (1995) „ERP Measures assay the degree of expectancy violation of harmonic contexts in music“ *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7(2), 153-164.**

**Joseph, R. (1988) „The right cerebral hemisphere: Emotion, music visuospatial skills, body image,dreams and awareness“ *Journal of Clinical Psychology*, 4, 630-673.**

Alajoanine, T (1948) „Aphasia and artistic realization “ *Brain*,71 229-241.

Benton, A. (1979) „Visuopereceptive, visuospatial and visuoconstructive disorders“ in K.M. Heilman & E.Valenstein (Eds.) „Clinical neuropsychology“ (pp186-232), Oxford: Oxford University. Press.

Blumstein, S. ,& Cooper, W. E. (1974) „Hemispheric processing of intentional contours“ *Cortex*, 10, 146-158.

Bowers, D. ,Coslett, B. ,Bauer, R. M. , Speedie, L. J. & Heilman, K. (1987) „Comprehension of emotional prosody following unilateral hemisphere lesions : Processing defect versus distraction defect“ *Neuropsychologia*, 23, 317-328.

Breitling, D. ,Guenther, W. & Rondot, P. (1987) „Auditory perception of music measured by brain electrical activity mapping“ *Neuropsychologia*, 25, 765-774.

Butters, N. & Barton, M. (1970) „Effect of parietal lobe damage on the performance of reversible operations in space“ *Neuropsychologia*, 8, 205-214.

- Carmon, A. & Bechthold, H. P. (1969) „Dominance of the right cerebral hemisphere for stereopsis“ *Neuropsychologia*, 7, 29-39.
- Carmon, A. & Nachshon, I. (1973) „Ear asymmetry in perception of emotional nonverbal stimuli“ *Acta Psychologica*, 37, 351-357.
- Chase, R. A. (1967) Discussion in F. L. Darley (Ed.) „Brain mechanisms underlying speech and language (pp. 136-139) New York: Grune & Stratton.
- Critchley, M. (1953) „The parietal lobe“ New York: Hafner.
- Curry, F. K. W. (1967) „A comparison of left-handed and right-handed subjects on verbal and non-verbal dichotic listening tasks“ *Cortex*, 3, 343-352.
- Day, R., Cutting, J.E. & Copeland, P. (1971) „Perception of linguistic and nonlinguistic dimensions of dichotic stimuli“ *Status Report of Haskins Laboratories*, 27, 1-6.
- DeRenzi, E. & Scotti, G. (1969) „The influence of spatial disorders in impairing tactual discrimination of shape“ *Cortex*, 5, 53-62.
- DeRenzi, E., Scotti, G. & Spinnler, H. (1969) „Perceptual and associative disorders of visual recognition: Relationship to the side of the cerebral lesion“ *Neurology*, 19, 634-642.
- Ettlinger, G. (1960) „The description and interpretation of pictures in cases of brainlesions“ *Journal of Mental Science*, 106, 1337-1356.
- Fontenot, D. J. (1973) Visual field differences in the recognition of verbal and nonverbal stimuli in man“ *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 85, 564-569.

- Franco, L. & Sperry, R. W. (1977) „Hemispheric lateralization for cognitive processing of geometry“ *Neuropsychologia*, 15, 107-111.
- Fried, I. , Mateer, C. , Ojemann, G. , Wohns, R. & Fedio, P. (1982)  
„Organization of visuospacial functions in human cortex“ *Brain*, 105,  
349-371.
- Gates, A. & Bradshaw, J. L. (1977) „The role of the cerebral hemispheres in music“ *Brain and Language*, 3, 451-460.
- Goldstein, L. , Stoltzfus, N. W. & Gardocki, J. F. (1972) „Changes in inter-hemispheric amplitude relationship in the EEG during sleep“ *Physiology and Behavior*, 8, 811-815.
- Gordon, H. W. (1970) „Hemispheric asymmetries in the perception of musical chords“ *Cortex*, 6, 387-398.
- Gordon, H. W. & Bogen, J. E. (1974) „Hemispheric lateralization in singing after intracarotid sodium amylobarbitone“ *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 37, 727-737.
- Halperin, Y. , Nachshon, I. & Carmon, A. (1973) „Shift of ear superiority in dichotic listening to temporally patterned nonverbal stimuli“ *Journal of Experimental Psychology*, 101, 46-54.
- Hannay, H. J. , Falgout, J. C. , Leli, D. A. , Katholi, C. R. , Halsey, J. H. & Wills, E. L. (1987) „Focal right temporal-occipital blood flow changes associated with judgment of line orientation“ *Neuropsychologia*, 25,  
755-763.
- Heilman, K. , Scholes, R. & Watson, R. T. (1975) „Auditory affective agnosia“ *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 38, 69-72.

- Hobson, J. A. , Lydic, R. & Bagdoyan, H. A. (1986) „Evolving concepts of sleep cycle generation: From brain centers to neuronal populations“ Behavioral and Brain Sciences,9, 371-448.
- Hodoba, D. (1986) „Paradoxical sleep facilitation by interictal epileptic activity of right temporal origin“ Biological Psychiatry, 21, 1267-1278.
- Joseph, R. (1982) „The neuropsychology of development: Hemispheric laterality, limbic language and the origin of thought“ Journal of Clinical Psychology, 38, 4-33.
- Joseph, R. , Gallagher, R. E., Holloway, W. & Kain, J. (1984) „Two brains-one child. Interhemisphere transfer deficits and confabulation in children aged 3, 7, 10“ Cortex, 20, 317-331.
- Kimura, D. (1963) „Right temporal lobe damage: Perception of unfamiliar stimuli after damage“ Archives of Neurology,18, 264-271.
- (1964) „Left-right differences in the perception of melodies“ Quarterly Journal of Psychology, 16, 355-358.
- (1966) „Dual functional asymmetry of the brain in visual perception“ Neuropsychologia,4,275-285.
- (1969) „Spatial localization in left and right visual fields“ Canadian Journal of Psychology,23,445-448.
- (1977) „Acquisition of a motor skill after left hemisphere damage“ Brain,17, 542.
- Kino, F. L. & Kimura, D. (1972) „Left ear superiority in dichotic perception of vocal nonverbal sounds“ Canadian Journal of Psychology,26,111-116.
- Knox, C. & Kimura, D. (1970) „Cerebral processing of nonverbal sounds in boys and girls“ Neuropsychologia,8,227- 237.

- Landis, T., Cummings, J. L., Christen, L., Bogen, J. E., & Imhof, H.G. (1986) „Are unilateral right posterior cerebral lesions sufficient to cause prosopagnosia? Clinical and radiological findings in six additional patients“ *Cortex*,22,243-252.
- Landsdell, H. (1968) „Extent of temporal lobe ablations on two lateralized deficits“ *Physiology and Behavior*, 3,271-273 (1970) (1970) „Relation of extent of temporal removal to closure and visuomotor factors“ *Perceptual and Motor Skills*, 31, 491-498.
- Ley, R. G. & Bryden, M. P. (1979) „Hemispheric differences in processing emotions and faces“ *Brain and Language*, 7, 127-138.
- Luria, A. (1973) „The working brain“ New York: Basic Books.
- Mahoney, A. M. & Sainsbury, R. S. (1987) „Hemispheric asymmetry in the perception of emotional sounds“ *Brain and Cognition*,6 ,216-233.
- McFarland, H. R. & Fortin, D. (1982) „Amusia due to right temporal-parietal infarct“ *Archives of Neurology*, 39, 725-727.
- Milner, B. (1962) „Laterality Effect in audition“ inV. Mountcastle, (Ed.), *Inter-hemispheric relations and cerebral dominance*, (pp.173-201) Baltimore: John Hopkins University Press .  
(1968)„Visual recognition and recall after right temporal lobe excision in man *Neuropsychologia*, 6,191-209.
- Molfese, D., Freeman, R. B. & Palermo, D. S. (1975) „The ontogeny of brain lateralization for speech and nonspeech stimuli“ *Brain and Language*, 2, 356-368.
- Nebes, R. B. (1971) „Handedness and the perception of whole-part relati-

onship“ *Cortex*, 7, 350-356.

Neilsen, J. M. (1946) „Agnosia, apraxia, aphasia, their value in cerebral localization“ New York Hoeber.

Piazza, D. M. (1980) „The influence of sex and handedness in the hemispheric specialization of verbal and nonverbal tasks“ *Neuropsychologia*, 18, 163-176.

Reese, H. H. (1948) „The relation of music to diseases of the brain“ *Occupational Therapy and Rehabilitation*, 27, 112-18.

Roland, P. E., Skinhoj, E. & Lassen N. A. (1981) „Focal activation of human cerebral cortex during auditory discrimination“ *Journal of Neurophysiology*, 45, 1139-1150.

Ross, E. (1981) „The aprosodias: Functional-anatomic organization of the affective components of language in the right hemisphere“ *Archives of Neurology*, 38, 561-589.

Safer, M. & Leventhal, H. (1977) „Ear differences in evaluating emotional tones and verbal content“ *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 3, 75-82.

Segalowitz, S. J. & Plantery, P. (1985) „Music draws attention to the left and speech draws attention to the right“ *Brain and Cognition*, 4, 1-6.

Smith, A. (1966) „Speech and other functions after left (dominant) hemispherectomy“ *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 29, 467-471.

Smith, A. & Burkland, C. W. (1966) „Dominant hemispherectomy“ *Science*, 153, 1280-1282.

- Spellacy, F. (1970) „Lateral preference in the identification of patterned stimuli“ *Journal of Acoustical Society of America*, 47,574-578.
- Sperry, R. (1982) „Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres“ *Science*, 217, 1223-1226.
- Spreen, O., Benton, A. L. & Fincham, R. W. (1965) „Auditory agnosia without aphasia“ *Archives of Neurology* , 13, 84-92.
- Swisher, L. P., Dudley, J. G. & Doehring, D. G. (1969) „Influence of contralateral noise on auditory intensity discrimination“ *Journal of Acoustical Society of America*, 45, 1532-1536.
- Tucker, D., Watson, R. T. & Heilman, K. M. (1977) „Affective discrimination and evocation of affectively toned speech in patients with right parietal disease“ *Neurology*, 27, 947-950.
- Tsunoda, T. (1975) „Functional differences between right and left cerebral hemispheres detected by the key-tapping method“ *Brain and Language*, 2, 152-170.
- Yamadori, A., Osumi, U., Mashuara, S. & Okuto, M. (1977) „Preservation of singing in Broca’s aphasia“ *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 40, 221-224.
- Zurif, E. B. (1974) „Auditory lateralization: Prosodic and syntactic factors“ *Brain and Language* 1, 391-404.
- Kegel, G. & Tramitz, C. (1991) „Olaf - Kind ohne Sprache: Die Geschichte einer erfolgreichen Therapie“ Opladen: Westdeutscher Verlag.**

**Oerter, R. (1987) „Entwicklungspsychologie“ München, Weinheim: PVU.**

**Peretz, I. & Babai, M. (1992) „The role of contour and intervals in the recognition of melody parts: Evidence from cerebral asymmetries in musicians“ *Neuropsychologia*, 30(3), 277-292.**

Bartlett, J. & Dowling, W. (1980) „recognition of transposed melodies: A key-distance effect in developmental perspective“ *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 501-515.

Cuddy, L. & Cohen, A. (1979) „Recognition of transposed melodic sequences“ *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 255-270.

Dowling, W. (1982) „Melodic information processing and its development“ in D. Deutsch (Ed.) „The psychology of music“ New York: Academic Press.

Edworthy, J. (1985) „Interval and contour in melodic processing“ *Music Perception*, 2, 375-388.

Watkins, A. & Dyson, M. (1985) „On the perceptual organization of tone sequences and melodies“ in P. Howell, I. Cross & R. West (Ed.) „Musical structure and cognition“ London: Academic Press.

**Peretz, I. & Morais, J. (1988) „Determinants of laterality for music: Towards an information processing account“ in „Handbook of dichotic listening: Theory, Methods and Research“ K. Hughdahl (Ed.) New York: Wiley.**

Bartlett, J. & Dowling, W. (1980) „recognition of transposed melodies: A key-distance effect in developmental perspective“ *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 501-515.

- Bentley, A. (1966) „Music ability in children and its measurement“ London: Harap.
- Bertoncini, J., Mehler, J., Morais, J. & Lokker, R. (in preparation) „Right ear differences in infancy“.
- Best, C., Hoffman, H. & Glanville, B. (1982) „Lateral differences in normal man and lateralization of brain function“ *International Journal of Psychology*, 17, 173-210.
- Bever, T. (1975) „Cerebral asymmetries in humans are due to the differentiation of two incompatible processes: Holistic and analytic“ in D. Aaronson & R. Rieber (Ed.) „Developmental psycholinguistics and communication disorders“ New York: New York Academy of Science.
- (1980) „Broca and Lashley were right: Cerebral dominance is an accident of growth“ in D. Caplan (Ed.) „Biological sciences of mental processes“ Cambridge: MIT Press.
- „Cerebral lateralization, cognitive asymmetry and human consciousness“ in Young (Ed.) „Cognitive processing in the right hemisphere“ New York: Academic Press.
- Bever, T. & Chiarello, R. (1974) „Cerebral dominance in musicians“ *Science*, 185, 537-539.
- Blechner, M. (1976) „Right ear advantage for musical stimuli differing in rise time“ *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, SR 47; 63-69.
- Brown, J. (1983) „rethinking the right hemisphere“ in Young „Cognitive processing in the right hemisphere“ New York: Academic Press.
- Cuddy, L. & Cohen, A. (1976) „Recognition of transposed melodic sequen-

- ces“ *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 255-270.
- Curry, F. (1967) „A comparison of left-handed and right-handed subjects on verbal and non-verbal dichotic listening tasks“ *Cortex*, 3, 343-352.
- Darwin, C. (1871) „The descent of man and selection in relation to sex“ New York: Appleton.
- Doehring, D. (1971) „Serial order effects in auditory discrimination by oddity and matching to sample“ *Perception and Psychophysics*, 10, 137-141.  
(1982) „Ear asymmetry in the discrimination of monaural tonal sequences“ *Canadian Journal of Psychology*, 26, 106-110.
- Dowling, W. (1978) „Scale and contour: Two components of a theory of memory for melodies“ *Psychological Review*, 85, 341-354.  
Melodic information processing and its development“ in  
D. Deutsch (Ed.) „The Psychology of music“ New York: Academic Press.
- Dowling, W. & Fujitani, D. (1971) „Contour, interval and pitch recognition in memory for melodies“ *Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 524-531.
- Dowling, W. & Harwood, D. (1986) „Music cognition. Series in cognition and perception“ New York: Academic Press.
- Edworthy, J. (1985) „Melodic contours and musical structure“ in P. Howell, I. Cross & R. West (Ed.) „Musical structure and cognition“ London: Academic Press.
- Entus, A. (1977) „hemispheric asymmetry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli in infants“ in S. Segalowitz & F. Gruber (Ed.) „Language development and neurological theory“ New York: Academic Press.

- Gaede, S., Parson & Bertera, J. (1978) „Hemispheric differences in music perception: Aptitude versus experience“ *Neuropsychologia*, 16, 369-373.
- Gates, A. & Bradshaw, J. (1977) „Music perception and cerebral asymmetries“ *Cortex*, 13, 390-401.
- Houtsma, A. & Goldstein, J. (1971) „The central origin of the pitch of complex tones: Evidences from musical interval recognition“ *Journal of the Acoustic Society of America*, 2, 520-529.
- Imberty, M. (1981) „L'acculturation tonale chez l'enfant. Basic musical function and musical ability“ *Royal Swedish Academy of Music*, 32, 81-105.
- Johnson, P. (1977) „Dichotically-stimulated ear differences in musicians and nonmusicians“ *Cortex*, 13, 385-389.
- Johnson, R., Bowers, J., Gamble, M., Lyons, F., Presbey, T. & Vetter, R. (1977) „Ability to transcribe music and ear superiority for tone sequences“ *Cortex*, 13, 295-299.
- Kimura, D. (1964) „Left-right differences in the perception of melodies“ *Quarterly Journal of Psychology*, 16, 355-358.
- King, L. & Kimura, D. (1972) „Left ear superiority in dichotic perception of vocal, nonverbal sounds“ *Canadian Journal of Psychology*, 26, 111-116.
- Kinsbourne, M. (1982) „Hemispheric specialization and the growth of human understanding“ *American Psychologist*, 37, 411-420.
- Laberge, D. (1981) „Perceptual and motor schemas in the performance of music“ in „Proceedings of the National Symposium of the Application

of Psychology to the Teaching of Music“ Reston, Virginia: Music Educators National Conference

Moore, J. & Hannay, H. (1981) „Verbal performance, I. Q. discrepancy and rhythm test performance“ *Perceptual and Motor Skills*, 52, 819-826.

Papousek, M. & Papousek, H. (1981) „Musical elements in the infant’s vocalization: Their significance for communication, cognition and creativity“ *Advances in infancy research*, 1, 163-224.

Peretz, I. (1987) „Shifting ear differences in melody comparison through transposition“ *Cortex*, 23, 317-323.

Peretz, I. & Morais, J. (1980) „Modes of processing melodies and ear asymmetry in nonmusicians“ *Neuropsychologia*, 20, 351-354.

(1983) „Task determinants of ear differences in melody processing“ *Brain and Cognition*, 2, 313-330.

(1987) „Analytic processing in the classification of melodies as same or different“ *Neuropsychologia*, 25, 546-652.

Peretz, I., Morais, J. & Bertelson, P. (1987) „Shifting ear differences in melody recognition through strategy inducement“ *Brain and cognition*, 6, 205-215.

Reinike; T. (1981) „Simultaneous processing of music and speech“ *Psychomusicology*, 1, 58-77.

Sergent, J. (1982) „About face: Left-hemisphere involvement in processing physiognomies“ *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 11-14.

Shanon, B. (1981) „Classification of musical information presented to the right and left ear“ *Cortex*, 17, 583-596.

- Sloboda, J. (1985) „The musical mind: The cognitive psychology of music“  
London: Oxford University Press.
- Spellacy, F. (1970) „Lateral preference in the identification of patterned stimuli“ *Journal of the Acoustical Society of America*, 47, 574-578.
- Zenatti, A. (1969) „Le developpement genetique de la perception musicale“  
*Monographies Franquaise de Psychologie*, 17, 1-110.
- Peretz, I. & Morais, J. (1989) „Music and modularity“ *Contemporary Music review*, 4, 279-293.**
- Bartlett, J. & Dowling, W. (1980) „recognition of transposed melodies: A key-distance effect in developmental perspective“ *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 501-515.
- Dowling, W. (1978) „Scale and contour: Two components of a theory of memory for memories“ *Psychological Review*, 85, 341-354.  
(1982)„Musical scale and psychological scales: Their psychological reality“ *Crosscultural Perspectives on Music*, R.Falk & T.Rice (Ed.) pp.20-28 Toronto University of Toronto Press.
- Fodor, J. (1983) „The modularity of mind“ Cambridge, Mass: MIT Press.
- Galaburda, A., Lemay, M., Kemper, T. & Geshwind, N. (1978) „Right-left asymetries in the brain“ *Science*, 199, 852-856.
- Gardner, H. (1983) „Frames of mind,the theory of multiple intelligences“  
New York: Basic Books.
- Imberty, M. (1969) „L’acquisition des structures tonales chez l’enfant“ Paris:  
Klincksieck

- (1981) „L'acculturation tonale chez l'enfant. Basic musical function and musical ability“ Royal Swedish Academy of Music, 32,81-105.
- Jackendoff, R. (1987) „consciousness and the computational mind“ Cambridge: MIT Press, a Bradford Book.
- Jones, M. (1987) „dynamic pattern structure in music: Recent theory and research“ Perception & Psychophysics, 41,621-634.
- Peretz, I. (1985) „Asyetrie hemispherique dans les amusies“ Revue Neurologique, 141,169-183.
- Peretz, I. & Morais, J. (1988) „Determinants of laterality for music: Towards an information processing account“ in „Handbook of dichotic listening: Theory, Methods and Research“ K. Hughdahl (Ed.) New York: Wiley.
- Pitt, M. & Monahan, C. (1987) „The perceived similarity of auditory polyrhythms“ Perceptions & Psychophysics, 41, 534- 546.
- Shepard, R & Jordan, E. (1984) „Auditory illusions demonstrating that tones are assimilated to an internalized musical scale“ Science, 226, 1333-1334.
- Zatorre, R. (1984) „Musical perception and cerebral function: A critical review“ Music Perception, 2, 196-221.
- Zenatti, A. (1969) „ Le developpement genetique de la perception musicale“ Monographies Franquaise de Psychologie, 17, 1-110.
- Pöppel, E. (1988) „Grenzen des Bewußtseins: Über Wirklichkeit und Welterfahrung“ Stuttgart: DVA.**

- Rauch, R. A. & Jinkins, J. R. (1994)** „Analysis of cross-sectional area measurements of the corpus callosum adjusted for brain size in male and female subjects from childhood to adulthood“ **Behavioral Brain Research, 64, 65-78.**
- Rosenkötter, H. (1995/96)** „Neue Formen von Hörtraining und Klangtherapie“ in: **Pädiatrische Praxis 50, 211-222; Hans Marseille Verlag Gmbh München.**
- Samson, S. & Zatorre, R. J. (1994)** „Contribution of the right temporal lobe to musical timbre discrimination“ **Neuropsychologia, 32, 231-240.**
- Effron, R. (1963) „Temporal perception, aphasia and deja vu“ **Brain, 86, 403-424.**
- Robin, D. A., Tranel, D. & Damasio, H. (1990) „Auditory perception of temporal and spectral events in patients with focal left and right cerebral lesions“ **Brain Lang., 39, 539-555.**
- Samson, S. & Zatorre, R. J. (1988) „Melodic and harmonic discrimination following unilateral cerebral excision“ **Brain Cognit., 7, 348-360.**
- Siditis, J. J. & Volpe, B. T. (1988) „Selective loss of complex-pitch or speed discrimination after unilateral lesion“ **Brain Lang., 34, 235-245.**
- Tramo, M. J. & Gazzaniga, M. S. (1989) „Discrimination and recognition of complex tonal spectra by the cerebral hemispheres: differential lateralization of acoustic-discriminative and semantic associative functions in auditory pattern perception“ **Soc. Neurosci. Abstr., 15, 421.2.**
- Zatorre, R. J. (1988) „Pitch perception of complex tones and human tempo-

ral-lobe function“ Journal Acoust. Soc. Am., 84, 566.572.

**Steinberg, R. (Ed.) (1996) „Music and the mind machine“ Springer Verlag.**

Peretz, I. & Hebert, S. (1996) „Music processing after brain damage: The case of rythm without melody“

**Tomatis, A. (1987) „Klang des Lebens; Vorgeburtliche Kommunikation - die Anfänge der seelischen Entwicklung“ Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Verlag.**  
**(94)„Klangwelt Mutterleib - Anfänge der Kommunikation zwischen Mutter und Kind“ München: Kösel Verlag.**

**Warnke, F. (1995) „Der Takt des Gehirns; wie Sie Informationen schneller verarbeiten“ Freiburg i. B. : VAK.**

Steinbüchel, N. v., Ilmbergerk, J. & Pöppel,E. (1991) „Selective improvement of auditory order threshold in aphasic patients“ International Journal of Psychophysiology, 11, 78.

Veit, S. (1992) „Sprachentwicklung, Sprachauffälligkeit und Zeitverarbeitung - eine Longitudinalstudie“ Dissertation an der Ludwig-Maximilian-Universität zu München.

**Zatorre, R. J., Evans, A. C. & Meyer, E. (1994) „Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch“ Journal of Neuroscience, 14(4),1908-1919.**