



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Die Effekte der Tomatis-Therapie auf das
räumliche Vorstellungsvermögen

Verfasserin

Ulrike Maria Koller

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im November 2010

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler

Danksagung

Anfangs hatte meine Diplomarbeit die Bedeutung eines Lebenswerkes, nun weiß ich, sie ist ein weiterer Schritt. Unzähligen Wegbegleitern, Helfern, Freunden und Passanten möchte ich von ganzem Herzen danken...

Meiner Mutter und meinem Vater, die mich auf so liebevolle und bestärkende Weise auf meinem individuellen Weg unterstützen. Ich danke meinem Bruder für die großen und kleinen Herausforderungen des Geschwisterseins, für die „harte Schule“ und seinen Beschützer-Instinkt.

Weiters bedanke ich mich bei Ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler für die kompetente und motivierende Art der Betreuung. Seine Begeisterung für Musik, sein Interesse an der Thematik Tomatis und seine Hilfe bei der Auswertung der Daten haben das Zustandekommen meiner Arbeit maßgeblich beeinflusst. In diesem Zusammenhang geht mein Dank auch an Mag. Eva-Maria Adlmann – für ihr Einfühlungsvermögen, ihre positive Einstellung und ihre Tipps am Rande.

Auch bin ich Hilde und Peter Tinkl und dem gesamten Team des Tomatis-Instituts Tinkl in Wien zu großem Dank verpflichtet. Ihre bedingungslose Unterstützung hat es überhaupt erst ermöglicht, die Methode in der Praxis kennen zu lernen und die Datenerhebung für den empirischen Teil meiner Studie durchzuführen. So möchte ich mich an dieser Stelle natürlich auch bei allen Probanden bedanken – für ihr bereitwilliges Mittun, Interesse am Thema, Zeit, Geduld und Sitzfleisch.

Auch seien hier die Menschen erwähnt, die neben meiner Familie einen ganz besonderen Stellenwert in meinem Leben haben. Simon, Claudia, Anna, Christine, Sabrina, Bern, Markus, Sandra, Kati, Erika, Oliver, Martin. Jede und jeder war und ist für mich auf seine spezielle Art und Weise Stütze und Ansporn in dem, was ich bin und was ich tue.

Mag es noch so ungewöhnlich erscheinen, gilt jedoch mein allergrößter Dank meiner Cocker Spaniel Hündin Mai Li. Sie erinnert mich jeden Tag aufs Neue, worum es wirklich und wahrhaftig geht.

Und wahrlich... ohne Musik wäre das Leben wie ein Film ohne Soundtrack. Danke für eine Welt voller Klänge und für Ohren, die fähig sind, hinzuhorchen!

Mir kommt es auf das Hören an. Denn ich habe erfahren – und immer wieder gezeigt: Beides – äußeres und inneres Hören, ohnehin nicht voneinander zu trennen – verändert Bewusstsein – stärker als alles andere in unserer augenorientierten Zeit.

(Berendt, 1985, S. 161)

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG.....	5
------------------------	----------

THEORETISCHER TEIL

1 DIE TOMATIS-METHODE	7
------------------------------------	----------

1.1 ALFRED A. TOMATIS UND DIE ANFÄNGE DER AUDIO-PSYCHO-PHONOLOGIE	7
1.2 DAS OHR.....	10
1.2.1 <i>Die pränatale Entwicklung des Ohres und pränatales Hören.....</i>	<i>10</i>
1.2.2 <i>Die Anatomie des Ohres.....</i>	<i>12</i>
1.2.3 <i>Die vielseitigen Funktionen des Ohres.....</i>	<i>15</i>
1.3 DIE TOMATIS-THERAPIE.....	19
1.3.1 <i>Ziele der Tomatis-Therapie.....</i>	<i>19</i>
1.3.2 <i>Das Elektronische Ohr.....</i>	<i>20</i>
1.3.3 <i>Die fünf Phasen der Hörkur.....</i>	<i>23</i>
1.3.4 <i>Der Ablauf der Tomatis-Therapie in der Praxis.....</i>	<i>25</i>
1.3.5 <i>Effekte der Tomatis-Therapie.....</i>	<i>27</i>

2 RAUMVORSTELLUNG.....	34
-------------------------------	-----------

2.1 RAUMVORSTELLUNG ALS TEILGEBIET MENSCHLICHER INTELLIGENZ	34
2.1.1 <i>Exkurs: Zwei Raumvorstellungstests im Vergleich.....</i>	<i>39</i>
2.2 MUSIK UND RAUMVORSTELLUNG	41
2.2.1 <i>Lokalisation von Musikalität und räumlichem Denken im Gehirn</i>	<i>41</i>
2.2.2 <i>Der Mozart-Effekt.....</i>	<i>43</i>
2.2.3 <i>Musiktraining und Raumvorstellung.....</i>	<i>46</i>

EMPIRISCHER TEIL

3	ZIELSETZUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN	51
4	PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG	52
4.1	VERSUCHSPLAN.....	52
4.2	ERHEBUNGSINSTRUMENTE.....	53
4.2.1	<i>Der Endlosschleifentest (EST)</i>	<i>53</i>
4.2.2	<i>Der Dreidimensionale Würfeltest (3DW).....</i>	<i>54</i>
4.3	DURCHFÜHRUNG.....	56
4.4	BESCHREIBUNG DER STICHPROBE.....	57
5	ERGEBNISSE	58
5.1	ROHWERT-ANALYSE	58
5.2	ANALYSE MITTELS LINEAR LOGISTISCHEM TESTMODELL (LLTM)	61
5.2.1	LLTM-Analyse: 3DW	63
5.2.1.1	<i>Hypothesenprüfung</i>	<i>63</i>
5.2.1.2	<i>Ergebnisdarstellung und Interpretation.....</i>	<i>66</i>
5.2.2	LLTM-Analyse: EST	69
5.2.2.1	<i>Hypothesenprüfung</i>	<i>69</i>
5.2.2.2	<i>Ergebnisdarstellung und Interpretation.....</i>	<i>71</i>
6	GESAMTINTERPRETATION UND DISKUSSION	74
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	76
	LITERATURVERZEICHNIS.....	79
	TABELLENVERZEICHNIS	87
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	88
	ANHANG	89
	ABSTRACT IN DEUTSCH	89
	ABSTRACT IN ENGLISCH	90
	CURRICULUM VITAE	91

Einleitung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die so genannte Tomatis-Therapie Einfluss auf die Fähigkeit der Raumvorstellung hat.

Als Tomatis-Therapie wird eine spezielle Methode des Hörtrainings bezeichnet, die – aufbauend auf empirischen Beobachtungen über den Zusammenhang von Ohr und Stimme und Erkenntnissen über die pränatale Hörwahrnehmung – vom französischen Mediziner, Forscher und Philosoph Alfred A. Tomatis entwickelt wurde.

Der theoretische Teil der Arbeit behandelt demnach detailliert Tomatis' Theorien und die Rolle des Ohres als primäres Organ für multiple physische, emotionale und neurologische Prozesse. Ziele, Ablauf und technische Grundlagen der Tomatis-Therapie werden beschrieben, ebenso wie zahlreiche Studien zu bislang belegbaren Effekten und Wirkweisen des Hörtrainings.

Im Weiteren wird der Faktor Raumvorstellung als Teilgebiet menschlicher Intelligenz besprochen. Im Fokus stehen hierbei vor allem Theorien und Studien zum Zusammenhang zwischen Musik und räumlichem Denken, an deren Spitze der vielseitig zitierte Mozart-Effekt diskutiert wird.

Der empirische Teil widmet sich ganz und gar der Beschreibung der im Rahmen der Diplomarbeit durchgeführten Studie, in der mit Hilfe der beiden Raumvorstellungstests 3DW (Gittler, 1990) und EST (Gittler & Arendasy, 2003) Leistungsveränderungen aufgrund der Tomatis-Therapie untersucht wurden. Auswertungsverlauf und Ergebnisse werden aufgezeigt und im Anschluss interpretiert.

In der gesamten Arbeit findet stets die Schreibweise der männlichen Form Verwendung. Diese ist wertschätzend für beide Geschlechter zu verstehen.

THEORETISCHER TEIL

1 Die Tomatis-Methode

1.1 Alfred A. Tomatis und die Anfänge der Audio-Psycho-Phonologie

Der französische Hals-Nasen-Ohren-Arzt Alfred A. Tomatis (1920 - 2001), Forscher und Urvater der Audio-Psycho-Phonologie, begann seine Studien und Experimente mit dem menschlichen Gehör Ende der Vierzigerjahre. Als Sohn eines Opernsängers behandelte er zu bestimmter Zeit Kollegen seines Vaters, die mit gravierenden Stimmproblemen zu kämpfen hatten, und war zudem auf Bitten des französischen Gesundheitsministeriums an einer Studie beteiligt, in der die Auswirkungen übermäßigen Lärms auf das Gehör von Fabrikarbeitern untersucht werden sollten. Beide Forschungsbereiche führten Tomatis zu elementaren Erkenntnissen über den Zusammenhang von Ohr, Stimme und Gehirn (Tomatis, 1995).

So konnte er aufzeigen, dass die Hörqualität eines Menschen nicht nur durch äußere Überbelastung wie starken Lärm behindert werden kann, sondern auch durch psychische Einflussfaktoren. Weiters stellte er fest, dass eine Veränderung der Hörfähigkeit auch automatisch eine Veränderung der Stimme und des Verhaltens mit sich bringt. Hören, Stimme, Körper, Geist und Psyche standen für Tomatis in ständigem Wechselspiel miteinander in Verbindung (Madaule, 2002).

Zwischen 1957 und 1960 wurden die in zahlreichen Studien beobachteten Phänomene schließlich als „Tomatis-Effekt“ an der Akademie der Wissenschaften in Paris publiziert und in den folgenden drei Tomatis-Gesetzen zusammengefasst (Madaule, 2002):

1. Tomatisgesetz:

Die Stimme enthält als Obertöne nur die Frequenzen, die das Ohr wahrnimmt.

2. Tomatisgesetz:

Gibt man dem Ohr die Möglichkeit, nicht mehr oder nicht gut wahrgenommene Frequenzen korrekt zu hören, so erscheinen diese auch in der Stimme wieder augenblicklich und unbewusst.

3. Tomatisgesetz:

Die über einen bestimmten Zeitraum dauernde wiederholte akustische Stimulation führt zur endgültigen Veränderung des Gehörs und folglich der Phonation.

(Madaule, 2002)

Tomatis' Audio-Psycho-Phonologie als wissenschaftliche Disziplin hält nicht an einem Modell fest, wonach Hören ein rein mechanischer Vorgang sei, eine quantitative Angelegenheit also, mit dem Augenmerk darauf, *ob* jemand hört oder nicht (Institut für Horch- & Sprachpädagogik, 2000). Dem Prozess des Hörens wird eine zusätzliche, qualitative Dimension zugeschrieben, die darauf aufbaut, *wie* jemand hört (Madaule, 2002). Der Qualität einer Sinneswahrnehmung kommt durch Tomatis (1995) also eine viel wesentlichere Bedeutung zu als der organischen Leistung des peripheren Hörorgans.

In seinen Büchern unterscheidet Tomatis (1990) zwischen zwei Arten des Hörens – „entendre“ und „écouter“ – und stellt dabei das sensorische „Hören“ als passiven mechanischen Vorgang dem perzeptionellen „Horch“ klar gegenüber.

Es dürfte inzwischen klar geworden sein, daß ich, wenn ich vom Horchen spreche, etwas anderes meine als das bloße Hören oder ein gutes Gehör. Wenn hier vom Horchen die Rede ist, dann geht es um eine Fähigkeit, die über die organische Funktion des Ohres weit hinausreicht.

Das Horchen ist eine Gabe höherer Ordnung, die sich mit Vorliebe und vorrangig das Gehör zunutze macht. Je besser dieses ist, desto weitergehender gelingt es uns, mit der Wahrnehmung der Klangwelt einer bestimmten Wirklichkeit nahezukommen, die natürlich ihrerseits wiederum den Möglichkeiten des Gehörs Rechnung trägt. Wenn das Gehör einwandfrei ist, dann sagen wir, daß die betreffende Person hören kann. Das heißt aber keineswegs, daß sie auch hören will. Mit anderen Worten: Der Apparat, das Ohr, ist vorhanden und in der Lage, die eintreffenden Geräusche und Töne aufzufangen. Damit ist jedoch nicht ge-

sagt, daß auch ein entsprechender Wunsch vorhanden ist: der nämlich, die Laute zu empfangen, sie zu sammeln, sie miteinander zu verknüpfen, sie zu speichern, sie zu integrieren. Diese Dimension ist das Merkmal des Horchens, bei dem das Wollen eine entscheidende Rolle spielt. Ein solches Horchen kann durch die ständige treibende Kraft, die von ihm ausgeht, das Leben des Menschen völlig umgestalten, der sich ihm mit dem Ziel verschreibt, die Kommunikation mit allem aufzunehmen, was ihn umgibt (Tomatis, 1990, S. 170-171).

Der Mensch hört, was er hören will (Tomatis, 1990). Horchen heißt, selektiv aus einem Durcheinander von verschiedenen Tönen bestimmte als wichtig empfundene Frequenzen herausfiltern zu können (Beckedorf, 2000). Es ist für Tomatis (1990) eine willkürliche, aktive Handlung, ein Prozess bewussten Zuhörens, der unmittelbare Aufmerksamkeit und subjektive Bewusstheit verlangt, und den Menschen nicht nur für seine Umgebung, sondern auch für sich selbst öffnet. Tomatis sah die Fähigkeit des Horchens als Schlüssel zur Kommunikation und zum Leben selbst. So schreibt auch Leeds (2001) Folgendes:

And listening – in the Tomatis context – refers to how I process the sonic nutrients around me and how I listen to myself. I am not referring to increased intuition, awareness of long-buried feelings, or receptivity to channeled beings from Mars. Rather, I refer simply to how I listen. My inner and outer ears are now attuned in such a way that I notice *hearing* the energy behind words, feelings, and sounds (Leeds, 2001, S. 57).

Während Tomatis eine Anthropologie des Hörens entwarf, die die Evolution des Universums einer Symphonie gleichsetzt – mit dem Urknall als Anfang und dem Klang als kosmisches Phänomen –, prägte er auch den „weltlicheren“ Begriff des „musikalischen Ohres“ (Tomatis, 1997). Dieser basiert darauf, dass jede Stimmlage ihre eigene Art des Hörens, ihre spezielle Hörkurve, besitzt. So gibt es das „Baritonohr“ oder das „Sopranohr“, je nach Instrument, welches ein Musiker spielt, ein „Geigen-Ohr“, „Oboen-Ohr“, und unzählige mehr. Im Zuge weiterer Forschung fand Tomatis auch heraus, dass sogar jede Sprache und jeder Akzent eine eigene Art des Hörens in sich birgt und mit sich bringt. So hört beispielsweise das „französische Ohr“ anders als das „spanische“ und das „britisch-englische“ anders als das „amerikanische“, was ein Grund dafür ist, dass das Erlernen von Fremdsprachen oft so schwerfällt (Madaule, 2002).

Zusammengefasst erforschte Tomatis Zeit seines Lebens folgende Zusammenhänge:

- Ohr und Stimme
- Ohr und Körper
- Ohr und persönliche Energieressourcen
- audiovokale Kontrolle und Hörprobleme
- die persönliche Lebensgeschichte und Kommunikationsbereitschaft
- Hören und Fremdsprachenkompetenz
- Musik und Verbesserung der Hörwahrnehmung
- Hörmuster und Lernschwierigkeiten
- Mutterstimme und Motivation der Kommunikation
- pränatale und phylogenetische Entwicklung des Ohres
(Thompson, 1993).

1.2 Das Ohr

1.2.1 Die pränatale Entwicklung des Ohres und pränatales Hören

Tomatis (1990) war einer der ersten, der postulierte, dass bereits der Fetus im Mutterleib hört und die Grundzüge individuell unterschiedlicher Hörmuster und die Voraussetzungen für die Fähigkeit des Horchens in pränataler Zeit gelegt werden.

Drei wesentliche Fragen stellen sich in diesem Zusammenhang: Ab wann kann pränatal gehört werden? Was hört der Embryo bzw. Fetus? Und was passiert, wenn Kinder und Erwachsene wieder so hören, als wären sie im Mutterleib (Beckedorf, 1996)?

Das Gehör ist als erstes Sinnessystem vollständig entwickelt und funktionsfähig. Während der Wanderung der befruchteten Eizelle durch den Eileiter finden die ersten Zellteilungen statt, bis sich der noch undifferenzierte Zellhaufen zwischen achtem und zehntem Tag in der Gebärmutterschleimhaut einnistet. Am 21. Tag differenzieren sich die ersten Nervenzellen und dort, wo später das Ohr seinen Platz hat, wird eine Einstülpung sichtbar, die so genannte Ohrplakode. In der vierten Woche ist der Embryo sechs Millimeter

lang und das Innenohr wird angelegt. Nachdem zunächst der vestibuläre Teil ausgebildet wird, ist in der siebten bis achten Woche die Differenzierung der Hauptteile des Innenohres abgeschlossen (Beckedorf, 1996). In der 16. bis 23. Woche entspricht die Größe des Innenohres bereits der des Erwachsenen (Brunner & Nöldeke, 1997).

Tabelle 1 zeigt die pränatale Entwicklung des Außen-, Mittel- und Innenohres:

Tabelle 1 – Pränatale Entwicklung des Ohres
(Tabelle entnommen aus Brunner & Nöldeke, 1997, S.10)

Zeit / Größe des Embryos bzw. Fetus	Die Entwicklung des Außen- und Mittelohres	Die Entwicklung des Innenohres
2. Wo. / 3 mm	erste Anlage der oberen Luftwege	Zellverdickung
4. Wo. / 5 mm	Anlage des Äußeren Gehörgangs aus der ersten Kiemenspalte	Bildung einer Otozyste (Ohrbläschen)
6. Wo. / 11-14 mm	Anlage der Ohrmuschel aus den Höckern der 1. und 2. Kiemenbogenspitze	Bildung von: Sacculus und Schneckengang mit Corti-Organ sowie Utriculus, Bogengängen und Ductus endolymphaticus
8. Wo. / 28-30 mm	Anlage der Gehörknöchelchenkette aus dem Knorpel des 1. und 2. Kiemenbogens	knorpelige Labyrinthkapsel
12. Wo. / 84 mm	Verschmelzung der Ohrmuschelhöcker zur Ohrmuschel; Differenzierung der Gehörknöchelchenkette geht weiter	Abschluß der Differenzierung des häutigen Labyrinths
16. Wo. / 117 mm	Beginn der Verknöcherung der Gehörknöchelchenkette	Das Labyrinth ist ausgewachsen; Verknöcherung der Labyrinthkapsel beginnt
23. Wo. / 210 mm	Pneumatisation der Paukenhöhle	Verknöcherung der Labyrinthkapsel ist beendet
28. Wo. / 250 mm	Entwicklung des äußeren Gehörgangs und des Trommelfells	Differenzierung geht weiter
35. Wo. / 320 mm	Antrum mastoideum formt sich aus	Differenzierung beendet

Als erster aller Nerven wird mit viereinhalb Monaten der Hörnerv mit einer Myelinscheide versehen und ist von da an elektrisch leitfähig. Ab diesem Zeitpunkt ist Hören möglich (Beckedorf, 1996). Tomatis jedoch ist überzeugt davon, dass auditive Signale bereits ab dem ersten Monat in Form eines zellulären Gedächtnisses wahrgenommen und gespeichert werden können (Beckedorf, 1996).

Auch weist Tomatis (1990) auf den besonderen Stellenwert der Sinnesentwicklung in utero hin. Er spricht von einer gefilterten Hörwahrnehmung im Mutterleib, wobei Töne von außen das Innenohr des Fetus vor allem über Skelettvibrationen seiner eigenen Knochen und der seiner Mutter erreichen. Tiefe Frequenzen werden hierbei kaum weitergeleitet, hohe hingegen verstärkt, was dazu führt, dass die eher tieffrequenten körpereigenen Geräusche der Mutter wie Herzschlag, Magen-Darm-Aktivität, Atem, Blutstrom und Gallenblasenkontraktionen nicht primär wahrgenommen werden. Auch Außengeräusche sind zweitrangig im Klangerleben des heranwachsenden Kindes. An oberster Stelle des pränatalen Hörens steht die Stimme der Mutter, die über Wirbelsäule, Becken und fetalen Schädelknochen optimal und hochfrequent übertragen wird (Warner, 2000).

Tomatis nennt es den „uterinen Dialog“, den Kind und Mutter miteinander führen, und der vor allem im Warten und Wahrnehmen der mütterlichen Stimme liegt und den Fetus im Mutterleib „nährt“ (Leeds, 1997). So soll die Intaktheit des auditiven Systems eine elementare Rolle für normales Wachstum und Reifung des Gehirns, und die Stimme der Mutter – sprechend oder singend – eine Schlüsselrolle für die spätere Sprachentwicklung und Kommunikationsfähigkeit des Kindes spielen (Thompson & Andrews, 2000).

1.2.2 Die Anatomie des Ohres

Sind beide Ohren voll entwickelt, bestehen sie aus drei Hauptteilen – äußeres Ohr, Mittelohr und Innenohr – dargestellt in Abbildung 1. Der Übergang vom äußeren zum Mittelohr wird von einer Membran gebildet, dem Trommelfell, welches mit Hammer, Amboss und Steigbügel verbunden ist. Der Steigbügel drückt an eine zweite Membran, das ovale Fenster, das direkt zum Innenohr öffnet. Zwei kleine Muskeln, die am Hammer- und Steigbügelknochen sitzen, regulieren durch ihren Tonus die Spannung von Trommelfell und Innenohr-membran, der Musculus stapedius und der Musculus tensor tympani. Über eine Verbindung zum Nasen-Rachenraum, der Eustach'schen Röhre, wird Druckausgleich im Mittelohr möglich. Das äußere und das Mittelohr sind luftgefüllt; im Innenohr, welches aus dem Gleichgewichtsorgan (Vestibulum) und der Hörschnecke (Cochlea) besteht, fließen Peri- und Endolymphe (Beckedorf, 1996).

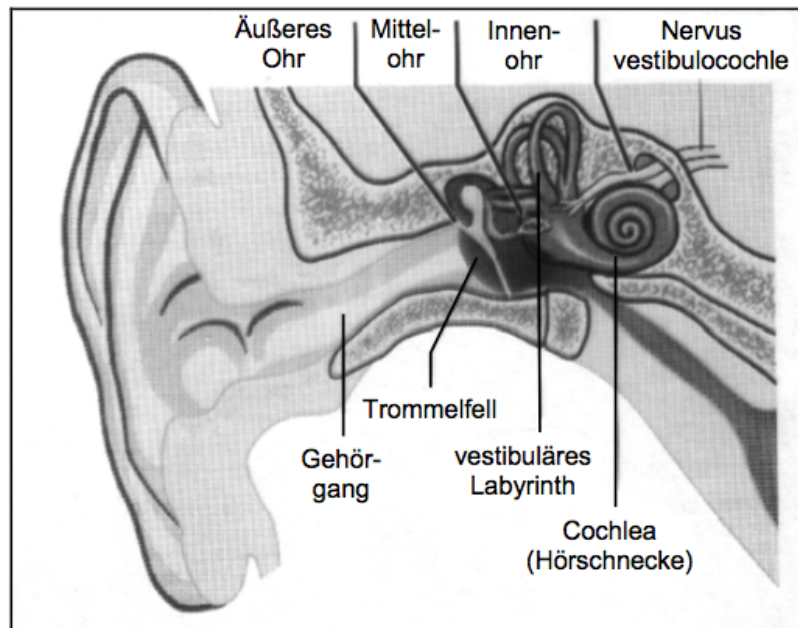


Abbildung 1 – Anatomie des peripheren Hörorgans (aus Beckedorf, 1996, S. 10)

Dringt nun ein Ton als Schwingung über die Luft durch den äußeren Gehörgang zum Trommelfell, wird dieses in Schwingung versetzt. Diese Vibrationen werden sogleich über die Gehörknöchelchenkette und direkt über den Knochen zum Innenohr weitergeleitet, was dazu führt, dass auch die so genannte Basiliarmembran zu schwingen beginnt und die entsprechenden Haarzellen in der Cochlea aktiv werden (Warner, 2000). Die Wellenlänge des Tones bestimmt, an welcher Stelle die Haarzellen erregt werden. Da die Elastizität und die Schwingungsfähigkeit der Basiliarmembran nahe dem Mittelohr, wo die hohen Frequenzen die Haarzellen aktivieren, allerdings weitaus höher ist als am Ende der Basiliarmembran, wo tiefe Töne elektrische Entladungen hervorrufen, können Töne gleicher Lautstärke im Hochfrequenzbereich eine stärkere Aktivität der Cochlea und damit auch des Gehirns provozieren als im Tieftonbereich (Beckedorf, 1996).

Die Übertragung des Schalls vom äußeren Gehörgang über Trommelfell und Gehörknöchelchenkette auf das Innenohr wird als Luftleitung bezeichnet. Eine Schallempfindung entsteht aber auch dann, wenn ein schwingender Körper, beispielsweise eine Stimmgabel, direkt auf den Schädelknochen aufgesetzt wird und diesen zu Schwingungen anregt. Bezeichnet wird diese Art der Schallübertragung als Knochenleitung (Birbaumer & Schmidt, 2003).

Über die primären Hörnervenfasern, die sich schon im Innenohr mit den primären Nervenfasern des Gleichgewichtsorgans zum Nervus statoacusticus vereinigen, werden bis zu 340 000 Hörimpulse pro Sekunde über mindestens fünf bis sechs Synapsen zum auditorischen Kortex beider Hirnhälften weitergeleitet (Beckedorf, 1996; Birbaumer & Schmidt, 2003).

Die Verarbeitung von Musik ist zwar nicht ausschließlich Angelegenheit der akustischen Areale des Gehirns, trotzdem sind diese bevorzugt aktiviert. Musikaliken zeigen hierbei vor allem rechtshemisphärische Aktivierung beim Hören von Musik, bei Musikern sind beide Hemisphären gleich beteiligt. Bei Untersuchungen zum Antwortverhalten der Neurone (auf den verschiedenen Stationen der Hörbahn) auf akustische Reize zeigt sich außerdem, dass einfache Reize, wie reine Töne, diese Neuronen im Allgemeinen weder erregen noch hemmen, sie hingegen auf komplexe Schallmuster, also solche, bei denen sich Frequenz oder Schalldruck ständig ändert, stark reagieren (Birbaumer & Schmidt, 2003).

Während das Hören mit zwei Ohren der akustischen Raumorientierung dient, ist der vestibuläre Apparat für die dreidimensionale Raumwahrnehmung des Menschen verantwortlich. Die drei Bogengänge, die in Abbildung 2 genauer veranschaulicht werden, stehen senkrecht zueinander. Ihre Kupulaorgane messen Rotationsbeschleunigungen in den drei Raumachsen, ihre Makulaorgane reagieren auf Schwerkraft, Linear- und Translationsbeschleunigungen (Birbaumer & Schmidt, 2003).

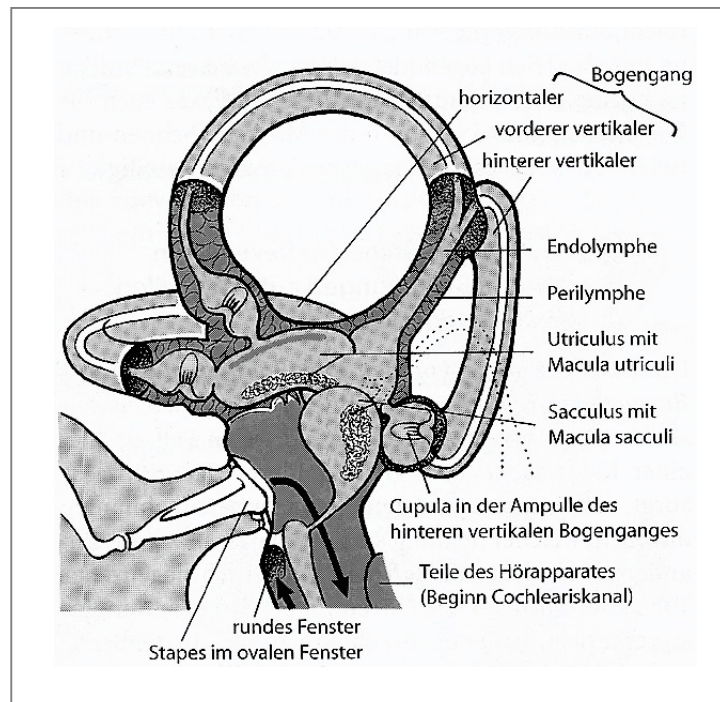


Abbildung 2 - Das vestibuläre Labyrinth (aus Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 430)

In den Ampullen und dem Utrikulus, den Erweiterungen der Bogengänge, sitzen dazu die Sinnes-Haarzellen, eingebettet in einer gallertartigen Masse (Warner, 2000). Verschiebt man die Gallerte über dem Sinnesepithel, kann die vorhandene Aktivität der afferenten Nervenfasern des Nervus vestibularis, die an den Sinnesrezeptoren enden, je nach Richtung der Verschiebung erhöht oder reduziert werden. Jede Haarzelle verfügt demnach über eine ausgesprochene Richtungs- und Beschleunigungssensitivität, die dazu dient, dem Gehirn Informationen zur Gleichgewichtserhaltung beim Stehen und Gehen, der Steuerung von Augenbewegungen, der motorischen Feinabstimmung und den Körperstellungen zu liefern (Birbaumer & Schmidt, 2003).

1.2.3 Die vielseitigen Funktionen des Ohres

Das „Wahrnehmungssystem Ohr“ ist also nicht nur da, um zu hören, sondern übernimmt für unsere gesamte Extero- und Interozeption eine Art Ordnungsfunktion (Huchting, 2002; vgl. Abbildung 3).

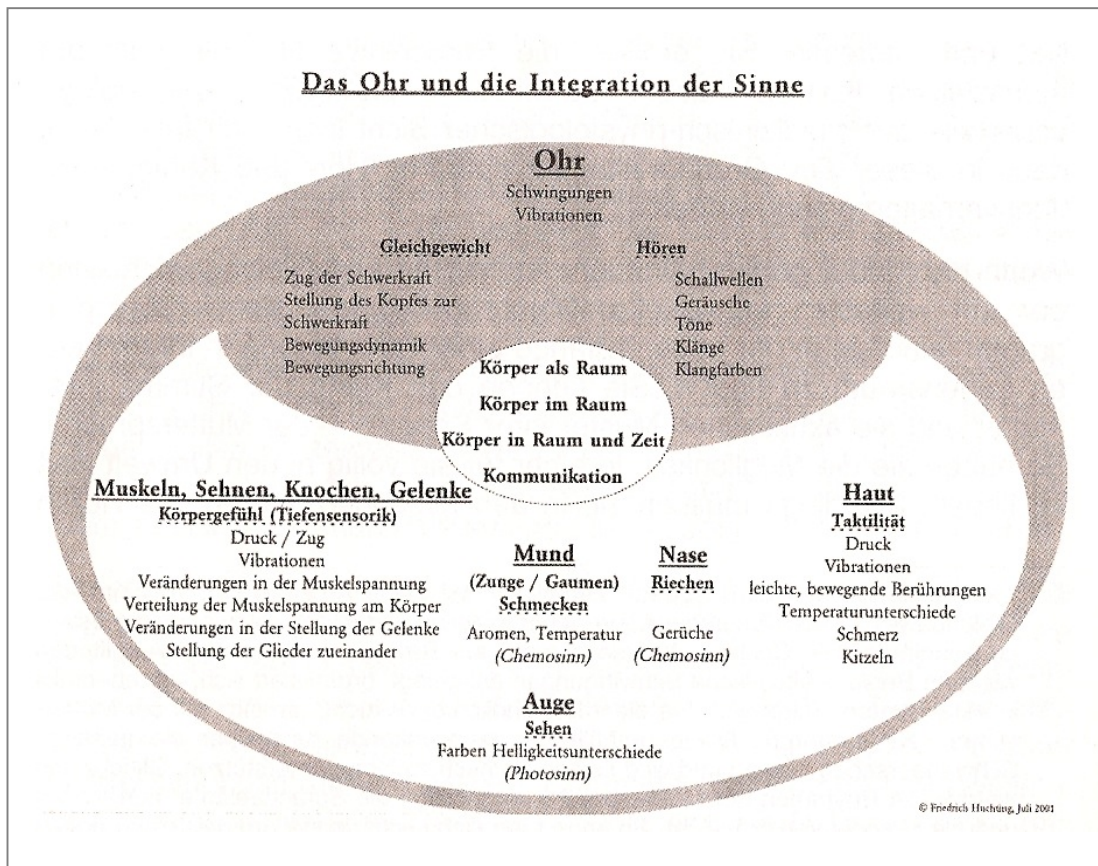


Abbildung 3 – Das „Wahrnehmungssystem Ohr“ (aus Huchting, 2002, S. 77)

Um an Kapitel 1.2.2 anzuschließen, ist das Ohr als Gleichgewichts- und Hörorgan das einzige Sinnesorgan, das zwei Sinne vereint und körpereigene und körperfremde Stimuli verarbeitet.

Der Vestibularapparat, der seine Funktion schon zu Anfang des embryonalen Lebens aufnimmt, kontrolliert Balance, Koordination, Vertikalität und Muskelspannung, da jeder Muskel über das Rückenmark mit dem Nerv des Gleichgewichtsorgans in Verbindung steht (Manassi, 1990). Unser Körpergefühl sitzt also im Ohr. Über die Wahrnehmung des Körperschemas entwickelt sich so auch die Orientierung im Raum bis hin zur mehrdimensionalen Raumwahrnehmung. Das Ohr „malt“ quasi ein Bild unseres Körpers im Raum und kontrolliert so die Verteilung von Spannungen, Verkrampfungen oder Schlaffheit, Muskeltonus, Haltung, Motorik und Feinmotorik (Manassi, 1990; Pierre Sollier, 1999).

Da die Cochlea zusammen mit dem Gleichgewichtsorgan im Innenohr liegt, wirkt auch ein rein akustischer Reiz über das Gleichgewichtsorgan auf den Körper (Manassi, 1990). Und selbst, wenn nicht bewusst auf die Geräusche der Umgebung gehört wird, sind Klang- und Vibrationsempfänger der Ohren auf den Raum abgestimmt, wirken auf das Wohlbefinden und dienen dazu, eine Balance zwischen Innen- und Außenwelt zu schaffen (Campbell, 1997).

Auch das vegetative Gleichgewicht steht in starker Verbindung mit dem Gehör. So kommen am Trommelfell und im äußeren Gehörgang sensible Fasern des Nervus vagus, des wichtigsten parasympathischen Nerves, an die Hautoberfläche. Er versorgt die meisten Organe, die dazu neigen, psychosomatische Symptome auszubilden, wie etwa Rachenraum, Kehlkopf, Herz, Lunge oder Magen. Da Schall das Trommelfell in Schwingung versetzt, besteht automatisch Einfluss auf den Nervus vagus. Tiefe Frequenzen erzeugen höhere Vibration und haben stärkere Auswirkung auf die Eingeweide. Ein „gutes Ohr“, welches hohe Frequenzen besonders gut wahrnimmt, bei dem das Trommelfell demnach nicht übermäßig vibriert, fördert das vegetative Gleichgewicht (Manassi, 1990).

Weiters ist das Ohr mit zirka 90 Prozent an der Energiezufuhr zur Hirnrinde beteiligt, was fast ausschließlich durch den Empfang hoher Frequenzen geschieht. Hohe Frequenzen können, wie in Kapitel 1.2.2 bereits erläutert, eine weitaus stärkere Aktivität der Cochlea hervorrufen als tiefe, was dazu führt, dass diese in eine unverhältnismäßig höhere Zahl von Impulsen umgesetzt werden (Beckedorf, 1996). Auswirkung dessen ist eine wahre Belebung kortikaler Aktivität.

Hohe Frequenzen versorgen das Gehirn mit Energie. Bewusstsein, Denkfähigkeit, Gedächtnis, Willenskraft, geistige Wachheit, Vitalität und Kreativität werden angeregt (Manassi 1990). Ein Überfluss an niedrigen Bassfrequenzen hingegen kann das System tatsächlich schwächen und sowohl mental als auch physisch ermüden (Leeds, 2001).

Tomatis erkannte, dass es durch das Aufladen des Gehirns mit der Stimme, durch so genanntes „Chanting“ und „Toning“, möglich ist, nicht nur den körperlichen Gesundheitszustand und die geistigen Wahrnehmungsfähigkeiten

des Körpers zu verbessern, sondern auch die akustische Hörfähigkeit des Ohres zu ändern (Campbell, 1997).

In jeglicher Hinsicht ist unser Ohr dem Auge überlegen. Ist der Wahrnehmungsspielraum unseres Auges etwa eine Oktave breit (violett bis purpur), können wir in einem Bereich von zirka zehn Oktaven hören. Braucht das Auge zwanzig tausendstel Sekunden, um zwei aufeinander folgende Reize unterscheiden zu können, genügen dem Ohr lediglich drei tausendstel Sekunden. Es ist sensibler, genauer, schneller, leistungsfähiger und weniger täuschungsanfällig (Berendt, 1998).

Gehörlos zur Welt zu kommen, sei unendlich viel schlimmer, als blind geboren zu werden, schreibt Sacks (2001) in seinem Werk „Stumme Stimmen“. Nur mittels der Sprache könne man sich das Menschsein und die menschliche Kultur wirklich aneignen, frei mit seinen Mitmenschen kommunizieren und Informationen aufnehmen und weitergeben. Alles andere führe zu einer Art „Verkrüppelt-„ und „Abgeschnitten-Sein“, und einem Nicht-Umsetzen-Können der eigenen intellektuellen Fähigkeiten.

Für die menschliche Sprachentwicklung, Kommunikation und Kognition ist das Hören – und nach Tomatis (1990) vielmehr noch das „Horchen“ – also von zentraler Bedeutung. Kommunikations- und Sprachprobleme sind meist auf Störungen der Hörwahrnehmung zurückzuführen. Leeds (2001) schreibt *„The motivational and emotional need for communication begins with listening“* (S. 51).

Berendt (1998) hingegen geht noch weiter, wenn er seine „ontologische Gleichung“ aufstellt: *„Hören = Sein. Wenn wir aufhören zu hören, dann hören wir auf zu sein! Wenn wir beginnen zu hören, dann beginnen wir zu sein! Ich höre – also bin ich!“* (S. 71).

1.3 Die Tomatis-Therapie

1.3.1 Ziele der Tomatis-Therapie

Die Tomatis-Therapie lässt sich am ehesten als Programm der akustischen Stimulation beschreiben, als Anleitung zur Schulung und Verbesserung des Gehörs (Madaule, 2002). Leeds (2001) bezeichnet die Methode als „*powerfully effective process for change*“ (S. 53).

Eine der Basisannahmen der Tomatis-Hörtheorie besagt, dass der Mensch von der Zeugung an jene Frequenzen aus dem Wahrnehmungsspektrum des Hörens ausblendet, die mit unangenehmen, anstößigen oder traumatischen Erlebnissen korrespondieren. Dies manifestiert sich physisch in der Entspannung des Tensor tympani und des Tensor stapedius. Sind diese Muskeln zu lange inaktiv, verlieren sie ihre Spannung, was zu einer Abnahme der Hörwahrnehmung jener spezifischen Frequenzbereiche führt, die psychisch blockiert sind. Laut Tomatis leidet unter diesem unbewusst stattfindenden Überlebensmechanismus nicht nur das Hören, sondern auch der gesamte restliche Organismus – physisch wie psychisch (Leeds, 1997). So ungewöhnlich es auch klingt, unsere gesamte emotionale Geschichte wird in unserem individuell hörbaren Frequenzspektrum reflektiert (Leeds, 2001).

Ziel der Tomatis-Therapie ist es, die Muskeln des Innenohrs so zu trainieren, dass wieder das volle Frequenzspektrum gehört werden kann (Leeds, 1997). Das Ohr soll lernen, zu horchen (Leeds, 2001).

Die derzeitige Theorie geht zudem davon aus, dass die Methode die Myelinisierung der Hörbahnen stimuliert, was die Verarbeitungsgeschwindigkeit akustischer Signale erhöht (Kandel, 2000, zitiert nach Gerritsen, 2009, verfügbar unter <http://mozartcenter.com/Review%20of%20Tomatis%20Research,%20password%20protected.pdf> [11.04.2010]). So soll diese spezielle Art der akustischen Stimulation auch in einer verbesserten sensorischen Integration und Balance zwischen parasympathischem und sympathischem Nervensystem resultieren (Tomatis, 1983, zitiert nach Gerritsen, 2009).

Es geht um die Optimierung der Fokussierungsprozesse im peripheren Sinnesorgan und eine effiziente Nutzung der akustischen Signale für eine größtmögliche Vernetzung und Verarbeitung der Teilleistungsbereiche des Kortex. Das menschliche Ohr wird also dabei unterstützt, sein volles Potential zu entfalten, auf fehlende Frequenzen wieder zu reagieren und die führende Rolle des rechten Ohres, die aus neurologischen Gründen der Linkslateralität vorzuziehen ist, zu etablieren und zu stabilisieren (Thompson & Andrews, 2000).

1.3.2 Das Elektronische Ohr

Zur Aktivierung der Horchfunktion und Therapie aller mit dem Ohr in Verbindung stehenden Probleme entwickelte Tomatis eine Methode der Gehörschulung, die auf dem so genannten „Elektronischen Ohr“ aufbaut (Ander- Huber, 1993). Zwischen Tonquelle und Kopfhörer geschaltet, werden mit diesem speziell entwickelten elektronischen Gerät die wesentlichsten Einstellungen für die Musikaufbereitungen eines Hörtrainings vorgenommen (Tomatis Developpement S.A., 2006).

Das Elektronische Ohr besteht aus:

1. Eingangsschaltung
2. Hochpassfilter
3. Wippe, bestehend aus:
 - a. Tonkanal 1
 - b. Tonkanal 2
 - c. Verzögerung
 - d. Umschalter
4. Ausgänge für Knochen- und Luftleitung

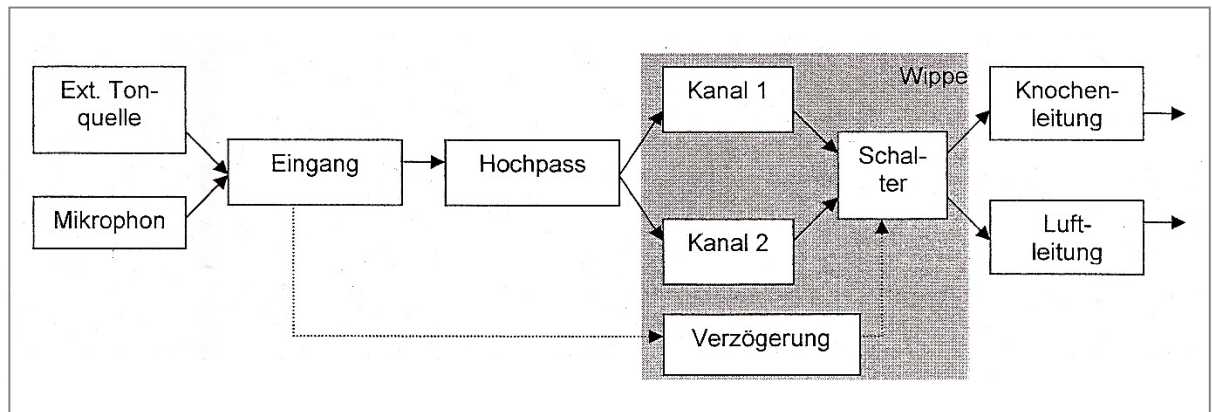


Abbildung 4 – Das Elektronische Ohr (aus Tomatis Developpement S.A., 2006, S. 1)

Das Tonsignal verläuft – wie in Abbildung 4 – von links nach rechts:

1. Von der externen Tonquelle (CD-Player) und/oder vom Mikrophon ausgehend werden die Eingangssignale verstärkt und durch Regler einstellbar gemischt. Die Funktion der Wippe wird durch den Eingangspegel gesteuert.
2. Der Hochpassfilter kann nach Wunsch zugeschaltet werden. Er filtert Frequenzen unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz weg. Hohe Frequenzen passieren den Filter.
3. Die Wippe, die als wichtigstes Element des Elektronischen Ohres gilt, schaltet zeitgesteuert zwischen zwei im Allgemeinen unterschiedlich filtrierte Tonkanälen. Es handelt sich hierbei also um die programmierbare Umschaltung des Musikssignals von einem Tonkanal (Kanal 1) auf einen zweiten Tonkanal (Kanal 2) und wieder zurück. Da generell auf jedem Kanal eine andere Filtereinstellung vorgesehen ist, erfolgt somit eine Umschaltung zwischen zwei differenten Klangbildern.
4. Die Wippe liefert zwei unterschiedliche Ausgangssignale, nämlich die Knochen- und die Luftleitung, die dann verstärkt den Kopfhörern zugeführt werden (Tomatis Developpement S.A., 2006).

Die Kopfhörer übertragen das Signal der Luftleitung über zwei Ohrhörer, das Signal der Knochenleitung über einen auf dem Schädelknochen aufsitzenden Vibrator (Ander-Huber, 1993). Die Knochenleitung spielt hierbei eine entscheidende Rolle. So wird dabei nach Tomatis (1990) der Schall direkt über die Schädeldecke zum Innenohr geleitet, was ermöglichen soll, individuell bedingte

„Abwehrhaltungen“ im Hörmuster zu umgehen. Zugleich hat der Knochenleitungshörer direkten Einfluss auf Gleichgewichtsorgan, Körpergefühl und Hautsensibilität.

In der so genannten „pädagogischen Einstellung“ hängt in Kanal 1 ein Tiefpassfilter, was bedeutet, dass tiefe Frequenzen passieren können, hohe hingegen weggefiltert werden. Im Kanal 2 hingegen kommt ein Hochpassfilter zum Einsatz; hohe Frequenzen können passieren, tiefe werden weggefiltert. Dieselbe Musik wird demnach auf Kanal 1 etwas „dumpfer“ wahrgenommen, auf Kanal 2 „klarer“.

Im Grundzustand des Elektronischen Ohres sind sowohl Knochen- als auch Luftleitung auf Kanal 1 geschaltet, was bedeutet, dass das Klangbild des Kanals 1 sowohl an die Luft- als auch an die Knochenleitung des Kopfhörers geschickt wird. Aufgrund einer Verzögerungsschaltung wird im nächsten Schritt zunächst der Knochenleitungsausgang von Kanal 1 (dumpferes Klangbild) auf Kanal 2 (helleres Klangbild) umgeleitet, anschließend auch der Luftleitungsausgang. Knochen- und Luftleitung bleiben solange auf Kanal 2, bis der Signalpegel wieder unter den Auslösepegel zurückfällt und beide Leitungen gleichzeitig auf Kanal 1 gesetzt werden (Tomatis Developpement S.A., 2006).

Der hier beschriebene Wechsel polarer Hörweisen bringt entscheidende Veränderungen: Das fest gefügte Muster individuellen Hörens wird aufgehoben – als Voraussetzung dafür, via wiederholter akustischer Stimulation eine neue, verbesserte Hörwahrnehmung zu trainieren (Beckedorf, 1996). Das Hin- und Herkippen zwischen den Kanälen unterschiedlicher Frequenzbereiche wirkt wie eine „Mikrogymnastik“ auf die Gehörmuskeln im Mittelohr, deren einwandfreies Funktionieren für die Regulierung der Spannungen des Trommelfells und innerhalb des Gehörlabyrinths elementar ist (Ander-Huber, 1993). Der Wechsel von Tiefen- zu Höhenbetonung führt zu einer Anspannung der Muskeln und des Trommelfells, was vor allem die Übertragung niedriger Frequenzen reduziert; man „spitzt“ in diesem Moment die Ohren und befindet sich in einem Zustand des Horchens (Beckedorf, 2000). Die Wechselschaltung des Elektronischen Ohres, also der Wechsel zwischen der Betonung tiefer und hoher Frequenzen, induziert also ein Wechselspiel zwischen Anspannung und Entspannung der

Mittelohrmuskulatur und eine Veränderung von Aufmerksamkeit und Wachheit (Thompson & Andrews, 2000). So geht es Tomatis, zusammengefasst also, um ein „Öffnen“ der Ohren durch Stimulation der Mittelohrmuskulatur (Tomatis, 1995).

1.3.3 Die fünf Phasen der Hörkur

Seit den Fünfziger Jahren untersuchte Tomatis die Auswirkungen des Hörens von gefilterter Musik und gefilterter menschlicher Stimme auf Kinder und Erwachsene (Beckedorf, 2000). Ausgehend von der Annahme einer gefilterten Hörwahrnehmung des ungeborenen Kindes im Mutterleib, vollzog er einige einfache Experimente, in denen er in salzhaltiger Flüssigkeit Sender und Empfänger installierte und so Kenntnisse über die Schallübertragung unter Wasser gewann. Zahllose Folgeuntersuchungen über die Wirkung gefilterter Musik und gefilterter menschlicher Stimme führten zu der Annahme, Musik bestimmter Frequenzbereiche rufe jeweils spezifische Wirkungen hervor (Beckedorf, 1999; vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2 – Wirkung unterschiedlicher Frequenzbereiche (Beckedorf, 1999, S. 15)

16 – 1000 Hz	einschläfernd auf die Psyche, stimulierend auf die Motorik
1000 – 3000 Hz	stimulierend auf die Sprache
3000 – 8000 Hz	belebend, vitalisierend
oberhalb von 8000 Hz	regressive Tendenzen, Anhänglichkeit, Einnehmen von Embryonalstellungen, Träume, Bilder mit uterinen Symbolen, starke psychische Auswirkungen, veränderte Bewusstseinszustände

Auf diese Beobachtungen und der Hypothese, dass unbewusste Kommunikationsmuster ihre Wurzeln in pränataler Zeit haben, stützt sich der Grundablauf der Hörtherapie: ein „Durchwandern“ der menschlichen Hörentwicklung (Beckedorf, 2000). Eine Hörkur gliedert sich in folgende, in Tabelle 2 ersichtliche, fünf Phasen, welche eine sich stetig verändernde und im Idealfall immer besser analysierbare Klangwelt bedeuten (Manassi, 1990):

Tabelle 3 – Phasen der Hörkur (Tomatis International (Deutschland) GmbH, 2005)

Phase 1a)	Prä-RSM	dient der Balance im Hören, Voraussetzung für die Rückführung in das vorgeburtliche Hören
Phase 1b)	RSM	retour sonique musical Rückführung in das vorgeburtliche Hören
Phase 2)	SF	sons filtrés
Phase 3)	ASM	accouchement sonique musical Anpassung an das Hören über die Luft, akustische Geburt
Phase 4)	PL	pré-langage Lall-Phase
Phase 5)	L	langage Sprache, ausdifferenzierter sprachlicher Ausdruck

Beckedorf (1996) geht auf die unterschiedlichen Phasen der Hörkur wie folgt ein:

Phase 1, welche die Rückführung in das vorgeburtliche Klangmilieu zum Ziel hat, besteht darin, die Musik von Mozart Stufe für Stufe zu filtern und tiefe Frequenzen zunehmend herauszunehmen, bis nur noch Frequenzen über 8.000 Hz vorhanden sind.

Phase 2 kennzeichnet die Wiederholung der pränatalen Hörzeit, bei der die Musik vor allem die Frequenzen oberhalb von 8000 Hz enthält. So kann es zum Wiedererleben vorgeburtlicher und frühkindlicher Empfindungen kommen, verstärkter Traumaktivität oder erweitertem freien Assoziieren. Die hochgefilterte Musik führt den Hörer aus der gewohnten zielgerichteten Denktivität, stimuliert unbewusste Aktivitäten und Inhalte, Sprachantrieb und Kreativität (Beckedorf, 2000).

Oft erfolgt zusätzlich der Einsatz einer Tonbandaufnahme der Mutterstimme, welche dreißig Minuten lang einen ausgewählten Text vorliest. Die Stimme wird durch die Filtrierung so verändert, dass sie kaum zu verstehen, trotzdem aber erkennbar ist, und folglich wahrgenommen wird, wie sie zu pränataler Entwicklungszeit im Mutterleib gehört wurde. Mutterstimme und gefilterte Musik haben laut Beckedorf (2000) insofern Bedeutung, als dadurch ein psychischer Nachreifprozess, eine Art „Nachbrüten“, in Gang gesetzt werden kann.

In Phase 3, der so genannten „akustischen Geburt“, werden stufenweise wieder tiefere Frequenzen der Musik eingeblendet. So wird die sich bei der realen Geburt ereignende Umstellung – von der gefilterten Hörwahrnehmung im wässrigen Milieu des Mutterleibes auf die Schallübertragung in der Luft – nachvollzogen (Beckedorf, 2000).

In den Phasen 1 bis 3 sollen die bewussten und unbewussten inneren Einstellungen zum Hören erweitert und verbessert werden. Hör- und Kommunikationsblockaden werden in vielen Fällen gelöst, bis in den vorsprachlichen und sprachlichen Phasen 4 und 5 die Hörwahrnehmung schließlich aktiv trainiert und weiter differenziert wird. So geht es in den beiden letzten Abschnitten des Hörtrainings um die verbesserte Wahrnehmung der eigenen Stimme durch Lesen, Summen, Singen oder Sprechen in ein Mikrofon und Hören der selbst produzierten Laute. Dieses Hören der eigenen Stimme wird nach wie vor durch das Elektronische Ohr gesteuert, welches zwischen einer „passiven Hörweise“ und einem „idealen Horchen“ wechselt (Beckedorf, 1996). Da man die Dominanz des rechten Ohres für die audiovokale Kontrolle präferiert, wird dieses vermehrt stimuliert (Leeds, 2001).

1.3.4 Der Ablauf der Tomatis-Therapie in der Praxis

In der Praxis kommen Musik von Mozart, Gregorianische Choräle, die eigene Stimme und, wenn möglich, auch die Mutterstimme zum Einsatz (Leeds, 1997).

Auf die Frage, inwiefern den Kompositionen Mozarts besondere Kraft zuzuschreiben sei, antwortet Tomatis (1997) in seinem Werk „Der Klang des Universums“, Mozart habe sich als einziger für die therapeutische Verwendung geeigneter Komponist durchgesetzt. „Zahlreiche, über Jahrzehnte hinaus zusammengetragene neurophysiologische und psychologische Ergebnisse sprachen dafür. Seine Musik führte zu positiven und bleibenden Behandlungserfolgen, und zwar bei Angehörigen der verschiedensten Ethnien“ (Tomatis, 1997, S. 196).

Beckedorf (1996) erklärt die Frage „Warum Mozart?“ folgendermaßen: Jede Musik habe einen inneren Rhythmus, der durch die Betonung, die Intensität und das periodische An- und Abschwellen der Musik entstehe. Bei vielen

Komponisten gäbe es einen jeweils typischen inneren Rhythmus, der speziell bei Mozart 0,5 Sekunden betrage, was dem Herzschlag von 120 Schlägen pro Minute entspreche und dem eines Säuglings beziehungsweise Fetus vor der Geburt ähnlich sei. So erinnere uns dieser innere Rhythmus von Mozarts Musik an diese frühe Zeit und eigne sich daher besonders gut zum Hervorrufen pränataler und frühkindlicher Erinnerungen. Balzer (2006) wies mithilfe von chronobiologischen Analysen nach, dass es beim Hören von Mozart-Musik zu einer überraschend schnellen Synchronisation mit den körpereigenen Rhythmen kommt, die vom Gehirn gesteuert werden.

Vor jeder Therapie wird ein spezieller Hörtest, das so genannte „Tomatis Listening Test System“, eine etwas abgewandelte Form der Tonschwellenaudiometrie, durchgeführt. Hierbei wird über die Parameter Hörschwellen, Selektivität (Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonhöhen), Lokalisation (Ortung) und Lateralität (Seitigkeit) das individuelle Hörmuster ermittelt und hinsichtlich unbewusster körperlicher, sprachlicher und emotionaler Kommunikationsbereitschaft beziehungsweise Blockaden interpretiert. Hörtest und Anamnesegegespräch dienen der Erstellung eines individuellen Hörprogramms (Beckedorf, 1999).

Die Hörtherapie verläuft in komprimierten Abschnitten; im Durchschnitt umfasst sie sechzig bis neunzig Stunden akustischer Stimulation, aufgeteilt in zwei vierzehntägige Intensivprogramme mit zweistündigen Sitzungen pro Tag (Madaule, 2002). Die Zeit zwischen Hörphase 1 und Hörphase 2 – für gewöhnlich drei bis sechs Wochen – gibt dem Klienten den nötigen Raum, die neuen Horchmuster zu erleben, zu integrieren und sich daran zu gewöhnen. Je nach Problem und Horchkurve wird die Vorgehensweise hinsichtlich der Länge täglicher Einheiten und zeitlicher Abläufe angepasst; je nach Therapieziel und Progress höchst individuell und flexibel gestaltet (Leeds, 2001).

Während des Trainings befinden sich die Klienten alleine oder mit anderen Personen in einem Raum (Manassi, 1990). Bewusstes Zuhören ist nicht notwendig, es darf gezeichnet, gemalt, gespielt, gesprochen und sogar geschlafen werden (Madaule, 2002).

1.3.5 Effekte der Tomatis-Therapie

Die Tomatis-Methode kommt bei einer Vielzahl von Symptomatiken und bei Menschen aller Altersgruppen zum Einsatz. Es sind werdende Mütter, Neugeborene, Kinder mit motorischen Entwicklungsstörungen, Sprachstörungen oder Lernbehinderungen und Erwachsene, welche die unterschiedlichsten Probleme mit Hören, Kommunikation oder Körpergefühl haben (Madaule, 2002). Gerritsen (2009, verfügbar unter <http://mozartcenter.com/Review-%20of%20Tomatis%20Research,%20password%20protected.pdf> [11.04.2010]) gibt in „A Review of Research done on Tomatis Auditory Stimulation“ einen Überblick über 35 veröffentlichte Studien zur Wirkweise der Tomatis-Therapie, die in Bereichen mit folgenden Themenschwerpunkten durchgeführt wurden:

- auditive Verarbeitungsstörungen
- Lernbehinderungen und Verhaltensauffälligkeiten
- Aufmerksamkeitsdefizit-Syndrom
- Autismus
- Erlernen von Fremdsprachen
- Stimmbildung
- Geburtsvorbereitung
- Stottern
- psychische Störungen

Ross-Swain (2007, zitiert nach Gerritsen, 2009) untersuchte die Testresultate von 41 zufällig ausgewählten Klienten im Alter zwischen vier und zwanzig Jahren, die an akustischen Integrationsstörungen litten. Diese Störungen betrafen vorwiegend die Fähigkeit zuzuhören und das Gehörte auch zu verstehen. Als Verfahren kamen der TAPS (Test für Auditive Verarbeitungsfähigkeit) und der TCC (Token Test für Kinder) zum Einsatz, die vor und acht bis zwölf Wochen nach Abschluss der Behandlung durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Studie zeigen eine signifikante Reduzierung der auditiven Latenzzeit sowie eine Steigerung aller Testwerte im TAPS. Das bedeutet: deutliche Verbesserungen der Leistungen in „Auditiver Diskrimination“, „Auditives Gedächtnis“, „Auditive Verarbeitung“ und „Verstehen und Befolgen

von Anweisungen“. Auch die Ergebniswerte im TCC zeigen einen signifikanten Anstieg vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt.

Die meisten Publikationen nehmen Bezug auf die Behandlung von Kindern mit Lernbehinderungen, Verhaltens- und Kommunikationsproblemen. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl vieler Studien veröffentlichte Gilmore (1999) eine Meta-Analyse mit Daten von 231 lernbehinderten beziehungsweise verhaltensauffälligen Kindern, die eine 100stündige Hörstimulation erhielten. Die Analyse zeigte signifikante Verbesserungen durch die Tomatis-Therapie in folgenden Bereichen: Sprache, Psychomotorik, persönliche und soziale Anpassung und Wahrnehmung.

Als spannend stellt sich bei Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009) die Erwähnung eines so genannten „Erweiterten Tomatis Effekts“ dar. Er führte zwei Studien mit stark legasthenischen Buben durch, wobei die Evaluationsdauer bei zwei Jahren lag. Die erste Studie betraf 23 Buben im Alter von 10 bis 15 Jahren, zwölf davon wurden für das Tomatis-Training, welches insgesamt hundert Stunden umfasste und sich über einen Zeitraum von sechs Monaten erstreckte, aus dem laufenden Unterricht herausgeholt. Die elf Buben der Kontrollgruppe erhielten kein Treatment. In der zweiten Studie wurden die Effekte der Therapie an 24 Jungen evaluiert, wobei auch hier zwölf Probanden einem hundertstündigen Hörtraining ausgesetzt waren. Alle Teilnehmer wurden in halbjährlichem Abstand über einen Zeitraum von zwei Jahren mit einer Testbatterie getestet, bestehend aus dem Neale Reading Test zur Bewertung der Lesekompetenz, dem Wide Range Achievement Test (WRAT) zur Bewertung der Lese- und Rechtschreibkompetenz, der British Picture Vocabulary Scale (BPVS) zur Evaluierung des Sprachverständnisses, dem Fluency Test zur Bewertung des sprachlichen Ausdrucks und der Byklebust Pupil Rating Skala zur Bewertung allgemeiner Lernbehinderung.

Die Resultate der Studie zeigen signifikante Verbesserungen der Versuchsgruppe hinsichtlich Lese- und Rechtschreibkompetenz. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, deuten die Ergebnisse im WRAT auf eine Fortsetzung der Verbesserungen hin – sogar noch sechs Monate nach Abschluss des Tomatis-Hörtrainings. Der Effekt dehnt sich mit der Zeit aus, es passiert eine kontinuierliche Weiterentwicklung (Gerritsen, 2009).

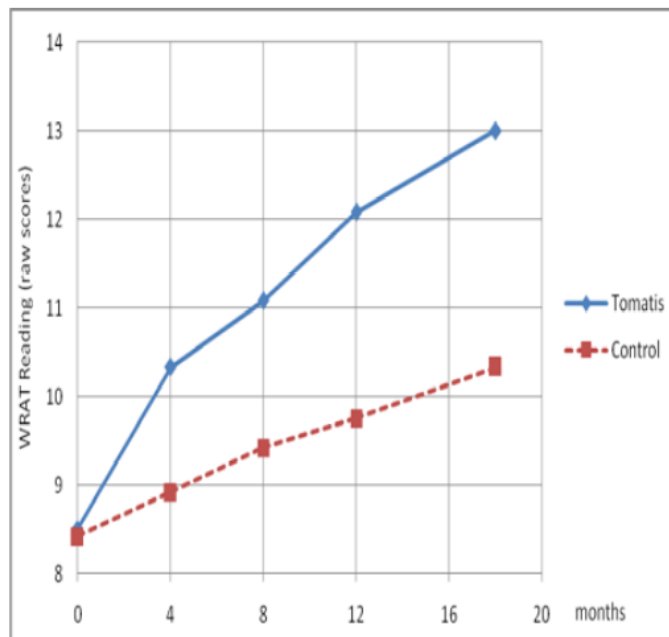


Abbildung 5 – Mould Studie: Erweiterter Tomatis Effekt
(Mould, 1985, zitiert nach Gerritsen, 2009, S. 5)

Auch in einer Studie von Kershner (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) findet der „Erweiterte Tomatis Effekt“ Erwähnung. Beobachtet wurden 32 Kinder mit Lernbehinderung, die in eine Tomatis- und eine Placebogruppe unterteilt wurden. Die Tomatis-Gruppe erhielt insgesamt hundert Stunden Audio-stimulation; beide Gruppen wurden vor der Maßnahme und ein Jahr danach mit dem WRAT (Jasta & Jasta, 1987, zitiert nach Gerritsen, 2009), dem Test zur Schriftsprache (TOWL, Hamill & Larsen, 1983, zitiert nach Gerritsen, 2009) und dem Test zur Sprachkompetenz (Reitan, 1983, zitiert nach Gerritsen, 2009) getestet. Die Tomatis-Gruppe machte größere Fortschritte als die Kontrollgruppe, die Verbesserungen erreichten jedoch keine statistische Signifikanz.

Dennoch erwies sich die Entwicklung der Leistungen im Zeitverlauf als sehr interessant: Obwohl die Intervention insgesamt sechs Monate dauerte, setzte sich ihre Wirkung bis zum Ende der Evaluation nach zwei Jahren fort, und die Verbesserungen wuchsen noch weiter an (Kershner, 1986, zitiert nach Gerritsen, 2009; vgl. Abbildung 6).

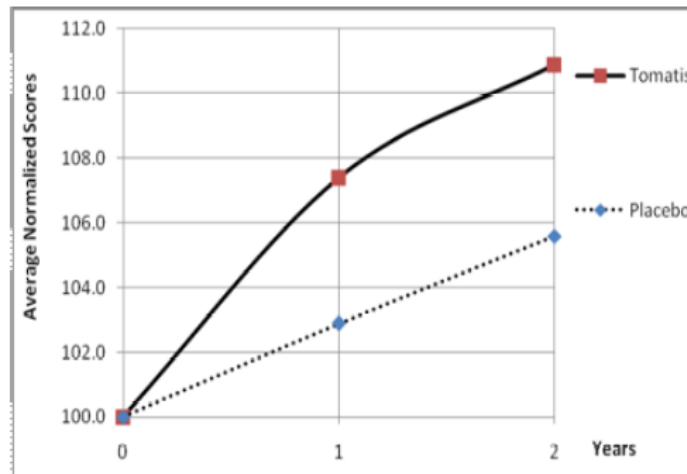


Abbildung 6 – Kershner Studie: Erweiterter Tomatis Effekt
(Kershner, 1986, zitiert nach Gerritsen, 2009, S. 6)

Langzeitwirkungen der Tomatis-Therapie werden auch in einer Studie von Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) beschrieben. Untersucht wurden insgesamt 20 Studenten mit Angststörungen. Zehn davon nahmen am Tomatis-Hörtraining teil und erhielten herkömmliche Therapiesitzungen, zehn wurden der Kontrollgruppe zugewiesen. Die Tomatis-Gruppe zeigte eine signifikante Verringerung von Angst, die Kontrollgruppe verhielt sich unverändert. Eine Nachtestung nach 14,3 Monaten ergab einen weiterhin gesunkenen Angstpegel der Versuchsgruppe inklusive einem höheren Maß an Selbstverwirklichungstendenzen.

Signifikante Angstminderungen durch die Tomatis-Therapie konnten Du Plessis und Van Jaarsveld (1988) auch in einer Studie mit 29 angstgestörten Schulkindern feststellen. Verglichen wurden eine Tomatis-Gruppe, eine Psychotherapiegruppe und eine Kontrollgruppe, wobei die Psychotherapiegruppe gemischte Ergebnisse und die Kontrollgruppe keinerlei Veränderungen aufzeigte. In der so genannten Orthy-Studie wurde das Angstniveau von 683 Schwangeren verglichen, die eine traditionelle Geburtsvorbereitung durchliefen. Davon nahmen 53 Frauen an kurzen Tomatis-Einheiten teil (zweimal wöchentlich, während des 8. Schwangerschaftsmonats). Verglichen mit der Kontrollgruppe, in der das Angstpotential anstieg, geschah bei den Schwangeren der Tomatis-Gruppe das Gegenteil. Außerdem reduzierte sich die durchschnittliche Wehendauer signifikant von 8 Stunden und 12 Minuten auf 7 Stunden und 19 Minuten.

17 % konnten ihre Babys in einem Zeitraum von unter drei Stunden gebären, in der Kontrollgruppe waren es 6 % (Tomatis Developpement S.A., 2009/2010).

Über die Wirkweise der Tomatis-Therapie bei autistischen Kindern gibt es Aufzeichnungen, die von geringem bis zu ausgeprägtem Nutzen sprechen, in manchen Fällen sogar von gänzlicher Heilung (Neysmith-Roy, 2001; Ruben, 2004; zitiert nach Gerritsen, 2009). 20 Kinder und Jugendliche mit schwach ausgeprägtem Autismus nahmen beispielsweise an Untersuchungen im Versuchs- und Kontrollgruppendesign teil, in denen Schiedeck (2000) statistisch signifikante Verbesserungen im Bereich Motorik und visueller Verarbeitung bei den Probanden der Tomatis-Treatmentbedingung feststellte. Spaggiari (1995, zitiert nach Gerritsen, 2009) erforschte die Wirkung der Tomatis-Methode an dreizehn autistischen Kindern und postulierte positive Effekte in 54 % der Fälle.

Neysmith-Roy (2001, zitiert nach Gerritsen, 2009) arbeitete mit schwer autistischen Buben, deren Verhalten vor und nach der Behandlung anhand der CARS-Skala (Child Autism Rating Scale) und mithilfe von Videoaufnahmen bewertet wurde. Zu Beginn des Programms hochgradig autistisch, zeigten drei der sechs Knaben nach Abschluss der Therapie positive Verhaltensänderungen, einer davon wurde sogar als nicht mehr autistisch eingestuft. Bemerkenswert erscheinen die Veränderungen, die im vorsprachlichen Bereich von fünf Untersuchungsteilnehmern hinsichtlich Anpassung auf Veränderung, Reaktion auf Gehörtes, nonverbale Kommunikation, emotionale Reaktion und Aktivitätsniveau erzielt wurden. Die Tomatis-Behandlung dieser Studie lief in acht Blöcken und insgesamt 180 Stunden ab, die sich über einen Zeitraum von 21 Monaten verteilten.

Corbett, Shickman und Ferrer (2008) evaluierten nur eine mangelhafte Optimierung des Sprachgebrauchs autistischer Kinder, demnach also keinen Effekt, der auf die Tomatis-Methode zurückzuführen ist.

Nachdem die Ohren an die Frequenzen der eigenen Muttersprache gewöhnt sind (vgl. Abbildung 7) und die Tomatis-Therapie eine Öffnung für das gesamte Frequenzspektrum zum Ziel hat, befassen sich auch etliche Studien mit den Effekten der Methode auf das Erlernen und Sprechen von Fremdsprachen.

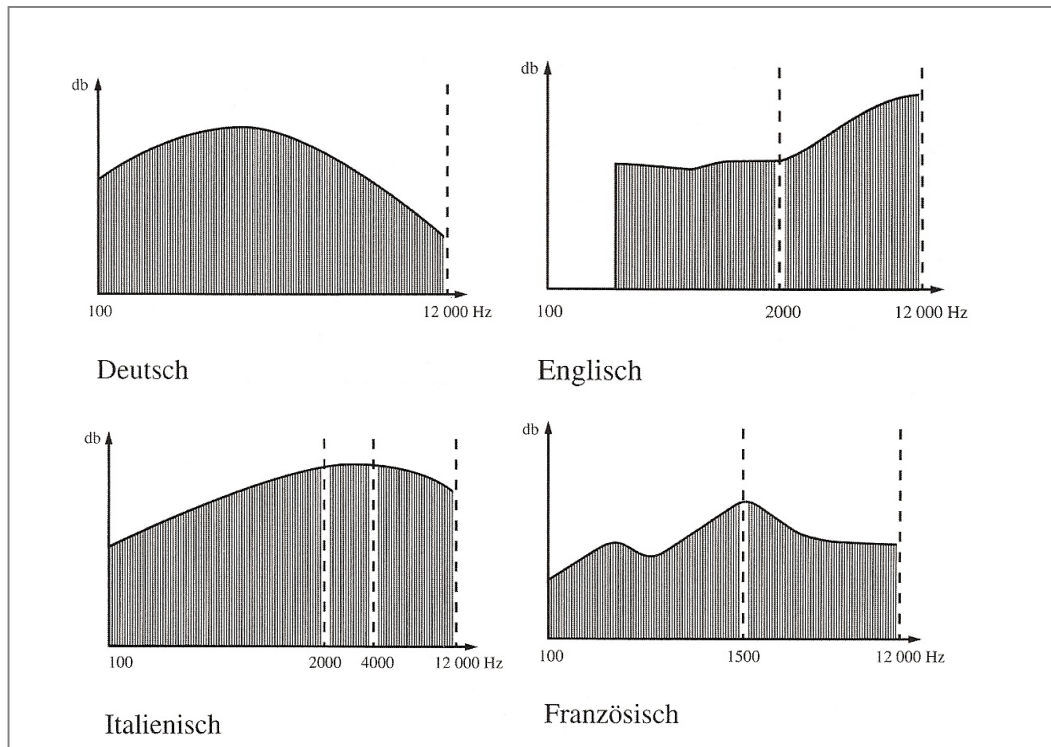


Abbildung 7 – „Ethnische Hörkurven“ der Sprachen Deutsch, Englisch, Italienisch und Französisch (aus Manassi, 1990, S. 16)

So kommt Kaunzner (2001, zitiert nach Gerritsen, 2009) zu dem Ergebnis, dass sich die Zeit, die benötigt wird, um eine korrekte Aussprache der neu erlernten Sprache zu erreichen, durch das Tomatis-Training – im Vergleich zu einem klassischen Sprachlaboraufbau – um die Hälfte vermindert. Murase (2004, zitiert nach Gerritsen, 2009) untersuchte 40 japanische Englischstudenten vor und nach einem zehnwöchigen Tomatis-Treatment und erhielt signifikante Ergebnisse hinsichtlich Verbesserungen in Redefluss, Aussprache und Betonung.

Dass die Tomatis-Hörtherapie auch beim Problem des Stotterns helfen kann, wurde vor allem durch den weltberühmten Schauspieler Gérard Dépardieu bekannt, der in jungen Jahren aufgrund seiner stockenden, holprigen Stimme und Konzentrationsschwäche Tomatis' Patient war und nach wenigen Monaten der ganzheitlichen Behandlung frei und fließend sprechen konnte (Chutkow, 1996). Tomatis beobachtete bei stotternden Menschen eine geringe Hörschärfe in der Wahrnehmung der Frequenzbereiche des Gesprochenen, erkannte aber auch die psychologische Komponente hinter dem Problem und erklärte, dass

auditive Stimulation zwar den Schweregrad reduzieren, nicht aber eine vollständige dauerhafte Heilung bewirken könne (Gerritsen, 2009).

Im Zusammenhang mit der Bandbreite möglicher Effekte der Tomatis-Methode, die in diesem Abschnitt behandelt wurden, ist jedoch zu erwähnen, dass die Wirkung des Hörtrainings auch von den Fähigkeiten des Tomatis-Therapeuten abhängt. Genaue Beobachtungen, sowie die Justierungen am Elektronischen Ohr und die psychologische Beratung des Klienten sind integrale Bestandteile der Methode. Fallweise macht es auch Sinn, das Hörtraining mit anderen Therapieformen zu kombinieren (Gerritsen, 2009).

2 Raumvorstellung

2.1 Raumvorstellung als Teilgebiet menschlicher Intelligenz

Die Welt der Klänge, in der wir leben, ist eine räumliche Welt. Phänomene des Raumes, Verhalten im Raum und Erfahren und Erleben von Räumlichkeit formen die Dimension Raumvorstellung (synonym dazu: räumliches Vorstellungsvermögen, räumliche Begabung, spatial ability, räumliches Denken etc.) als Komponente eines übergreifenden Rahmens menschlicher Begabung (Rost, 1976).

Erste Nennungen eines räumlichen Faktors finden sich Anfang der Zwanzigerjahre in Zusammenhang mit der Zweifaktoren-Theorie der Intelligenz von Spearman. Das auf faktorenanalytischen Methoden basierende Modell nimmt die Existenz eines allgemeinen Faktors g („general intelligence“) an, der maßgeblich an allen Intelligenzleistungen beteiligt ist, und zusätzlich dazu einen eigenen Spezialfaktor s , der für jeden einzelnen Test spezifisch ist und viel schwächer als der g -Faktor wirkt (1904, zitiert nach Herkner, 1992).

Vernon (1961, zitiert nach Amelang und Bartussek, 1997) erweiterte das Modell von Spearman und ging von einer hierarchischen Ordnung der Intelligenzfaktoren aus. Sein Modell lokalisiert auf der untersten von vier Ebenen die spezifischen, nur den betreffenden Test kennzeichnenden Faktoren, darüber die so genannten „minor group factors“ und als Niveau von noch größerer Breite die beiden „major group factors“, die sich in „verbal-educational abilities“ ($v:ed$) und „spatial and motor abilities“ ($k:m$) unterteilen. Die Ebene des höchsten Allgemeinheitsgrades wird vom g -Faktor gebildet. Räumliches Vorstellungsvermögen zählt in Vernons hierarchischem Intelligenzmodell zum Untergruppenfaktor „spatial abilities“, der zusammen mit „mechanical“, „physical“ und „psychomotor abilities“ den übergeordneten Hauptgruppenfaktor $k:m$ erklärt (Vernon, 1961, zitiert nach Amelang & Bartussek, 1997).

Cattell (1963, zitiert nach Zimbardo & Gerrig, 2004) unterteilte das Konzept der allgemeinen Intelligenz in zwei relativ unabhängige Komponenten, die er als „crystallized“ (G_c) und „fluid general intelligence“ (G_f) betitelte. Kristalline Intelligenz bezeichnet das Wissen, das eine Person im Laufe ihres Lebens erwirbt, wie Wortschatz, Rechenfähigkeit und Allgemeinwissen, sowie die Fähigkeit, auf dieses Wissen zuzugreifen. Sie ist sprach-, kultur- und milieuabhängig. Fluide Intelligenz drückt sich nach Cattell in der Fähigkeit aus, komplexe Zusammenhänge zu erkennen, Probleme zu lösen und sich neuen Aufgaben oder Situationen anzupassen. Sie kann „culture fair“ mit Matrizenaufgaben und räumlichen Anordnungen bemessen werden, die logisches Schlussfolgern verlangen. Nach Horn (1968, zitiert nach Amelang & Bartussek, 1997), der das Modell 1965 um etliche weitere Sekundärfaktoren erweiterte, ist die fluide Intelligenz vor allem durch „figural relations“, „memory span“ und „induction“ gekennzeichnet. Im Faktor G_v – visuelle Informationsverarbeitung – finden sich unter anderem Visualisierung, mentale Rotation und Flexibilität der Gestaltbildung.

Thurstone gelang es mit Hilfe der Faktorenanalyse mehrere relativ unabhängige Faktoren der Intelligenz aus einer Gruppe von Testaufgaben zu isolieren. Mit seinen zuerst neun, dann sieben Primärfaktoren (primary mental abilities) entwickelte er eine der bekanntesten nicht-hierarchisch aufgebauten, mehrfaktoriellen Intelligenztheorien (Thurstone & Thurstone, 1941, zitiert nach Herkner, 1992). Als Faktoren wurden extrahiert:

- (V) verbal comprehension: Wortverständnis, Sprachverständnis
 - (W) word fluency: Wortflüssigkeit, Wortschatz
 - (N) number: Rechenfertigkeit, Leichtigkeit im Umgang mit Zahlen
 - (P) perceptual speed: Wahrnehmungsgeschwindigkeit
 - (S) space: räumliche Vorstellungsfähigkeit
 - (M) memory: Merkfähigkeit, mechanische Kurzzeitgedächtnisleistung
 - (R) reasoning: logisches Problemlösen, schlussfolgerndes Denken
- (Thurstone, 1938, zitiert nach Rost, 1976).

„Space“ trat mit als erster und breit fundierter Faktor des Modells hervor und beinhaltet die Fähigkeit, mit zwei- oder dreidimensionalen Objekten auf Vorstellungsebene zu operieren (Rost, 1976). Beschrieben wird er zusätzlich mit den Unterdimensionen „visualization“ (Veranschaulichung) und „spatial relations“ (räumliche Lagebeziehungen), später fügte Thurstone den zusätzlichen dritten Faktor „spatial orientation“ (räumliche Orientierung) hinzu.

Das dreidimensionale „Structure of Intellect“-Modell Guilfords soll das gesamte intellektuelle Potential des Menschen vollständig beschreiben. Es definiert eine Fähigkeit als Verbindung von Gegenstandsbereich (Inhalt), Operation und Produkt, wobei die Kombination der drei Bereiche ein System von 120 theoretisch postulierten Intelligenzfaktoren ergibt (Guilford, 1965, zitiert nach Rost 1976). Abbildung 8 zeigt die Kategorien des Guilfordschen Intelligenzstrukturmodells im Detail. Bildliches, Figurales und konkret sinnlich wahrnehmbare visuelle, räumliche, akustische, taktile und kinästhetische Phänomene werden hier dem Inhalt F (figural) zugeschrieben.

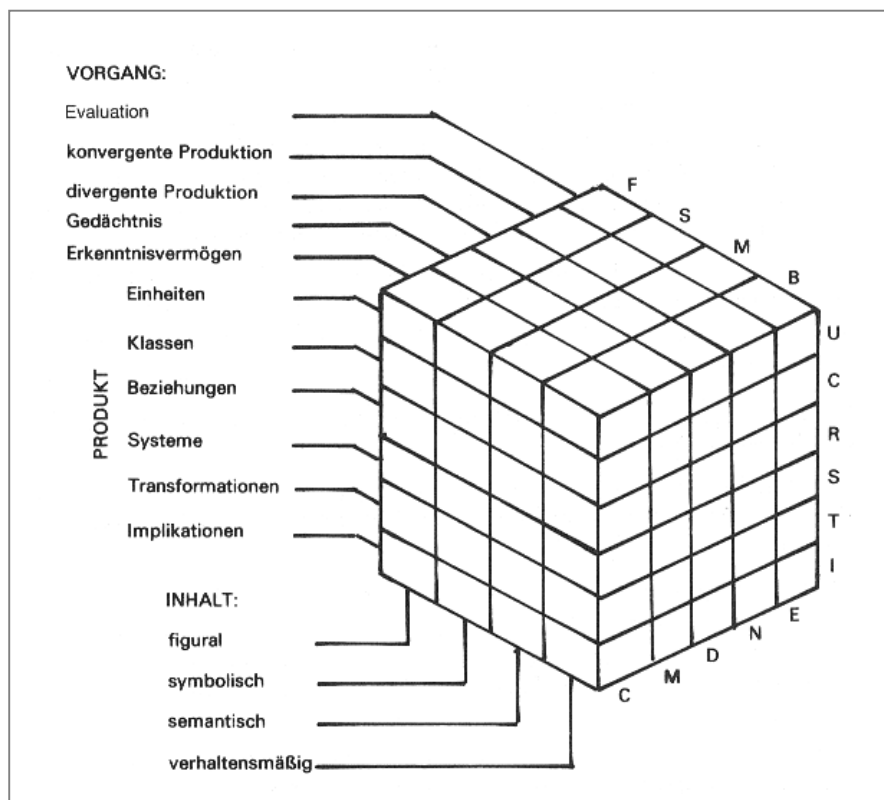


Abbildung 8 – Kategorien des Intelligenzstrukturmodells nach Guilford
(Guilford & Hoepfner, 1971, zitiert nach Amelang & Bartussek, 1997, S. 218)

Das Berliner Intelligenzstrukturmodell von Jäger (1984, zitiert nach Amelang & Bartussek, 1997) vereint schließlich Elemente aus den Theorien Spearman's, Thurstones und Guilfords und kommt zu den vier Operationsfaktoren „Bearbeitungsgeschwindigkeit“, „Gedächtnis“, „Einfallsreichtum“ und „Verarbeitungskapazität“ und den drei Inhaltsfaktoren „figural-bildhaft“, „verbal“ und „numerisch“, mit denen es den übergeordneten Faktor g der „Allgemeinen Intelligenz“ beschreibt.

Howard Gardner (2002) versteht Intelligenz als *„biopsychologisches Potential zur Verarbeitung von Informationen, das in einem kulturellen Umfeld aktiviert werden kann, um Probleme zu lösen oder geistige oder materielle Güter zu schaffen, die in einer Kultur hohe Wertschätzung genießen“* (S. 46). Er widerspricht der Annahme von Intelligenz als ganzheitliche, homogene Fähigkeit, betont die Eigenständigkeit von Intelligenzen und erweitert den Begriff auf Fähigkeitsfelder, die vorher außerhalb des herkömmlich anerkannten Intelligenzbereichs angesiedelt waren. In seiner „Theorie der multiplen Intelligenzen“ postuliert Gardner (2002) räumliche Intelligenz als eine von zunächst sieben, dann acht unabhängigen menschlichen Intelligenztypen – genauer veranschaulicht in Tabelle 4. Dennoch ist davon auszugehen, dass diese Intelligenzen unter normalen Umständen miteinander interagieren und aufeinander aufbauen (Gardner, 1983, zitiert nach Gorman, 1999).

Tabelle 4 – Gardners acht Intelligenzen (Gardner, 2002)

Intelligenztyp	Beispielberufe	Kernoperationen
sprachlich	Rechtsanwälte, Redner, Dichter, Schriftsteller	Sensibilität für die gesprochene und geschriebene Sprache; Fähigkeit, Sprachen zu lernen und zu bestimmten Zwecken zu gebrauchen
logisch-mathematisch	Mathematiker, Logiker, Naturwissenschaftler	Fähigkeit, Probleme logisch zu analysieren, mathematische Operationen durchzuführen und wissenschaftliche Fragen zu untersuchen
naturkundlich	Biologen, Umweltforscher, Gärtner, Bauern, Jäger, Fischer	elementare Wahrnehmungsfähigkeit zur Erkennung und Klassifizierung der verschiedenen Arten von Flora und Fauna, Vertrautheit mit der Welt der Lebewesen

musikalisch	Komponisten, Sänger, Instrumentalisten	Begabung zum Musizieren und Komponieren, Sinn für die musikalischen Prinzipien der Tonhöhe, Rhythmik, Klangfarbe und Harmonie
räumlich	Piloten, Bildhauer, Chirurgen, Schachspieler, Graphiker, Architekten	theoretischer und praktischer Sinn für die Strukturen zwei- oder dreidimensionaler großer Räume und begrenzter Raumfelder
körperlich- kinästhetisch	Tänzer, Sportler, Schauspieler, Handwerker, Chirurgen, Mechaniker	Fähigkeit, den Körper und einzelne Körperteile zur Problemlösung oder zur Gestaltung von Produkten einzusetzen
interpersonal	Lehrer, Verkäufer, Ärzte, Politiker	Fähigkeit, Ansichten, Motive und Wünsche anderer Menschen zu erkennen und angemessen zu reagieren
intrapersonal	Menschen im Allgemeinen	Fähigkeit, sich selbst zu verstehen und ein Bild der eigenen Persönlichkeit mitsamt den eigenen Stärken und Schwächen zu entwickeln und im Alltag zu nutzen

Es ist unumstritten, dass das räumliche Vorstellungsvermögen einen gut abgesicherten Primärfaktor der menschlichen Intelligenz darstellt. Ebenso wie für den Begriff „Intelligenz“ gibt es jedoch auch für „Raumvorstellung“ keine einheitlichen Definitionen.

Relevanz besitzt nach wie vor Thurstones Strukturierung des Konstrukts „räumliches Vorstellungsvermögen“ in

- Visualization,
- Spatial Relations und
- Spatial Orientation (Thurstone, 1938, zitiert nach Grüßing, 2002).

Linn und Petersen (1985) definieren folgende häufig zitierte Subkategorien von Raumvorstellung:

- Spatial Perception (Räumliche Wahrnehmung)
- Mental Rotation (Mentale Rotation)
- Spatial Visualization (Räumliche Visualisierung)

Bei Gembris (1998) wird räumliche Begabung als nicht-sprachliche Begabung definiert, die sich zumindest aus den Faktoren „räumliche Orientierung“ und „räumliches Vorstellungsvermögen“ zusammensetzt. Räumliche Orientierung wird dabei beschrieben als Fähigkeit, Strukturen im Gedächtnis behalten zu können und sie in komplexen Mustern wieder zu erkennen.

Für Hassler (1990) ist räumliche Begabung grundlegend wichtig beim Lösen bestimmter mathematischer und naturwissenschaftlicher Aufgaben, aber auch in anderen Bereichen – wie beim Berühren oder Hören. Bei Männern konnte im Allgemeinen eine höhere räumliche Begabung nachgewiesen werden.

Anzahl und Art unabhängiger Raumvorstellungsfaktoren sind offensichtlich nach wie vor nicht zufrieden stellend geklärt, demnach existiert auch keine verbindliche Taxonomie für diesen Leistungsbereich. Meinungsverschiedenheiten gibt es zudem hinsichtlich der Validität, Homogenität und Ein-dimensionalität sämtlicher Testmaterialien (Gittler, 1990).

2.1.1 Exkurs: Zwei Raumvorstellungstests im Vergleich

Arendasy (1997) befasste sich mit der Frage allfälliger Unterschiede zwischen den beiden Raumvorstellungstests EST (Endlosschleifentest; Gittler & Arendasy, 2003) und 3DW (Dreidimensionaler Würfeltest; Gittler, 1990). Er zog die Power-Versionen der beiden Rasch-skalierten Verfahren – eine genaue Beschreibung von EST und 3DW findet sich in Kapitel 4.2 – hinsichtlich Kriteriumsvalidität, Konstruktvalidität und Bearbeitungsstrategien zum Vergleich heran.

Kriteriumsvalidität bezeichnet den korrelativen Zusammenhang der einzuschätzenden Testverfahren zu externen Kriterien. Externe Kriterien, die im Rahmen der Untersuchung vorlagen, waren Schulnoten und die Unterscheidung zwischen Versuchsteilnehmern mit technischer Vorbildung und solchen ohne forschungsrelevante technische Vorerfahrungen. Die Konstruktvalidität – sie macht Aussagen darüber, inwieweit das Verfahren misst, was theoriegeleitet unter Raumvorstellung verstanden wird – wurde faktorenanalytisch,

regressionsanalytisch, mittels metrischer multidimensionaler Skalierung und probabilistischer Verfahren untersucht (Arendasy, 1997).

In Arendasys Studie konnten zur Erklärung von 3DW-Leistungen folgende Faktoren ausgemacht werden:

- Visualisierung
- Reasoning
- Räumliche Relationen (Arendasy, 1997).

Die EST-Leistungen wurden durch

- Visualisierung und
- Visuelles Gedächtnis erklärt (Arendasy, 1997).

Bezüglich der Unterschiede in den Bearbeitungsstrategien zwischen 3DW und EST ergaben die Untersuchungen, dass beide Tests vorwiegend vorstellungsbezogen bearbeitet werden. Der 3DW fordert dabei eher eine analytische oder holistische mentale Rotationsstrategie, also das Nachdenken oder das Vorstellen-Können von Objektbewegungen. Um EST-Aufgaben lösen zu können, braucht man hingegen die Strategie des Perspektivenwechsels – analytisch, holistisch oder gemischt –, also die Fähigkeit, sich eine andere als die gegebene Objektperspektive vorstellen zu können (Arendasy, 1997).

Arendasy (1997) fasst die Ergebnisse seiner Studie folgendermaßen zusammen:

„Köner“ im 3DW sind demnach eher gebildet, jünger, wenden bezüglich der Strategie „Nachdenken vs. Vorstellung“ eher einen gemischten Bearbeitungsstil an und rotieren die zu bearbeitenden Würfel mental als „3DW-Nicht-Köner“. „Köner“ im EST sind durch zwei wesentliche Eigenschaften gekennzeichnet: sie sind eher Techniker und schätzen ihr räumliches Vorstellungsvermögen eher „sehr gut“ oder „gut“ ein als „EST-Nicht-Köner“ (Arendasy, 1997, S. 119).

2.2 Musik und Raumvorstellung

2.2.1 Lokalisation von Musikalität und räumlichem Denken im Gehirn

Unterschiedliche Funktionsweisen von rechter und linker Hirnhemisphäre prägen eine Vielzahl von Verhaltensweisen, Denkstrategien und Emotionen. So ist die linke Hemisphäre überlegen bei Aufgaben mit zeitlich-sequentielltem Charakter, fein abgestuften Bewegungen und kausal-logischem Denken. Die rechte Hemisphäre zeigt deutliche Spezialisierung bei analog-gestalthaften und räumlich-geometrischen Aufgaben, zielgerichteten Bewegungen, visueller Daueraufmerksamkeit und musikalischen Funktionen wie dem Erkennen von Sprachmelodie (Birbaumer & Töpfner, 1998; vgl. Abbildung 9).

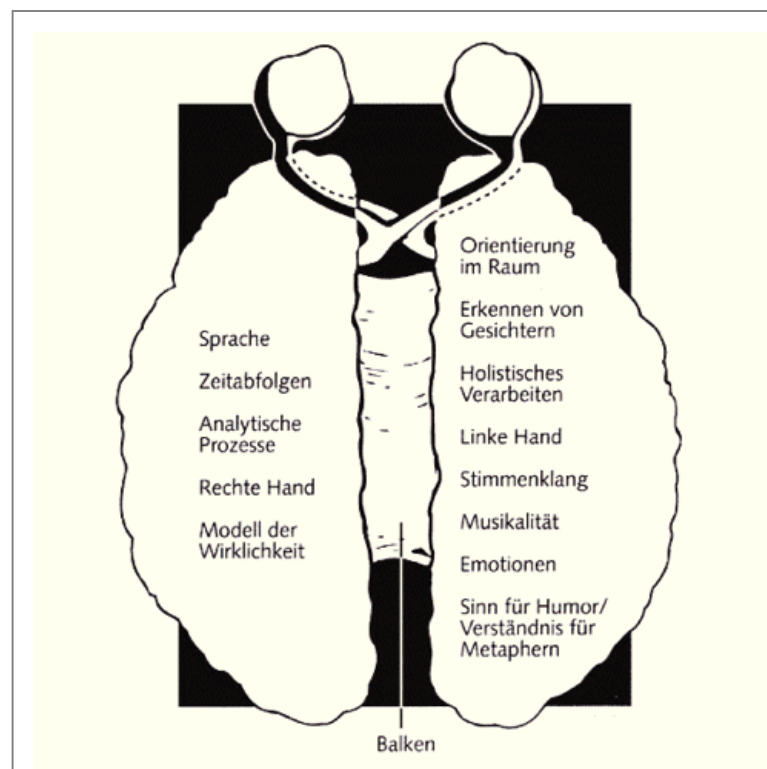


Abbildung 9 – Funktionsweisen der Hirnhemisphären
(verfügbar unter <http://www.physiologus.de> [01.05.2010])

Erklärungsansätze für die extreme Lateralisierung der Hirnfunktionen reichen von phylogenetisch über anatomisch bis hin zu ontologisch.

Zweifelloos haben die Lateralisierungen für verschiedene Verhaltensfunktionen – vor allem für Sprache beim Menschen – ihren Ursprung im aufrechten Gang und der damit verbundenen erhöhten „Reichweite“ von Handbewegung und visueller Wahrnehmung. Ob die damit zusammenhängende Lagerung des Fetus in leichter Seitenlage bei der Lateralisierung von Bewegung und Kognition (Denken) eine Rolle spielt, ist unklar: Man kann vermuten, daß dadurch die linke Hemisphäre (rechtes Ohr) stärker akustisch-sprachlich-sequentiell gereizt und die rechte durch vestibuläre Gleichgewichts- und Gravitationsreize (räumlich) vermehrt aktiviert wird. Dies führt zu bevorzugter Verarbeitung von Zeitstrukturen links und Raumstrukturen rechts (Birbaumer & Töpfner, 1998, S. 2846).

Robert Miller (1996) sieht die physiologische Basis der Lateralisierung kognitiver Funktionen in den Eigenschaften der intrakortikalen Nervenfasern begründet. So geht er von einer höheren Variabilität der Faserdicke (Myelisierung) und insgesamt mehr langsamer leitenden, dünneren Axonen in der linken Hemisphäre aus, was wiederum zu einer höheren Variabilität der Nervenleitgeschwindigkeit führt, welche die Möglichkeit hoher zeitlicher Auflösung des Informationsflusses innerhalb der Großhirnareale ermöglicht. Die rechte Hemisphäre besitzt hingegen ein reicheres Repertoire an schnellen unverzögert und analog leitenden kortikalen Verbindungen, das die Überlegenheit der rechten Hemisphäre bei der Verarbeitung räumlich-visueller Muster erklärt.

Da sowohl Musikalität als auch räumliches Denken eher der rechten Hemisphäre zugeschrieben werden, lassen theoretische Überlegungen auf einen Zusammenhang der beiden Bereiche schließen. Auch sind die Gehirnareale, die beim Lösen von Raumvorstellungsaufgaben beteiligt sind, wie präfrontaler und temporaler Kortex und die Precuneus Region, dieselben, die auch bei der Verarbeitung von Musik aktiv werden (Jenkins, 2001).

So konnte empirisch nachgewiesen werden, dass räumliche und musikalische Begabung, insbesondere Kompositionstalent, positiv miteinander korrelieren (Gembris, 1998). Hassler untersuchte Zusammenhänge zwischen Musikalität, Raumvorstellung und Androgynie und kam zu dem Ergebnis, räumliche und musikalische Begabung sei größer, je ausgeprägter das Merkmal Androgynie vorliege (Hassler, 1990).

Gembris (1998) warnt jedoch davor, Verallgemeinerungen über die gehirngewissen Lokalisation musikalischer Fähigkeiten geltend und eine der Gehirnhälften hauptsächlich für die Verarbeitung von Musik verantwortlich zu machen. Er zitiert Fassbender (1993, zitiert nach Gembris, 1998), der eine hohe musikalische Begabung einer größeren Flexibilität bei der Benutzung sowohl links- als auch rechtshemisphärischer Strategien zuschreibt.

2.2.2 Der Mozart-Effekt

Populär wurde die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Musik und Raumvorstellung durch eine 1993 in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift „Nature“ veröffentlichte Arbeit von Rauscher, Shaw und Ky, die unter dem Begriff „Mozart-Effekt“ in die Forschung einging (Rauscher, Shaw & Ky, 1993).

36 Studenten nahmen an drei Versuchsbedingungen teil, die sich wie folgt gestalteten:

- (1) 10-minütiges Hören der Klaviersonate KV 448 in D Major (1.Satz) von Wolfgang Amadeus Mozart
- (2) 10-minütiges Hören von Entspannungsmusik
- (3) 10-minütiges Verweilen in Stille

Im Anschluss an jedes Treatment wurden der Pattern Analysis Test, der Matrices Test und der Paper Folding und Cutting Test – alle drei sind Untertests der Stanford-Binet Intelligenzskala (Thorndike, Hagen & Sattler, 1986, zitiert nach Rauscher et al., 1993) – vorgegeben, um die Leistungen der Probanden im räumlichen Schlussfolgern zu erheben. Nach Umwandlung der Rohwerte in normierte Intelligenzwerte (SAS – Stanford-Age-Scores) zeigte Gruppe 1 – Hören der Mozart-Sonate – signifikant bessere räumlich-zeitliche Vorstellungsverleistungen als die beiden anderen Bedingungen. Der Effekt hielt sich temporär und verschwand nach zehn bis fünfzehn Minuten (Rauscher et al., 1993). Abbildung 10 stellt die Ergebnisse der Studie im Detail dar.

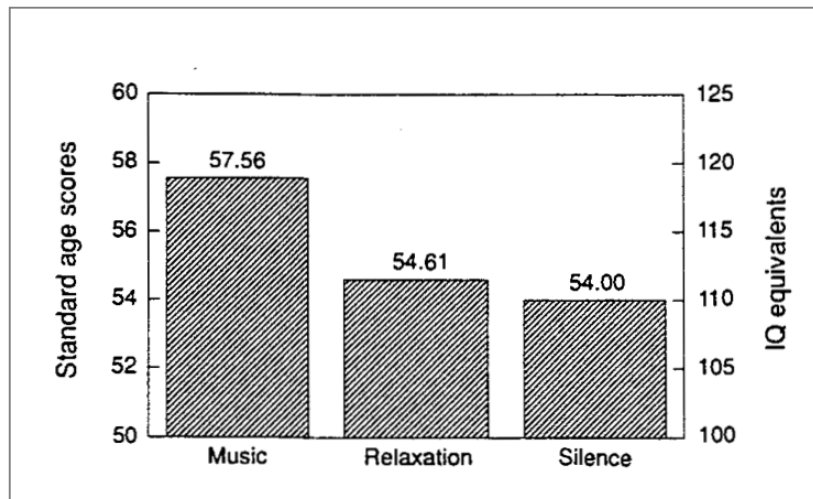


Abbildung 10 – Ergebnisse der Studie von Rauscher et al. (1993, S. 611)

Unzählige nachfolgende Versuche, die Ergebnisse von Rauscher et al. (1993) zu replizieren, zeichnen ein relativ inhomogenes Bild: Während Rauscher, Shaw und Ky (1995) und einige weitere Studien den Effekt erneut fanden, konnten andere keine signifikanten Leistungsverbesserungen der Mozart-Bedingung feststellen, was notgedrungen zu Zweifeln an der Generalisierbarkeit des Mozart-Effekts führte. Zurückzuführen ist dies laut Rauscher & Shaw (1998) auf die unterschiedlichsten experimentellen Verfahren, die Art der Testvorgabe und der Kontrollbedingungen, die Anzahl und Art der Versuchspersonen und die Auswahl der Musikstücke.

Steele (1999) beispielsweise, der die Originalstudie von Rauscher et al. (1993) test- und kontrollgruppengetreu nachbildete und folglich versuchte, den Mozart-Effekt in Bezug auf räumlich-visuelle Fähigkeiten nachzuvollziehen, kam zu keinem signifikanten Ergebnis. Chabris (1999) konnte in seiner Metaanalyse zum Mozart-Effekt lediglich einen zu vernachlässigenden Effekt für „abstract reasoning“ und einen kleinen Effekt für „spacial-temporal processing“ nachweisen. Den flüchtigen Effekt führte er zurück auf eine verstärkte Durchblutung der rechten Hirnhemisphäre, erhöhte kognitive Aktivierung und einen so genannten „Enjoyment Arousal“-Effekt.

Drei Erklärungsansätze des Mozart-Effekts stehen primär im Raum. Auf neuronaler Ebene soll das so genannte Trion-Modell von Leng, Shaw & Wright (1990) wirken. Es nimmt an, dass das spezifische Aktivitätsmuster verschiedener Trione – also die unterschiedliche Feuerungsrate kortikaler Neuronen – entweder analytisch oder kreativ sein kann. Sowohl das Lösen räumlicher Aufgaben als auch das Hören von Musik führe zum selben, nämlich einem analytischen Aktivitätsmuster (Rauscher, Shaw & Ky, 1995, zitiert nach Jansen-Osmann, 2006). Der Mozart-Effekt wird nun so erklärt, dass das Hören von Mozartmusik die Aktivierung der neuronalen Bahnen, die sowohl für die geistige Verarbeitung musikalischer Strukturen als auch für das Lösen bestimmter Raumvorstellungsaufgaben verantwortlich sind, anrege, was so auch zu besseren Leistungen im Test führe (Gembris, 1999).

Die Aktivierungs-Stimmungs-Hypothese (Steele, Bass & Crook, 1999) geht davon aus, dass die Stimmung und Aktivierung einer Person durch Musik verändert wird, was wiederum Einfluss auf die Raumvorstellungsleistungen hat. Thompson, Schellenberg und Husain (2001) testeten im Zusammenhang mit dieser Hypothese 24 Probanden, die vor und nach der jeweiligen Treatmentbedingung ihre Aktivierung und Stimmung via Fragebögen beurteilen sollten. Zu hören waren zehn Minuten der Klaviersonate KV 448 in Dur oder zehn Minuten eines traurigen Adagios von Albinoni in Moll. Zusätzlich wurde eine Kontrollbedingung „Stille“ installiert, mit der die Ergebnisse schließlich verglichen wurden. Die Mozart-Gruppe zeigte eine Leistungssteigerung im Papierfalt- und Schnitttest; die Leistungen der Personen, die Albinoni gehört hatten, blieben unverändert. Ebenso wurden die Fragebögen hinsichtlich höherer Aktivierung und besserer Stimmung in der Mozart-Bedingung ausgewertet, was die Kernaussagen des „Arousal-Mood-Models“, wie es Thompson, Schellenberg und Husain (2001) nennen, stützt.

Ein dritter Ansatz geht davon aus, dass bevorzugte Stimuli die Leistung bei räumlich-zeitlichen Aufgaben verbessern. Eine Untersuchung von Nantais und Schellenberg (1999, zitiert nach Chabris, 1999) zeigt beispielsweise auf, dass nicht nur das Hören von Mozartmusik, sondern auch das Hören einer Kurzgeschichte von Stephen King zu verbesserten Ergebnissen in Papierfalt- und

Schnitttests führte – vorausgesetzt, die Untersuchungsteilnehmer zeigten eine Präferenz für die Bedingung, der sie zugeordnet wurden.

Die Existenz des Mozart-Effekts ist nach wie vor umstritten, was die große Menge an kontroversen Studien, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht gänzlich besprochen werden können, deutlich aufzeigt. Rauscher und Shaw (1998) machen in „Key Components of the Mozart Effect“ auf die diversen Subkategorien räumlichen Denkens aufmerksam, die unterschiedlich auf Musik zu reagieren scheinen. Sie gehen davon aus, dass der Mozart-Effekt vor allem dann sichtbar wird, wenn die Fähigkeiten „spatial imagery“ (räumliche Visualisierung) und „temporal ordering of spatial components“ (räumlich-zeitliches Ordnen) gefordert sind.

Klar dürfte sein, dass der Mozart-Effekt nicht auf einer dauerhaften Steigerung der allgemeinen Intelligenz beruht, sondern eher mit der kurzfristigen Anregung eines besonders leistungsbereiten Zustands durch das Hören von Musik erklärt werden kann (Schumacher, 2006). Die praktische Relevanz kurzzeitiger Verbesserungen der Raumvorstellungsfähigkeit ist allerdings generell fragwürdig (Gembris, 1999).

2.2.3 Musiktraining und Raumvorstellung

Langzeiteffekte des Hörens von Mozartmusik auf Raumvorstellungsleistungen wurden bislang nicht empirisch belegt (Hetland, 2000, zitiert nach Altenmüller, 2006). Ein weites Forschungsfeld beschäftigt sich allerdings mit den Transfer-effekten musikalischen Lernens beziehungsweise Musiktrainings auf kognitive und emotionale Leistungen.

Musizieren im Allgemeinen gilt als starker Anreiz für plastische Veränderungen des Zentralnervensystems hinsichtlich des synaptischen Signalverhaltens, des Wachstums von Synapsen und Dendriten, verstärkter axonaler Myelinisierung mit Verbesserung der neuronalen Signalübertragung und eines verringerten Absterbens von Neuronen. Nachgewiesen wurde dies an Erwachsenen beim Erlernen des Klavierspiels (Altenmüller, 2006). So stellen auch Birbaumer und Schmidt (2003) fest, die Beschäftigung mit (vor allem klassischer) Musik habe dauerhaften Einfluss auf anatomische und physiologische Strukturen des

Gehirns.

Jäncke (2008) fasst die Erkenntnisse der hiermit in Zusammenhang stehenden Forschung folgendermaßen zusammen:

- Intensives musikalisches Training verändert Hirnbereiche, die besonders stark an der Kontrolle des Musizierens beteiligt sind, erheblich. Intensität und Häufigkeit des Musizierens sind dabei entscheidend.
- Die anatomischen Veränderungen deuten vor allem auf eine Vergrößerung der Nervenzellen oder eine Vermehrung der Dendriten beziehungsweise Synapsen hin, ebenso wie auf eine Verbesserung der Leitungseigenschaften elektrischer Signale.
- Insbesondere Musiker, die vor dem 7. Lebensjahr mit dem Musizieren begonnen haben, verfügen über einen größeren vorderen Balken (Corpus callosum), der schnellere Leitungsgeschwindigkeit mit sich bringt.
- Anatomische Veränderungen im Zusammenhang mit dem Lernen spezifischer Inhalte konnten auch bei Nichtmusikern festgestellt werden, was darauf hindeutet, dass sich offenbar jene Hirngebiete anatomisch verändern, die an der Kontrolle intensiv trainierter Funktionen beteiligt sind.

Gaser und Schlaug (2003, zitiert nach Jäncke, 2008) untersuchten 20 Profimusiker, ebenso 20 Amateur- und 40 Nichtmusiker mittels Magnetresonanztomographie und analysierten ihre Gehirne hinsichtlich der Dichte der grauen Substanz. Die daraus resultierenden Kennwerte werden derzeit – da noch nicht zweifelsfrei interpretierbar – als Anzahl der Nervenzellen pro Volumeneinheit, als Größe der Nervenzellen pro Volumeneinheit und/oder als Dichte der informationszuführenden Dendriten analysiert. Demnach deutet die Dichte der grauen Substanz auf die Leistungsfähigkeit jener Funktionen hin, die von den entsprechenden Hirnarealen kontrolliert werden. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Studie.

Tabelle 5 – Hirngebiete, in denen Musiker über eine größere Dichte der grauen Substanz als Amateurmusiker und Nichtmusiker verfügen
(Tabelle entnommen aus Jäncke, 2008, S. 345)

Nr.	Hirngebiet	wesentliche Funktion
1	Gyrus temporalis inferior (links und rechts)	visuelle Analysen im Zusammenhang mit motorischen Handlungen
2	Gyrus präcentralis (links und rechts)	motorische Kontrolle der Hände und Arme
3	Lobulus parietalis superior (rechts)	Spielen vom Notenblatt visuell-räumliche Analysen sensomotorische Koordination
4	Heschl'scher Gyrus (links)	auditorische Verarbeitung von elementaren akustischen Merkmalen
5	Gyrus frontalis inferior (links und rechts)	Arbeitsgedächtnis Aufmerksamkeit mentales Simulieren von Handlungen Sprach- und Musik-Syntax-verarbeitung
6	Gyrus frontalis medius (rechts)	
7	Cerebellum (Kleinhirn) (links)	automatisierte motorische Handlungen

Bei Hanshumaker (1980) werden verschiedene Untersuchungen zusammengefasst, die nachweisen, dass musikalische Aktivitäten förderlichen Einfluss auf Sprachleistungen, Lese- und Rechtschreibfähigkeiten, Kreativität und emotionale und soziale Kompetenzen haben können.

Altenmüller (2002, zitiert nach Altenmüller, 2006) meint, bereits das Hören von Musik sei Musiktraining, denn es fördere auditive Mustererkennung und Gedächtnisbildung. Gestützt auf neurowissenschaftliche Beobachtungen, wonach beim Hören von Musik sowie beim Vorstellen von Tönen und Melodien dieselben auditiven Kortexareale aktiviert werden, testeten Aleman, Nieuwenstein und Böcker (2000) die Hypothese, dass musikalisches Training mit einer Verbesserung der auditiven Vorstellungsfähigkeit einhergehe. 15 Probanden der Versuchsgruppe wurden einer zwanzigköpfigen Kontrollgruppe gegenübergestellt und in folgenden Leistungsbereichen untersucht:

- „musical mental imagery“: Die Testpersonen sollten die Höhen von Tönen aus bekannten Liedern miteinander vergleichen.
- „non-musical auditory imagery“: Die Testpersonen sollten akustische Merkmale von Alltagsgeräuschen miteinander vergleichen.
- „visual imagery“: Die Testpersonen sollten Objekte hinsichtlich ihrer Form vergleichen.

In Abbildung 11 werden die Ergebnisse der Studie dargestellt.

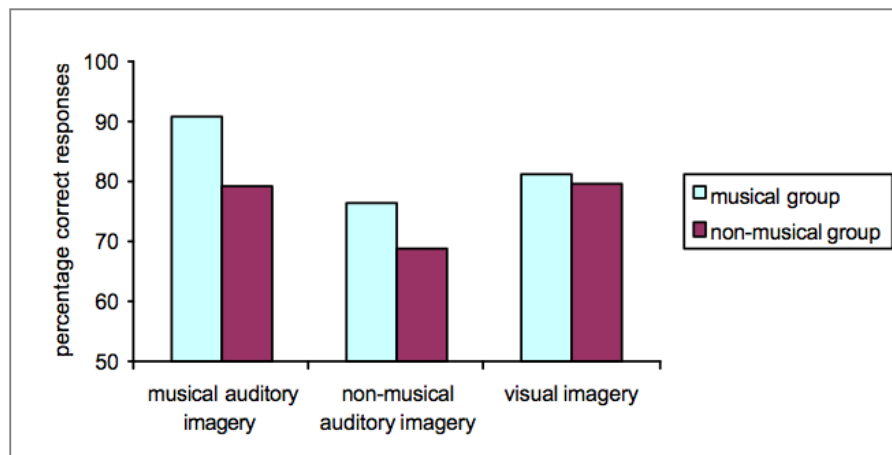


Abbildung 11 – Ergebnisse der Studie von Aleman et al. (2000, S. 108)

Während im Test zum visuellen Vorstellungsvermögen keine Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe nachgewiesen werden konnten, zeigten sich sowohl bei „musical auditory imagery“ als auch bei „non-musical auditory imagery“ Leistungsunterschiede zugunsten der Gruppe, die musikalisches Training beansprucht hatte (Aleman et al., 2000).

Der Frage nach der Existenz eines möglichen Langzeit-Effekts musikalischen Trainings auf räumliches Denken widmeten sich Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis und Newcomb (1997). Sie untersuchten 78 Vorschulkinder, von denen 34 privaten Klavierunterricht, 20 privaten Computerunterricht und 24 Kinder keinen oder anderen Unterricht bekamen. Vor und nach den jeweiligen Treatments (Dauer: sechs bis acht Monate) wurden die Veränderungen der Raumvorstellungsleistungen der Kinder evaluiert. Von insgesamt vier Tests zielte dabei einer auf „spatial-temporal reasoning“ ab, drei auf „spatial

recognition“. Signifikante Veränderungen zeigten sich lediglich im räumlich-zeitlichen Denken der Gruppe mit Klavierunterricht. Rauscher et al. postulierten diesen Effekt, der einen Tag lang anhielt, als „Langzeit-Effekt“ musikalischen Trainings auf Raumvorstellung.

Eine von Hetland (2000) durchgeführte Meta-Analyse über 15 Untersuchungen zum Thema Musiktraining und Raumvorstellung deutet auf einen geringen, aber dennoch stabilen positiven Effekt musikalischer Betätigung auf die räumlich-visuellen Fähigkeiten von Kindern hin.

Ein grundsätzliches methodisches Problem liegt allerdings generell darin, dass bei vielen Studien die Effekte aufgrund der Beschaffenheit der Kontrollgruppen nicht spezifisch dem Treatment zugeschrieben werden können. Weitere Untersuchungen sind nötig, vor allem auch, wenn es darum geht, Aussagen über langfristige Effekte von Musik auf die Raumvorstellungsfähigkeit machen zu können (Schumacher, 2006).

EMPIRISCHER TEIL

3 Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel der vorliegenden Studie ist es, mögliche Effekte der Tomatis-Therapie quantifizierbar zu machen. Nachdem die Thematik ausführlich theoretisch behandelt wurde und dabei zahlreiche Studien zum Vorschein kamen, in denen Positivwirkungen der Tomatis-Methode in unterschiedlichsten Teilleistungs- und Persönlichkeitsbereichen beobachtet werden konnten (vgl. Kapitel 1.3.5), wurde das Hauptaugenmerk auf die bislang noch nicht empirisch untersuchte Frage gelegt, inwieweit das Hörtraining Auswirkungen auf die kognitive Fähigkeit der Raumvorstellung hat.

Die primäre Forschungsfrage lautet demnach:

Hat die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining einen Effekt auf das räumliche Vorstellungsvermögen?

Konkreter interessiert in diesem Zusammenhang, ob – wie bereits in den in Kapitel 1.3.5 beschriebenen Studien von Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009), Kershner (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) und Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) – Langzeiteffekte im Sinne eines so genannten „Erweiterten Tomatis Effekts“ festgestellt werden können.

Da dies die erste wissenschaftliche Auseinandersetzung dieser Art ist und die Ergebnisse bisheriger Studien, die einen Zusammenhang zwischen Musik (Mozart-Musik, Musiktraining, Musikalität) und Raumvorstellung thematisieren, teilweise widersprüchlich beziehungsweise nicht eindeutig nachvollziehbar sind, gibt es weder positive noch negative Erwartungen hinsichtlich eines möglichen Effekts der Tomatis-Therapie auf die Raumvorstellungsleistungen der Probanden.

4 Planung und Durchführung

4.1 Versuchsplan

Da im Rahmen von Pre- und Posttestdesigns sowohl Treatmenteffekte als auch (durch wiederholte Testvorgabe bedingte) Übungseffekte abgebildet werden können, wurde die vorliegende Studie als Längsschnittuntersuchung mit Pre-, Post- und Follow-Up-Messung geplant.

Abbildung 12 gibt in schematischer Darstellung Überblick über die Versuchsabläufe von Kontroll- (KG) und Versuchsgruppe (VG) zu den drei Testzeitpunkten t1, t2 und t3:

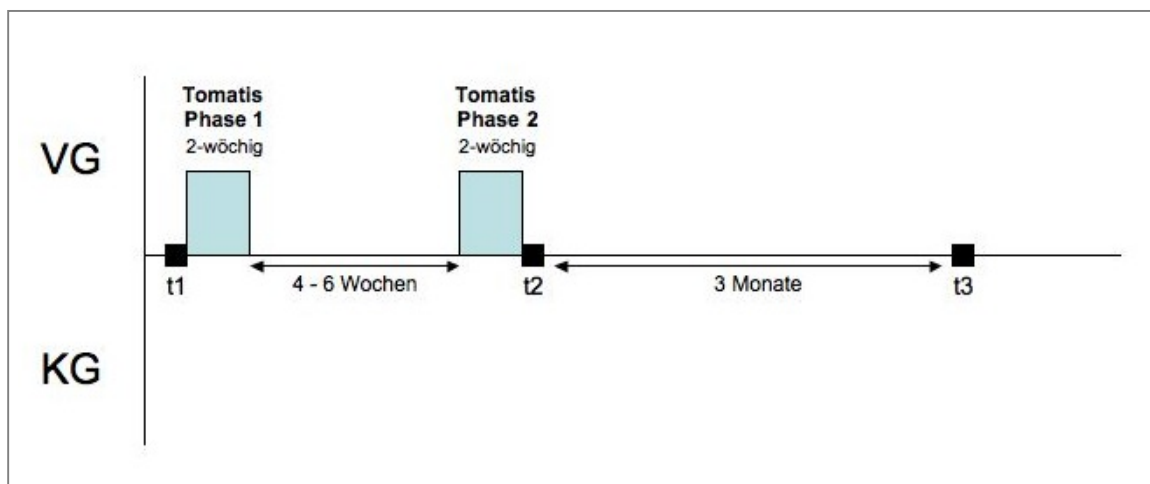


Abbildung 12 – schematische Darstellung des Versuchsplans für Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) zu den drei Testzeitpunkten t1, t2 und t3

Die Testzeitpunkte der Versuchsgruppe gliederten sich in:

t1 – Pre-Testung: vor Beginn des ersten zweiwöchigen Blocks (Phase 1) des Tomatis-Hörtrainings

t2 – Post-Testung: nach Abschluss der Phase 2 des Tomatis-Hörtrainings

t3 – Follow-Up-Testung: drei Monate nach Abschluss des gesamten Tomatis-Hörtrainings

Die Datenerhebung in der Kontrollgruppe folgte gleichem Schema, natürlich jedoch ohne Teilnahme am Tomatis-Treatment. So lagen auch hier zwischen t1 und t2 insgesamt 10 Wochen, zwischen t2 und t3 drei Monate.

4.2 Erhebungsinstrumente

Als psychologische Erhebungsinstrumente kamen der Endlosschleifentest (EST) von Gittler und Arendasy (2003) und der Dreidimensionale Würfeltest (3DW) von Gittler (1990) zum Einsatz.

Beide Tests gelten als Rasch-homogen im Sinne der Eindimensionalität der Items, was bedeutet, dass alle Aufgaben bei allen Testpersonen dieselbe latente Fähigkeitsdimension messen. *„Erst die methodische Absicherung der Eindimensionalität eines Raumvorstellungstests (bzw. aller seiner Items) versetzt uns in die Lage, die vieldiskutierten Fragen nach individuellen Differenzen, Trainier- und Vererbbarkeit usw. einigermaßen präzise beantworten zu können“* (Gittler, 1992, S. 48).

4.2.1 Der Endlosschleifentest (EST)

Der Raumvorstellungstest EST (Gittler & Arendasy, 2003) stellt die Aufgabe, Bilder, auf denen so genannte Endlosschleifen zu sehen sind, mental zu rotieren. Die Testperson betrachtet – wie in Abbildung 13 dargestellt – jeweils Start- und Zielansicht der jeweiligen Endlosschleife und hat zu bestimmen, um wie viel Grad (90° oder 180°) und in welche Richtung (nach oben, nach unten, nach links, nach rechts) die Startabbildung gedreht werden muss, um der Zielabbildung zu entsprechen. Dabei kann nach Gittler und Arendasy (2003) davon ausgegangen werden, dass in den Testteilnehmern Denkvorgänge ausgelöst werden, die dem Konstrukt Raumvorstellung insofern nahe kommen, da – verglichen mit anderen Raumvorstellungs-Aufgabentypen – der effiziente Gebrauch verbaler Hilfsstrategien wenig wahrscheinlich und die Wahrnehmung räumlicher Konfigurationen gegenüber der Detailwahrnehmung eher erhöht ist (Gittler & Arendasy, 2003).



Abbildung 13 – Beispiel-Item des EST (Gittler & Arendasy, 2003)

Die Version des EST, die für die vorliegende Studie zusammengestellt wurde, bestand aus insgesamt 21 Items. Davon dienten die ersten fünf als Beispielaufgaben, an denen das Verstehen der Aufgabenstellung nach genauer Instruktion erprobt werden konnte. Anschließend daran folgte die Testphase mit 16 Items, wobei das erste als so genanntes „Warm-up“-Item klassifiziert wurde und deshalb nicht in die spätere Auswertung mit einging. 15 Beispielaufgaben des Endlosschleifentests dienten zu Analyse und Interpretation der Raumvorstellungsleistungen der Probanden. Die Bearbeitung der Testunterlagen erfolgte ohne zeitliches Limit.

4.2.2 Der Dreidimensionale Würfeltest (3DW)

Der 3DW (Gittler, 1990) zählt zu den bedeutendsten psychologischen Testverfahren zur Erfassung räumlicher Vorstellungsleistungen. Pro Aufgabe wird jeweils ein Würfel „X“ vorgegeben, der – in veränderter Lage – in einem (oder keinem) von sechs Antwortwürfeln wieder gefunden werden muss. Wie in Abbildung 14 ersichtlich sind drei von sechs Würfelflächen zu sehen, wobei jede Fläche eine andere Zeichnung aufweist und beim Lösungswürfel auch ein neues, bisher verborgenes Muster auftreten kann.

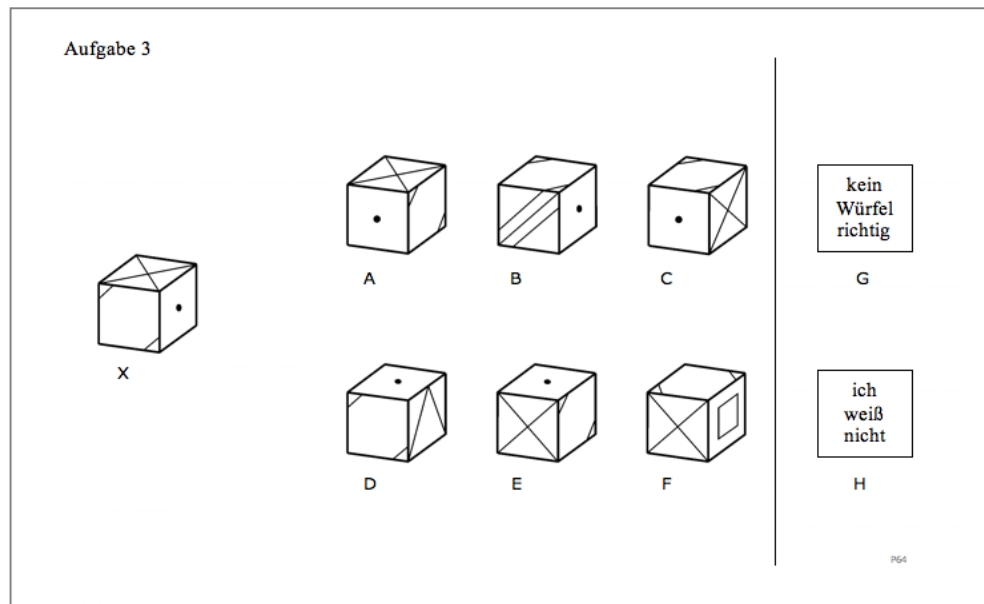


Abbildung 14 – Beispiel-Item des 3DW (Gittler, 1990)

Die Anwendung einer Falsifikationsstrategie (= Ausschlussverfahren) beim Bearbeiten der Aufgaben wird – zugunsten eines verifikationsstrategischen Vorgehens beim Finden des Lösungswürfels – durch die Antwortmöglichkeit „G – kein Würfel richtig“ verhindert. Das bedeutet, dass die Lösung nicht über das Ausschließen von falschen Würfeln gefunden werden kann. Demnach wird angenommen, dass die von der Testkonstruktion intendierten Raumvorstellungsprozesse auch wirklich ablaufen (Gittler, 1990).

Die 3DW-Version, welche von den Teilnehmern vorliegender Studie bearbeitet wurde, bestand aus zwei Beispielaufgaben zum Kennenlernen der Testanforderungen, einem Warm-up-Item, welches nicht in die Analyse der Daten einbezogen wurde, und schließlich 12 Wertungsaufgaben. Für die Bearbeitung des Tests wurde auch hier – wie auch beim Endlosschleifentest – kein zeitliches Limit festgelegt.

4.3 Durchführung

Die Erhebung der Daten geschah in einem Zeitraum von Juni 2009 bis März 2010. Sowohl bei der Versuchsgruppe als auch der Kontrollgruppe fungierte die Verfasserin vorliegender Arbeit als Testleiterin, wobei die Raumvorstellungstests als Papier-Bleistift-Versionen im Einzelsetting vorgegeben und bearbeitet wurden.

Die Testungen der Personen der Treatmentbedingung erfolgte in einem hellen Raum im Tomatis Institut, Serravagasse 6, in 1140 Wien, zu den drei im Versuchsplan geschilderten Zeitpunkten t1, t2 und t3. Auf eine konstant ruhige Geräuschkulisse und auf einigermaßen homogene Licht- und Temperaturverhältnisse wurde geachtet. Während aller Testungen war die Diplomandin anwesend, instruierte die Teilnehmer hinsichtlich Test- und Bearbeitungsmodalitäten und stand – wenn nötig – für Fragen zur Verfügung.

Der Versuchsablauf zu jedem der drei Testzeitpunkte gliederte sich wie folgt:

1. Allgemeine Einführung und Ausfüllen des Personendatenblattes
2. Vorgabe des EST
3. Vorgabe des 3DW

Parallel zur Versuchsgruppe geschah die Datenerhebung in der Kontrollgruppe. Diese verlief ebenfalls in bestmöglich homogenen und angenehmen Geräusch-, Licht- und Temperaturverhältnissen. Auch hier übernahm die Testleiterin Instruktion und Kontrolle über Testaufbau und -ablauf.

Die Probanden wurden stets angehalten, die Aufgaben beider Tests nicht nur richtig, sondern auch so rasch wie möglich zu bearbeiten („work limit“-Instruktion), wobei die Korrektheit der Antworten als relevanter hervorgehoben wurde als die Schnelligkeit der Bearbeitung.

Als erwähnenswert gilt, dass während der Testungen sowohl bei der Versuchs- als auch der Kontrollgruppe hinsichtlich Motivation, Anstrengung und Frustrationstoleranz große interindividuelle Unterschiede zu bemerken waren. So arbeiteten viele Testpersonen sehr angestrengt und motiviert, wohingegen andere wenig bis kaum Interesse zeigten, gute Leistungen zu erbringen.

4.4 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt wurden Daten von n=60 Personen im Altersbereich von 16 bis 62 Jahren zu drei Zeitpunkten erhoben.

Die 30 Untersuchungsteilnehmer, die der Versuchsgruppe zugeordnet werden konnten, waren allesamt freiwillige Teilnehmer am Tomatis-Hörtraining. Darunter befanden sich Klienten des Tomatis Instituts Tinkl (Serravagasse 6, Wien), die für die Raumvorstellungstestung motiviert werden konnten, wie auch eigens zu vorliegendem Zweck rekrutierte und interessierte Probanden, welche kostenfrei am Hörtraining teilnehmen durften. Folgende Beweggründe für das Tomatis-Hörtraining wurden miterhoben:

- Unterstützung des Therapieprozesses des Kindes durch zusätzliches parallel laufendes Hörtraining der Mutter
- Persönlichkeitsentwicklung, emotionale Stabilisierung
- Tinnitus, partieller Hörverlust
- depressive Verstimmung, psychische Probleme
- Förderung der Fremdsprachenkompetenz
- Training für Gesangs- und Sprechstimme

Da sich das Geschlechterverhältnis in der Versuchsgruppe mit 22 weiblichen und 8 männlichen Probanden als nicht ausgewogen darstellte, wurde bei der Auswahl der 30 Freiwilligen der Kontrollgruppe darauf geachtet, vergleichbare Verhältnisse zu schaffen – dementsprechend also auch hier mehr Frauen als Männer zu testen. Die Verteilung der Geschlechter ist in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 6 – Geschlechterverteilung in der Kontroll- und der Versuchsgruppe

Gesamtstichprobe (n = 60)		Häufigkeit	Prozent %
Kontrollgruppe (KG)	männlich	11	36,7
	weiblich	19	63,3
	gesamt	30	100,0
Versuchsgruppe (VG)	männlich	8	26,7
	weiblich	22	73,3
	gesamt	30	100,0

Das Durchschnittsalter der Kontrollgruppe lag zu t1 bei 34,77 Jahren (Standardabweichung $s=11,6$), das der Versuchsgruppe bei 35,17 Jahren ($s=11,9$). Der Bildungsstand der Untersuchungsteilnehmer wurde auf einer fünfstufigen Skala je nach höchstabgeschlossener Ausbildung ermittelt (1 – Hauptschule, AHS Unterstufe; 2 – Lehre, Berufsbildende mittlere Schule, 3 – Matura, 4 – Akademie, Fachhochschule, 5 – Universität), wobei in beiden Gruppen Bildungsgrad 3 dominierte.

Da eine Zufallszuweisung (Randomisierung) der Probanden in Versuchs- beziehungsweise Kontrollgruppe nicht realisierbar war, liegt lediglich ein quasi-experimentelles Versuchsdesign vor. Dadurch bedingte Probleme im Datensatz wurden mit Hilfe der im nächsten Abschnitt beschriebenen Auswertungsmethoden kontrolliert.

5 Ergebnisse

Aufgrund der Rasch-Homogenität der vorgegebenen Testmaterialien konnten die Daten im Sinne der probabilistischen Testtheorie mittels LLTM (Lineares Logistisches Testmodell; Fischer, 1995) ausgewertet werden; Mängel der klassischen Veränderungsmessung wurden somit zugunsten eines fairen Leistungsvergleichs umgangen.

5.1 Rohwert-Analyse

Als sinnvoll erwies sich der probabilistische Ansatz vor allem in Hinblick auf die Rohscores und die dabei erkennbaren Ausgangswertunterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe.

Wegen der fehlenden Zufallszuweisung (Randomisierung) im Rahmen quasiexperimenteller Wirkungsforschung können sich die Gruppen möglicherweise bereits vor der Untersuchung hinsichtlich der Verteilung der Fähigkeit (d.h. der Personenparameter) unterscheiden. Derartige a-priori Unterschiede führen in Kombination mit dem Problem der Ausgangswert-Abhängigkeit (nichtlinearer Zusammenhang zwischen Roh-

score und latenter Fähigkeit) zu unterschiedlichen Veränderungen im Rohscore, die dann im klassischen Ansatz als verschieden starke Effekte fehlinterpretiert würden. Die Veränderungsmessung mittels LLTM kann zumindest dieses Problem der quasiexperimentellen Wirkungsforschung ausschalten (Gittler, 1992, S. 64-65).

Tabelle 7 zeigt auf, dass die Testpersonen der Versuchsgruppe sowohl im 3DW als auch im EST auf deutlich niedrigerem Ausgangsniveau (t1) starteten. So konnte die VG zum ersten Zeitpunkt im Rohscore-Durchschnitt nur 4,97 Items im 3DW und 7,53 Items im EST lösen, die KG hingegen 6,63 Items im 3DW und 8,97 Items im EST. Auch beim Blick auf die Personenparameter – in die Analyse gingen die von Warm (1989) vorgeschlagenen Weighted Likelihood Estimates (WLE) als Schätzer mit ein – werden die Gruppenunterschiede deutlich (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7 – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der Rohscores und WLE-Parameter je Gruppe und Zeitpunkt t

		t1				t2				t3			
		Rohscore		WLE		Rohscore		WLE		Rohscore		WLE	
		MW	s	MW	s	MW	s	MW	s	MW	s	MW	s
3DW	KG	6,63	3,74	0,68	1,84	7,13	3,75	0,98	1,85	7,20	3,59	1,02	1,83
	VG	4,97	3,92	-0,15	1,88	6,07	4,11	0,49	2,10	7,30	3,65	1,08	1,83
EST	KG	8,97	3,65	0,67	1,36	8,87	4,19	0,68	1,73	9,53	3,92	0,95	1,65
	VG	7,53	3,35	0,16	1,21	8,93	3,25	1,75	1,36	7,87	3,68	0,25	1,35

Ein Blick auf Abbildung 15 und den graphischen Verlauf der Rohscore- und Parameter-Mittelwerte (KG versus VG) zu den drei Testzeitpunkten lässt noch klarer erkennen, dass die Versuchsgruppe einen größeren Leistungszuwachs aufweist als die Kontrollgruppe. Der anfängliche Vorteil der Kontrollgruppe verringert sich zu t2 klar; zu t3 geht der steile Leistungsanstieg der Versuchsgruppe sogar über das Niveau der Kontrollgruppe hinaus.

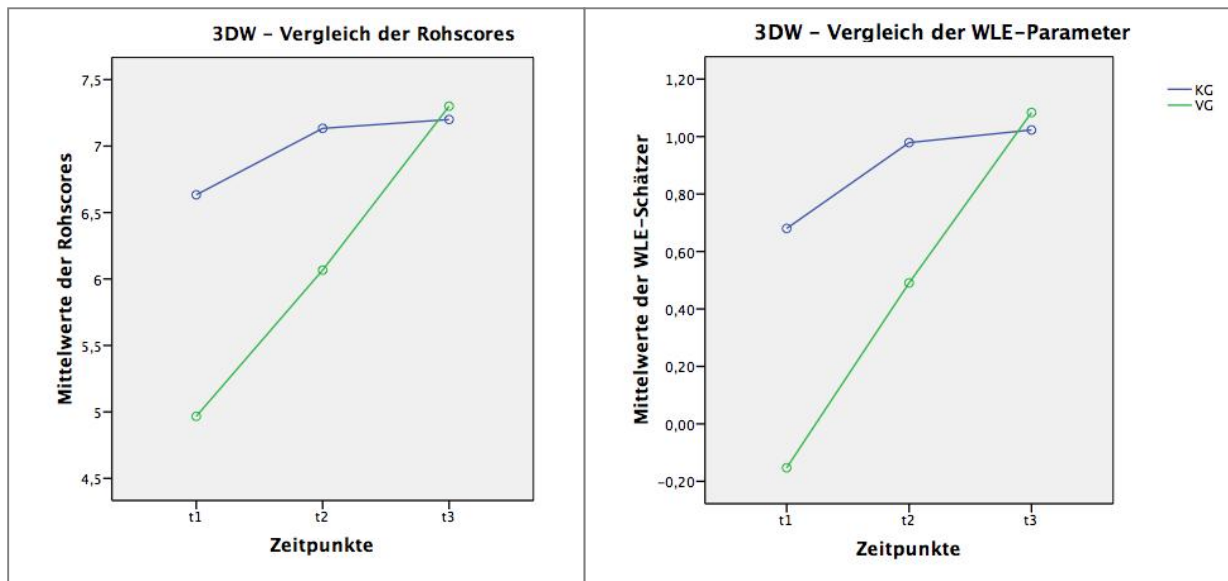


Abbildung 15 – 3DW-Leistungen von KG und VG zu drei Zeitpunkten

Anders im EST: Abbildung 16 zeigt hier zu t2 einen Anstieg der zunächst schwächeren Leistung der Versuchsgruppe auf das Niveau der Kontrollgruppe, jedoch einen erneuten Rückgang der Leistung zu t3, wobei diese dennoch über dem ursprünglichen Ausgangsniveau bleibt.

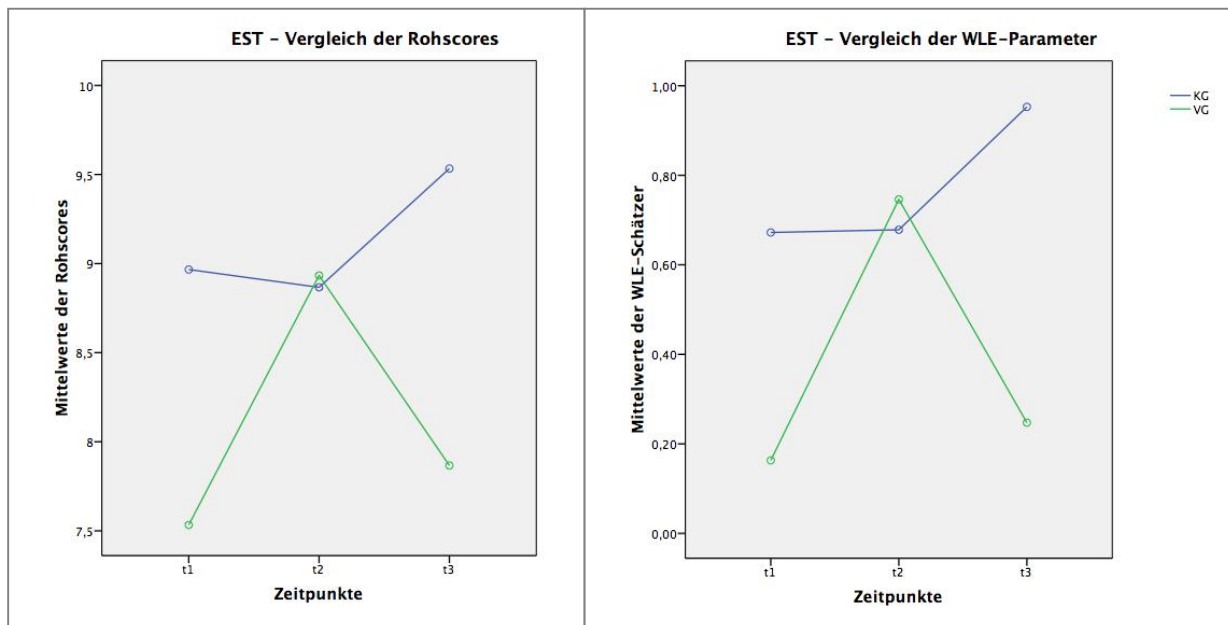


Abbildung 16 – EST-Leistungen von KG und VG zu drei Zeitpunkten

Sieht man sich die Daten auf Rohscore- beziehungsweise Parameterniveau an, wird bereits deutlich, dass die Leistungsveränderungen in der Versuchsgruppe nicht jenen gleichen, die in der Kontrollgruppe geschehen.

Zwei weitere Diagramme sollen die Wirkung der unterschiedlichen Bedingungen, denen VG und KG ausgesetzt wurden, aufzeigen. Die Daten werden so angeordnet, dass zu t1 beide Gruppen von demselben Punkt starten, was aufgrund des Intervallskalenniveaus der WLE-Parameter durchaus zulässig ist. Dargestellt wird also die Wirkung des Treatments bei vereinheitlichter Baseline für beide Gruppen (vgl. Abbildung 17).

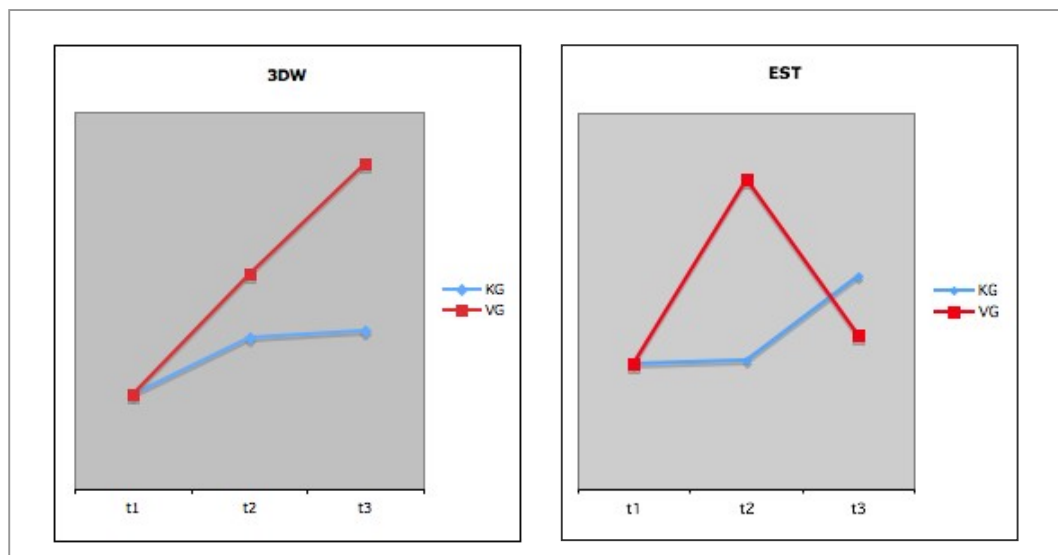


Abbildung 17 – 3DW und EST: Vergleich der Gruppen bei vereinheitlichter Baseline

5.2 Analyse mittels Linear Logistischem Testmodell (LLTM)

Der Einsatz des LLTM für die Veränderungsmessung bringt folgenden Vorteil: Es kann nicht nur erhoben werden, ob ein bestimmtes Treatment einen Effekt zeigt, sondern auch, wie groß der Effekt ist oder wie groß die Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen sind. Die in den Daten enthaltene Information kann also besser ausgeschöpft werden (Gittler, 1992).

Auf inhaltlicher Ebene geht das LLTM davon aus, dass sich die Schwierigkeit jeder Aufgabe aus der je nach Art und Anzahl gewichteten Summe der Schwierigkeiten einzelner Teiloperationen zusammensetzt (Kubinger, 2003). So wurde es vor allem zur Untersuchung der Komplexität von Testaufgaben entwickelt, kann allerdings auch für die Veränderungsmessung eingesetzt werden (Gittler, 1994). Demnach gilt: *„RASCH-homogene Testaufgaben, die unter verschiedenen experimentellen Bedingungen bzw. zu verschiedenen Testzeitpunkten vorgegeben wurden, können als strukturell unterschiedliche Aufgaben (sog. virtuelle Items) betrachtet werden“* (Gittler, 1992, S.129). Treatmenteffekte wie auch allgemeine Trends im Sinne einer für alle Untersuchungsteilnehmer gleichartigen Veränderung (z. B. Lerneffekt durch Wiederholungstestung) können somit aus der Veränderung der Itemschwierigkeiten zwischen den Testzeitpunkten geschätzt werden. Auch Untergruppen von Personen (z. B. Geschlechtsgruppen) lassen sich mittels LLTM analysieren und miteinander vergleichen (Gittler, 1994).

Die Gültigkeit des LLTM wird nach Fischer (1995) über zwei unabhängige Schritte festgestellt:

1. Feststellung der Gültigkeit des Rasch-Modells
2. Feststellung der Gültigkeit der Annahme des LLTM (im Vergleich zum Rasch-Modell)

Demnach muss in einem ersten Auswertungsschritt die Gültigkeit des Rasch-Modells geprüft werden. Ist diese als gegeben anzusehen, wird mit einem weiteren Likelihood-Ratio-Test überprüft, ob die Daten durch m Effektparameter statt durch k Itemparameter, wobei $m < k$, genauso gut erklärbar sind – demnach also das restriktivere Modell mit höherem Allgemeingrad (LLTM) die Daten ebenso gut beschreibt wie das quasigesättigte Rasch-Modell. Mittels Parameterreduktion und neuerlicher Prüfung wird schließlich schrittweise jenes Modell ermittelt, welches möglichst wenige Parameter beinhaltet, die Effekte aber dennoch ideal darstellt. Ersichtlich ist dies am insignifikanten Modelltest (Gittler, 1992).

Im Nachfolgenden wird zunächst die Analyse der Daten des 3DW dargestellt, anschließend die des EST.

5.2.1 LLTM-Analyse: 3DW

Tabelle 8 zeigt das den Berechnungen zugrunde liegende quasigesättigte Rasch-Modell.

Tabelle 8 – 3DW: Quasigesättigtes Modell (ohne Warm-up-Items)

Gruppe	t1	t2	t3	t2	t3
KG	Item Nr. 1.....12	13.....24 (virtuelle Items)	25.....36 (virtuelle Items)		
VG	1.....12			37.....48 (virtuelle Items)	49.....60 (virtuelle Items)

Sowohl KG als auch VG bekamen zum Testzeitpunkt t1 – hier lagen noch keine Treatmentunterschiede vor – dieselben 3DW-Testaufgaben zur Bearbeitung. Zu diesem Zeitpunkt wurde eine Art „Baseline“ erhoben, weshalb in Tabelle 8 aufgrund gleicher Itemschwierigkeiten auch dieselben Itemnummern (1 bis 12) angeführt sind. Da sich Testzeitpunkt t2 und t3 dadurch kennzeichnen, dass die beiden Gruppen verschiedenen Treatments ausgesetzt wurden, unterscheiden sich hier auch die Itemschwierigkeiten in KG und VG; je nach Gruppenzugehörigkeit finden sich demnach auch verschiedene Itemnummern in Tabelle 8.

Da vielfach überprüft, wurde die Gültigkeit des Rasch-Modells für den 3DW vorausgesetzt und nachfolgende Hypothesenprüfung eingeleitet.

5.2.1.1 Hypothesenprüfung

In einem ersten Modell des LLTM wurden die 59 freien Parameter des zuvor berechneten quasigesättigten Rasch-Modells (vgl. Tabelle 10; QRM), welches die Daten in Bezug auf die vorhandene Fragestellung mit möglichst vielen freien Parametern erklärt, auf 15 freie Parameter reduziert (vgl. Tabelle 10; LLTM 1). Die jeweils 12 Items des zweiten und dritten Testzeitpunktes wurden (unter Berücksichtigung einer Normierungsbedingung, d. h. Streichung einer Spalte bei den Itemparametern) mit jenen der Ersttestung gleichgesetzt und die Leistungsveränderungen durch folgende vier Effektparameter beschrieben:

- *tau2* (Trend: Übungseffekt durch einmalige Testwiederholung zu t2)
- *tau3* (Trend: zusätzlich zu tau2 modellierter Übungseffekt durch die zweite Testwiederholung zu t3)
- *eta2* (Effekt: Treatmenteffekt zu t2 – Kurzzeitwirkung)
- *eta3* (Effekt: zusätzlich zu eta2 modellierter Effekt nach längerfristiger Einwirkung des Treatments, gemessen zu t3)

Die Langzeitwirkung kann somit als Summe der Effekte in der VG dargestellt werden.

Modell 1 ist schematisch in Tabelle 9 dargestellt:

Tabelle 9 – 3DW: Matrix des LLTM für Modell 1

	Itemparameter 1 - 11	tau2	tau3	eta2	eta3
alle Vpn t1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0	0	0	0
KG t2	1.....1	1	0	0	0
KG t3	1.....1	1	1	0	0
VG t2	1.....1	1	1	1	0
VG t3	1.....1	1	1	1	1

Mittels Likelihood-Quotienten-Test wurde das LLTM Modell 1 auf Gültigkeit überprüft. Tabelle 10, in der alle Ergebnisse der Hypothesenprüfung dargestellt werden, zeigt ein insignifikantes Ergebnis ($p=0,531$), was bedeutet, dass die Daten durch die 11 Itemparameter und 4 Effektparameter des LLTM 1 gleich gut erklärt werden wie durch das quasigesättigte Rasch-Modell.

Aufgrund der geringen und nicht signifikanten Effektgröße von $tau3=0,04$ in Modell 1, wurde dieser Parameter im nächsten Schritt zugunsten eines neuen, noch allgemeineren Modells (LLTM 2) weggelassen (und aus der Gewichtszahlenmatrix gestrichen). Somit gingen 11 Itemparameter und die Effektparameter *tau2*, *eta2* und *eta3* in die Analyse mit ein. Der Likelihood-Quotienten-Test ergab auch hier ein insignifikantes Ergebnis ($p=0,571$).

Die Nullhypothese – die Veränderung könne durch die drei Parameter erklärt werden – darf beibehalten und Modell 2 interpretiert werden (vgl. Tabelle 10; LLTM 2).

Tabelle 10 – 3DW: Ergebnisse der Hypothesenprüfungen

Modell	df	InL	Effektparameter				LQT	df	p	LQT	df	p
			tau2	tau3	eta2	eta3						
QRM	59	-776,01										
LLTM 1	15	-797,32	0,29	0,04	0,40	0,72**	42,63	44	0,531			
LLTM 2	14	-797,34	0,31	-	0,39	0,76**	42,66	45	0,571			
LLTM 3	13	-798,97	-	-	0,69**	0,76**	45,93	46	0,475	zu M2: 3,27	1	0,071
LLTM 4	12	-808,99	0,12**	-	-	-	65,98	47	0,035*	zu M3: 20,04	1	<,001**
LLTM 5	12	-810,85	-	0,12**	-	-	69,69	47	0,017*	zu M3: 23,75	1	<,001**
LLTM 6	12	-805,96	-	-	0,17**	-	59,92	47	0,098	zu M3: 13,98	1	<,001**
LLTM 7	12	-804,64	-	-	-	0,18**	57,27	47	0,145	zu M3: 11,34	1	<,001**

* signifikant bei Alpha=5%; ** signifikant bei Alpha=1%

Als kleinster nicht signifikanter Parameter wurde in einer weiteren Reduktion der Parameter *tau2* (=0,31) ausgeschieden, um Modell 3 auf 11 Itemparametern und zwei Treatmentparametern – *eta2* und *eta3* – aufzubauen. Als H_0 wurde demnach formuliert: Nur der Einfluss des Treatments von erstem zu zweitem Testzeitpunkt und – als Langzeitwirkung – von zweitem zu drittem Testzeitpunkt wirkt sich auf die Veränderung der Leistung aus. Ein insignifikantes Ergebnis ($p=0,475$) stützt die Annahme der Modellgültigkeit. Um abzusichern, dass die Daten von Modell 3 ebenso gut wie von Modell 2 erklärt werden, wurde ein weiterer Signifikanztest durchgeführt, in dem diese beiden Modelle miteinander verglichen wurden. Dieser ergab mit einem $p=0,071$ (vgl. Tabelle 10; LLTM 3) ebenso ein nicht signifikantes Ergebnis, das besagt: Modell 3 erklärt die Daten nicht signifikant schlechter als Modell 2. Die Veränderungen lassen sich folglich lediglich mit den zwei Effektparametern *eta2* und *eta3* beschreiben.

Zu Kontrollzwecken wurden noch weitere Modelle gegenüber dem quasi-gesättigten Rasch-Modell und dem unmittelbar übergeordneten Modell 3 getestet – nämlich LLTM 4 bis LLTM 7 mit nur je einem Effektparameter (vgl. Tabelle 10). Die signifikanten Ergebnisse im Likelihood-Quotienten-Test zeigen, dass diese Modelle nicht gültig und demnach auch nicht interpretierbar sind. Modell 3 geht also sowohl aus signifikanzstatistischer als auch aus inhaltlicher Sicht als Modell der Wahl aus den Analysen hervor.

5.2.1.2 Ergebnisdarstellung und Interpretation

Aufgrund der Hypothesenprüfung kann davon ausgegangen werden, dass Modell 3 (vgl. Tabelle 10) eine empirisch gültige Aussage hinsichtlich der Veränderung der Leistungen im 3DW ermöglicht. Aufgezeigt wird, dass die Daten durch 11 Itemparameter und die zwei signifikanten Effektparameter *eta2* und *eta3* hinreichend gut erklärt werden. *Eta2* beschreibt einen Treatmenteffekt unmittelbar nach dem Hörtraining, der gleichsam einer Kurzzeitwirkung des Tomatis-Trainings entspricht, *eta3* einen „verzögerten Treatmenteffekt“ zwischen zweitem und drittem Messzeitpunkt, der gemeinsam mit *eta2* (Summenbildung *eta2* + *eta3*) die Langzeitwirkung der Therapie abbildet. Die Parameterschätzungen lauten:

- *eta2*=0,69 („Kurzzeitwirkung“)
- *eta3*=0,76 → *eta2* + *eta3* = 1,45 („Langzeitwirkung“)

Eine detaillierte Darstellung der Effekte je Gruppe und Testzeitpunkte findet sich nachfolgend in Tabelle 11.

**Tabelle 11 – 3DW: Tabellarische Darstellung der Effekte
je Gruppe und Zeitpunkte (nach Modell 3)**

	t1 (Baseline)	t2		t3	
	KG = VG	KG	VG	KG	VG
tau2	0	0	0	0	0
tau3	0	0	0	0	0
eta2	0	0	0,69	0	0,69
eta3	0	0	0	0	0,76
Gesamteffekt	0	0	0,69	0	1,45

Um die Bedeutung der Effektparameter zu veranschaulichen, wurden diese (mit Hilfe von Ao. Prof. Dr. Gittler) mittels Modellgleichung des Rasch-Modells zu Odds Ratio umgerechnet. Der Vorteil der Interpretation des Odds Ratio (Chancen- oder Quotenverhältnis) liegt darin, dass bei gegebenen Effektparametern stets derselbe Wert resultiert, und zwar unabhängig von den jeweils gewählten Startwerten für den Personen- und Itemparameter. Tabelle 12 zeigt das Chancenverhältnis zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bei der Lösung der 3DW-Aufgaben anhand zweier Beispiele, in denen unterschiedliche Startwerte angenommen werden.

**Tabelle 12 – Interpretation der LLTM Effektparameter im 3DW bei fiktiven Startwerten
(theta=beta=0 bzw. theta=-1, beta=0,70)**

		fiktiv angenommene Startwerte						
	Personen- parameter theta	Item- parameter beta	eta	theta+eta	p(+) je Zeitp.	Odds (p/(1-p))	Odds Ratio (VG/KG)	
KG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,500*	1,000		
VG	0,0000	0,0000	0,6911	0,6911	0,666*	1,996	1,996**	zu t2
KG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,500*	1,000		
VG	0,0000	0,0000	1,4520	1,4520	0,810*	4,272	4,272**	zu t3
KG	-1,0000	0,7000	0,0000	-1,0000	0,154*	0,183		
VG	-1,0000	0,7000	0,6911	-0,3089	0,267*	0,365	1,996**	zu t2
KG	-1,0000	0,7000	0,0000	-1,0000	0,154*	0,183		
VG	-1,0000	0,7000	1,4520	0,4520	0,438*	0,780	4,272**	zu t3

* $p(+|\theta_v, \sigma_i) = e^{\theta_v - \sigma_i} / (1 + e^{\theta_v - \sigma_i})$...Rasch-Modellgleichung

** Interpretation: Wert >1: die Odds der ersten Gruppe sind größer
Wert <1: die Odds der ersten Gruppe sind kleiner
Wert 1: kein Unterschied in den Odds

Das Chancenverhältnis zwischen KG und VG hinsichtlich der Item-Lösungswahrscheinlichkeit bildet sich zu den drei Testzeitpunkten wie folgt ab:

Tabelle 13 – Chancenverhältnis zwischen KG und VG im 3DW

Testzeitpunkt	Chancenverhältnis KG : VG
t1	1 : 1
t2	1 : 1,996
t3	1 : 4,272

Haben zu Testzeitpunkt t1 also noch beide Gruppen dieselbe Chance, ein Item im 3DW zu lösen, steigt diese zu t2 – also nach dem Tomatis-Treatment – in der Versuchsgruppe beinahe auf das Doppelte an, drei Monate nach Abschluss des Hörtrainings (t3) sogar auf mehr als das Vierfache.

Nachfolgende Grafik veranschaulicht die Ergebnisse:

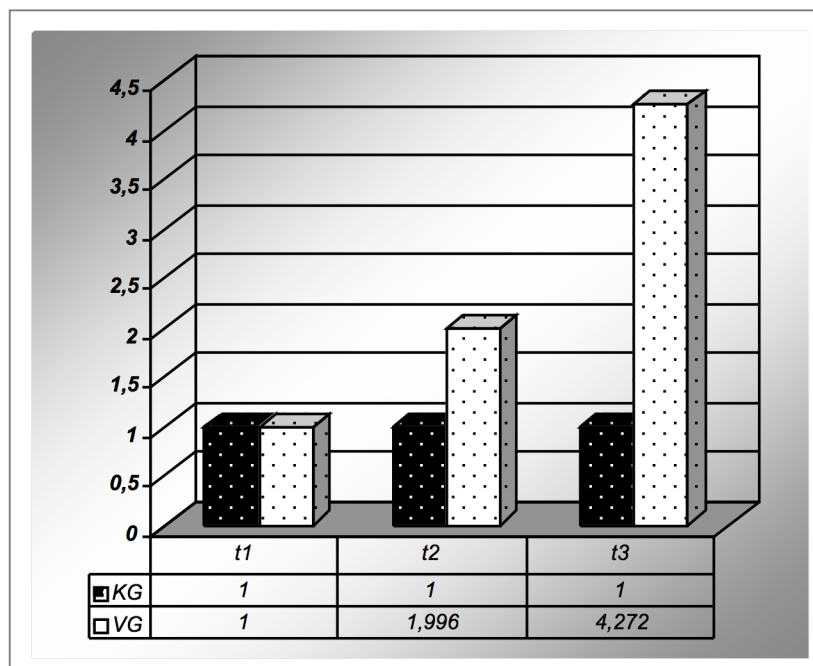


Abbildung 17 – Darstellung des Chancenverhältnisses von KG und VG hinsichtlich der Item-Lösungswahrscheinlichkeit im 3DW

Mit Sicherheit kann also davon ausgegangen werden, dass die Tomatis-Therapie die Raumvorstellungsleistungen im 3DW positiv beeinflusst, da die Versuchsgruppe über beide Zeitpunkte signifikante Leistungszuwächse verzeichnen kann. Die Ausprägung des hier festgestellten Treatmenteffekts erinnert stark an die Darstellungen des „Erweiterten Tomatis Effekts“ bei Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009) und Kershner (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) und stützt die Annahme einer Langzeitwirkung des Hörtrainings und einer Weiterentwicklung des Teilleistungsgebiets Raumvorstellung, die über den Zeitraum der Therapie hinausgeht.

5.2.2 LLTM-Analyse: EST

Die Rasch-Homogenität des EST wurde – wie auch schon beim 3DW – vorausgesetzt. Tabelle 14 zeigt das quasigesättigte Rasch-Modell, auf dem die Hypothesenprüfung der Daten des EST aufbaut. Die Maximum-Likelihood-Schätzung ergab bei 74 frei geschätzten Parametern einen InL-Wert von –1227,12.

Tabelle 14 – EST: Quasigesättigtes Rasch-Modell (ohne Warm-up-Items)

Gruppe	t1	t2	t3	t2	t3
KG	Item Nr. 1.....15	16.....30 (virtuelle Items)	31.....45 (virtuelle Items)		
VG	1.....15			46.....60 (virtuelle Items)	61.....75 (virtuelle Items)

5.2.2.1 Hypothesenprüfung

Der erste Schritt der Analyse bestand aus der Reduktion der 74 freien Parameter des quasigesättigten Rasch-Modells auf $m=18$, nämlich 14 Itemparameter und 4 Effektparameter τ_2 , τ_3 , η_2 und η_3 , die bereits in Zusammenhang mit der Auswertung der 3DW-Daten in Kapitel 5.2.1.1 beschrieben wurden. Die Parametrisierung dieses Ansatzes ist in Tabelle 15 angesprochen.

Tabelle 15 – EST: Matrix des LLTM für Modell 1

	Itemparameter 1 - 14	τ_2	τ_3	η_2	η_3
Vpn t1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0	0	0	0
KG t2	1.....1	1	0	0	0
KG t3	1.....1	1	1	0	0
VG t2	1.....1	1	1	1	0
VG t3	1.....1	1	1	1	1

Die Überprüfung der Modellgültigkeit des LLTM 1 via Likelihood-Quotienten-Test ergab mit einem $p=0,94$ ein klar insignifikantes Ergebnis, woraufhin dieses als ausreichend gutes Modell zur Erklärung der Daten akzeptiert und mit der schrittweisen Parameterreduktion fortgesetzt wurde (vgl. Tabelle 16).

Nachdem die Strategie verfolgt wurde, den jeweils kleinsten nicht signifikanten Parameter auszuschneiden, wurde für Modell 2 τ_{22} (=Übungseffekt von t1 auf t2) aus der Gewichtszahlenmatrix gestrichen. Die H_0 lautet: Die Veränderung wird durch einen Übungseffekt vom zweiten zum dritten Testzeitpunkt und durch die Wirkung des Treatments erklärt. Demnach wurden $m=17$ Parameter inklusive τ_{23} , η_{22} und η_{23} für die Schätzung herangezogen. Aufgrund eines nicht signifikanten Ergebnisses – siehe Tabelle 16 – konnte auch dieses Modell (LLTM 2) angenommen werden.

Um zu überprüfen, ob die Leistungsveränderungen im EST auch lediglich mit den beiden Effektparametern erklärt werden können, ging Modell 3 mit 14 Itemparametern, η_{22} und η_{23} als Modell noch höheren Allgemeinheitsgrades in die Analyse mit ein. Die neue H_0 lautet: Nur das Treatment hat wirksamen Einfluss auf die Veränderung. Auch hier stützt ein insignifikantes Ergebnis des Likelihood-Quotienten-Tests die Annahme der Hypothese und erlaubt die Interpretation der Effektgrößen $\eta_{22}=0,51$ und $\eta_{23}=-0,39$ (vgl. Tabelle 16; LLTM 3).

Tabelle 16 – EST: Ergebnisse der Hypothesenprüfungen

Modell	df	InL	Effektparameter τ_{22} / τ_{23} / η_{22} / η_{23}				LQT	df	p	LQT	df	p
QRM	74	-1227,12										
LLTM 1	18	-1247,39	-0,04	0,28	0,55**	-0,67**	40,54	56	0,940			
LLTM 2	17	-1247,42	-	0,26	0,51**	-0,65**	40,60	57	0,951			
LLTM 3	16	-1249,00	-	-	0,51**	-0,39**	43,75	58	0,917	zu M2: 3,15	1	0,076
LLTM 4	15	-1252,12	-	-	0,32**	-	50,00	59	0,792	zu M3: 6,25	1	0,012*
LLTM 5	15	-1254,36	-	-	-	-0,13	54,48	59	0,642	zu M3: 10,73	1	<,001**

* signifikant bei Alpha=5%; ** signifikant bei Alpha=1%

Weitere Modellkontrollen (vgl. Tabelle 16; LLTM 4 und 5) und Signifikanztests, in denen das Modell 3 mit Modell 2 und die Modelle 4 und 5 mit Modell 3 verglichen wurden, brachten folgende Ergebnisse:

- Modell 4 und Modell 5 erklären die Daten signifikant schlechter als Modell 3 ($p_{M4}=0,012$; $p_{M5}<0,001$). Die Reduzierung der Daten auf je einen Effektparameter *eta2* oder *eta3* stellte sich als nicht sinnvoll heraus und wurde verworfen.
- Modell 3 erklärt die Daten nicht signifikant schlechter als Modell 2 ($p_{M3}=0,076$). Die Beschreibung der Veränderung mit den beiden Effektparametern *eta2* und *eta3* ist damit zulässig und vertretbar.

5.2.2.2 Ergebnisdarstellung und Interpretation

Die Hypothesenprüfung stützt das LLTM Modell 3 (vgl. Tabelle 16) als empirisch und inhaltlich gültiges Modell, um die Leistungsveränderungen im EST hinreichend zu erklären. Dabei wurden 14 Itemparameter und 2 Effektparameter mit folgenden Parameterschätzungen geltend gemacht:

- *eta2*=0,51 („Kurzzeitwirkung“)
- *eta3*=-0,39 → *eta2* + *eta3* = 0,12 („Langzeitwirkung“)

Tabelle 17 zeigt die Effekte je Gruppe und Testzeitpunkte.

**Tabelle 17 – EST: Tabellarische Darstellung der Effekte
je Gruppe und Zeitpunkte (nach Modell 3)**

	t1 (Baseline)	t2		t3	
	KG = VG	KG	VG	KG	VG
tau2	0	0	0	0	0
tau3	0	0	0	0	0
eta2	0	0	0,51	0	0,51
eta3	0	0	0	0	-0,39
Gesamteffekt	0	0	0,51	0	0,12

Die Umrechnung der Effektparameter in Odds bei fiktiv angenommenen Startwerten theta und beta wird in Tabelle 18 angeführt.

**Tabelle 18 – Interpretation der LLTM Effektparameter im EST bei fiktiven Startwerten
(theta=beta=0 bzw. theta=2, beta=0)**

fiktiv angenommene Startwerte								
	Personen- parameter theta	Item- parameter beta	eta	theta+eta	p(+) je Zeitp.	Odds (p/(1-p))	Odds Ratio (VG/KG)	
KG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,500*	1,000		
VG	0,0000	0,0000	0,5124	0,5124	0,625*	1,669	1,669**	zu t2
KG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,500*	1,000		
VG	0,0000	0,0000	0,1212	0,1212	0,530*	1,129	1,129**	zu t3
KG	2,0000	0,0000	0,0000	2,0000	0,881*	7,389		
VG	2,0000	0,0000	0,5124	2,5124	0,925*	12,334	1,669**	zu t2
KG	2,0000	0,0000	0,0000	2,0000	0,881*	7,389		
VG	2,0000	0,0000	0,1212	2,1212	0,893*	8,341	1,129**	zu t3

* $p(+|\theta_v, \sigma_i) = e^{\theta_v - \sigma_i} / (1 + e^{\theta_v - \sigma_i})$...Rasch-Modellgleichung

** Interpretation: Wert >1: die Odds der ersten Gruppe sind größer
Wert <1: die Odds der ersten Gruppe sind kleiner
Wert 1: kein Unterschied in den Odds

Die Auswertungen zeigen also folgende Chancenverhältnisse zwischen KG und VG zu den drei Testzeitpunkten:

Tabelle 19 – Chancenverhältnis zwischen KG und VG im EST

Testzeitpunkt	Chancenverhältnis KG : VG
t1	1 : 1
t2	1 : 1,669
t3	1 : 1,129

Was sich schon beim anfänglichen Blick auf die Rohdaten andeutete (vgl. Kapitel 5.1, Abbildung 16), wird durch die Ergebnisse der Hypothesenprüfung und die graphische Darstellung der Odds Ratio in Abbildung 18 nun klar untermauert: Die zunächst für beide Gruppen bestehende gleiche Chance, Items zu lösen, steigt bis zum zweiten Testzeitpunkt auf das 1,7-fache zugunsten der

Versuchsgruppe an. Drei Monate nach Abschluss der Tomatis-Therapie gleicht sich das Chancenverhältnis jedoch wieder an, wobei die Versuchsgruppe einen minimalen Vorteil von 1,129 : 1 behält.

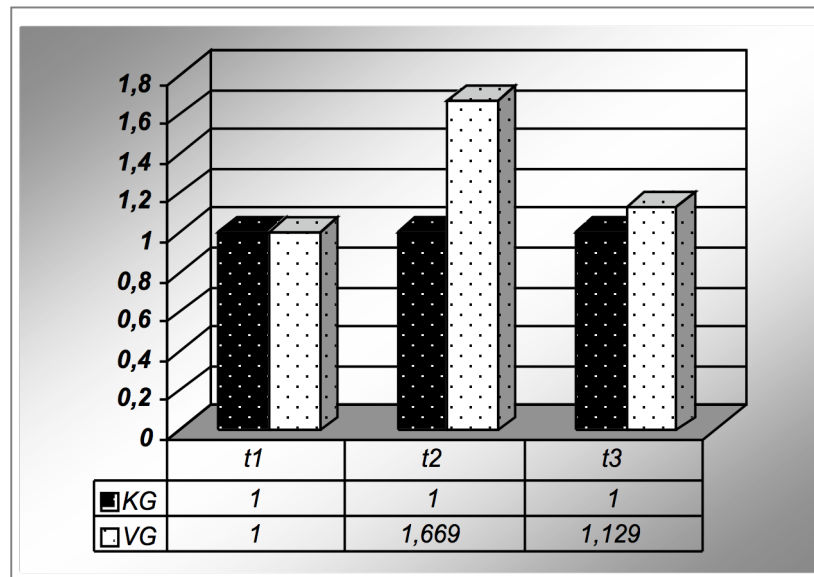


Abbildung 18 – Darstellung des Chancenverhältnisses von KG und VG hinsichtlich der Item-Lösungswahrscheinlichkeit im EST

Es zeigt sich also, dass die Tomatis-Therapie einen Effekt auf die Raumvorstellungsleistungen im EST hat. Die leistungssteigernde Wirkung, die kurz nach Abschluss des Hörtrainings festzustellen ist, lässt allerdings wieder nach, sodass sich – im Gegensatz zur Analyse der 3DW-Daten – bei der Follow-up-Testung drei Monate später kein Langzeiteffekt abzeichnet.

6 Gesamtinterpretation und Diskussion

Die Ergebnisse der Hypothesenprüfung zeigen deutliche leistungssteigernde Effekte der Tomatis-Therapie auf das räumliche Vorstellungsvermögen, wobei sich diese interessanterweise – je nach vorgegebenem Testmaterial – in ihren temporären Ausprägungen unterscheiden.

So bildete sich bei der Analyse der 3DW-Daten ein positiver Langzeiteffekt des Tomatis-Hörtrainings ab, vergleichbar mit dem „Erweiterten Tomatis Effekt“, der schon bei Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009), Kershner (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) und Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) in Zusammenhang mit Lese-, Rechtschreib-, Sprachleistungen und Angststörungen postuliert wurde.

Auch die Analyse der EST-Daten ergab einen positiven Effekt der Tomatis-Therapie, dessen langzeitliche Wirkung jedoch nicht festgestellt werden konnte.

Als relevant erscheint es folglich, der Frage nachzugehen, warum die Wirkung des Hörtrainings auf das räumliche Denken durch die beiden psychologischen Testinstrumente unterschiedlich abgebildet wird?

Die Reihenfolge der Testvorgabe wird hierbei nicht als entscheidend erachtet. Eine schlüssige Erklärung findet sich vielmehr bei Arendasy (1997; vgl. Kapitel 2.1.1), der 3DW und EST hinsichtlich geforderter Bearbeitungsstrategien miteinander verglich. So konnte festgestellt werden, dass der 3DW zum Lösen von Aufgaben neben „Spatial-Anteilen“ auch vermehrt „Reasoning“-Leistungen (=schlussfolgerndes Denken) fordert, die wiederum bei der Bearbeitung des EST kaum gefragt sind. Der Langzeiteffekt der Tomatis-Therapie scheint sich somit vor allem mit deren Wirkung auf „Spatial Reasoning“-Fähigkeiten zu erklären.

Gestützt wird dieses Erkenntnis durch persönliches Feedback der Testpersonen während und nach Abschluss des Hörtrainings. Auf folgenden Ebenen wurden Veränderungen beobachtet:

- bessere Strukturiertheit, Klarheit und Problemlösefähigkeit
- mehr Selbstsicherheit und Selbstbewusstsein
- verbesserte Kommunikationsfähigkeit
- innere Balance, Ausgeglichenheit und Ruhe
- weniger Angst

Anzumerken ist, dass aufgrund der nicht realisierbaren Randomisierung (Zufallszuweisung) der Stichprobe eine Unterschiedlichkeit von Kontroll- und Versuchsgruppe nicht ausgeschlossen werden konnte. So setzte sich die VG vorwiegend aus hilfesuchenden Klienten zusammen, die sich aufgrund psychischer und/oder physischer Belastungen zur Teilnahme am Tomatis-Hörtraining entschieden (siehe Kapitel 4.4); Leistungsunterschiede im Ausgangsniveau waren zu erwarten. Dank der probabilistischen Auswertungsmethodik mittels Linear Logistischem Testmodell konnte eine Ausgangswertabhängigkeit allerdings umgangen und ein systematischer Fehler verhindert werden.

Die Forschung rund um die Effekte der Tomatis-Therapie ist noch lange nicht am Ende angekommen. So könnten nachfolgende Studien, die beispielsweise auf die Thematik des Selbstwerts eingehen oder etwa die Wirkung der Methode auf die Persönlichkeitsstruktur untersuchen, durchaus interessante und prägnante Ergebnisse liefern, um die Theorien Tomatis' und die vielschichtigen Wirkweisen des Hörtrainings weiterhin empirisch zu fundieren.

7 Zusammenfassung

Zeit seines Lebens befasste sich der französische Arzt Alfred A. Tomatis mit der Rolle des Ohres und der Bedeutung des Hörens für die menschliche Entwicklung und Reifung, die in einer Welt geschieht, die sich primär visuell organisiert und an Sichtbarem orientiert. Als für ihn wichtigsten Sinn machte er die Wahrnehmungsfähigkeit des Ohres vorwiegend verantwortlich für Kommunikationsfähigkeit, Sprachkompetenz, Selbstsicherheit, Körperbewusstsein, Energiehaushalt und psychische sowie physische Balance.

Als einer der ersten postulierte er, dass bereits der Fetus im Mutterleib hört und wies in diesem Zusammenhang auf die elementare Kraft der Mutterstimme und des so genannten „Uterinen Dialogs“ hin, der Kind und Mutter in der Schwangerschaft verbindet und die intakte Entwicklung des heranwachsenden Lebewesens maßgeblich beeinflusst.

Mit der Tomatis-Methode wurde ein Verfahren geschaffen, welches mittels akustischer Stimulation auf den aktiven Prozess des Hörens einwirken kann. Das Ohr soll darin trainiert werden, auf fehlende Frequenzen wieder zu reagieren, die – so Tomatis – aufgrund traumatischer Erfahrungen aus dem Wahrnehmungsspektrum ausgeblendet wurden. Mozart-Musik, Gregorianische Choräle und die Mutterstimme, die frequenztechnisch mit dem speziell entwickelten „Elektronischen Ohr“ aufbereitet und gefiltert werden, dienen als Instrumentarium der Hörtherapie, die ein Wiedererleben der menschlichen Hörentwicklung provoziert.

Zahlreiche wissenschaftliche Studien weisen auf positive Effekte der Tomatis-Therapie hin, wobei vor allem Personengruppen untersucht wurden, die Probleme in Zusammenhang mit auditiven Verarbeitungsstörungen, Lernbehinderungen und Verhaltensauffälligkeiten, Autismus, Stottern oder psychischen Störungen aufwiesen. Als höchst interessant stellt sich hierbei die Erwähnung eines so genannten „Erweiterten Tomatis Effekts“ (Kershner, 1986; Mould, 1985; zitiert nach Gerritsen, 2009) dar, der eine kontinuierliche Weiter-

entwicklung des Therapieeffekts beschreibt, die über den Trainingszeitraum hinausgeht.

Augrund der großen Popularität des Mozart-Effekts, der 1993 von Rauscher, Shaw und Ky postuliert wurde und den Zusammenhang zwischen Musik und Raumvorstellung in den Fokus wissenschaftlichen Interesses stellte, und eines weiten Forschungsfeldes, welches die Effekte musikalischen Lernens auf kognitive und emotionale Fähigkeiten untersucht, erschien es für die vorliegende Arbeit interessant, die Wirkung der Tomatis-Therapie auf das räumliche Denken zu thematisieren.

Im Zentrum des Interesses stand, inwiefern die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining räumliche Vorstellungsleistungen kurz- oder längerfristig beeinflusst. Insgesamt 60 Personen, aufgeteilt in Versuchs- und Kontrollgruppe, wurden zu drei Zeitpunkten untersucht. Als psychologische Erhebungsinstrumente kamen der Endlosschleifentest (EST; Gittler & Arendasy, 2003) und der Dreidimensionale Würfeltest (3DW; Gittler, 1990) zum Einsatz, deren Rasch-Homogenität eine Analyse der Daten mittels Linear Logistischem Testmodell (LLTM; Fischer, 1995) zuließ.

Die Ergebnisse der Auswertung können folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Die Tomatis-Therapie hat einen signifikanten Effekt auf das räumliche Vorstellungsvermögen.
2. Sowohl die Daten des EST, als auch jene des 3DW zeigen signifikante Veränderungen hinsichtlich einer Leistungssteigerung nach Abschluss des Hörtrainings.
3. Die Daten-Analyse des 3DW deutet drauf hin, dass die Therapiewirkung im Sinne eines „Erweiterten Tomatis Effekts“ auch über den Abschluss des Hörtrainings hinausgeht und eine langzeitliche Weiterentwicklung bedingt.

4. In Zusammenhang mit dem EST kann keine langzeitliche, jedoch eine deutliche kurzfristige Leistungssteigerung des Raumvorstellungsvermögens durch die Tomatis-Methode beobachtet werden.

Zusammenfassend lässt sich zum Ausdruck bringen, dass die Tomatis-Therapie mit Sicherheit auf das Raumvorstellungsvermögen einwirkt. Persönliche Aussagen der Probanden über treatmentbedingte Veränderungen im Alltag regen zu weiteren Studien an, die die Effekte des Hörtrainings auch in Zusammenhang mit Persönlichkeitsstruktur und Selbstwert untersuchen.

Literaturverzeichnis

- Aleman, A., Nieuwenstein M., Böcker, K. B. E. & De Haan E. H. F. (2000). Music training and mental imagery ability. *Neuropsychologia*, 38, 1664-1668.
- Altenmüller, E. (2006). Neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens im Kindes- und Jugendalter und Transfereffekte auf Intelligenzleistungen. In R. Schumacher (Hrsg.), *Macht Mozart schlau? Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik* (S. 59-70). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- Amelang, M. & Bartussek, D. (1997). *Differentielle Psychologie & Persönlichkeitsforschung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Ander-Huber, S. (1993). Das Ohr als Tor zu Seele. *Natur & Heilen*, 12.
- Arendasy, M. (1997). *Zur Konstruktvalidität zweier Rasch-skalierten Raumvorstellungstests*. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Wien.
- Balzer, H.-U. (2006). *Wie Musik wirkt. Dialog der Wissenschaften und Künste. Über die Wirkung von Musik in Kunst-, Pädagogik und Medizin*. Congress Casino Baden bei Wien. 1. - 4. Oktober 2006. Verfügbar unter <http://www.mozart-science.at> [16.06.2010]
- Beckedorf, D. (1996). Warum Mozart? In Doering, Dose, Stadelmann (Hrsg.), *Sinn und Sinne im Dialog* (S. 163-181). Dortmund: Borgmann.
- Beckedorf, D. (1999). *Pränatales Hören: Hörtherapie nach den Grundlagen von A. Tomatis. Theoretische Einführung und Beispiel eines Hörtherapieverlaufes mit Bildern*. Vortrag der 3. Arbeitstagung der Kölner Arbeitsgemeinschaft der ISPPM, 21.-23. Mai, Köln.

- Beckedorf, D. (2000). Die Hörtherapie nach den Grundlagen von Dr. A. Tomatis. *Forum Logopädie*, 14, 13-18.
- Berendt, J.-E. (1985). *Nada Brahma: Die Welt ist Klang*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Berendt, J.-E. (1998). Ich höre, also bin ich. In T. Vogel (Hrsg.), *Über das Hören: Einem Phänomen auf der Spur* (S. 69-90). Tübingen: Attempto.
- Birbaumer, N. & Töpfner, S. (1998). Hirnhemisphären und Verhalten. *Deutsches Ärzteblatt*, 95(45), 2844-2848.
- Birbaumer, N. & Schmidt, F. R. (2003). *Biologische Psychologie* (5. Auflage). Berlin: Springer.
- Brunner, H. R. & Nöldeke, I. L. (1997). *Das Ohr: Anatomie, Pathologie und Physiologie des Ohres für Hörgeräteakustiker, Logopäden und audiologische Assistenzberufe*. Stuttgart: Thieme.
- Campbell, D. G. (1997). *Der Seele Klang: Die heilende Kraft von Atem, Ton und Musik*. München: Kösel-Verlag.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the "Mozart Effect"? *Nature*, 400, 826.
- Chutkow, P. (1996). *Gérard Depardieu: Vom Straßenkind zum Superstar*. München: Knaur.
- Corbett, B. A., Shickman, K. & Ferrer, E. (2008). Brief report: The effects of Tomatis sound therapy on language in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 562-566.

- Du Plessis, W. F. & Van Jaarsfeld, P. E. (1988). Audio-psycho-phonology: A comparative outcome study on anxious primary school pupils. *South African Journal of Psychology*, 18(4), 144-151.
- Fischer, G. H. (1995). The Linear Logistic Test Model. In G. H. Fischer & I. W. Molenaar (Hrsg.), *Rasch Models: Foundations, Recent Developments, and Applications* (S. 131-155). New York: Springer-Verlag.
- Gardner, H. (2002). *Intelligenzen: Die Vielfalt des menschlichen Geistes*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Gembris, H. (1998). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*. Augsburg: Wißner.
- Gembris, H. (1999). Musik, Intelligenz und Persönlichkeitsentwicklung. In H. Gembris, R.-D. Kraemer, G. Maas (Hrsg.), *Macht Musik wirklich klüger? Musikalisches Lernen und Transfereffekte* (S. 173-187). Augsburg: Wißner.
- Gerritsen, J. (2009). *A review of research done on Tomatis auditory stimulation*. Verfügbar unter <http://mozartcenter.com/Review%20of%20Tomatis%20Research,%20password%20protected.pdf> [11.04.2010]
- Gilmor, T. M. (1999). The efficacy of the Tomatis method for Children with learning and communication disorders: A meta analysis. *International Journal of Listening*, 13, 12-23.
- Gittler, G. (1990). *Dreidimensionaler Würfeltest (3DW). Ein Rasch-skaliertes Test zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Gittler, G. (1992). Testpsychologische Aspekte der Raumvorstellungsforschung – Kritik, Lösungsansätze und empirische Befunde (Monographie). Nicht veröffentlichte Habilitationsschrift, Universität Wien.

- Gittler, G. (1994). Intelligenzförderung durch Schulunterricht: Darstellende Geometrie und räumliches Vorstellungsvermögen. In G. Gittler, M. Jirasko, U. Kastner-Koller, C. Korunka & A. Al-Roubaie (Hrsg.), *Die Seele ist ein weites Land – Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie*, (S. 105-122). Wien: WUV – Wiener Universitätsverlag.
- Gittler, G. & Arendasy, M. (2003). Endlosschleifen: Psychometrische Grundlagen des Aufgabentyp E^P. *Diagnostica*, 49(4), 164-175.
- Gorman, A. (1999). The "Mozart Effect": Hard science or hype. Verfügbar unter l3d.cs.colorado.edu/~agorman/pdf/mozart-effect-survey.pdf [16.06.2010]
- Grüßing, M. (2002). Wieviel Raumvorstellung braucht man für Raumvorstellungsaufgaben? Strategien von Grundschulkindern bei der Bewältigung räumlich-geometrischer Anforderungen. *ZDM* 34(2), 37-45.
- Hanshumaker, J. (1980). The effects of arts education on intellectual and social development: A review of selected research. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 61, 10-28.
- Hassler, M. (1990). Androgynie. Eine experimentelle Studie über Geschlechtshormone, räumliche Begabung und Kompositionstalent. Göttingen: Hogrefe.
- Herkner, W. (1992). *Psychologie*. Wien: Springer.
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 179–238.
- Huchting, F. (2002). Die Lust zu hören. In: U. Kiesling, J. Klein (Hrsg.), *Inge Flehmig – Sensorische Integration: Ein bewegendes Leben für eine sinnvolle Kindheit* (S. 77-93). Dortmund: verlag modernes lernen.

- Institut für Horch- und Sprachpädagogik (1996-2000). *Audio-Psycho-Phonologie*. Verfügbar unter <http://www.tomatis-institut.at/app.html>. [07.04.2010]
- Jäncke, L. (2008). *Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften oder der kognitiven Psychologie*. Bern: Huber.
- Jansen-Osmann, P. (2006). Der Mozart-Effekt – Eine wissenschaftliche Legende? Oder: Der Einfluss von Musik auf die kognitive Leistungsfähigkeit. *Musik-, Tanz- und Kunsttherapie*, 17(1), 1-10.
- Jenkins, J. S. (2001). The Mozart Effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94, 170-172.
- Kubinger, K. D. (2003). Testtheorie, Probabilistische. In K. D. Kubinger & R. S. Jäger (Hrsg.), *Schlüsselbegriffe der Psychologischen Diagnostik* (S. 415-422). Weinheim: Beltz.
- Leeds, J. (1997). Therapeutic music and sound in health care, part 2: The Tomatis method – frequency medicine for the 21st century. *American Journal of Acupuncture*, 25(4), 299-305.
- Leeds, J. (2001). *The power of sound: how to manage your personal soundscape for a vital, productive, and healthy life*. Rochester, Vermont: Healing Arts Press.
- Leng, X., Shaw, G. L. & Wright, E. L. (1990). Coding of musical structure and the trion model of cortex. *Music Perception*, 8(1), 49-62.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498.
- Madaule, P. (2002). *Die Kunst zu hören: Ein Praxisbuch zur Tomatis-Methode*. Zürich: Pendo.

- Manassi, S. (1990). Pädagogik des Horchens – Eine Einführung. In A. A. Tomatis, *Der Klang des Lebens: Vorgeburtliche Kommunikation – Die Anfänge der seelischen Entwicklung* (S. 9-34). Reinbek bei Hamburg: Rohwolt.
- Miller, R. (1996). *Axonal conduction time and human cerebral laterality: a psychobiological theory*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- Rauscher, F. H. & Shaw, G. L. (1998). Key components of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 835-841.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L. & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L. & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters*, 185, 44-47.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R. & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 2-8.
- Rost, D. H. (1976). *Der Begabungsfaktor „Raumvorstellung“: Theorie und Training*. Unveröffentlichte Dissertation. Universität Hamburg.
- Sacks, (2001). *Stumme Stimmen: Reise in die Welt der Gehörlosen*. Reinbek bei Hamburg: Rohwolt.
- Schiedeck, D. E. (2000). *Die Auswirkungen des Tomatis-Gehörtrainings auf Motorik, visuelle Wahrnehmungsfähigkeit und Lautbildung leicht autistischer Kinder und Jugendlicher im Alter von 4 - 18 Jahren mit IQ-*

Minderungen (IQ < 50% - 80%) und mit Sprache. Regensburg: S. Roderer.

Schumacher, R. (2006). *Macht Mozart schlau? Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik.* Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Sollier, P. (1996). *Overview of the Tomatis Method.* Verfügbar unter <http://www.tomatis.com/overview.html> [11.12.2009]

Steele, K. M., Bass, K. E. & Crook, M. D. (1999). The mystery of the Mozart effect: failure to replicate. *Psychological Science*, 10, 366-369.

Steele, K. M., Bella, S. D., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L. A., Humphrey, G. K., Shannon, R. A., Kirby, J. L., Olmstead, C. G. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400, 827.

Thompson, B. M. (1993). Listening disabilities: the plight of many. In A. Wolvin, C. Coakley (Hrsg.) *Perspectives on Listening* (S. 124-168). Norwood, NJ: Ablex Publishing.

Thompson, B. M. & Andrews, S. R. (2000). An historical commentary on the physiological effects of music: Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 35(3), 174-188.

Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. & Husain, G. (2001). Arousal, mood and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12, 248-251.

Tomatis, A. A. (1990). *Der Klang des Lebens: Vorgeburtliche Kommunikation – Die Anfänge der seelischen Entwicklung.* Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Tomatis, A. A. (1995). *Das Ohr und das Leben: Erforschung der seelischen Klangwelt.* Düsseldorf: Patmos.

Tomatis, A. A. (1997). *Der Klang des Universums: Vielfalt und Magie der Töne*. Düsseldorf: Artemis & Winkler.

Tomatis Développement S.A. (2006). *Ausbildung in der Tomatis-Methode: Das Elektronische Ohr*. Unveröffentlichte Ausbildungsunterlagen.

Tomatis Développement S.A. (2009/2010). *Die TOMATIS-Methode, eine Pädagogik des Zuhörens*. Luxemburg: Tomatis Développement S.A.

Tomatis International (Deutschland) GmbH (2005). *Ausbildung in der Tomatis-Methode – Phasen der Hörkur*. Unveröffentlichte Ausbildungsunterlagen.

Warner, M. (2000). Das Leben erhorchen: Die Audio-Psycho-Phonologie in Theorie und Praxis. *CO'MED*, 4, 69-73.

Zimbardo, P. G. & Gerrig, R. J. (2004). *Psychologie: 16., aktualisierte Auflage*. München: Pearson Studium.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Pränatale Entwicklung des Ohres (Tabelle entnommen aus Brunner & Nöldeke, 1997, S.10)	11
Tabelle 2 – Wirkung unterschiedlicher Frequenzbereiche (Beckedorf, 1999, S. 15)	23
Tabelle 3 – Phasen der Hörkur (Tomatis International (Deutschland) GmbH, 2005)	24
Tabelle 4 – Gardners acht Intelligenzen (Gardner, 2002)	37
Tabelle 5 – Hirngebiete, in denen Musiker über eine größere Dichte der grauen Substanz als Amateurmusiker und Nichtmusiker verfügen (Tabelle entnommen aus Jäncke, 2008, S. 345)	48
Tabelle 6 – Geschlechterverteilung in der Kontroll- und der Versuchsgruppe	57
Tabelle 7 – Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der Rohscores und WLE- Parameter je Gruppe und Zeitpunkt t	59
Tabelle 8 – 3DW: Quasigesättigtes Modell (ohne Warm-up-Items)	63
Tabelle 9 – 3DW: Matrix des LLTM für Modell 1	64
Tabelle 10 – 3DW: Ergebnisse der Hypothesenprüfungen	65
Tabelle 11 – 3DW: Tabellarische Darstellung der Effekte je Gruppe und Zeitpunkte (nach Modell 3)	66
Tabelle 12 – Interpretation der LLTM Effektparameter im 3DW bei fiktiven Startwerten (theta=beta=0 bzw. theta=-1, beta=0,70)	67
Tabelle 13 – Chancenverhältnis zwischen KG und VG im 3DW	67
Tabelle 14 – EST: Quasigesättigtes Rasch-Modell (ohne Warm-up-Items)	69
Tabelle 15 – EST: Matrix des LLTM für Modell 1	69
Tabelle 16 – EST: Ergebnisse der Hypothesenprüfungen	70
Tabelle 17 – EST: Tabellarische Darstellung der Effekte je Gruppe und Zeitpunkte (nach Modell 3)	71
Tabelle 18 – Interpretation der LLTM Effektparameter im EST bei fiktiven Startwerten (theta=beta=0 bzw. theta=2, beta=0)	72
Tabelle 19 – Chancenverhältnis zwischen KG und VG im EST	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Anatomie des peripheren Hörorgans (aus Beckedorf, 1996, S. 10)	13
Abbildung 2 – Das vestibuläre Labyrinth (aus Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 430).....	15
Abbildung 3 – Das „Wahrnehmungssystem Ohr“ (aus Huchting, 2002, S. 77)	16
Abbildung 4 – Das Elektronische Ohr (aus Tomatis Developpement S.A., 2006, S. 1)	20
Abbildung 5 – Mould Studie: Erweiterter Tomatis Effekt (Mould, 1985, zitiert nach Gerritsen, 2009, S. 5)	29
Abbildung 6 – Kershner Studie: Erweiterter Tomatis Effekt (Kershner, 1986, zitiert nach Gerritsen, 2009, S. 6).....	30
Abbildung 7 – „Ethnische Hörkurven“ der Sprachen Deutsch, Englisch, Italienisch und Französisch (aus Manassi, 1990, S. 16)	32
Abbildung 8 – Kategorien des Intelligenzstrukturmodells nach Guilford (Guilford & Hoepfner, 1971, zitiert nach Amelang & Bartussek, 1997, S. 218).....	36
Abbildung 9 – Funktionsweisen der Hirnhemisphären (verfügbar unter http://www.physiologus.de [01.05.2010])	41
Abbildung 10 – Ergebnisse der Studie von Rauscher et al. (1993, S. 611).....	44
Abbildung 11 – Ergebnisse der Studie von Aleman et al. (2000, S. 108)	49
Abbildung 12 – schematische Darstellung des Versuchsplans für Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) zu den drei Testzeitpunkten t1, t2 und t3.....	52
Abbildung 13 – Beispiel-Item des EST (Gittler & Arendasy, 2003)	54
Abbildung 14 – Beispiel-Item des 3DW (Gittler, 1990).....	55
Abbildung 15 – 3DW-Leistungen von KG und VG zu drei Zeitpunkten.....	60
Abbildung 16 – EST-Leistungen von KG und VG zu drei Zeitpunkten.....	60
Abbildung 17 – Darstellung des Chancenverhältnisses von KG und VG hinsichtlich der Item-Lösungswahrscheinlichkeit im 3DW	68
Abbildung 18 – Darstellung des Chancenverhältnisses von KG und VG hinsichtlich der Item-Lösungswahrscheinlichkeit im EST	73

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

ANHANG

Abstract in Deutsch

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit die so genannte Tomatis-Therapie – ein spezielles vom französischen Arzt und Forscher Alfred A. Tomatis entwickeltes Hörtraining – Einfluss auf die Fähigkeit des räumlichen Vorstellungsvermögens hat. Als psychologische Erhebungsinstrumente kamen die beiden Rasch-skalierten Tests 3DW (Dreidimensionaler Würfeltest; Gittler, 1990) und EST (Endlosschleifentest; Gittler & Arendasy, 2003) zum Einsatz. Insgesamt 60 Personendaten wurden im Rahmen von Pre-, Post- und Follow-Up-Messungen erhoben und mittels Linear Logistischem Testmodell (LLTM; Fischer, 1995) analysiert. Die Ergebnisse zeigen signifikante positive Effekte der Tomatis-Therapie auf die Raumvorstellungsfähigkeit der Probanden. Kurzfristige Leistungssteigerungen konnten sowohl bei der Bearbeitung des 3DW als auch des EST beobachtet werden. Die Auswertungen der Daten des 3DW weisen zusätzlich auf eine langzeitliche Weiterentwicklung der Therapiewirkung nach Abschluss des Hörstimulationstrainings hin.

Schlüsselwörter: Raumvorstellung, Tomatis, Tomatis-Therapie, Hörtraining, Mozart-Effekt, Musik, 3DW, EST

Abstract in Englisch

Based on experimental studies about the human ear-voice-connection and his knowledge about the prenatal listening experience, French physician, scientist and philosopher Alfred A. Tomatis developed a program of auditory stimulation and training called the Tomatis Method, which is supposed to treat a wide variety of emotional, psychological and physical problems.

This thesis deals with the impact of the Tomatis Method on spatial ability utilizing a quasi-experimental design with pre, post and follow-up test. As psychometric instruments the Three-Dimensional Cube Comparison Test (3DC, dt.: Dreidimensionaler Würfeltest – 3DW; Gittler, 1990) and the Endless-Loops-Test (dt.: Endlosschleifentest – EST; Gittler & Arendasy, 2003), which are both Rasch-scaled, were exerted.

Analysis (n=60) using the Linear Logistic Test Model (Fischer, 1995) revealed reliable associations between the listening training and spatial ability skills. Positive effect sizes were found, favoring those, who had participated in the Tomatis treatment. Especially the 3DC-data showed that the improvements continued even after the end of the intervention, which can be constituted as „Extended Tomatis Effect“.

Key words: Tomatis, spatial ability, listening training, Tomatis effect, music, Mozart effect, 3DW, 3DC, EST

Curriculum Vitae

Persönliche Daten:

Ulrike Maria KOLLER

Ziegelofengasse 12
2485 Wimpassing an der Leitha

geboren am 23.12.1984 in Eisenstadt
österreichische Staatsbürgerin
Eltern: Mag. Dr. Susanne Koller und Mag. Johann Koller
Geschwister: Bruder Mag. Peter Koller

Ausbildung:

Schulbildung:

1991 – 1995: Volksschule in Wimpassing/L.
1995 – 2003: 1. bis 8. Klasse des Gymnasiums der Diözese Eisenstadt, Wolfgarten
2003: Absolvierung der Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg

Hochschulbildung:

2003: Beginn des Studiums der Psychologie an der Universität Wien

Ausbildungen:

2006 – 2007: Erweiterte NLP-Practitioner Ausbildung, Team Winter, Wien
2007 – 2009: NLP-Master Practitioner Ausbildung, Team Winter
2006 – 2010: Diplomlehrgang für Lebens- und Sozialberatung, Team Winter

Praktika & Berufserfahrung:

Juli 2000: 2-wöchiges Praktikum auf der Kinderstation im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in Eisenstadt

Juli 2001: 4-wöchiges Praktikum im Altenwohn- und Pflegezentrum Haus St. Martin in Eisenstadt

2004/2005: Anamnesegruppe Wien – Baumgartner Höhe, Abteilung: Akutpsychiatrie

Herbst 2005: Mitarbeit an einer Gender-Studie des Instituts für empirische Sozialforschung, Erhebung und Evaluierung der Daten

2007: 6-Wochen-Praktikum im NANAYA – Zentrum für Schwangerschaft, Geburt und Leben mit Kindern, Wien, 7. Bezirk.

2008/2009: Aufbau des Seminar- und Kreativzentrums LA'AKEA in Wien, 12. Bezirk – Seminarorganisation und Kreativcoaching