



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Tomatis-Hörtraining und Raumvorstellung:
Eine längsschnittliche Effektstudie

Verfasserin

Carina Cerwinka

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Juni 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: ao. Univ. Prof. Dr. Georg Gittler

DANKSAGUNG

Ich möchte diese Diplomarbeit meinen Eltern, Gabriele und Robert Cerwinka, widmen, denen ich meinen bisherigen Weg sowie meine akademische Laufbahn verdanke. Sie boten mir auf unendlich liebevolle Weise stets bedingungslose Unterstützung und Motivation für die großen und kleinen Schritte meines Lebens.

Weiters möchte ich mich bei Christoph Aichinger für die geduldige Begleitung und konstante emotionale Unterstützung in allen Lebenslagen und besonders beim Verfassen dieser Arbeit bedanken.

Ebenso möchte ich ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler für die professionelle und kompetente Betreuung sowie seine Unterstützung bezüglich der Datenauswertung danken. Seine einzigartige Expertise hat mich maßgeblich im Verständnis psychologischer Methoden beeinflusst. Auch Mag. Alexander Arbesmeier möchte ich an dieser Stelle für seine Unterstützung danken.

Besonderer Dank gilt vor allem Hilde Tinkl. Ohne sie wäre diese Arbeit – insbesondere die umfangreiche Datenerhebung im Tomatis Institut Tinkl – nicht möglich gewesen. Mit ihrer motivierenden und begeisternden Art sowie ihrem großen Wissen im Bereich der Tomatis-Therapie und Pädagogik hat sie mein menschliches und psychologisches Verständnis geprägt. Auch an Gregor Tinkl und Barbara Thima geht mein großer Dank für statistische und fachliche Unterstützung.

Katharina Heiny danke ich für die stetige Begleitung durch das Psychologie-Studium. Durch ihre lustige und kompetente Art war Motivation auch bei Statistik-Hausübungen garantiert.

Schlussendlich möchte ich mich bei allen Probanden und Probandinnen für die aufwändige Teilnahme an dieser Studie bedanken.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
I THEORIE	2
1. TOMATIS.....	2
1.1. ALFRED A. TOMATIS UND DIE ANFÄNGE DER AUDIO-PSYCHO-PHONOLOGIE	2
1.2. DIE AUDIO-PSYCHO-PHONOLOGIE	3
1.2.1. <i>Das Ohr und seine drei Funktionen</i>	4
1.2.2. <i>Die Hörtheorie von Tomatis versus die Klassische Hörtheorie</i>	8
1.2.3. <i>Die vorgeburtliche Bedeutung des Ohres</i>	10
1.2.4. <i>Lateralität</i>	11
1.2.5. <i>Die drei Tomatis-Gesetze und die Entwicklung des „Elektronischen Ohres“</i>	12
1.3. DAS TOMATIS-HÖRTRAINING	14
1.3.1. <i>Ziele des Tomatis-Hörtrainings</i>	14
1.3.2. <i>Das Elektronische Ohr</i>	15
1.3.3. <i>Die fünf Phasen des Tomatis-Hörtrainings</i>	18
1.3.4. <i>Ablauf des Tomatis-Hörtrainings in der heutigen Praxis</i>	21
1.3.5. <i>Warum Mozart?</i>	23
1.3.6. <i>Anwendungsgebiete und Effektivität der Tomatis-Methode</i>	25
2. RAUMVORSTELLUNG.....	32
2.1. RAUMVORSTELLUNG ALS FAKTOR DER MENSCHLICHEN INTELLIGENZ	32
2.2. STRUKTURTHEORIEN	37
2.3. GESCHLECHTSSPEZIFISCHE DIFFERENZEN	40
2.4. RELEVANZ VON RAUMVORSTELLUNG	41
2.5. FÖRDERUNG VON RAUMVORSTELLUNG	43
2.6. RAUMVORSTELLUNG UND MUSIK.....	45
2.6.1. <i>Lateralisierung</i>	45
2.6.2. <i>Der Mozart-Effekt</i>	46
2.6.3. <i>Raumvorstellung und Musiktraining</i>	50

II	EMPIRISCHER TEIL	53
3.	ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGEN.....	53
4.	VERSUCHSDESIGN	54
5.	DATENERHEBUNG.....	56
5.1.	MESSINSTRUMENTE.....	56
5.1.1.	<i>Der dreidimensionale Würfeltest (3DW).....</i>	<i>56</i>
5.1.2.	<i>Der Endlosschleifen-Test (EST).....</i>	<i>57</i>
5.1.3.	<i>3DW und EST im Vergleich.....</i>	<i>59</i>
5.2.	VORGEHEN	60
5.3.	STICHPROBE	60
6.	ERGEBNISSE	63
6.1.	ROHWERT-ANALYSE	63
6.2.	ANALYSE MITTELS LINEAR-LOGISTISCHEM TESTMODELL (LLTM).....	65
6.2.1.	<i>LLTM-Analyse der 3DW-Daten</i>	<i>67</i>
6.2.2.	<i>LLTM-Analyse der EST-Daten.....</i>	<i>73</i>
7.	INTERPRETATION, DISKUSSION UND AUSBLICK.....	78
8.	ZUSAMMENFASSUNG	82
	LITERATURVERZEICHNIS	84
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	89
	TABELLENVERZEICHNIS	91
III	ANHANG	92
	ABSTRACT AUF DEUTSCH.....	92
	ABSTRACT AUF ENGLISCH.....	93
	EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG	94

I EINLEITUNG

In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluss des Tomatis-Hörtrainings auf die Fähigkeit zur Raumvorstellung behandelt.

Als Tomatis-Hörtraining oder Tomatis-Hörtherapie wird eine akustische Stimulation durch speziell aufbereitete Musik verstanden, die auf die umfassenden Forschungsarbeiten des französischen Mediziners Alfred A. Tomatis zurückgeht.

Im theoretischen Teil wird anfangs das Tomatis-Hörtraining vorgestellt. Im Zuge dessen wird das dahinterliegende Konzept der Audio-Psycho-Phonologie mit allen dazugehörigen Aspekten sowie die Entwicklung des Trainings detailliert beschrieben. Weiters wird der Ablauf eines Hörtrainings sowie dessen genaue Wirkungsweise und entsprechende Effektstudien dazu vorgestellt. Der zweite Abschnitt des theoretischen Teils ist der Fähigkeit zur Raumvorstellung gewidmet. Dabei werden verschiedene Facetten und Zugänge zu Raumvorstellung behandelt. Im Fokus aber steht der Zusammenhang zwischen Musik und Raumvorstellung, insbesondere der sogenannte Mozart-Effekt und die kontroverse Diskussion diesbezüglich.

Der empirische Teil behandelt die im Zuge dieser Diplomarbeit durchgeführte empirische Studie. Mit den Verfahren 3DW (Gittler, 1990) sowie EST (Gittler & Arendasy, 2003) wurden die Fähigkeiten zur Raumvorstellung vor und nach dem Hörtraining sowie als Follow-up-Untersuchung drei Monate nach Beendigung des Trainings erhoben, um Fähigkeitsveränderungen aufgrund des Hörtrainings abzubilden. Die entsprechende Auswertung mittels IRT-Analysen wird genau dargestellt und in weiterer Folge interpretiert.

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

II THEORIE

1. Tomatis

Im Zentrum dieser Arbeit steht die Tomatis-Methode und ihre Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Raumvorstellung. Die Tomatis-Methode wurde im Rahmen der Audio-Psycho-Phonologie von Prof. Alfred Tomatis begründet und zielt im Allgemeinen auf eine auditorische Stimulation ab. In den folgenden Abschnitten soll auf die Entwicklung der theoretischen Basis sowie auf die praktische Umsetzung und auf die Wirksamkeit eingegangen werden.

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

Im folgenden Abschnitt wird zum besseren Verständnis der darauf folgenden Ausführungen ein kurzer Abriss der Anfänge der Audio-Psycho-Phonologie dargestellt.

Der französische Hals-Nasen-Ohren-Arzt Prof. Alfred A. Tomatis wurde 1919 in Nizza geboren. Im Alter von 11 Jahren besuchte er das Gymnasium in Paris und absolvierte schließlich das Medizinstudium an der Pariser Sorbonne. Die Studienzeit wurde wiederholt von Kriegseinsätzen, hauptsächlich im Sanitätsdienst, durchbrochen. Nach Abschluss des Studiums wurde Tomatis Arzt in der französischen Luftwaffe und spezialisiert sich im Zuge dessen auf das Fachgebiet der Otorhinolaryngologie – der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, welches ihn schon Zeit seines Lebens begleitete. Durch seinen Vater, der als gefeierter Sänger an der Pariser Oper tätig war, wurde seine Begeisterung für die Erforschung und Behandlung von Hör- und Stimmproblemen geweckt (Tomatis, 1995).

Im Zuge der Forschungsarbeiten mit Mitarbeitern der französischen Luftwaffe und deren berufsbedingter Taubheit kam Tomatis zu der Erkenntnis, dass zwischen dem Hörvermögen und der menschlichen Psyche ein Zusammenhang besteht. Der psychologische Aspekt beim Hören bildet die Grundlage seiner gesamten zukünftigen Forschungsarbeiten.

Neben seinen Arbeiten mit Flugmitarbeitern beschäftigte sich Tomatis intensiv mit Sängern – berühmte Kollegen seines Vaters, die ihn aufgrund stimmlicher Probleme aufsuchten. Bei den meisten wurde zunächst ein Defekt in deren Kehlköpfen bzw. deren falscher Einsatz angenommen, und sie wurden auch danach behandelt. Tomatis unterzog sie audiometrischen Hörtests, die zeigten, dass die berichteten stimmlichen Mängel in den Audiogrammen erkennbar waren. Um dies weiterzuverfolgen, entwickelte Tomatis ein

Analysegerät, mit dem er „Fotografien der Stimmen“ (Tomatis, 1995) herstellen und diese mit den Audiogrammen vergleichen konnte. Daraus zeigte sich, dass „einem „Loch“ (im Hörbereich), das im Audiogramm eines Menschen feststellbar ist, immer auch ein entsprechender Mangel im Spektrum der Frequenzen entspricht, die er stimmlich von sich geben kann“ (Tomatis, 1995). 1947 formulierte er daraus die Aussage, die all seinen späteren Forschungsarbeiten zugrunde liegt:

„Ein Mensch gibt stimmlich nur das wieder, was er zu hören imstande ist.“
(Tomatis, 1995, S. 79)

Umgekehrt galt allerdings nach Tomatis nicht, dass jemand alles wiedergeben kann, was er wahrnehmen kann. Wenn etwa Sänger bestmöglich singen wollen, müssen sie nicht nur gut hören, sondern sich vor allem selbst gut hören können (Tomatis, 1995). Daraus wird abgeleitet, dass nicht der Kehlkopf – wie zuvor fälschlich angenommen –, sondern das Ohr für die stimmlichen Probleme verantwortlich sei. Daraus folgend stellte Tomatis nun das „Auf-sich-selbst-Hören“ und die Selbstkontrolle der eigenen Stimme in das Zentrum seiner Untersuchungen. Im Rahmen derer konnte er feststellen, dass beide Ohren nicht gleichermaßen zu dieser Selbstkontrolle beitragen. Es zeigte sich, dass nur das rechte Ohr für diese Kontrolle verantwortlich zu sein schien (Tomatis, 1995).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Tomatis sich im Speziellen mit der auditiven Wahrnehmung sowie dem Zusammenspiel von Hören, Psyche und Stimme beschäftigte, welches sich bereits im vorgeburtlichen Stadium entwickelt. Die Audio-Psycho-Phonologie behandelt den Zusammenhang der genannten Faktoren, worauf im Folgenden genauer eingegangen werden soll.

1.2. Die Audio-Psycho-Phonologie

Die Audio-Psycho-Phonologie bildet die theoretische Basis der Tomatis-Methode. Dieser Begriff beinhaltet folgende drei relevante Komponenten der Kommunikation: „Audio“ bezeichnet das physische Hörvermögen (vgl. Abschnitt 1.2.1), „Psycho“ bezeichnet die psychische Funktion des Ohres beim Horchen bzw. der Stimmbildung und „Phonologie“ bedeutet die Lautemission (Tomatis, 1995).

Folgende Aspekte der Audio-Psycho-Phonologie sind von zentraler Bedeutung und werden in den folgenden Abschnitten eingehend behandelt:

- *Das Ohr und seine drei Funktionen*
- *Die Hörtheorie von Tomatis*
- *Die vorgeburtliche Bedeutung des Ohres*
- *Lateralität*
- *Die drei Tomatis-Gesetze und die Entwicklung des Elektronischen Ohres*

1.2.1. Das Ohr und seine drei Funktionen

Das Ohr hat im Allgemeinen folgende zwei wesentliche Funktionen: Die Funktion als Sinnesorgan für Hören – Schallübertragung – sowie seine Gleichgewichtsfunktion.

Das Sinnesorgan für Hören und Gleichgewicht liegt eingebettet im härtesten Knochen des menschlichen Skeletts, dem Felsenbein. Die Schallwellen treten durch die Ohrmuschel sowie anschließend durch den äußeren Gehörgang ein und treffen auf die membrana tympanica (Trommelfell), infolge dessen diese in Schwingung versetzt wird. Von hier werden die Schwingungen auf die ossicula auditus (Gehörknöchelchen) übertragen. Das erste dieser Hörknöchelchen, der malleus (Hammer) ist direkt mit dem Trommelfell verbunden und schwingt mit diesem mit. So werden die Schwingungen auf den incus (Amboss) und folglich weiter auf den stapes (Steigbügel) übertragen. Letzterer löst Schwingungen am ovalen Fenster aus, einer Membran, welche die Grenze zum Innenohr bildet (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Die Gehörknöchelchenkette ermöglicht eine „effektive Schallübertragung von der äußeren Luft auf das Innenohr“ (Birbaumer & Schmidt, 2006). Die Schallleitung vom äußeren Gehörgang über die Gehörknöchelchenkette zum Innenohr wird als Luftleitung bezeichnet, was den „normalen Weg der Schallaufnahme in das Innenohr“ (Birbaumer & Schmidt, 2006) darstellt. Neben der Luftleitung gibt es einen weiteren Weg, wie der Schall in das Innenohr gelangen kann. Wird beispielsweise eine Stimmgabel direkt auf den Schädelknochen gesetzt, werden die Schwingungen von diesem ebenfalls zum Innenohr geleitet. Diese Form der Schallübertragung wird Knochenleitung genannt, ist jedoch nach Birbaumer und Schmidt (2006) von untergeordneter Bedeutung.

Das in Schwingung gebrachte ovale Fenster überträgt nun die Schwingungen auf die Flüssigkeit der schneckenförmigen Cochlea (Schnecke), dem eigentlichen Hörorgan (Pinel, 2007). Die Cochlea ist eine aufgerollte Röhre, die durch zwei Membranen (Reissner Membran und Basilarmembran) in drei Segmente geteilt wird. Auf der Basilarmembran

sitzt das Corti-Organ (siehe Abb. 1). Die Schwingungen des ovalen Fensters wandern entlang der Basilarmembran, wo sie nach der Wanderwellentheorie entsprechend der Frequenz des Tones eine Auslenkung des Corti-Organs bewirkt (so etwa führen hohe Frequenzen zu einer größeren Aktivierung nahe dem ovalen Fenster). Diese Auslenkung führt zu einer relativen Gegenbewegung dieser Basilarmembran zur Tektorialmembran (mit entsprechender Flüssigkeitsbewegung) und somit zu einer Scherbewegung über die Haarzellen (Pinel, 2007). Diese Stimulation der Haarzellen löst in den Axonen des nervus cochlearis (Hörnerv) Aktionspotentiale aus.

Über die primären Hörfasern, die sich bereits im Innenohr mit den primären Nervenfasern des Gleichgewichtsorgans zum VIII. Hirnnerv (nervus statoacusticus) vereinigen, werden diese Aktionspotentiale zum Schneckenkern (nucleus cochlearis) des Hirnstammes und dann über 5-6 synaptische Umschaltungen weiter zum primären auditorischen Cortex beider Hirnhälften geleitet (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Die Verarbeitung von Musik ist zwar nicht ausschließlich Angelegenheit der akustischen Areale des Cortex, trotzdem sind diese dabei bevorzugt aktiviert. PET-Scans zeigen, dass bei Musikern hier beide Hemisphären gleich beteiligt sind, während bei Musik-Laien hauptsächlich eine linkshemisphärische Aktivierung beim Hören von Musik zu beobachten ist (Birbaumer & Schmidt, 2006), was in Abschnitt 1.2.4. vertieft behandelt wird.

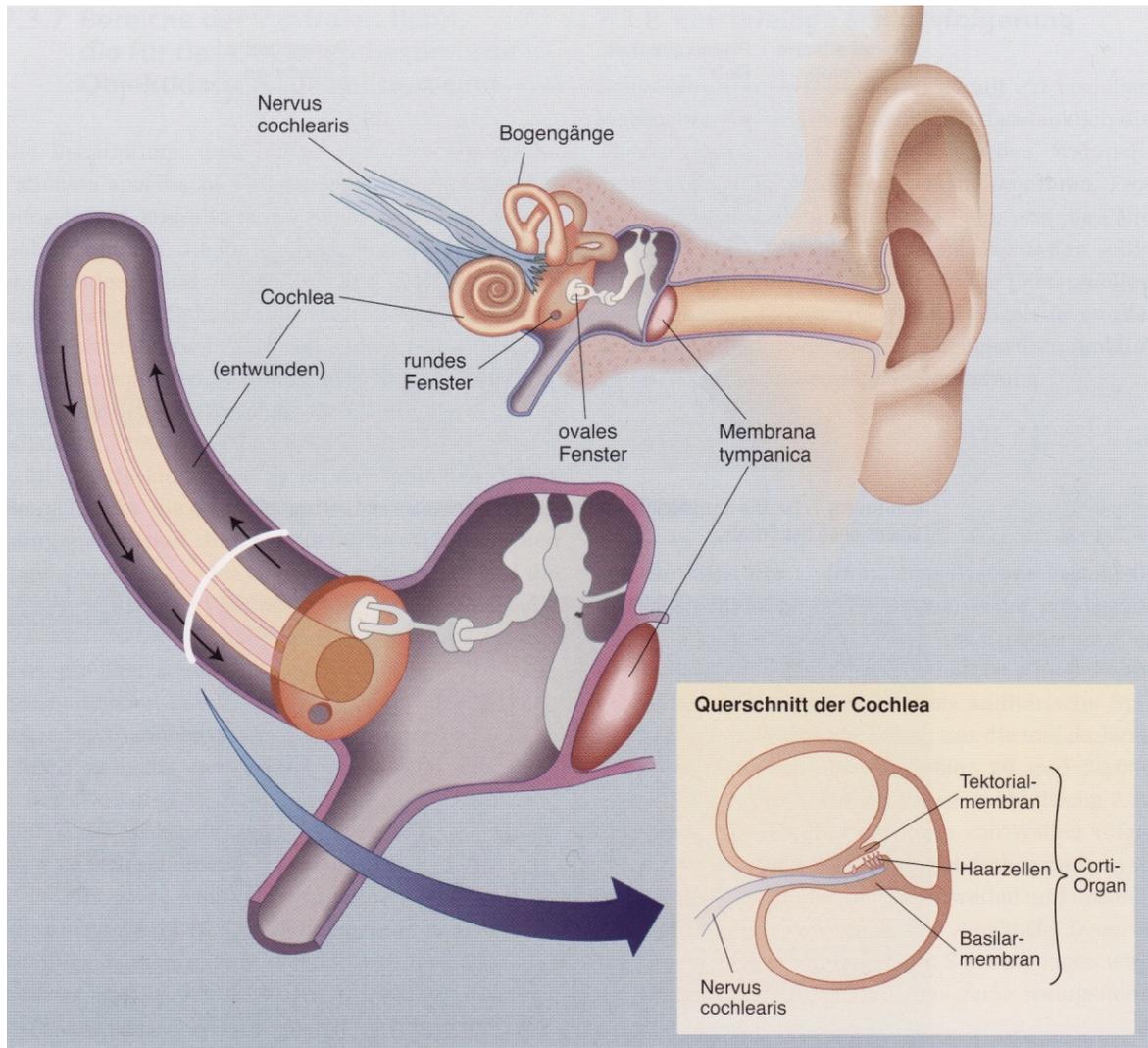


Abb. 1 Die Anatomie des Ohres (aus Pinel, 2007, S. 218)

Das Gleichgewichtsorgan oder Vestibularapparat dient der Wahrnehmung von Linear- und Drehbeschleunigungen sowie der Stellung des Körpers im Raum. Der Vestibularapparat (siehe Abb. 2) besteht aus den drei Bogengangsorganen – einen für jede Ebene des Raumes, sowie den Makulaorganen. In den Ampullen an den Enden der Bogengänge sowie im Bereich der Maculae befinden sich Sinnesepithel mit feinen Haarzellen, auf denen eine gallertartige Masse aufliegt (im Bereich der Ampullen Cupula genannt). Wird nun die Gallerte über dem Sinnesepithel verschoben, kann die Ruheaktivität der afferenten Nervenfasern des Gleichgewichtsnerves (nervus vestibularis) abhängig von der Richtung dieser Verschiebung erhöht oder reduziert werden. Jede einzelne dieser Haarzellen verfügt demnach über eine Richtungssensitivität, die dem Gehirn Informationen zur Gleichgewichtserhaltung beim Gehen und Stehen, der Steuerung von Augenbewegungen sowie über die Stellung des Körpers im Raum liefert (Birbaumer & Schmidt, 2006). Mit Hilfe des Ohres ist der Mensch in der Lage, ein vielschichtiges

Raumgefühl zu entwickeln. Durch den Gleichgewichtssinn kann der Körper in Bewegung organisiert werden und durch das Zusammenspiel der Sinne kann Bewegungsrichtung und Dynamik wahrgenommen werden (Huchting, 2002).

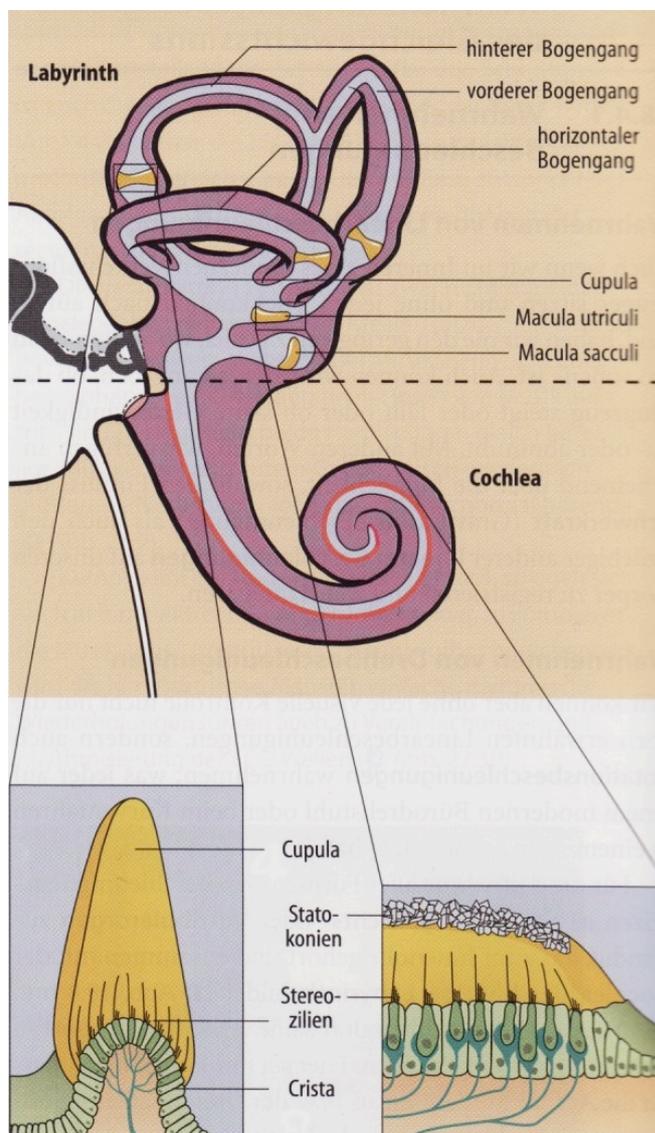


Abb. 2 Der Vestibularapparat (aus Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 432)

Wie in diesem Abschnitt ausgeführt, ist das Ohr für die Aufnahme und Verarbeitung von akustischen Reizen sowie für die Erhaltung des Gleichgewichts verantwortlich. Das Hören erweitert somit das Körperschema sowie das Raumschema und ermöglicht es, diesbezügliche Informationen aufzunehmen.

Eine weitere wichtige Funktion, die Tomatis dem Ohr zuschreibt, ist die Aufladung unseres Gehirns – genauer des Cortex - mit Energie. Tomatis war der Ansicht, dass die höheren Frequenzen – auch in kleineren Dosen – das menschliche Gehirn aktivieren (Campbell, 1997). Nach Tomatis stammen 90 % der gesamten Sinnesenergie, die in das

Gehirn gelangt, vom Ohr, wobei dieses dabei als Dynamo fungiert (Madaule, 2002). Diese Energie stammt sowohl aus den Körperbewegungen („Vestibularenergie“), als auch aus den Tönen („Cochlea-Energie“). Im Bereich, in dem in der Schnecke (Cochlea) die hochfrequenten Töne empfangen werden, existieren besonders viele „Corti-Zellen, was „die „aufladende Wirkung“ solcher Töne erklären könnte. Vom Standpunkt der Physik aus gesehen, entspricht eine höhere Frequenz einer größeren Zahl von Schwingungen pro Sekunde, so daß das Gehirn dadurch mehr Energie erhält“ (Madaule, 2002, S. 77). Tomatis beschreibt dazu einige Fallbeispiele, die demonstrieren, dass Schwerhörigkeit in der Regel mit zunehmender Ermüdbarkeit, Unlust sowie Konzentrationsschwäche einhergehen (Tomatis, 2007).

Das Ohr hat also nach Tomatis drei zentrale Funktionen für den menschlichen Organismus. Erstens ist das Ohr das Sinnesorgan zur Wahrnehmung akustischer Information, wobei es dabei Schallwellen in elektrische Impulse umwandelt, die über Nervenbahnen in das Gehirn weitergeleitet werden (Birbaumer & Schmidt, 2006). Zweitens beinhaltet das Ohr das menschliche Gleichgewichtsorgan, den Vestibularapparat. Dieser ist für die Wahrnehmung von Drehbewegung sowie der Stellung des Körpers im Raum verantwortlich (Birbaumer & Schmidt, 2006). Als dritte Funktion des Ohres erwähnt Tomatis die Aufladung des Gehirns mit Energie (Birbaumer & Schmidt, 2006; Madaule, 2002).

1.2.2. Die Hörtheorie von Tomatis versus die Klassische Hörtheorie

Im Abschnitt 1.2.1 wurde die klassische Hörtheorie beschrieben. Nach einigen Widersprüchen, die Tomatis im Zuge seiner Forschungsarbeiten fand (z. B. Tomatis, 2009), war er der Ansicht, dass sich der Ablauf des Hörens etwas anders gestalten müsste, als von seinen Kollegen angenommen wurde. Nach Tomatis gab es bis zu diesem Zeitpunkt keine wissenschaftlich nachgewiesenen endgültigen Erkenntnisse über die genauen Abläufe bei der Schallübertragung im menschlichen Ohr (Dregger, 2006). Daher entwickelte Tomatis auf Basis seiner Untersuchungen eine Hörtheorie, die nach seiner Ansicht den Großteil der von ihm gefundenen Widersprüche klärt.

Seiner Meinung nach werden die über die Luft durch das Außenohr eintretenden Schallwellen lediglich zu einem sehr geringen Teil über die Gehörknöchelchenkette (Hammer, Amboss und Steigbügel) übertragen, jedoch größtenteils über den knöchernen Rahmen des Ohres, also mittels Knochenschallleitung (vgl. Abschnitt 1.2.1). Diese ist aufgrund der höheren Dichte des Knochens etwa 12-mal schneller als die Luftleitung,

wodurch der Knochenleitung die Funktion eines Ankündigungssignals zukommt. Die Person wird so entweder zum Horchen - Anspannung des Trommelfells – oder zum Weghören – Entspannung des Trommelfells – angeregt. Tomatis misst also der Knochen-schallleitung eine wesentlich größere Rolle bei der Schallübertragung bei als die klassische Hörtheorie (Dregger, 2006). Die Gehörknöchelchenkette stellt laut Tomatis (2009) im Gegensatz zu der damals verbreiteten Meinung einen Anpassungsmechanismus dar, der einerseits die Spannung des Trommelfells kontrolliert (Muskel des Hammers oder *M. tensor tympani*) und andererseits für den Druckausgleich der Lympheflüssigkeit sorgt (Steigbügelmuskel oder *M. stapedius*). Der Vergleich zwischen der klassischen Hörtheorie und der Hörtheorie nach Tomatis wird in Abb. 3 zum besseren Verständnis graphisch dargestellt.

Wie schon erwähnt ist die menschliche Psyche ein zentraler Faktor in Tomatis' Thesen. Im Rahmen dessen soll hier auf den Stapediusreflex hingewiesen werden, der unbewusst und unwillkürlich zu tragen kommt, wenn das Innenohr vor zu lautem Lärm geschützt werden muss. Hierbei kontrahieren die Muskeln des Mittelohres, wenn der Schall eine bestimmte Lautstärkenschwelle erreicht hat. Zu diesem Reflex kommt es auch unmittelbar vor der eigenen Stimmgebung (Borg, Bergkvist, & Gustafsson, 2009). Tomatis schreibt dem Steigbügelmuskel neben diesem Regulierungsmechanismus eine weitere Aufgabe zu. Für ihn ist die Kontraktion der Gehörmuskeln mit der entsprechenden Anspannung der Gehörknöchelchenkette gleichzusetzen mit der Bereitschaft zu hören. Tomatis meint, dass dies in einem hohen Ausmaß von der Psyche beeinflusst wird und demnach auch trainiert werden kann (Tomatis, 2009), was die Basis für die Tomatis-Therapie mit dem elektronischen Ohr darstellt (siehe Abschnitt 1.3).

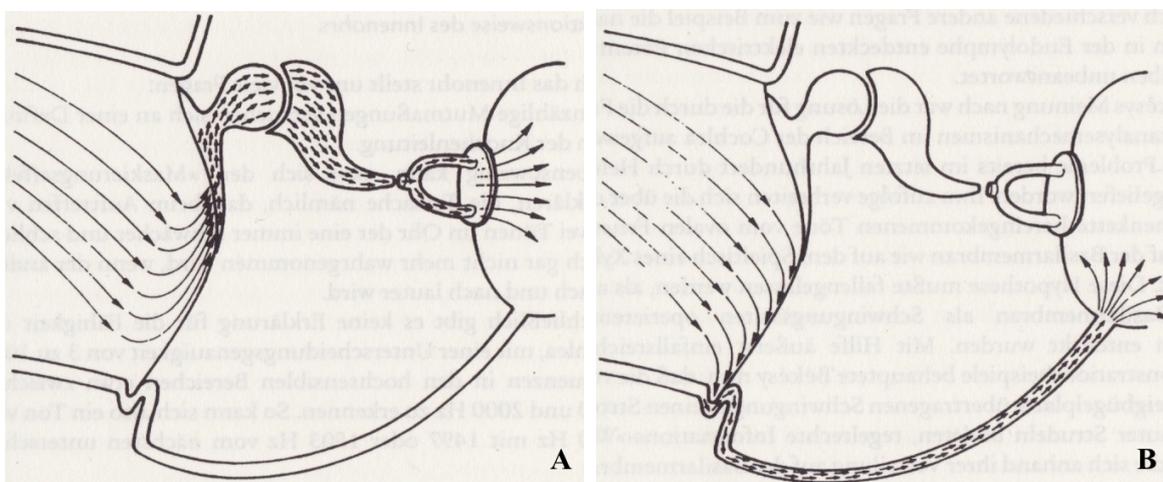


Abb. 3 Tonübertragung zum Innenohr: A. klassische Hörtheorie; B. Hörtheorie nach Tomatis (aus Tomatis, 2009, S. 217)

1.2.3. Die vorgeburtliche Bedeutung des Ohres

Tomatis hat sich im Laufe seiner Forschungstätigkeit intensiv mit fetalem Hören auseinandergesetzt. Mit komplizierten Apparaturen versuchte er die ontogenetische Entwicklung des Ohres nachzuzeichnen sowie herauszufinden, ab welchem Zeitpunkt genau und in welchem Ausmaß der Fetus imstande ist, akustische Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten (Tomatis, 1995). In diesem Abschnitt soll anfangs kurz die ontogenetische Entwicklung des Ohres nach Tomatis nachvollzogen werden, um dann die Bedeutung des intrauterinen Hörens zu behandeln.

Der Entwicklungsprozess des Ohres beginnt etwa vom 22. Tag der Schwangerschaft an. Nach klassischer Auffassung steht daraufhin die Entwicklung des Nervensystems im Zentrum der embryonalen Entwicklung. Tomatis hingegen vertritt die Ansicht, dass die Entwicklung des Ohres sich vor der Entwicklung der Funktionen des Nervensystems vollzieht (Tomatis, 2007). Anfang der dritten Woche bildet sich die Ohrplakode, vom 24. Tag an bildet sich das Ohrbläschen zum häutigen Labyrinth um, wobei sich der vestibuläre Teil in der fünften Woche zu entwickeln beginnt und bis zur 7. oder 8. Woche fertig gestellt ist. Kurz danach entwickelt sich der Steigbügel (stapes) sowie in weiterer Folge Amboss (incus) und Hammer (malleus). Danach wird die Cochlea geformt, die ab Mitte des 4. Schwangerschaftsmonats voll funktionstüchtig ist. „Die Ohrmuschel scheint bereit zu sein, das Klangmaterial, das aus der lebendigen und geräuschvollen Umwelt auf den Fetus eindringt, aufzufangen, zu verstärken und zu modellieren“ (Tomatis, 2007). Etwa zur selben Zeit wird der Hörnerv als erster aller Nerven myelinisiert und ist damit ebenfalls funktionstüchtig (Beckedorf, 1996).

Damit scheint gesichert, dass schon der Fetus Hörerlebnisse hat (Tomatis, 2007). Doch über das Ausmaß des intrauterinen Hörvermögens herrscht Uneinigkeit. Aus den diversen Versuchen, die Tomatis durchführte, schloss er, dass der Embryo ein ganzes Spektrum an Tönen hören kann. Die Bauchdecke der Mutter überträgt erst Geräusche von mehr als 60 dB. Das fetale, mit Wasser gefüllte Ohr wirkt zusätzlich als Filter (Beckedorf, 1999). Es unterdrückt tiefe Töne wie den Herzschlag der Mutter, ihren Atem, die Töne der Eingeweide, etc., lässt aber die höheren Frequenzen passieren. „Es [das Ohr] öffnet nicht allen Tönen den Weg, sondern wirkt als Filter, der die tiefen Töne nicht durchlässt. Das fetale Hören setzt erst bei ungefähr 2000 Hertz ein“ (Tomatis, 1995). Weitere Untersuchungen zeigten, dass der Embryo das Gehörte auch integrieren und als erste Gedächtnisinhalte speichern kann (Tomatis, 1995).

Besondere Bedeutung kommt nach Tomatis der Mutterstimme zu, die der Fetus wahrnimmt. Sie gelangt über die Wirbelsäule – also über die Knochenleitung – in den Uterus und damit an das Ohr des Fetus. Sogleich beginnt ein „intrauteriner Dialog zwischen Mutter und Kind, der die affektive Botschaft übermittelt“ (Tomatis, 2007) und das Bedürfnis nach Kontakt und Kommunikation nährt.

Die Stimme der Mutter ist für das Ungeborene Kind mehr als nur emotionale Nahrung und Quelle von Lebensenergie. Die Rhythmen und Satzmelodien, die typisch sind für Stimme und Sprache der Mutter (die dann zur Muttersprache des Kindes wird), prägen sich im Nervensystem ein (Madaule, 2002, S. 103).

Die Mutterstimme spielt laut Tomatis (2007) also eine eminent wichtige Rolle für die optimale Reifung des Kindes sowie für den späteren Wunsch nach Kommunikation und für die Sprachentwicklung. Sie stellt ebenfalls einen wichtigen Reiz zur Differenzierung und Myelinisierung des Zentralnervensystems dar und fördert die Lautbildung sowie die Entwicklung der Körpermotorik (Beckedorf, 1996).

1.2.4. Lateralität

In diesem Abschnitt soll ein weiteres Phänomen beschrieben werden, auf das Tomatis großen Wert legte. Durch seine umfangreiche Arbeit mit Sängern und Musikern stellte Tomatis eine sogenannte „auditive Lateralität“ (Tomatis, 2007) fest: Bei einer Aussteuerung des rechten Ohres klingt die Stimme bzw. das Instrument besser als bei einer Aussteuerung des linken Ohres. Tomatis maskierte dazu in einem seiner Experimente erst das linke Ohr, dann das rechte Ohr von Musikern, während sie spielten, mit weißem Rauschen. Bei Maskierung des linken Ohres wurden sie beim Musizieren nicht beeinträchtigt, während sich die Maskierung des rechten Ohres unmittelbar negativ auf die Kontrolle von Klangqualität, Intonation, Rhythmus und Lautstärke – auch bei erfahrenen Musikern – auswirkte.

Tomatis nennt das rechte Ohr daraufhin das „führende Ohr“ (Madaule, 2002). Das rechte Ohr ist für das Horchen, also das analytische Hören geeignet. Nach Tomatis (2007) bedeutet rechtsohrig zu sein für die Kommunikation, den neurologisch kürzesten Weg zu benutzen. Wenn die Person links lateralisiert ist, dauert der neuronale Weg bis zur bewussten Wahrnehmung der akustischen Information so lange, als wäre die Schallquelle bis zu 120 Meter weiter entfernt. Dies äußert sich im Alltag etwa dadurch, dass „Linksohrige“ etwas verzögert und stockend sprechen sowie Gefühle nur schwierig sprachlich ausdrücken können (Beckedorf, 1996). Weiters werden die hohen Frequenzen

dabei abgeschwächt, was eine veränderte Klangempfindung sowie weniger energetische Aufladung des Cortex bedeutet.

Der Grund dafür ist die alle Menschen betreffende Asymmetrie des Nervensystems, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist. Das rechte Ohr übernimmt ab dem 3.-5. Lebensjahr die Leistung des gesamten Hörvorgangs, da es die Information früher erhält. Beim präzisen Hinhorchen auf Töne stellt sich das Leit-Ohr – also das rechte Ohr – auf einen bestimmten Ton ein, während das andere Ohr für den Gesamtüberblick über die klingende Umgebung zuständig ist (Tomatis, 1995). Beim Tomatis-Hörtraining (siehe Abschnitt 1.3) wird meist eine stärkere Beschallung des rechten Ohres vorgenommen, um eine auditive Rechtsdominanz mit den oben beschriebenen Vorteilen zu erreichen.

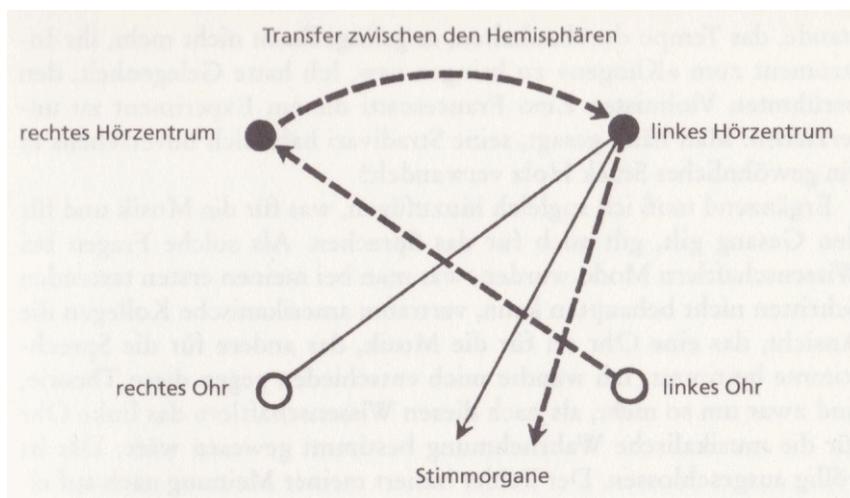


Abb. 4 Auditive Lateralität (aus Tomatis, 1995, S. 91): vorteilhafte Hörweise mit dem rechtem Ohr als Leit-Ohr (durchgehende Linie), Hörweise mit dem linken Ohr als Leit-Ohr (gestrichelte Linie)

1.2.5. Die drei Tomatis-Gesetze und die Entwicklung des „Elektronischen Ohres“

In Abschnitt 1.1 wurden die Anfänge der Forschungsarbeiten von A. Tomatis beschrieben. Darauf aufbauend sollen nun die grundlegenden Erkenntnisse detailliert erfasst und beschrieben werden.

In seiner Arbeit mit den Mitarbeitern der französischen Luftwaffe stieß Tomatis - wie bereits ausgeführt - auf den Zusammenhang zwischen Stimme und Gehör. Denselben Zusammenhang fand er auch im Zuge zahlreicher Behandlungsversuche von Sängern und Musikern. Ist beispielsweise in der durch die Audiometrie erhaltenen Hörschwellenkurve ein „Loch“ zu bemerken, zeigte sich auch ein entsprechender Mangel in den Frequenzen der Stimme. Neben dieser Hörschwellenkurve erstellte Tomatis eine zweite Kurve, die Intensität der Stimme sowie deren Obertöne darstellte. Er stellte fest, dass diese beiden

Kurven bei jedem seiner Probanden völlig ident waren. Dieses Ergebnis fasste Tomatis als erstes seiner drei „Tomatis-Gesetze“ zusammen: „Die Stimme erhält als Obertöne nur die Frequenzen, die das Ohr hört“ (Tomatis, 2007, S. 11).

Nach zahlreichen Versuchen konnte Tomatis daraufhin bestimmen, wie die Idealkurve bei Sängern verschiedener Stimmgattungen sowie bei Musikern verschiedener Instrumente aussieht. Tomatis suchte nun nach einer Möglichkeit, diese Mängel in den Hörkurven der Musiker zu beseitigen. Dazu entwickelte er eine spezielle Apparatur, den Vorläufer des heutigen „Elektronischen Ohres“. Die Sänger sangen dabei in ein Mikrofon und hörten sich dabei parallel selbst über einen Kopfhörer, wobei ihre Stimme durch Filter und Verstärker entsprechend der Idealkurve der Stimme verändert wurde. Dies zeigte sich als äußerst erfolgreich und das Ergebnis wurde sogleich als zweites Tomatis-Gesetz definiert: „Gibt man dem Ohr die Möglichkeit, nicht mehr oder nicht gut wahrgenommene Frequenzen wieder korrekt zu hören, so treten diese augenblicklich und unbewusst wieder in der Stimme in Erscheinung“ (Tomatis, 2007, S. 13).

Kaum sangen die Sänger aber wieder ohne Kopfhörer, stellten sich die Probleme wie gehabt wieder ein. Tomatis entwickelte daraufhin mit Hilfe von Schallplatten einer Stimme mit Idealkurve das Gerät weiter, um das Ohr der Sänger dauerhaft zu konditionieren. Dieses Gerät nannte Tomatis das „Elektronische Ohr“ (Tomatis, 2007). Die Stimmkorrektur begann nun erst mit dem Anheben der Stimme bzw. mit dem Erreichen einer gewissen Intensität, also erst dann, wenn die Kontrolle durch das eigene Ohr wirksam werden musste (Tomatis, 1995). Das bedeutete ein kontinuierliches Hin- und Herwippen zwischen zwei Kanälen mit unterschiedlich eingestellten Filtern und Verstärkern. Die Bedienung geschah damals noch mechanisch, was im Laufe der Zeit durch die Entwicklung der Elektronik stark erleichtert werden konnte. Die Ergebnisse dieses Geräts waren positiv und wurden von Tomatis zum dritten „Tomatis-Gesetz“ zusammengefasst: „Die über eine bestimmte Zeitdauer wiederholte akustische Stimulation führt zur endgültigen Veränderung des Gehörs und folglich der Phonation“ (Tomatis, 2007, S. 14).

Was physiologisch durch das Training mit dem „Elektrischen Ohr“ geschah, konnte erst einige Zeit später nachvollzogen werden. Was das Gerät exakt im Ohr bewirkt, wird in Abschnitt 1.3 detailliert beschrieben.

An dieser Stelle werden die Kernaussagen zur besseren Übersicht zusammengefasst. Tomatis konnte aufgrund umfangreicher Untersuchungen feststellen, dass ein Zusammenhang zwischen Psyche, Gehör und Stimme existiert. Das Zusammenspiel dieser

Faktoren wurde in den Jahren 1957-1960 als „Tomatis-Effekt“ bezeichnet und veröffentlicht. Der Tomatis-Effekt setzt sich aus den folgenden, nach Tomatis (2007) zitierten Gesetzmäßigkeiten zusammen:

1. Tomatis-Gesetz: Die Stimme erhält als Obertöne nur die Frequenzen, die das Ohr hört.

2. Tomatis-Gesetz: Gibt man dem Ohr die Möglichkeit, nicht mehr oder nicht gut wahrgenommene Frequenzen wieder korrekt zu hören, so treten diese augenblicklich und unbewusst wieder in der Stimme in Erscheinung.

3. Tomatis-Gesetz: Die über eine bestimmte Zeitdauer wiederholte akustische Stimulation führt zur endgültigen Veränderung des Gehörs und folglich der Phonation.

Tomatis geht nun noch einen Schritt weiter. Aus dem dritten Tomatis-Gesetz leitet er ab, dass die Dauerhaftigkeit der Veränderung ihn zu der Annahme berechtigt, dass auch dabei mitwirkende psychologische Phänomene durch das Hören mit dem „Elektronischen Ohr“ beseitigt werden können, „indem gewisse lähmende oder störende Konditionierungen im Sinne einer Öffnung und Leistungssteigerung umkonditioniert werden können“ (Tomatis, 1995). Diese Hypothese stellt die Basis für das Tomatis-Hörtraining dar.

1.3. Das Tomatis-Hörtraining

Anknüpfend an den letzten Abschnitt soll nun in dieser Arbeit das Tomatis-Hörtraining, wie es heute angewandt wird, ausführlich dargestellt werden. Das Hörtraining dient dazu, das Ohr zum bewussten analytischen Hören, also zum Horchen zu erziehen. Zentral ist hier der Aspekt des Bewusstseins, also des Willentlichen, der nach Tomatis eines speziellen Trainings bedarf. Das Hörtraining entwickelte sich aus den Untersuchungen und Forschungsergebnissen von Tomatis, wobei das zentrale Instrument das „Elektronische Ohr“ ist.

1.3.1. Ziele des Tomatis-Hörtrainings

Nach Tomatis soll das von ihm angewandte Training den Klienten durch eine Konditionierung dazu bringen, die ideale Entwicklung des Stimmapparats nachzuvollziehen, von der der Klient aus undefinierten Gründen abgewichen ist. „Am ehesten lässt sich das Tomatis-Verfahren als Programm der akustischen Stimulation und der Anleitung zur Schulung und Verbesserung des Gehörs beschreiben“ (Madaule, 2002). Als Basisannahme des Tomatis-Hörtrainings gilt, dass der Mensch im Laufe seines Lebens

aus diversen Gründen gewisse Frequenzbereiche blockiert und aus seiner Wahrnehmung ausblendet.

Sie [die Tomatis-Apparatur] ist [...] ein Mittel, das imstande ist, dem durch irgendeinen Vorfall in seiner Geschichte traumatisierten, frustrierten, unangepaßt gewordenen oder blockierten Individuum dabei zu helfen, durch eine volle Öffnung, das heißt eine volle Befreiung von seinen auditiven Wahrnehmungen die positive Freiheit seiner Natur, die aktive Freiheit seiner Bestimmung, wiederzufinden (Tomatis, 1995, S. 105).

Das Hören mit dem Gerät bewirkt nun eine Mikrogymnastik der beiden Gehörmuskeln im Mittelohr. Diese Muskeln sorgen laut Tomatis (1995) dafür, dass die Töne - entsprechend seiner Theorie des Hörens - in das Innenohr weitergeleitet werden. Sie werden nun so trainiert, dass das menschliche Ohr damit befähigt wird, auf die eigene Stimme zu hören, um die Qualität der hervorgebrachten Töne zu verbessern. „Zu diesem Zweck muss das Trommelfell gespannt werden, was man dadurch erreicht, dass die Muskulatur des Hammers und des Steigbügels [...] entsprechend reguliert wird“ (Tomatis, 1995). Zentrales Ziel des Tomatis-Hörtrainings ist es also, die Muskeln des Innenohres so zu trainieren, dass der Klient wieder das volle Frequenzspektrum wahrnehmen kann und das Ohr dabei unterstützt wird, sein gesamtes Potential zu entfalten. Aus diesem Grund wird das Verfahren Hör-Training genannt. Ziel ist es weiters, das festgefügte, unbewusste Anspannungsmuster des Ohres zu lösen, um eine neue, verbesserte Hörwahrnehmung zu trainieren. Aktuelle Untersuchungen gehen zudem davon aus, dass das Hörtraining die Myelinisierung der auditiven Pfade stimuliert, was eine Beschleunigung der Verarbeitung akustischer Signale zur Folge hat (Gerritsen, 2009).

1.3.2. Das Elektronische Ohr

Das Herzstück der Tomatis-Methode ist das Elektronische Ohr, dessen Entwicklung bereits in Abschnitt 1.2.5 beschrieben wurde. Nun soll im Folgenden die Funktionsweise des aktuellen Elektronischen Ohres erläutert werden.

Das Elektronische Ohr ist ein Gerät, das zwischen die externe Tonquelle – meist ein CD-Player oder ein Mikrofon – und den Kopfhörer geschaltet wird. Mit dem Elektronischen Ohr werden die wichtigsten Einstellungen für die spezielle Musikaufbereitung eines Tomatis-Hörtrainings getroffen. Das Gerät besteht im Wesentlichen aus den folgenden Teilen, die in Abb. 5 schematisch dargestellt werden:

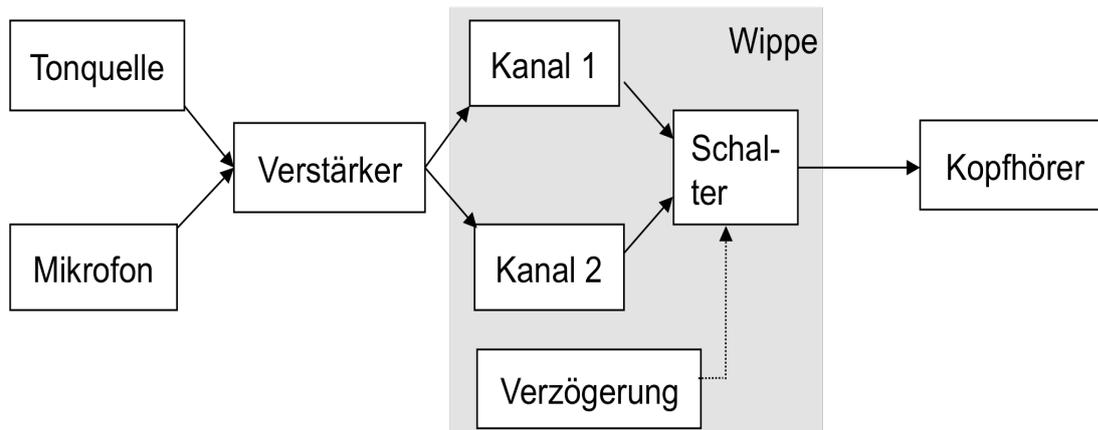


Abb. 5 Schematische Darstellung des Elektronischen Ohres (Tomatis Development S.A., 2006, S. 2)

Die vom CD-Player und/oder vom Mikrophon kommenden Eingangssignale werden verstärkt und individuell einstellbar gemischt. Dieser Eingangspegel steuert die elektronische Wippe – die Kernfunktion des Elektronischen Ohres. Falls nötig, kann ein Hochpassfilter zugeschaltet werden. Mit Hilfe dieses Filters können je nach Erfordernis Frequenzen unterhalb einer regulierbaren Grenzfrequenz „weggefiltert“ werden, sodass ausschließlich die Frequenzen oberhalb dieser Grenzfrequenz passieren können und zu hören sind. Danach kommt die Wippe zum Tragen. Sie schaltet zeitgesteuert zwischen zwei verschieden gefilterten Tonkanälen um. Die Wippe liefert dadurch zwei unterschiedliche Ausgangssignale – eines für die Luftleitung und eines für die Knochenleitung – die dann verstärkt zu den Kopfhörern geleitet werden (Tomatis Development S.A., 2006).

Im Folgenden soll detaillierter auf die Funktion der Wippe (engl. „gating“) eingegangen werden, da sie das zentrale Element des Elektronischen Ohres ist.

„Es handelt sich dabei um die programmierbare Umschaltung des Musiksignals von einem Tonkanal (Kanal 1) auf einen zweiten Tonkanal (Kanal 2) und wieder zurück. Da im Allgemeinen auf jedem der beiden Kanäle eine andere Filtereinstellung eingestellt ist, erfolgt somit eine Umschaltung zwischen zwei unterschiedlichen Klangbildern“ (Tomatis Development S.A., 2006, S. 2).

Bei der „pädagogischen Einstellung“ etwa ist auf Kanal 1 ein Tiefpassfilter – dieser lässt tiefe Frequenzen passieren, hohe Frequenzen hingegen nicht – und auf Kanal 2 ein

Hochpassfilter eingestellt. Im Grundzustand sind sowohl Luft- als auch Knochenleitung auf Kanal 1 – hier der dumpfere – geschaltet. Erreicht nun das Eingangssignal eine gewisse Lautstärke (etwa 40 dB), wird die Verzögerung t_1 („Retard“) gestartet. Bleibt nun der Signalpegel während dieser Zeit (zwischen 0 und 0,25 Sekunden) konstant über dem Auslösepegel, schaltet nach Ablauf der Zeit t_1 der Schalter S1 den Ausgang für die Knochenleitung auf Kanal 2. In der Knochenleitung wird nun das klarere Klangbild hörbar. „Der Parameter Retard entspricht der neurologischen Zeitspanne, die das menschliche System benötigt, sich innerlich auf ein Signal einzustellen“ (Tomatis Development S.A., 2006, S. 4). Somit wird das Innenohr aktiviert. Fällt jedoch der Klangpegel innerhalb von t_1 wieder unter den Auslösepegel, bleibt die Knochenleitung im Grundzustand, also auf Kanal 1. Wird der Schalter S1 auf Kanal 2 umgeschaltet, wird die Verzögerung t_2 („Precession“) gestartet. „Der Parameter Precession entspricht der neurologischen Zeitspanne, die das menschliche System benötigt, um sich aus einer inneren Bereitschaft heraus auf ein Außensignal einzustellen“ (Tomatis Development S.A., 2006, S. 5). Bleibt der Signalpegel während dieser Zeit (zwischen 0 und 2,5 Sekunden) weiterhin konstant über dem Auslösepegel, schaltet der Schalter S2 die Luftleitung auch auf Kanal 2. Nun sind also sowohl Knochen- als auch Luftleitung auf dem helleren Klangbild auf Kanal 2 geschaltet. Dies hält so lange an, bis der Signalpegel wieder unter den Auslösepegel zurückfällt. Ist dies der Fall, werden Knochen- und Luftleitung auf Kanal 1 geschaltet und der Grundzustand ist wieder erreicht. Bleibt der Signalpegel allerdings während t_2 nicht über dem Auslösepegel, erfolgt keine Umschaltung des Schalters S2 und auch die Knochenleitung wird wieder auf Kanal 1 geschaltet (Tomatis Development S.A., 2006).

Diese Wechselschaltung bewirkt wie bereits ausgeführt laut Tomatis eine Stimulation der Mittelohrmuskulatur. Durch den Wechsel zur Betonung der höheren Frequenzen auf Kanal 2 wird der M. tensor tympani und damit auch das Trommelfell angespannt – der Klient befindet sich in einem Zustand des Horchens oder der Aufmerksamkeit (Beckedorf, 2000). Nach den Forschungsergebnissen von Tomatis geht mit der Tiefenbetonung eine psychische Dämpfung und mit der Höhenbetonung der Zustand von erhöhter Wachheit einher. Zentral ist, dass sich die Schwelle zwischen diesen beiden Zuständen bei etwa 40dB befindet (siehe oben), da hier die Grenze zwischen Flüstern und normaler Gesprächslautstärke liegt. Mit der lauter werdenden Musik induziert das Elektronische Ohr eine Hörbereitschaft, die mit Aufmerksamkeit und Wachheit verbunden ist. Da die Steuerung der selektiven Aufmerksamkeit im Wesentlichen in der Interaktion des

Thalamus mit anderen Hirnteilen besteht, kann laut Beckedorf (2000) gesagt werden, dass „die Wechselschaltung des elektronischen Ohres ein Training des thalamischen „Gating’s“, der Steuerung der selektiven Aufmerksamkeit, bewirkt“.

Andere Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Elektronische Ohr auch auf anderen Ebenen wirkt. So konnte etwa gezeigt werden, dass das Hörtraining eine um 50 % erhöhte Aktivität der äußeren Haarzellen induziert (Beckedorf, 2000).

Eine weitere wichtige Funktion des Elektronischen Ohres ist der Hochpassfilter, der ebenfalls in den Signalweg geschaltet werden kann. Wenn eine bestimmte Filterfrequenz eingeschaltet ist, können alle Frequenzen ab diesem Wert den Filter passieren, sämtliche darunter liegenden Frequenzen werden „weggefiltert“. Ist keine Filterfrequenz eingestellt, ist diese Funktion ausgeschaltet. Das Signal kann diese Sektion ungehindert passieren und wird direkt zur elektronischen Wippe geleitet (Tomatis Development S.A., 2006).

Tomatis fand mit Hilfe zahlreicher Experimente die ideale Hörkurve, die als Vorbild für das Training mit dem Elektronischen Ohr gilt. Signifikante Abweichungen von dieser idealen Hörweise haben negative Auswirkungen auf den Alltag. Dies kann gezielt mit dem Elektronischen Ohr bearbeitet werden. Wird etwa ein Problem in einem bestimmten Frequenzbereich festgestellt, können alle Frequenzen unter diesem Bereich weggefiltert werden und somit dieser Frequenzbereich besonders gefördert werden.

1.3.3. Die fünf Phasen des Tomatis-Hörtrainings

Seit den 1950er-Jahren untersuchte Tomatis die Auswirkungen des Hörens von gefilterter Musik und der menschlichen Stimme in unterschiedlichen Filterungen auf verschiedene Menschen. Er fand im Zuge dieser Untersuchungen, dass unterschiedliche Frequenzbereiche unterschiedliche, aber spezifische Auswirkungen auf den Menschen haben, wie in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1 Auswirkungen gefilterter Töne (nach Beckedorf, 2000)

Frequenzbereich	Wirkung
16 – 10000 Hz	Wirkt einschläfernd auf die Psyche, stimulierend auf Motorik und Körper, Gleichgewicht
1000 – 3000 Hz	Wirkt stimulierend auf die Sprache bzw. Kommunikation
3000 – 8000 Hz	Wirkt belebend, vitalisierend, liefert Energie
oberhalb von 8000 Hz	Bewirkt regressive Tendenzen, Anhänglichkeit, Träume, starke psychische Auswirkungen, veränderte Bewusstseinszustände, Einnehmen von Embryonalstellungen

Die von Tomatis ursprünglich entwickelte Hörtherapie wurde in fünf Hauptstadien entsprechend der „wichtigen Entwicklungsschritte der Hörwahrnehmung und damit auch der psychischen Entwicklung“ (Beckedorf, 1996) eingeteilt. Mittels der einzelnen Phasen soll nun die Entwicklung „korrekten“ Hörens nachgeholt werden. Es sei „ratsamer, den Patienten darauf vorzubereiten, besser noch, schrittweise dahin zu führen, sich auf dieses so außergewöhnliche, aber, auch das muß gesagt sein, so schwierig zu verwirklichende intrauterine Hören hin zu entwickeln“ (Tomatis, 1995, S. 242).

So beginnt die Therapie in der ersten Phase – Tomatis nennt sie „Die Rückkehr zu den ursprünglichen Tönen“ (Tomatis, 1995) – mit der schonenden Rückführung in das pränatale Hören. Hier werden sukzessive Frequenzen bis 8000 Hz aus der Musik von W. A. Mozart rausgefiltert. Der dafür benötigte Zeitraum – in der Regel Tage bis Wochen - variiert interpersonell, da die Geschwindigkeit der Anpassung des Ohres individuell stark variiert (Beckedorf, 2000).

Phase 2 – „Die filtrierte Töne“ (Tomatis, 1995) – simuliert nun das Hören wie im Mutterleib mit dem Hören ausschließlich von Frequenzen über 8000 Hz. „Die derart filtrierte Töne versetzen den Patienten in einen Zustand zurück, der dem seines Lebens vor der Geburt entspricht“ (Tomatis, 1995, S. 244). Um diesen Zustand zu erreichen, ist in dieser Phase die Stimme der Mutter des Klienten – statt Mozart-Musik - entsprechend gefiltert. Zu diesem Zweck wird die Stimme der Mutter aufgenommen, während diese „Der kleine Prinz“ von Antoine de Saint-Exupéry – dieser Text wurde von Tomatis’ Klienten am besten aufgenommen – liest. Auch die Dauer dieser Phase hängt von der Entwicklung des Klienten ab. „Man kann sich unschwer vorstellen, daß diese erste Etappe so lange nicht abgeschlossen werden kann, als das Kind die Kommunikation nicht akzeptiert und nicht allmählich eine gewisse Freude daran gewonnen hat“ (Tomatis, 1995,

S. 249). Die Auswirkungen dieser Phase können regressive Verhaltensweisen wie vermehrte Anhänglichkeit sowie kleinkindhaftem Spiel- und Sprachverhalten sein (Beckedorf, 2000) oder auch Träumen mit „uterinen“ Inhalten und Symbolen. Die hohe Filtrierung stimuliert weiters die Kreativität sowie den Sprachantrieb. In dieser Phase wird ein psychischer Prozess ausgelöst, der gut in gemalten Bildern sichtbar wird und im therapeutischen Gespräch begleitet werden muss. Es kann auch zu einem Nachholen urkindlicher Bedürfnisse, wie der Herstellung eines Urvertrauens kommen, das sich in verstärkter Selbstsicherheit, größerer Lebensfreude sowie raschen Entwicklungsschritten bemerkbar machen kann (Beckedorf, 2000).

Nach Erreichen dieser Entwicklungsstufe beginnt der Übergang vom Hören im wässrigen Milieu zum Hören im Milieu der Luft. Tomatis nennt diese Phase „Die Entbindung auf Klangebene“ (Tomatis, 1995). Stufenweise werden nun die tieferen Frequenzen in der Musik von Mozart wieder eingeblendet. „Wenn jetzt das Kind für eine neue Art von stimmlicher Kommunikation ausgerüstet ist, muß man es schrittweise darauf vorbereiten, dieses Mittel auch für die Begegnung mit anderen Menschen zu verwenden“ (Tomatis, 1995, S. 251).

Dies geschieht in Phase 4, der vorsprachlichen und erstmals aktiven Phase. Das Ziel in dieser Phase ist, „das Gehör des Kindes auf ein Hören der Sprache hinzuführen, dessen Kontrolle vorzugsweise vom Leit-Ohr, also dem rechten Ohr, wahrgenommen wird“ (Tomatis, 1995, S. 257). Aus diesem Grund wird nun schrittweise eine Lateralisation – eine Verschiebung des Hörens auf das rechte Ohr - induziert. Dazu wird selten Mozart-Musik, häufig jedoch Gregorianische Choräle, gefiltert oder ungefiltert hauptsächlich über das rechte Ohr zugeführt.

Sobald dies abgeschlossen ist, wird die Strukturierung der Sprache als letzte Phase des Hörtrainings eingeleitet. Soll eine Sprachbeherrschung erreicht werden, müssen hauptsächlich Phoneme (als kleinste, bedeutungsunterscheidende Einheiten der Sprache) – mit dem Elektronischen Ohr als hohe Frequenzen oder filtrierte Zischlaute simuliert – gut wahrgenommen werden. Folglich muss das Ohr für diese Frequenzen geöffnet werden. In dieser Phase spricht, summt, singt oder liest der Klient in ein Mikrofon und hört seine eigene Stimme über einen Kopfhörer, einer perfekten Hörweise entsprechend verändert durch das Elektronische Ohr. Als Abwechslung dazu wird filtrierte Musik – wieder von Mozart – angeboten, wodurch die Ohrmuskulatur entspannt werden soll. In den beiden letzten Phasen des Hörtrainings geht es zusammenfassend darum, die akustische

Wahrnehmung zu differenzieren und aktiv zu trainieren (Tomatis, 1995).

1.3.4. Ablauf des Tomatis-Hörtrainings in der heutigen Praxis

Der in Abschnitt 1.3.3 beschriebene Ablauf des Hörtrainings wird heute noch vereinzelt angewandt. Tomatis hat dieses Programm auf Basis seines damaligen Wissenstands entworfen und für sämtliche Fälle in ähnlicher Weise angewandt. Im Laufe der Zeit hat sich dieser feste Ablauf verändert, da sich mit dem Zuwachs an Erfahrung gezeigt hat, dass dieser Ablauf nicht für alle Klienten in gleicher Weise sinnvoll ist. Heute wird das Hörtraining in Blöcke von 10 Tagen eingeteilt, wobei sich die Anzahl der Blöcke nach der zu bearbeitenden Thematik richtet. Die Programme, nach denen sich die Filtrierungen sowie die Einstellungen der elektronischen Wippe richten, werden nun individuell auf den einzelnen Klienten bzw. dessen individuelle Bedürfnisse zugeschnitten. Aufgrund der weit fortgeschrittenen Technik zeigt sich eine große Vielfalt an Programmiermöglichkeiten, die auch vom „Programmier-Stil“ des jeweiligen Therapeuten beeinflusst werden.

Neben der grundlegenden Änderung der Einteilung in die Blöcke können auch die fix eingeteilten Phasen des von Tomatis beschriebenen Hörtrainings aufgeweicht werden. Der grundlegende Übergang von wenig Filtrierung, also der Stimulation des Körpers, zu prinzipiell hoher Filtrierung, um anschließend wieder sukzessive den Hochpassfilter zu reduzieren, ist gleich geblieben. Diese Wechsel zwischen filtrierter und unfiltrierter Musik können langsamer vollzogen werden, da sich dies als nachhaltiger wirksam sowie schonender für den Klienten herausstellte. Durch diesen langsamen Wechsel kann dem Klienten mehr Zeit gegeben werden, sich zu sammeln sowie sich an die neue Art zu hören und zu horchen einzustellen.

Die akustische Geburt, wie sie Tomatis beschrieben hat, wird in dieser Form heute im Institut Tinkl bei speziellen Indikationen eingesetzt. Die aktive Arbeit wird etwa bei Schauspielern angewandt, bei denen Sprache und Stimmbildung im Vordergrund steht. In deutlichem Gegensatz dazu steht beispielsweise bei einem autistischen Klienten nicht etwa die Stimmbildung, sondern eine Öffnung bzw. Zuwendung zur Außenwelt im Vordergrund, weshalb – wenn überhaupt – nach vier oder fünf Blöcken sehr behutsam die aktive Arbeit begonnen werden kann.

Analog wie Tomatis es formulierte, ist es auch heute das Ziel, die festen Hörmuster aufzubrechen und die Hörweise positiv zu verändern. Der Weg dorthin ist jedoch heute ein

individueller¹.

Der grundlegende Ablauf heute gestaltet sich demnach wie folgt: Zu Beginn wird bei jedem Klienten eine Statusbestimmung in der Audio-Psycho-Phonologie (SAPP) – ein Erstgespräch und soweit es möglich ist, ein Tomatis-Listening-Test (TLT) – gemacht. Beim TLT wird die Hörschwelle für Luft- und Knochenleitung für beide Ohren bestimmt. Das Verfahren ähnelt der Tonschwellenaudiometrie eines HNO-Arztes, Unterschiede gibt es allerdings bei der Testabsicht sowie bei der Testdurchführung: Der Tomatis-Trainer möchte Informationen über das Hörwahrnehmverhalten im Alltag sammeln, ein HNO-Arzt möchte im Gegensatz dazu die Hörwahrnehmungsleistung unter Optimalbedingungen messen. Beim TLT werden zusätzlich die Selektivität – das Unterscheidungsvermögen zwischen unterschiedlichen Tonhöhen – sowie die Audiolaterometrie – die auditive Lateralität – bestimmt. Mit dem TLT sollen Hinweise auf das verbale und nonverbale Kommunikationsmuster des Klienten sowie auf die Hörverarbeitung gesammelt werden (Beckedorf, 2000).

Auf Basis der Erkenntnisse aus der SAPP und einer genauen Problemanalyse wird nun das individuelle Programm, zugeschnitten auf den Klienten, erstellt. Dieses Programm bestimmt die Einstellungen für den ersten Block der Therapie, der sich meist aus 10 Sitzungen à zwei Stunden – also für die Dauer von 10 Tagen täglich eine Sitzung – zusammensetzt. Entsprechend des Alters und der Verfassung des Klienten wird die Dauer der Sitzungen variiert. Nach dem ersten Block – also nach der 10. Sitzung – wird der TLT wiederholt, um allfällige Veränderungen sichtbar zu machen und auf Basis dessen in einem weiteren therapeutischen Gespräch behandeln zu können.

Nach dem ersten Block erhält der Klient sechs bis acht Wochen Pause, um die Möglichkeit zu haben, sich an das neu erworbene Hörmuster zu gewöhnen und es in den Alltag integrieren zu können. Nach dieser Pause wird mit dem zweiten Block des Hörtrainings begonnen, der formal parallel abläuft wie der erste Block. Auch unmittelbar nach der Pause wird neuerlich ein TLT gemacht, um das Programm des zweiten Blocks optimal an die aktuelle Situation des Klienten anpassen zu können. Nach Absolvieren des zweiten Blocks wird auf Basis eines vierten TLT sowie eines therapeutischen Gesprächs das bisherige Ergebnis evaluiert sowie das weitere Vorgehen – das mögliche Fortsetzen

¹ Diese Informationen wurden aus einem Gespräch mit Barbara Thima (stellvertretende Leitung des Tomatis-Instituts Tinkl) vom 22.2.2012 entnommen.

weiterer Blöcke – geplant.

Wie ausgeführt wird meist empfohlen, anfangs zumindest zwei Intensivblöcke zu absolvieren, da die Wirkung so schneller eintritt (Madaule, 2002). Neuere Erfahrungen zeigen, dass nach den ersten zwei Blöcken auch mit weniger intensivem Training gute Erfolge erzielt werden können. Für manche Fragestellungen ist es dann sinnvoll, in der Folge etwa wöchentlich eine oder zwei Sitzungen zu absolvieren, um die Ergebnisse der ersten zwei Blöcke zu fixieren bzw. den Transfer in den Alltag abzusichern. Dies hängt stark von den Bedürfnissen des Klienten ab und wird individuell geplant.

Während des Hörtrainings befinden sich die Klienten alleine oder gemeinsam mit anderen Klienten in einem Raum, wobei die Musik über spezielle Kopfhörer mit integrierter Luft- und Knochenleitung gehört wird. Während des Hörens kann gezeichnet, gespielt oder gesprochen, jedenfalls aber entspannt werden. Ein bewusstes Zuhören ist nicht notwendig (Madaule, 2002).

Das Tomatis-Hörtraining wird hauptsächlich in Tomatis-Zentren angewandt, die auch international vernetzt sind. Weltweit arbeiten etwa 500 lizenzierte Therapeuten in 40 Ländern (vgl. www.tomatis.com), in Österreich existieren sieben Tomatis-Institute mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Seit etwa zwei Jahren gibt es eine weitere Möglichkeit, ein Tomatis-Hörtraining durchzuführen. Mittels eines neu entwickelten Geräts - des „Solisten“ - in der Größe eines MP-3-Players ist es nun für den Klienten möglich, das Hörtraining auch außerhalb des Instituts zu absolvieren. Der TLT und die Beratungsgespräche werden wie oben beschrieben durchgeführt und die Klienten werden begleitend betreut. Die Programmierung wird analog individuell an den Klienten angepasst und das Gerät entsprechend programmiert, der Ablauf bleibt also gleich. Der Klient kann nun mit dem Solisten und dem speziellen Kopfhörer das Hörtraining außerhalb des Instituts durchführen.

1.3.5. Warum Mozart?

Im Tomatis-Hörtraining wird ausschließlich Musik von Wolfgang A. Mozart sowie Gregorianische Choräle und Mutterstimme eingesetzt. Die Frage, warum Tomatis neben Gregorianischen Chorälen und Mutterstimme ausschließlich Musik von W. A. Mozart und nicht etwa Musik von Beethoven, Schubert, Vivaldi oder Louis Armstrong einsetzte, ist ein viel diskutiertes Thema. Auch in der Praxis wird dies häufig thematisiert, deshalb soll im

folgenden Abschnitt detailliert darauf eingegangen werden.

In Tomatis' zahlreichen Untersuchungen und Experimenten in seinem Labor in Paris stellte sich die Musik von Mozart als die am besten angenommenen Kompositionen sowie als die Musik mit den besten Wirkungen auf Ohr, Körper, Stimme und Sprache heraus (Tomatis, 2009). Mitglieder diverser Ethnien, Menschen verschiedensten Alters sowie Personen in unterschiedlichen Lebensphasen reagieren positiv auf die Werke Mozarts (Madaule, 2002). „[...] durch das Abspielen von Werken Mozarts unter dem Elektronischen Ohr wird die für die neuronalen Grundlagen des Gehörs und allgemeiner der Wahrnehmung [...] wünschbare Architektur verwirklicht“ (Tomatis, 1995, S. 260). Zur Wirksamkeit der Musik Mozarts meint Tomatis (zitiert nach Campbell, 1997, S. 43): „Seine Wirksamkeit übertrifft bei weitem das, was wir bei seinen Vorgängern Zeitgenossen oder Nachfolgern beobachten können“.

Warum entfaltet die Musik von Mozart im Gegensatz zu Kompositionen anderer großer Komponisten eine derartige therapeutische Wirkung bzw. warum werden seine Kompositionen universell am besten angenommen? Tomatis selbst versucht eine Antwort in einigen seiner Werke. Seiner Meinung nach liegt die Antwort in der Frühreife bzw. in der Biografie Mozarts. Er wurde in ein akustisch äußerst günstiges Milieu geboren und komponierte bereits bevor „sein Hörapparat und sein Nervensystem verdorben waren“ (Tomatis, 2009, S. 198). Seine Hörweise sowie sein Nervensystem entwickelten sich in weiterer Folge höchst empfänglich für Musik und dementsprechend komponierte er bereits von klein auf Werke mit seinen charakteristischen Rhythmen und Kadenzen nach seinem „korrekten“ musikalischen Gehör ohne Makel in der Harmonie (Tomatis, 1995). Diese Rhythmen entsprachen seinem eigenen Lebensrhythmus, und nach Tomatis (2009) entsprechen diese dem Lebensrhythmus jedes Menschen.

Auch Beckedorf (1996) bezieht sich auf den speziellen Rhythmus, den die Musik von Mozart inne hat. Bei Mozart beträgt der innere Rhythmus der Musik 0,5 Sekunden, was einem Puls von 120 entspricht, sowie dem eines Säuglings ähnelt. Aus diesem Grund eignet sich die Musik Mozarts besonders gut für das Hervorrufen prä- und perinataler sowie frühkindlicher Erinnerungen. Bei Wagner überwiegt ein weniger stabiler Rhythmus und bei Beethoven ist der Rhythmus langsamer. Die Musik Haydns kommt der Mozarts am nächsten (Beckedorf, 1996).

Campbell (1997, S. 42 ff) fasst die Wirkung der Werke Mozarts wie folgt zusammen:

Und er [Tomatis] stellte immer wieder fest, dass Mozartmusik den Zuhörer stets beschaulich stimmte, seine räumliche Wahrnehmung verbesserte und ihm zu klarem Selbstausdruck verhalf. Unabhängig vom Geschmack des Hörenden [...] kam es immer zu einer Verständigung mit Herz und Verstand. Tomatis stellte fest, dass Mozart unstrittig die besten und langanhaltendsten Therapieerfolge erzielte, ob in Tokio, Cape Town oder Amazonien. Die Rhythmen, Melodien und hohen Frequenzen der Mozartmusik stimulieren und kräftigen eindeutig die kreativen und motivierenden Gehirnregionen. Aber vielleicht liegt der Schlüssel zu Mozarts Größe darin, dass alle Noten so rein und einfach klingen. Mozart webt keine komplizierten Muster wie das große Mathematikgenie Bach. Er löst auch keine Gefühlsfluten aus wie der heroisch leidende Beethoven. [...] Mozart bleibt äußerst geheimnisvoll und zugleich persönlich und vor allem ohne Tücke. [...] Obwohl Mozart mit Haydn und anderen Komponisten seiner Zeit Gemeinsamkeiten hat [...] wirkt er mit einer Wucht, die andere nicht haben.

1.3.6. Anwendungsgebiete und Effektivität der Tomatis-Methode

Der folgende Abschnitt beinhaltet eine Übersicht über die möglichen Anwendungsgebiete sowie über den aktuellen Stand der Wirksamkeitsforschung des Tomatis-Hörtrainings.

Das Tomatis-Hörtraining kann grundsätzlich in allen Altersgruppen angewandt werden. Hauptzielgruppen sind werdende Mütter, Frühgeburten, Kinder mit motorischen Entwicklungsstörungen und schwachem Muskeltonus, Menschen mit unterschiedlichen Sprachstörungen wie etwa Beeinträchtigungen in der Sprachbildung und Aussprache, Personen mit psychische Störungen und Entwicklungsstörungen (hier besonders Menschen mit Autismus), Personen mit Lernbehinderungen, Menschen mit geistiger Behinderung, ältere Menschen, Musiker und Sänger, Moderatoren, etc. Diese Liste ist lange fortzusetzen, wobei eine ausführlichere Darstellung in Madaule (2002) zu finden ist.

Um die Effektivität des Tomatis-Hörtrainings zu evaluieren, wurden bereits einige empirische Studien in den verschiedensten Bereichen durchgeführt. Bei der Wirksamkeitsforschung zu dieser Methode entstehen diverse Problemfelder aus mehreren Gründen. Erstens ist das Hörtraining in den meisten Fällen nicht die einzige Therapieform, die in Anspruch genommen wird und werden soll, weshalb die Isolation des spezifischen

Effekts mit methodisch exakten Analysen schwerfällt. Zweitens hängen die Effekte des Tomatis-Hörtrainings mehr als bei anderen Therapieformen vom Können sowie der Person des Therapeuten ab. Präzises Erfassen der Problemstellung, genaue Beobachtung des Klienten und eine exakt passende Erstellung des entsprechenden Musik-Programms sind essentiell. Ein drittes Problem in der Wirksamkeitsforschung in diesem Bereich ist, dass nicht alle Autoren die exakten Umstände und Methoden angeben, die in ihren Studien angewandt wurden. So fehlen etwa häufig Hinweise auf die Anzahl der Stunden unter dem Elektronischen Ohr, auf eine genaue Evaluation des Programms oder gar auf die Betreuung durch einen ausgebildeten Trainer (Gerritsen, 2009). Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich bei der Interpretation der Ergebnisse. In den meisten Studien fiel die Größe der Stichprobe aufgrund der umfangreichen und individuellen Methode verhältnismäßig klein aus. Dies schmälert die Repräsentativität und somit die Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Aus diesem Grund sind Metaanalysen hier bedeutend.

Die aktuellste Metaanalyse zu den Effekten des Tomatis-Hörtrainings stammt von Gerritsen (2009). Er versuchte, die große Bandbreite der Anwendungsgebiete der Tomatis-Methode zu erfassen sowie dessen Wirkung auf diese Bereiche zu evaluieren. Folgende Bereiche bezog er in seine Analysen mit ein, die auch in diesem Abschnitt näher behandelt werden:

- *Auditive Verarbeitungsstörungen*
- *Lernschwierigkeiten und Verhaltensauffälligkeiten*
- *Aufmerksamkeitsdefizitstörungen*
- *Autismus*
- *Lernen von Fremdsprachen*
- *Stimme*
- *Schwangerschaft und Geburt*
- *Psychologische Störungen*

Wie in Abschnitt 1.3.1 bereits erwähnt, stimuliert das Tomatis-Hörtraining die Myelinisierung der auditorischen Pfade und verbessert so die Verarbeitungsgeschwindigkeit akustischer Signale. Aus diesem Grund werden Verbesserungen bei auditiven Verarbeitungsstörungen erwartet. Ross-Swain (2007) stellte in seiner Studie mit 43 Personen in Alter zwischen 4,3 und 19,8 Jahren eine Verbesserung

der akustischen Verarbeitungsfähigkeit, der akustischen Diskrimination sowie des akustischen Gedächtnisses fest.

Eine weitere Hypothese besagt, dass das Tomatis-Hörtraining Lernschwierigkeiten sowie Verhaltensauffälligkeiten positiv beeinflussen kann. Dies ist eine der häufigsten Problemstellungen, bei denen das Hörtraining angewandt wird. Dementsprechend wurden 10 Studien und eine Metaanalyse speziell zu diesem Thema verfasst. Gilmor (1999) bezieht in seine Metaanalyse 10 Studien ein. Er fand die größten Effekte des Trainings in den Bereichen Sprache (Effektstärke $d = 0,41$), Psychomotorik ($d = 0,32$), persönliche und soziale Anpassung ($d = 0,31$) sowie im kognitiven Bereich ($d = 0,30$). Andere Autoren erwähnen positive Effekte auf die allgemeine Intelligenz (Rourke et al., 1982, zitiert nach Gerritsen, 2009) sowie auf Kommunikationsfähigkeiten (Wilson, et al., 1982, zitiert nach Gerritsen, 2009). Kershner, Cummings, Clarke, Hadfield und Kershner (1990) führten zwei Studien im Hinblick auf Lernbehinderungen bei Kindern durch, wobei sie sowohl bei der ersten, als auch bei der Follow-up-Studie zwei Jahre später keine signifikanten Verbesserungen bei Kindern mit Lernbehinderung in Bereichen wie Sprache, Motorik oder auditive Verarbeitung finden.

Als besonders spannend stellt sich die Arbeit von Mould (1985, zitiert nach Geritsen, 2009) heraus. Der Autor untersuchte in zwei Studien je 23 und 24 Buben mit schwerer Dyslexie und verglich dabei eine Gruppe, die 100 Stunden Tomatis-Training erhielt, mit einer untrainierten Kontrollgruppe. Sämtliche Teilnehmer wurden alle sechs Monate für die Dauer von zwei Jahren evaluiert. Die Ergebnisse zeigten eine Verbesserung der Tomatis-Gruppe im Lesen und Buchstabieren unmittelbar nach dem Hörtraining. Die wichtigste Erkenntnis aus dieser Studie ist jedoch die Tatsache, dass diese Fähigkeiten auch sechs Monate nach Beendigung des Hörtrainings kontinuierlich anstiegen. Diesen Effekt nannten die Autoren den „erweiterten Tomatis-Effekt“, der in Abb. 6 zur Verdeutlichung dargestellt ist.

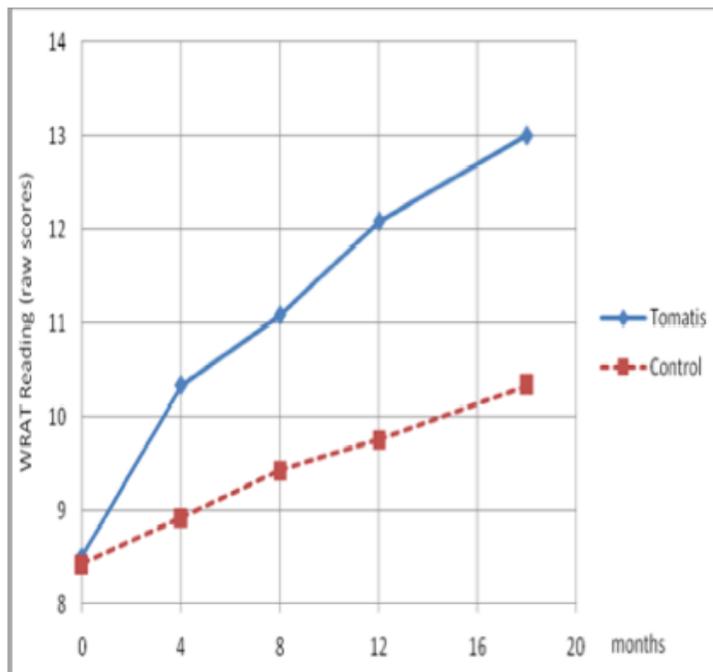


Abb. 6 „Erweiterter Tomatis-Effekt“: Die Fähigkeiten steigen nach Beendigung des Tomatis-Hörtrainings weiter an (aus Gerritsen, 2009, S. 4)

Kershner et al. (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) erwähnen einen ähnlichen Effekt. Sie untersuchten 32 Kinder mit Lernschwierigkeiten, wobei die eine Hälfte der Kinder 100 Stunden Tomatis-Training erhielten und die andere Hälfte die untrainierte Kontrollgruppe bildete. Die Tomatis-Gruppe erzielte zwar bessere Leistungen, diese erschienen aber statistisch nicht signifikant. Der Verlauf über die Zeit zeigte, dass die Verbesserungen der Tomatis-Gruppe auch zwei Jahre nach Beendigung des Hörtrainings noch zu verzeichnen waren. Ähnliche Langzeiteffekte wurden auch bei einer der zahlreichen Studien von Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) gefunden, welche am Ende dieses Abschnitts beschrieben wird.

Ein weiteres wichtiges Betätigungsfeld des Tomatis-Hörtrainings ist es, Menschen mit Autismus zu unterstützen. Zentral ist hier zu erwähnen, dass Tomatis Autismus nicht zu heilen behauptet, das Training soll hingegen eine Unterstützung im Alltag darstellen. Die Ergebnisse der wenigen Studien zu diesem Thema kommen zu gänzlich unterschiedlichen Ergebnissen – es wird sowohl von großen Effekten als auch von keinerlei signifikanten Auswirkungen berichtet. Schiedeck (2002, zitiert nach Gerritsen, 2009) etwa untersuchte 20 Kinder und Jugendliche mit Autismus im Vergleich zu einer untrainierten Kontrollgruppe und fand einen signifikant positiven Einfluss des Tomatis-Hörtrainings auf motorische Fähigkeiten, visuelle Wahrnehmung sowie Aussprache. Neysmith-Roy (2001) untersuchte in einer kleinen Studie 6 stark autistische Kinder, von denen 3 Kinder

Verbesserungen in ihrem Verhalten sowie 5 Kinder Verbesserungen im vorsprachlichen Bereich – Reaktion auf akustische Signale, nonverbale Kommunikation, emotionales Antworten, etc. – aufweisen konnten. Corbett, Shickman und Ferrer (2008) untersuchten den Einfluss des Tomatis-Hörtrainings auf 11 autistische Kinder und fanden keinen Effekt auf deren Sprachfähigkeit, der auf das Hörtraining zurückzuführen ist.

Ein weiteres Betätigungsfeld des Hörtrainings ist das Erlernen von Fremdsprachen. Tomatis fand im Zuge seiner Arbeiten die „ethnische Hörweise“ (Tomatis, 1995), also eine Hörweise, die von der Muttersprache dieser Person abhängt und durch charakteristische Lücken im Tonspektrum gekennzeichnet ist. Tomatis folgert nun daraus, dass mittels des Elektronischen Ohrs das Ohr des Menschen für eine andere ethnische Hörweise trainiert werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, Personen dabei zu unterstützen, die spezifischen Laute anderer Sprachen besser wahrnehmen zu können und somit eine Fremdsprache besser zu erlernen. Am Ende des Hörtrainings soll eine Person die Fremdsprache sowohl besser wahrnehmen als auch besser sprechen können. Auch zu diesem Thema liegen Evaluationsstudien vor. So untersuchte Murase (2004) etwa in einer japanischen Schule den Einfluss des in den Unterricht integrierten Hörtrainings auf das Erlernen der Fremdsprache Englisch in Form einer Pilotstudie. Erste Analysen kamen zu dem Ergebnis, dass die Gruppe mit Hörtraining – bestehend aus 40 Schülern – leicht bessere Leistungen im Verstehen von Englisch, in der Aussprache sowie in einem allgemeinen Englischtest – Hören, Vokabeln, Grammatik sowie Lesen – zeigen konnte als die untrainierte Kontrollgruppe. Kaunzner (2001, zitiert nach Gerritsen, 2009) untersuchte 164 italienische Klienten, die Deutsch lernten und dabei mit dem Tomatis-Hörtraining unterstützt wurden im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die auf dem üblichen Weg Deutsch lernten. Die Tomatis-Gruppe zeigte dabei bessere Leistungen in rezeptiven sowie produktiven Sprachfähigkeiten.

Laut dem zweiten Tomatis-Gesetz wird im Zuge des Hörtrainings die Stimme maßgeblich verbessert (siehe Abschnitt 1.2.5). Dies ist insbesondere für Sänger, Schauspieler oder Moderatoren zentral. Hesse (2002) untersuchte dazu in einer umfangreichen Studie sieben männliche Probanden in Bezug auf zahlreiche Parameter mit Fokus auf gesangliche Aspekte. Der Autor kam zu dem Ergebnis, dass es trotz unterschiedlicher Voraussetzungen bei den Probanden zu einer Verbesserung der Hörleistung sowie der „Homöostase der Probanden“ (Hesse, 2002) – Verbesserung der Synchronisation von Regulationsvorgängen verschiedener Körperfunktionen – kam. Die Stimmleistung konnte bei drei Probanden verbessert werden. Auch Du Plessis, Burger,

Munro, Wissing und Nel (2001) untersuchten die Stimmqualität von jungen Musikern und fanden signifikante Verbesserung aufgrund des Tomatis-Trainings. Weiters stellten die Autoren einen positiven Effekt auf das psychologische Wohlbefinden (erhöhte positive Stimmung) sowie auf die Hörfähigkeit fest.

Das Tomatis-Hörtraining kann während der Schwangerschaft sowie bei der Vorbereitung auf die Geburt angstreduzierend wirken (Klopfenstein, 1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) und verringert die Dauer der Geburt (D'Orthy, 1991, zitiert nach Gerritsen, 2009). Durch die Stimulation mit hohen Frequenzen kann das Hörtraining weiters die Energie liefern, Menschen mit psychischen Erkrankungen zu unterstützen. An der Universität Potchefstroom in Südafrika wurde eingehend zu diesem Thema geforscht. Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) untersuchte 29 Patienten mit Angststörung, von denen 10 Patienten ein Tomatis-Hörtraining absolvierten, 9 Patienten absolvierten eine Psychotherapie und 10 Patienten bildeten die unbehandelte Kontrollgruppe. In beiden eingesetzten Angstinventaren zeigten die Patienten der Tomatis-Gruppe eine signifikante Reduktion der Angstrate. Eine weitere umfangreiche Studie wurde in Italien von Spaggiari (1995, zitiert nach Gerritsen, 2009) durchgeführt. Hier wurden 409 Personen, die an verschiedenen psychologischen Störungen litten, mit dem Tomatis-Hörtraining behandelt. Es zeigte sich eine hohe Erfolgsrate in der Behandlung von Angststörungen sowie bei Depressionen. Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie sollte jedoch auf methodische Einschränkungen, wie etwa sehr verschiedene Stichprobengrößen in den einzelnen Subgruppen, geachtet werden.

Eine für die vorliegende Arbeit relevante Studie von Koller (2010) behandelt die Auswirkung der Tomatis-Hörtrainings auf das räumliche Vorstellungsvermögen. Die Autorin maß vor und direkt nach dem Hörtraining sowie als Follow-up-Testung 3 Monate nach Beendigung des Hörtrainings die Fähigkeiten der Raumvorstellung von 30 Personen und verglich diese Leistungen mit 30 Personen der untrainierten Kontrollgruppe. Als Messinstrumente wurden der Dreidimensionale Würfeltest 3DW (Gittler, 1990) sowie der Endlosschleifentest EST (Gittler & Arendasy, 2003) angewandt. Statistische Analysen mittels des Linearen Logistischen Testmodells LLLTM ergaben das folgende Bild: Die Leistungen der Testpersonen konnten in beiden Messverfahren signifikant gesteigert werden. In der Follow-up-Testung konnte beim 3DW der oben beschriebene erweiterte Tomatis-Effekt festgestellt werden, die Leistungen nach drei Monaten im EST reduzierten sich, allerdings zeigten sie sich signifikant besser als das Ausgangsniveau.

Nach Zusammenfassung der bisherigen Schilderungen ergibt sich ein unklares Bild bezüglich der Effektivität des Tomatis-Hörtrainings in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Wie bereits zu Beginn dieses Abschnitts erwähnt, gibt es einige nicht erfassbare Einflussfaktoren, wie etwa andere Therapien und Behandlungen sowie den spezifischen Einfluss des Therapeuten. Dadurch ist nicht auszuschließen, dass Veränderungen der beschriebenen Kompetenzen nicht auf die Wirkung des Trainings zurückzuführen sind, sondern infolge normaler Entwicklungsprozesse (ohne Training) im Laufe der Zeit auftreten. Diesem Faktum wird mit der Einrichtung von untrainierten Kontrollgruppen in den Forschungsarbeiten versucht Rechnung zu tragen.

2. Raumvorstellung

Der zweite Teil der theoretischen Grundlagen soll das Konzept Raumvorstellung behandeln. Dazu wird ein Abriss der wichtigsten Stationen der entsprechenden Forschung dargestellt und verschiedene Aspekte der Raumvorstellung beleuchtet.

Raumvorstellung stellt im Allgemeinen eine Gruppe von Fähigkeiten dar, die es dem Individuum ermöglichen, sich mental im zwei- sowie dreidimensionalen Raum zu bewegen und zu orientieren. Diese Fähigkeit „baut sich auf der Grundlage der haptischen, auditiven und visuellen Wahrnehmung der uns umgebenden räumlichen Umwelt auf, geht aber über diese Wahrnehmungen hinaus und hilft dem Individuum gleichzeitig damit zu einer weiter ausdifferenzierten Wahrnehmung“ (Rost, 1976, S. 34). Die Fähigkeiten zur Raumvorstellung bzw. zur Raumwahrnehmung sind nicht direkt beobachtbar, können aber aus Raumverhalten – Orientieren und Bewegen im Raum – sowie Analysen von Aufgabenlösungen ermittelt werden (Rost, 1976).

Gittler (1994, S. 105) definiert die Raumvorstellung als die Fähigkeit, „Gegenstände bzw. räumliche Gegebenheiten (also Größenverhältnisse, Distanzen, usw.) in unserer Vorstellung statisch und dynamisch „abzubilden““, also als „primär nicht-sprachliche Fähigkeit der mentalen Repräsentationen und Transformation räumlicher Gegebenheiten“.

In diesem Abschnitt wird zum besseren Verständnis zuerst ein Einblick gegeben, wo und wie die Fähigkeit zur Raumvorstellung in den allgemeinen Intelligenztheorien eingeordnet werden kann. In einem weiteren Abschnitt wird die Forschung zu Geschlechterdifferenzen in diesem Bereich genauer beleuchtet sowie die Relevanz der Raumvorstellung für den Alltag und deren Förderbarkeit evaluiert. Im letzten Teil dieses Abschnitts werden die zahlreichen Aspekte des Zusammenhangs zwischen Musik im Allgemeinen und Raumvorstellung detailliert analysiert.

2.1. Raumvorstellung als Faktor der menschlichen Intelligenz

Die Fähigkeit zur Raumvorstellung ist ein wesentliches Teilgebiet der menschlichen Intelligenz und somit vor dem Hintergrund der Theorien zur menschlichen Intelligenz zu betrachten.

Um einen umfassenden Einblick in den theoretischen Rahmen der Intelligenztheorien zu gewährleisten, soll zu Beginn die Zwei-Faktoren-Theorie nach Spearman (1904, zitiert nach Rost, 1976) erwähnt werden, in der der Begriff der Raumvorstellung erstmals

genannt wurde. Spearman stellte in seinen Untersuchungen mit Kindern fest, dass so etwas wie eine allgemeine Intelligenz (g) existieren musste, die bei allen Funktionen in unterschiedlichem Ausmaß aktiv ist, die sich an den Intellekt richten. Das Ausmaß der Ladungen von g in unterschiedlichen Tests analysierte Spearman mit Hilfe eines Vorläufers der Faktorenanalyse. Nach Spearman musste neben g noch ein weiterer Faktor für den Test bestimmend sein (darüber hinaus ein Fehleranteil). Er stellte fest, dass kognitive Leistungen fast immer positiv, allerdings nicht vollständig miteinander korrelierten. Daraus folgend ging er von einem Generalfaktor (g) aus, der ergänzt mit dem jeweiligen spezifischen Faktor (s) die Leistung im jeweiligen kognitiven Test bedingt. Bis heute ist immer wieder eine der Voraussetzungen für den Faktor g repliziert worden, nämlich dass alle kognitiven Leistungen positiv miteinander korrelieren. Das einfache Konzept dieser Theorie ist allgemein bekannt wie kein anderes. Dies zeigt sich allein in der Tatsache, dass gewöhnlich bei Tests zur Erfassung der Intelligenz neben den einzelnen Werten der Untertests auch ein Wert für die Gesamtintelligenz angeführt wird. Dieser Wert gibt die durchschnittliche Höhe des Intelligenzniveaus an und ist sehr breit, da er etwa die Hälfte der Varianz in den unterschiedlichsten kognitiven Aufgaben erklärt (Stemmler, Hagemann, Amelang, & Bartussek, 2011).

Mit Hilfe neuer Testverfahren konnte daraufhin gezeigt werden, dass g alleine nicht alle zwischen einzelnen Tests auftretenden Korrelationen erklären kann. Diese Tatsache machte die Annahme von weiteren Faktoren notwendig, worauf hierarchische Strukturmodelle entwickelt wurden. Innerhalb dieser Strukturmodelle werden die für den Test spezifischen Faktoren auf der untersten Ebene angenommen, darüber werden die „minor group factors“ und als noch allgemeinere Faktoren die „major group factors“ lokalisiert. Die oberste Ebene, also die Ebene mit dem höchsten Allgemeinheitsgrad, stellt der g-Faktor da. Mit aufsteigender Ebene organisieren die Faktoren stets mehr Untervariablen, die Korrelation mit der Verhaltensebene wird dabei niedriger (Stemmler, et al., 2011).

Als eine Weiterentwicklung oder auch als Gegenposition der Theorie nach Spearman postulierte Thurstone 1938 erstmals ein Strukturmodell, das die menschliche Intelligenz in mehrere einigermaßen unabhängige Faktoren aufteilte. Diese erst neun, nach weiteren Analysen mit Hilfe der multiplen Faktorenanalyse sieben Gruppenfaktoren (primary mental abilities) sind als gleichberechtigte Faktoren zu betrachten, die nebeneinander stehen, wobei ein Faktor nicht auf einem anderen aufbaut, wie es bei den oben beschriebenen Strukturmodellen der Fall ist. Diese Gruppenfaktoren sind in wechselnden

Gewichtungsverhältnissen am Lösen von Denkaufgaben, jedoch nie alle an derselben Aufgabe beteiligt (Stemmler, et al., 2011). Als primary mental abilities wurden mittels der multiplen Faktorenanalyse folgende Faktoren extrahiert (Rost, 1976):

- *Space (S): Raumvorstellung*
Dieser Faktor tritt als erster Faktor hervor und gilt als am besten fundiert. Er beinhaltet die Fähigkeit, zwei- und dreidimensionale Objekte mental zu verändern. Als zwei wesentliche Aspekte werden weiters die mentale Veranschaulichung und die Fähigkeit zum Erkennen räumlicher Lagebeziehungen beschrieben.
- *Number (N): Rechnerische Fertigkeiten*
Dieser Faktor beinhaltet die Geschwindigkeit und Präzision bei einfachen Rechenaufgaben und Rechenoperationen.
- *Verbal Comprehension (V): Sprachliche Intelligenz*
Hier werden Kenntnis und Bedeutung von Wörtern sowie deren richtige Verwendung im Gespräch subsumiert.
- *Word Fluency (W): Wortflüssigkeit*
Dieser Faktor kennzeichnet den quantitativen Wortschatz einer Person unabhängig des Verständnisses der Bedeutung der Worte.
- *Memory (M): Merkfähigkeit*
Dieser Faktor stellt das Behalten von paarweise gelernten Assoziationen, also mechanische Gedächtnisleistungen dar.
- *Reasoning (R): Schlussfolgerndes Denken*
Der Faktor Reasoning umfasst das logische Problemlösen unabhängig von bestimmten Materialien. Insbesondere werden hier die Facetten Deduktion (D), Induktion (I) sowie Reasoning (R, logisches Denken) vermutet.
- *Perceptual Speed (P): Wahrnehmungsgeschwindigkeit*
Unter der Wahrnehmungsgeschwindigkeit wird das rasche Erkennen von Details verstanden. Facetten stellen hier die Schnelligkeit des Gestaltschlusses (speed of closure) sowie die Umstrukturierung und Wandlung von Gestalt (flexibility of closure) dar.

Nach Thurstones Auffassung verbot die Existenz der unterschiedlichen Primärfaktoren das Berechnen eines allgemeinen Kennwerts für Intelligenz. Intelligenz sollte dagegen als

Profil der Primärfähigkeiten dargestellt werden. Kritisch zu betrachten ist, dass Thurstone eine sehr homogene Stichprobe in seine Analysen einbezog, worauf sich die Wahrscheinlichkeit, einen g-Faktor zu finden, verminderte (Stemmler, et al., 2011). Erwähnt werden sollte in diesem Bereich auch die Arbeit von Cattell, die als eine Synthese der Modelle von Spearman und Thurstone betrachtet werden kann. „Wie bei Spearman wird ein g-Faktor angenommen, dessen Existenz aus den interkorrelierten Primärfaktoren Thurstone'scher Prägung erschlossen wird“ (Stemmler, et al., 2011, S. 152). Die beiden ersten Faktoren der Analysen wurden als fluide und kristallisierte allgemeine Intelligenz interpretiert. Cattells Modell sieht zusätzlich noch Interessens- und Gedächtnisfaktoren vor (Stemmler, et al., 2011).

Das „Structure of Intellect“-Modell von Guilford stellt im Gegensatz zu den oben genannten Modellen die Struktur der Intelligenz in den Vordergrund. Auch hier werden mittels Faktorenanalyse einzelne Faktoren extrahiert, jedoch wendet Guilford eine andere Rotationsmethode – und diese hypothesenprüfend – an. Jede einzelne Fähigkeit ist in diesem Modell durch die jeweilige einzigartige Verbindung von einem bestimmten Inhalt (Art der Darbietung eines Materials, Eingangsseite), eines bestimmten Vorgangs (Operation) sowie eines bestimmten Produkts (Output) definiert (Guilford, 1972). Durch die Kombination der jeweiligen Subkategorien dieser drei Variablen ergeben sich 120 Faktoren, „denen unterschiedliche psychische Leistungsgesichtspunkte zuzurechnen wären. Jeder einzelne Informationsverarbeitungsprozess weist dem Modell zufolge die Qualitäten Inhalt, Operation und Produkt auf und kann dementsprechend einem der Zellen des Würfels zugeordnet werden“ (Stemmler, et al., 2011, S. 157). Das gesamte Modell ist in Form einer dreidimensionalen Matrix in Abb. 7 im Detail veranschaulicht. Die räumliche Vorstellung, also Bildliches, Figurales sowie konkret sinnlich wahrnehmbare Phänomene werden in diesem Modell unter dem Inhalt figural angenommen. Der heuristische Wert dieses Modells ist unbestritten, jedoch konnte die Unabhängigkeit der einzelnen Faktoren nicht nachgewiesen werden, was darauf hinweist, dass das Modell auf eine geringere Anzahl von Faktoren reduziert werden könnte (Stemmler, et al., 2011).

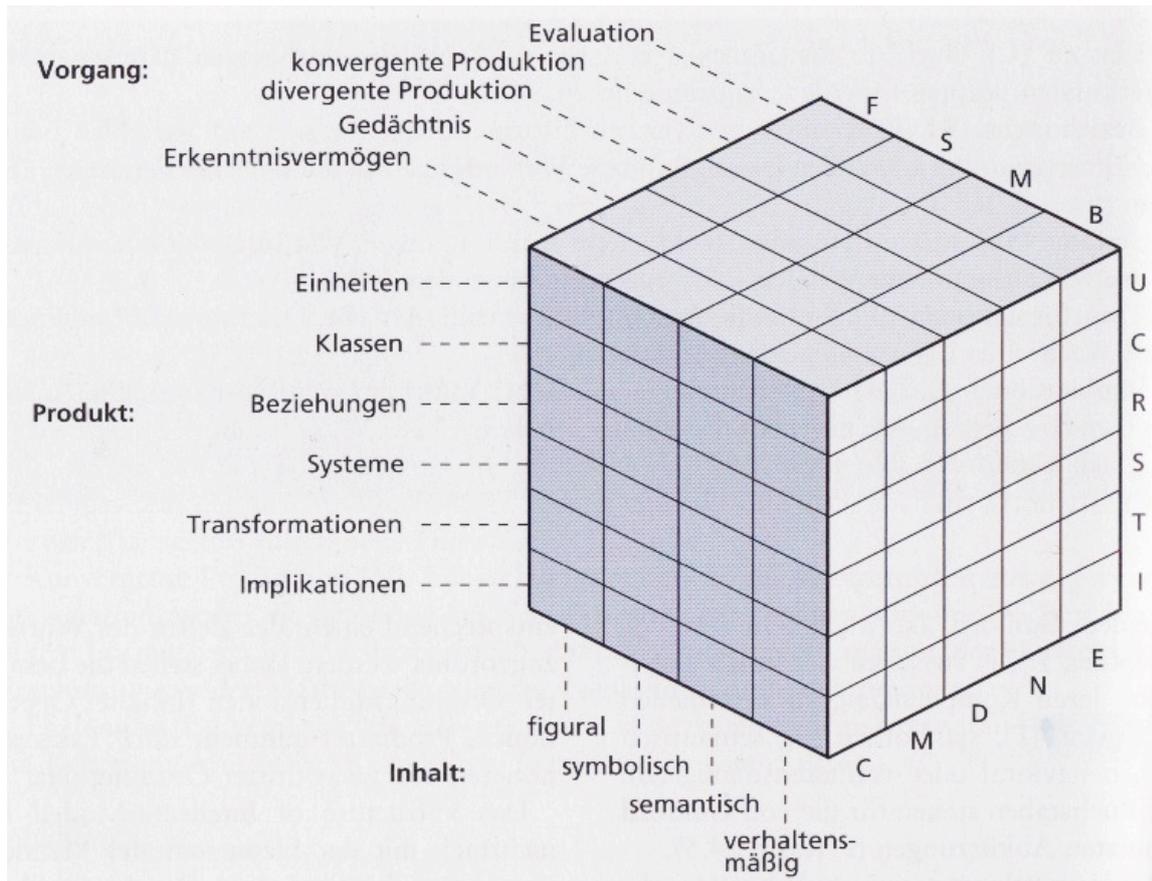


Abb. 7 „Structure of Intellect Modell“ von Guilford (aus Stemmler, et al., 2011)

Das Berliner-Intelligenz-Struktur-Modell von Jäger (1984; zitiert nach Stemmler et al., 2011) vereint Teile der Modelle von Spearman, Thurstone und Guilford. Im Gegensatz zu Guilfords Matrix enthalten die Zellen der bimodalen Matrix von Jäger keine Primärfaktoren, sondern Leistungen, die durch die Kombination von je zwei Faktoren – Operationen und Inhalte – bedingt werden. Aus den exploratorischen Faktorenanalysen Jägers in Kombination mit aktuellen Forschungsergebnissen ergaben sich vier generelle Leistungsklassen, die durch ihre operative Eigenschaft charakterisiert waren – also vier Faktoren für Operationen. In weiterer Folge resultierten erwartungsgemäß weitere drei Faktoren für Inhalte, also Kategorien für sprach-, zahlen- und anschauungsgebundenes Denken. Schließlich zeigte sich ein g-Faktor ohne Binnenstruktur, der dem Modell voransteht und nicht weiter differenzierbar ist. Das gesamte Modell ist in Abb. 8 dargestellt. Die Fähigkeit zur Raumvorstellung wird hier unter dem Inhaltsfaktor „figural-bildhaft“ subsumiert.

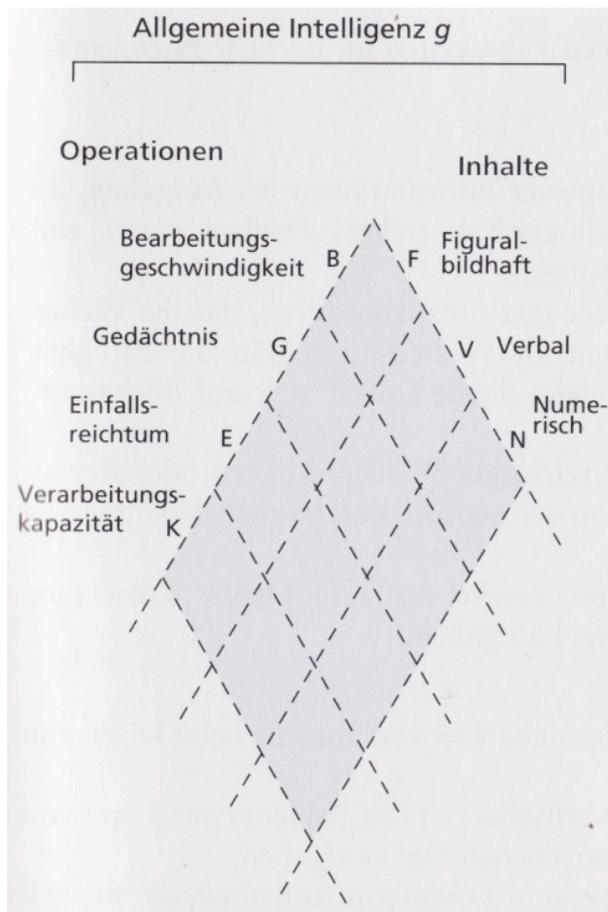


Abb. 8 Modell der Intelligenz nach Jäger (aus Stemmler, et al., 2011)

„Mit seinen Forschungsarbeiten konnte Jäger überzeugend demonstrieren, dass die Faktorenanalyse in Abhängigkeit von den eingehenden Variablen verschiedene Intelligenzstrukturmodelle unterstützen kann“ (Stemmler, et al., 2011, S. 159).

2.2. Strukturtheorien

Im vorigen Abschnitt wurde beschrieben, wie die Fähigkeit zur Raumvorstellung in den theoretischen Rahmen der Intelligenztheorien einzuordnen ist. In diesem Abschnitt soll im Folgenden ein Überblick über die aktuelle Forschung zu den einzelnen Teilaspekten der Raumvorstellung gegeben werden.

Die Fähigkeit zur Raumvorstellung stellt im Allgemeinen ein komplexes Konstrukt dar, das verschiedene psychologische Faktoren umfasst. Dieses Konstrukt gilt als bestuntersuchte Fähigkeit der menschlichen Intelligenz. Bis heute herrscht jedoch Uneinigkeit über eine einheitliche und hinreichende Definition. Ebenso bieten die aktuellen Forschungsergebnisse kein einstimmiges Bild hinsichtlich der einzelnen Teilkomponenten der räumlichen Vorstellung.

In der aktuellen Literatur sind ein- bis mehrfaktorielle Strukturtheorien zu finden. Einigkeit herrscht also darüber, dass einzelne Teilfähigkeiten existieren und dass diese Teilfähigkeiten einen unterschiedlichen Generalitätsgrad aufweisen. Welche und wie viele Subfaktoren ausreichend sind, um Raumvorstellungsfähigkeit adäquat abzubilden, ist jedoch nach wie vor nicht ausreichend geklärt (Gittler & Arendasy, 2003). Im Folgenden sollen drei Beispiele derartiger Strukturtheorien mit drei Subfaktoren genauer dargestellt werden.

Thurstones Drei-Faktoren-Hypothese (1949, 1950; zitiert nach Grußing, 2002) besitzt bis heute Relevanz. Er teilt das räumliche Vorstellungsvermögen in

- *Visualization (Veranschaulichung)*
- *Spatial Relations (räumliche Beziehungen)*
- *Spatial Orientation (räumliche Orientierung)*

Auch Michael et. al (1957, zitiert nach Rost, 1976) unterscheiden drei verschiedene Faktoren:

- *Spatial Relations and Orientation:*

Der erste Faktor bezeichnet die Fähigkeit, die Art der Anordnung von Elementen in Bezug auf den eigenen Körper als Referenzrahmen zu verstehen.

- *Visualization:*

Dieser Faktor bezeichnet die Fähigkeit, visuelle Objekte mental zu manipulieren bzw. eine veränderte Position desselben Objekts zu erkennen.

- *Kinesthetic Imagery:*

Unter diesem Faktor wird die Fähigkeit subsummiert, Unterscheidungen zwischen rechts und links zu treffen.

Schließlich soll noch eine viel zitierte Metaanalyse von Linn und Petersen (1985) erwähnt werden. Die Autoren beschreiben folgende Subkategorien:

- *Spatial Perception (räumliche Wahrnehmung):*

Dies ist die Fähigkeit, trotz ablenkender Informationen räumliche Beziehungen in Bezug zum eigenen Körper erfassen zu können. Ein Beispiel für ein Testverfahren, das eine derartige Fähigkeit misst, ist in Abb. 9 zur Veranschaulichung dargestellt.

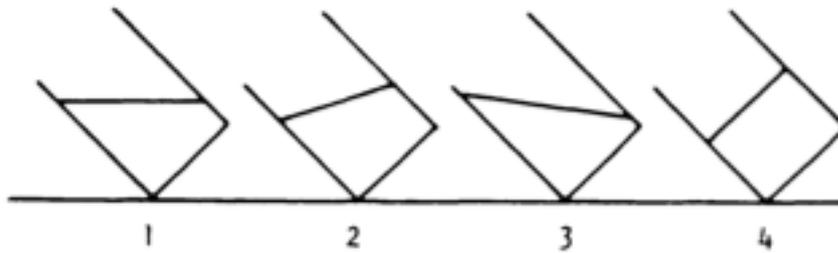


Abb. 9 Item für räumliche Wahrnehmung: Die Aufgabe hier ist es, herauszufinden, welches dieser Gefäße eine horizontale Wasseroberfläche hat (aus Linn & Petersen, 1985).

- *Mental Rotation (mentale Rotation):*

Diese Subkategorie bezeichnet die Fähigkeit, eine zwei- oder dreidimensionale Figur mental zu drehen. Eine typische Aufgabenstellung, um diese Subkategorie zu erfassen, stellen die von Vandenberg und Kuse (1978) modifizierten Aufgaben des Shepard-Metzler Mental Rotation Tests dar (Abb. 10).

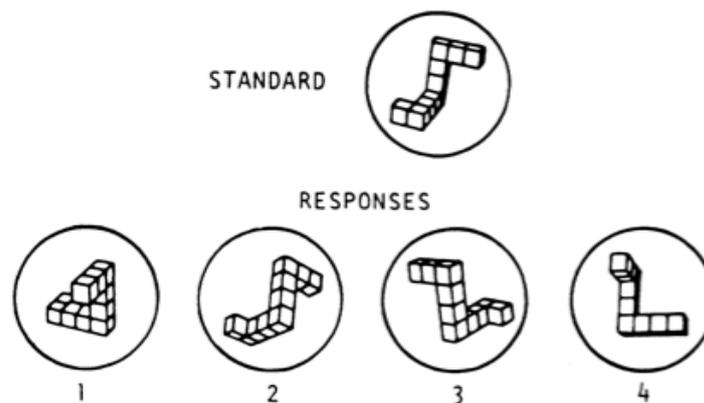


Abb. 10 Item zur Erfassung der Subkategorie Mental Rotation (aus Linn & Petersen, 1985)

- *Spatial Visualization (räumliche Visualisierung oder Veranschaulichung):*

Die dritte Subkategorie bezeichnet die Fähigkeit, räumlich dargebotene Informationen zu manipulieren. Die Lösung entsprechender Aufgaben kann Prozesse beinhalten, die bei den anderen Subkategorien gebraucht werden, allerdings können bei Aufgaben zur räumlichen Visualisierung mehrere Lösungsstrategien angewandt werden. Eine Aufgabenstellung, um diese Subkategorie zu erfassen, ist in Abb. 11 dargestellt.

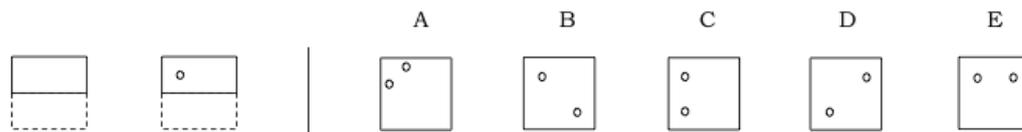


Abb. 11 Item zur Erfassung der Subkategorie räumliche Visualisierung (aus: <http://www.cs.otago.ac.nz/brace/resources/Paper%20Folding%20Test%20Vz-2-BRACE%20Version%2007.pdf>, Zugriff am 8.3.12)

In den letzten Jahrzehnten wurden mit Hilfe der klassischen Testtheorie unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Faktorenidentifikation gefunden. Diese unklare Datenlage kann auf die methodischen Probleme der Faktorenanalyse, dem hier verwendeten Analyseverfahren, zurückzuführen sein. Der relevante und entscheidende Kritikpunkt besteht in der Stichprobenabhängigkeit der Ergebnisse. Diese sind von den Verteilungseigenschaften der jeweiligen Variablen in der Personenstichprobe abhängig und können somit nicht verallgemeinert werden (Gittler & Arendasy, 2003).

Aus diesen Unklarheiten ergeben sich in weiterer Folge Konsequenzen für die Erstellung von Messverfahren, welche Raumvorstellungsleistungen erfassen sollen. Einerseits ist es noch nicht geklärt, welche Aufgabentypen Raumvorstellung valide abbilden, andererseits ist ebenfalls unklar, welche Aufgabenstellungen über verschiedene Personen dieselbe latente Dimension messen. Erst mit der Eindimensionalität der Aufgaben aber kann die Validität evaluiert werden. Um die Eindimensionalität zu untersuchen, steht im Rahmen der Item-Response-Theory (IRT) das dichotome logistische Modell von Rasch (Molenaar, 1994) zur Verfügung (Gittler & Arendasy, 2003). Hiermit können in weiterer Folge auch eindimensionale Tests erstellt werden, was eine Basis für weitere Schlussfolgerungen bezüglich der einzelnen Dimensionen der Raumvorstellungsfähigkeit darstellt.

2.3. Geschlechtsspezifische Differenzen

Dieser Abschnitt soll einen kurzen Einblick in die umfangreiche Forschung zu geschlechtsspezifischen Differenzen geben. Die Forschung bezüglich Geschlechtsunterschieden in der allgemeinen Intelligenzstruktur entspringt einer langen Forschungstradition. Wechsler (1944, zitiert nach Stemmler, et al., 2011) etwa vertrat die Ansicht, dass in den damals gängigen Tests zur Messung der allgemeinen Intelligenz keine bemerkenswerten Geschlechtsunterschiede auftraten.

Neuere Befunde zeigen demgegenüber ein etwas differenzierteres Bild. In einer

aufgrund ihrer hohen Repräsentativität viel zitierten Metaanalyse von Nyborg (2005) zeigte sich, dass Knaben über einen durchschnittlich höheren IQ als Mädchen verfügen. Zusätzlich zeigte sich in dieser Stichprobe, dass die Knaben eine größere Varianz aufweisen.

Weitere Befunde weisen darauf hin, dass in spezifischen Funktionsbereichen der Intelligenz systematische Geschlechtsunterschiede bestehen. In einer umfangreichen Übersichtsarbeit trug Hyde (2005) die Ergebnisse aus verschiedenen Metaanalysen zusammen, wobei sich folgender eindeutiger Trend abzeichnete: Weibliche Probanden zeigen sich im verbalen Bereich leistungsfähiger als männliche Probanden. Letztere zeigten tendenziell eine höhere Leistungsfähigkeit im räumlichen Vorstellen und im naturwissenschaftlichen Bereich.

Linn und Petersen (1985) analysierten die von ihnen definierten Subdimensionen (vgl. Abschnitt 2.2) von räumlicher Vorstellungsfähigkeit einzeln und kamen zu dem Ergebnis, dass Männer in zwei dieser Subdimensionen tendenziell bessere Leistungen erzielten, wobei die Effektgröße im Bereich räumliche Visualisierung kaum vorhanden und bei mentaler Rotation am größten war. Weiters zeigte sich in ihrer Metaanalyse, dass diese Unterschiede bereits im Alter von 8 Jahren auftreten sowie im Laufe des Lebens erhalten bleiben.

Als Ursache für die beschriebenen Geschlechtsunterschiede werden unterschiedliche kognitive Strategien (Linn & Petersen, 1985), soziale (Stemmler, et al., 2011) sowie biologische Faktoren (McGee, 1979) genannt. Auch hier sind weitere Analysen diesbezüglich nötig, um verlässliche Schlussfolgerungen möglich zu machen.

2.4. Relevanz von Raumvorstellung

Im Alltag treten unzählige Situationen auf, in denen Personen mit Fähigkeiten zur Raumvorstellung konfrontiert werden, wobei diese in nicht unbeträchtlichem Ausmaß zur Bewältigung dieser Situationen beitragen. Raumvorstellung läuft jedoch meist unbewusst ab, weshalb entsprechenden kognitiven Prozessen im Allgemeinen wenig Aufmerksamkeit zukommt (Maier, 1999). Im folgenden Abschnitt soll eine Übersicht über die Bereiche gegeben werden, in denen die Raumvorstellung von hoher praktischer Relevanz ist. Da diese Bereiche überaus breit gestreut sind, ist eine ausschöpfende Darstellung allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich.

Schon im schulischen Bereich ist der Erwerb räumlichen Vorstellungsvermögens von

großer Bedeutung. Vor allem in Mathematik und Geometrie werden derartige Fähigkeiten benötigt. Beim Erwerb algebraischer Rechenoperationen werden häufig visuelle Vorstellungshilfen für ein besseres Verständnis herangezogen. Auch im Teilgebiet der Geometrie ist Raumvorstellung für das Verstehen und Lösen entsprechender Aufgabenstellungen erforderlich. Hier sind hauptsächlich die Teilaspekte mentale Rotation sowie räumliche Beziehungen essentiell. Ebenso sind in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Physik sowie Chemie Fähigkeiten zur räumlichen Vorstellung etwa zum Nachvollziehen des Aufbaus von Atomen oder Zellen sowie zum Verständnis von Kräfteinwirkungen notwendig. Auch im Unterrichtsfach Geometrie beispielsweise ist das präzise Lesen von Landkarten oder das Verständnis von Höhenschichtmodellen wichtig, wofür Raumvorstellungsleistungen gebraucht werden (Maier, 1999).

In zahlreichen Berufsbeschreibungen werden heute Fähigkeiten zur Raumvorstellung gefordert (siehe u. a. <http://www.berufslexikon.at/>). Beispielsweise sind hier Architekten, Wissenschaftler der Naturwissenschaften wie etwa Physiker, Biologen, Chemiker, Mathematiker, handwerkliche Berufe wie Tischler oder Maurer, kreative Berufe wie Designer oder Innenausstatter sowie Ärzte zu erwähnen. Dementsprechende Fähigkeiten werden bereits in den jeweiligen Berufsausbildungen benötigt und gefördert.

Auch im privaten Bereich sind Fähigkeiten zur Raumvorstellung essentiell. Hier sind etwa alltägliche Tätigkeiten wie Kleidung anziehen (z. B. Schuhbänder schnüren, Krawattenknoten binden), Auto fahren, Gegenstände schlichten, sportliche Aktivitäten (hier besonders z. B. Ballspiele), Basteln, Computerspiele oder andere Spiele (etwa Puzzles oder Konstruktionsspiele) zu nennen.

Der naheliegendste Bereich, in dem gute Raumvorstellung von zentraler Bedeutung ist, und zwar vor allem in Anbetracht der heutigen Mobilität, ist das Orientieren sowie das Verständnis von Landkarten. Seiler (1988, zitiert nach Winkler, 2007) beschreibt beim Lesen von Landkarten zwei kognitive Anforderungen:

- *Orientieren:*
Bezeichnet den Vergleich der Landkarte mit der Realität und umgekehrt (Kartenlesen).
- *Planen, Bewerten und Auswählen:*
Dabei werden Handlungsalternativen von der aktuellen Position zur Zielposition gesucht (*Routenwahl*)

Wie aus diesem Abschnitt ersichtlich ist, sind Raumvorstellungsfähigkeiten in

zahlreichen Bereichen des alltäglichen Lebens von zentraler Bedeutung. Wie diese Fähigkeiten gefördert werden können, wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

2.5. Förderung von Raumvorstellung

Bezüglich der Förderung von Raumvorstellung gilt das Interesse der Frage, ob bzw. in welchem Ausmaß Raumvorstellung generell trainiert werden kann. Nach Maier (1999) sind sämtliche kognitiven Fähigkeiten trainierbar, folglich auch die Fähigkeiten zur Raumvorstellung. Eine weitere Frage betrifft die Inhalte einer Fördermaßnahme. Hier unterscheidet Souvignier (2000, S. 45)

zwischen direkt schulischen bzw. praktisch relevanten Inhalten wie darstellender Geometrie sowie einem allgemeinen Training räumlicher Fähigkeiten durch Übung im Umgang mit räumlichen Anforderungen. [...]. Das Feld solcher allgemeinen Förderungen reicht dabei von der Erfassung raumvorstellungsbezogener Freizeitaktivitäten bis zum Üben mit Aufgaben, wie sie in psychologischen Tests verwendet werden.

Analog zu den hier definierten Trainingsinhalten können auf Seiten der Evaluationskriterien Verfahren, die Fähigkeiten in Darstellender Geometrie oder Technischem Zeichnen erfassen, von psychometrischen Tests räumlicher Fähigkeiten unterschieden werden (Souvignier, 2000). Hinsichtlich Förderungen mit Hilfe psychologischer Testbeispiele schlossen Lohman und Nichols (1990), dass Fähigkeiten zur Raumvorstellung förderbar sind, allerdings mit Einschränkungen. So konnten die größten Leistungszuwächse bei Speed-Tests mit einfachem Aufgabenmaterial gezeigt werden, wobei im Gegensatz dazu kaum ein Lerneffekt bei schwierigeren Aufgabenstellungen ohne Zeitlimit festgestellt werden konnte. Dieser Trainingseffekt wird durch einen Erfahrungszuwachs und damit einhergehend durch einen Zuwachs der deklarativen Wissensbasis erreicht (Lohman & Nichols, 1990).

Nach Souvignier (2000) hängen die Effekte eines Trainings im Bereich der Darstellenden Geometrie und des Technischen Zeichnens davon ab, welche konkreten Instruktionen und Trainingsinhalte eingesetzt werden. Indirekte Trainingsmaßnahmen, wie etwa technische Lehrgänge, zeigen wenig Wirksamkeit, wo hingegen handlungsorientierte Fördermaßnahmen mit konkreten Modellen positive Effekte lieferten.

Bei der Übung im Umgang mit räumlichen Anforderungen ist eine Unterscheidung zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen sinnvoll (Lohmann, 1988, zitiert nach

Souvignier, 2000). Deklaratives Wissen kann durch wiederholten Umgang mit gleichartigem Aufgabenmaterial gefördert werden. Eine Förderung prozeduralen Wissens kann hingegen durch den Erwerb, der Flexibilisierung sowie Automatisierung von Regeln beim Umgang mit räumlichen Aufgaben erlangt werden. Nach Souvignier (2000) lassen sich methodische Ansätze in diesem Bereich in drei Gruppen aufteilen:

- Die einfachste Form der Förderung wird durch alltägliche Erfahrungen, wie etwa Spielverhalten oder andere Aktivitäten, erreicht. Diesbezüglich werden in korrelativen Studien Fragebögen zur retrospektiven Erfassung dieser Aktivitäten angewandt.
- Bei Untersuchungen zur Förderung deklarativen Wissens steht die Übung von Aufgaben psychometrischer Tests im Mittelpunkt. In derartigen Studien werden quantitative und qualitative Veränderungen über die Zeit erhoben.
- Als Kombination dieser beiden Ansätze können Trainingsuntersuchungen gesehen werden. Hier werden gezielt alltagsnahe Erfahrungen im Umgang mit räumlichen Anforderungen vermittelt. Aufgrund des Designs dieser Interventionsstudien sind hier kausale Aussagen möglich.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Fähigkeiten zur Raumvorstellung durch zahlreiche Methoden förderbar sind. Am erfolgversprechendsten sind dabei handlungsorientierte Maßnahmen, die Instruktionen, Übungsbeispiele sowie Feedback beinhalten (Souvignier, 2000).

Allgemein ist allerdings anzumerken, dass die oft berichteten Leistungssteigerungen nach Fördermaßnahmen in Studien zu finden sind, in denen zwischen dem Prä- und Posttest lediglich eine kurze, auf das Posttestmaterial abgestimmte Übungsphase stattfand. Diese Leistungssteigerungen weisen auf einen „trivialen Lerntransfer“ hin – also ein Transfer, der sich auf ähnliche Aufgabenmaterialien bezieht.

Schlussendlich sei noch eine aufwendige Studie von Gittler (1994) erwähnt, der die Wirkung des Unterrichts in Darstellender Geometrie (DG) als nichttriviale Fördermaßnahme auf die Raumvorstellungsfähigkeit von Schülern mittels des Dreidimensionalen Würfeltests (Gittler, 1990) untersuchte. Es konnte ein signifikanter Effekt des DG-Unterrichts auf die Raumvorstellung gefunden werden, wobei sich die Leistungssteigerung bei den Schülerinnen am deutlichsten zeigte.

2.6. Raumvorstellung und Musik

Die Tatsache, dass Raumvorstellung und Musik zusammenhängen, wurde in zahlreichen Forschungsarbeiten eindrucksvoll dargestellt. In diesem Abschnitt soll konkret auf einzelne Aspekte dieses Zusammenhangs eingegangen werden. Erst werden biologisch fundierte Zusammenhänge aufgezeigt, darauf folgend wird der wohl bekannteste und umstrittenste Effekt in diesem Forschungsbereich – der „Mozart-Effekt“ – diskutiert. Schlussendlich wird noch auf den Zusammenhang von Raumvorstellung und dem Ausüben eines Musikinstruments eingegangen.

2.6.1. Lateralisierung

Unter cerebraler Asymmetrie oder funktioneller Lateralisierung wird die Tatsache verstanden, „dass die Funktionstüchtigkeit der beiden neokortikalen Hemisphären für die Steuerung von unterschiedlichen Verhaltensweisen und psychischen Funktionen verschieden ist“ (Birbaumer & Schmidt, 2006). Obwohl bei den meisten komplexeren Funktionsweisen beide Hemisphären zusammenarbeiten, gibt es bestimmte Bereiche, bei denen eine Hemisphäre stärker beteiligt ist – also gewissermaßen eine dominante Rolle übernimmt – als die jeweils andere. Die Unterschiede sind dabei allerdings niemals absolut. Als Beispiele für Bereiche, in denen die linke Hemisphäre überlegen ist, sind etwa die Sprachfunktionen (Birbaumer & Schmidt, 2006) oder innerhalb der Gedächtnisfunktionen die Interpretation von Erinnerungen (z. B. Pinel, 2007). Die Bereiche, in denen dagegen eine rechtshemisphärische Überlegenheit am besten belegt werden konnten, sind das Erleben von Emotionen (Bowers, Bauer, Coslett, & Heilman, 1985), die Wahrnehmung von Musik (Kimura, 2011) und die Fähigkeiten zur Raumvorstellung (Levy, 1969). Es wurden weiters Hinweise gefunden, dass bereits Neugeborene eine linkshemisphärische Verarbeitung akustischer Signale bevorzugen, woraus geschlossen wird, dass die Anlage zur Sprachfunktion links angeboren ist (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Es besteht Übereinstimmung darüber, dass die bei ca. 75 % der Erdbevölkerung anzutreffende Bevorzugung der rechten Hand mit dem aufrechten Gang des Menschen zu tun hat. Die Präferenz für die rechte Körperseite ist bei der Geburt bereits vorhanden. Dabei entwickelt sich eine stabile rechte Handpräferenz später in der Entwicklung als die überlegene Fähigkeit der rechten Hemisphäre für die Verarbeitung visuell-räumlichen Aufgaben. Die Lateralisierung der visuell-räumlichen Funktionen in der

rechten Hemisphäre könnte durch die bevorzugte Aktivierung der fetalen linken Vestibularorgane und damit der rechten Hemisphäre während der Schwangerschaft entstehen (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Da also für die Verarbeitung von Musik und die Fähigkeiten zur Raumvorstellung eher die rechte Hemisphäre verantwortlich ist, gehen einige theoretische Überlegungen davon aus, dass diese beiden Bereiche zusammenhängen. Weiters konnte mittels bildgebender Verfahren festgestellt werden, dass einige Areale im Gehirn, wie etwa präfrontale und temporale Areale des Cortex sowie der Precuneus, sowohl bei der Verarbeitung von Musik als auch bei der Bearbeitung von Aufgaben zur räumlichen Vorstellung aktiv sind (Jenkins, 2001). Diese Ergebnisse deuteten darauf hin, dass das Hören von Musik eine Aktivierung dieser Areale bewirken könnte, die auch für räumliches Schlussfolgern verantwortlich sind.

Allgemein ist hier anzumerken, dass eine strikte Aufteilung etwa der Sprachverarbeitung als Aufgabe der linken Hemisphäre und Musikverarbeitung als Aufgabe der rechten Hemisphäre nach neueren Untersuchungen nicht eindeutig ist. Es konnte gezeigt werden, dass erfahrungsabhängig unterschiedliche Hirngebiete an der Verarbeitung unterschiedlicher Aspekte von Musik beteiligt sind (Jäncke, 2008). Details zu diesem Phänomen sind in Abschnitt 2.6.3 angeführt.

2.6.2. Der Mozart-Effekt

Die wohl bekannteste und ebenso umstrittenste Arbeit zum Zusammenhang von Raumvorstellung und Musik stammt von Rauscher, Shaw und Ky (1993) und wurde unter dem Begriff „Mozart-Effekt“ bekannt. Die Stichprobe in ihrer Untersuchung bestand aus 36 Studenten, die an den folgenden der Bedingungen teilnahmen:

1. 10 Minuten Hören der Sonate für zwei Klaviere in D-Dur von Wolfgang A. Mozart (KV 448)
2. 10 Minuten Hören von Entspannungsinstruktionen mit dem Ziel, den Blutdruck zu senken
3. 10 Minuten Stille

Unmittelbar nach jeder dieser Bedingungen wurde den Versuchsteilnehmern einer von drei Tests zur Erfassung abstrakten Schlussfolgerns – Pattern Analysis Test, Matrices Test oder Paper Folding und Cutting Test – der Stanford-Binet Intelligenzskala (Thorndike,

Hagen, & Sattler, 1986) vorgegeben. Laut den Autoren sind diese Tests als gleichwertige Messinstrumente anzunehmen, weshalb diese alternativ angewandt wurden (Rauscher, et al., 1993). Die Ergebnisse der Studie sind in Abb. 12 dargestellt. Hier zeigt sich, dass die Studenten nach der ersten Versuchsbedingung (Hören von Mozart-Musik) signifikant bessere Leistungen erzielen konnten als nach den anderen Bedingungen. Dieser Effekt zeigte sich allerdings als temporär und hielt nicht länger als jene 10-15 Minuten an, die die Versuchsteilnehmer zum Absolvieren der Aufgaben benötigten. Kritisch angemerkt werden muss dabei, dass zahlreiche Details fehlen, die zu einer Bewertung der Befunde beitragen können. So fehlen etwa Hinweise auf Alter und Geschlecht der Studienteilnehmer, deren grundlegende kognitive Fähigkeiten sowie auf deren musikalische Vorerfahrung und auf deren musikalische Vorlieben. Ebenso ist aus dieser Publikation nicht ersichtlich, ob eventuelle Reihenfolgeneffekte der Versuchsbedingungen kontrolliert wurden (Jäncke, 2008).

Unter dem Begriff Mozart-Effekt wird demnach ein kurzzeitig positiver Einfluss passiven Hörens von 10 Minuten Musik von W. A. Mozart – genauer der Sonate KV 448 – auf verschiedene kognitive Leistungen verstanden (Jäncke, 2008).

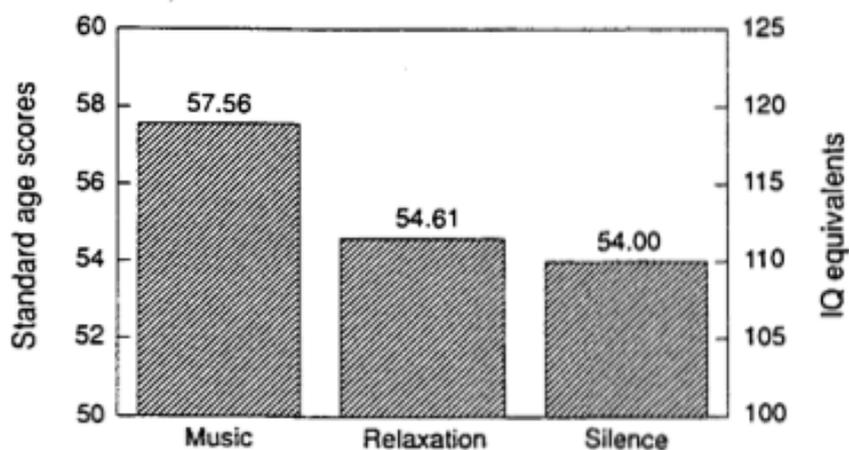


Abb. 12 Ergebnisse der Studie von Rauscher et al. (1993)

Die Ergebnisse der Studie von Rauscher et al. (1993) lösten ein breites Echo in der wissenschaftlichen Gemeinschaft sowie in den Medien aus. Zahlreiche Forscherteams versuchten, die Ergebnisse zu replizieren, was zu ambivalenten Ergebnissen und in weiterer Folge zu einer beachtlichen wissenschaftlichen Diskussion führte. In einigen Studien konnten analog Verbesserungen der Fähigkeit zur Raumvorstellung durch das

Hören von Mozart-Musik erzielt werden (z. B. Hetland, 2000b), in anderen Studien konnten keine Verbesserungen beobachtet werden (z. B. McCutcheon, 2000; McKelvie & Low, 2002). Steele, Bass und Crook (1999) versuchten in einer Multi-Center-Studie die Studie von Rauscher et al. (1993) mit dem exakt gleichen Versuchsdesign nachzubilden, was zu keiner Replikation des Mozart-Effekts führte. Diese unklare Datenlage führen Rauscher und Shaw (1998) auf unterschiedliche Messinstrumente, die Art der Testvorgabe, das Design der Kontrollbedingungen, die Zusammensetzung der Stichprobe sowie auf die Auswahl der Musik zurück. Die Autoren konnten in einer späteren Untersuchung (Rauscher, Shaw, & Ky, 1995) die Ergebnisse mit einer ähnlichen Versuchsanordnung replizieren. Allgemein muss dazu angemerkt werden, dass der Mozart-Effekt in den Labors von Rauscher und Kollegen signifikant größer ausfiel als in anderen Labors.

Auch einige Metaanalysen wurden zu diesem Thema verfasst. Die umfangreichste Metaanalyse zum Mozart-Effekt wurde von Pietschnig, Voracek und Formann (2010) durchgeführt. Sie bezogen 39 teils publizierte, teils unpublizierte Studien in ihre Analysen mit ein und kamen zu dem Ergebnis, dass es nur wenige Hinweise auf einen spezifischen Mozart-Effekt gibt. Die Ergebnisse zeigen zwar einerseits, dass das Hören der Mozart-Sonate (KV 448) im Vergleich zu keiner Musik einen positiven Effekt auf die Raumvorstellung hat, sie zeigen andererseits, dass diese Effekte jedoch eher klein sind. Weiters hat das Hören anderer Musik im Vergleich zum Hören keiner Musik einen positiven Effekt derselben Größenordnung.

Chabris (1999) kam in seiner Metaanalyse zu ähnlichen Ergebnissen. Er fand einen kleinen positiven Effekt von Mozart-Musik auf den Subfaktor „spatial-temporal processing“ und einen Effekt nahe Null für „abstract reasoning“.

In der aktuellen Literatur sind drei Erklärungsansätze für den Mozart-Effekt zu finden. Die Autoren des Mozart-Effekts führen als Basis für ihre Arbeit das „Trion-Modell“ (Leng, Shaw, & Wright, 1990) an. Nach diesem Modell kann die unterschiedliche Feuerungsrate verschiedener kortikaler Neuronen – also das Aktivitätsmuster der Trionen – entweder analytisch oder kreativ sein. Sowohl beim Hören von Musik als auch beim Lösen von Aufgaben zur räumlichen Vorstellung wird das analytische Muster aktiviert. Demzufolge aktiviert das Hören von Mozart-Musik dieselben neuronalen Bahnen, die auch für die Lösung von Raumvorstellungsaufgaben benötigt werden, was in weiterer Folge zu besseren Leistungen in entsprechenden Tests führe (Jansen-Osmann, 2006).

Ein alternativer Erklärungsansatz könnte eine Leistungsverbesserung auf Grund eines

bevorzugten Stimulus sein. Nantais und Schellenberg (1999) fanden in ihrem ersten Experiment, dass nach dem Hören von Mozart- oder Schubert-Musik die Raumvorstellungs-Leistungen sich besser zeigten als nach Stille. Dies weist nach den Autoren darauf hin, dass für die Probanden angenehme Musikstücke deren Leistungen verbessern würden. In ihrer zweiten Studie, in der sie an Stelle von Stille eine Geschichte hören ließen, zeigte sich, dass sich die Leistungen der Personen in der veränderten Kontrollbedingung verbesserten – vorausgesetzt sie bevorzugten die Bedingung, der sie zugeordnet waren. Auch Chabris (1999) erklärt die vorübergehende Leistungssteigerung mit dem „Enjoyment-Arousal-Effekt“.

Als dritte Erklärung kann schließlich die „Arousal and Mood“-Erklärung von Thompson, Schellenberg und Hussain (2001) herangezogen werden. Sie verglichen die Leistungen in einem Raumvorstellungstest sowie das Ausmaß der Aktivierung und die Stimmung nach dem Hören der Mozart-Sonate (KV 448) und nach dem Hören von Albinonis Adagio in G-Moll – einem langsamen und „traurigen“ Musikstück. In einer dritten Bedingung waren die Versuchspersonen Stille ausgesetzt. Die Ergebnisse zeigten verbesserte Leistungen nach der Mozart-Musik als nach Stille, aber keine Verbesserungen nach dem Hören des Stücks von Albinoni im Vergleich zu Stille. Weiters zeigte sich, dass die Versuchspersonen nach der Mozart-Musik besser gelaunt und mehr aktiviert waren als die Personen, die Albinoni hörten. Die Autoren schließen daraus, dass der Mozart-Effekt durch die Stimmung bzw. das Level an Aktivierung erklärt werden kann (Thompson, et al., 2001). Auch Pietschnig et al. (2010) ziehen das unterschiedliche Ausmaß der Aktivierung durch verschiedene Musikstücke als Grund für eventuelle Leistungsunterschiede in Betracht. Gittler und Fischer (2011) vermuten analog eine Entspannungswirkung als Basis für die gefundenen Leistungssteigerungen nach Mozart-Musik.

Hughes und Fino (2000) untersuchten den Mozart-Effekt aus einer gänzlich anderen Perspektive. Die Autoren wollten in ihrer Studie die speziellen Aspekte der Musik von Mozart identifizieren, die den Mozart-Effekt erklären könnten. Dazu untersuchten sie 81 Werke Mozarts im Vergleich zu 67 Werken J. C. Bachs, 67 Werken J. S. Bachs, 39 Werke Chopins sowie 148 Werke 55 anderer Komponisten mittels Computer-Analyse. Im Zuge der Analysen fanden die Autoren ein Phänomen, das sie „Langzeit-Periodizität“ nennen und bei Mozart sowie bei den Werken der beiden Bachs signifikant öfter vorkommt. „Langzeit-Periodizität“ meint dabei Muster in der Melodie, die sich in kurzen Abständen wiederholen. Die Schlussfolgerung ist, dass dieses Phänomen den speziellen Aspekt der Mozart-Musik ausmacht, der für den Mozart-Effekt verantwortlich ist. Die Autoren

vermuten einen Zusammenhang zwischen diesen „Langzeit-Periodizitäten“ und der Kodierung im Gehirn (Hughes & Fino, 2000).

Aktuell läuft ein Projekt am Allgemeinen Krankenhaus (AKH) Wien unter der Leitung von K. F. Laczika, in dem die Wirkung der Musik Mozarts auf den menschlichen Körper im Allgemeinen genau untersucht werden soll. Laczika hat dazu die Atmung sowie die Herzfrequenzvariabilität der Wiener Philharmoniker und des Publikums während eines Mozart-Konzerts gemessen und wird diese Daten mit der Partitur des Konzerts vergleichen (http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20120215_OT0191/palliativmedizin-an-der-meduni-wien-die-lebensqualitaet-verbessern-auch-mit-musik, Zugriff am 5.3.12). Die genauen Ergebnisse dieser Forschungsarbeit liegen laut Auskunft des Studienautors zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit noch nicht vor (persönliche Mitteilung vom 6.3.2012).

Zusammenfassend lässt die aktuelle Datenlage darauf schließen, dass es wenige Hinweise für den Mozart-Effekt im Speziellen gibt (Pietschnig, et al., 2010). Sobald derartige Effekte vorliegen, treten diese stets in Bezug auf Ruhe- oder Entspannungsbedingungen auf. Es zeigte sich, dass die Effekte auch bei anderer Musik bzw. bei anderen bevorzugten Stimuli zu finden sind, was sich als einigermaßen stabil erwiesen hat. Das ursprünglich von Leng et al. (1990) postulierte Trionen-Modell konnte bisher in diversen neurologischen Studien nicht nachgewiesen werden (Jäncke, 2008). Mögliche Publication-Bias tragen weiters zu der Diskussion bei.

2.6.3. Raumvorstellung und Musiktraining

Im oberen Abschnitt wurde darüber berichtet, welche Effekte das passive Hören von Musik auf die Raumvorstellung haben kann. Ein weiteres Forschungsfeld zum Zusammenhang zwischen Raumvorstellung und Musik beschäftigt sich mit der Beziehung zwischen Musiktraining – also dem aktiven Ausüben eines Musikinstruments – und kognitiven Fähigkeiten. Im Zentrum steht die Frage, ob nach dem Ausüben eines Instruments Transfereffekte auf musikferne Fähigkeitsbereiche oder bzw. und musiknahe Fähigkeitsbereiche zu rechnen ist. Foregaread et al. (2008) definieren als musiknahe Fähigkeitsbereiche etwa feinmotorische oder auditive Fähigkeiten. Als musikferne Fähigkeiten werden etwa räumliches Vorstellungsvermögen, verbale und mathematische Fähigkeiten sowie nonverbales Schlussfolgern genannt.

Starke Verbesserungen kognitiver Fähigkeiten konnten in zahlreichen Studien bei

Kindern beobachtet werden (z. B. Hetland, 2000a; Rauscher & Hinton, 2011). Besonders, wenn der Musikunterricht vor dem Alter von sieben Jahren begonnen hat, wurden diese Effekte deutlich (Rauscher & Hinton, 2011). Hetland (2000a) konnte in einer Metaanalyse über 15 (auch nicht publizierte) Studien feststellen, dass es einen geringen, aber stabilen positiven Effekt von Musiktraining auf die Fähigkeiten zur räumlichen Vorstellung bei Kindern gibt.

Speziell im Bereich der räumlichen Fähigkeiten existieren zahlreiche Hinweise auf Verbesserungen durch Musiktraining (Schellenberg, 2001). Schellenberg (2006) konnte in einer seiner Studien feststellen, dass die Dauer des Musikunterrichts einen geringen positiven Zusammenhang mit der allgemeinen Intelligenz – also nicht mit einem spezifischen Aspekten der Intelligenz - zeigt. Im zweiten Teil seiner Studie konnte Schellenberg (2006) zeigen, dass Musiktraining in der Kindheit sich auch noch im Erwachsenenalter positiv auf einige Aspekte der Intelligenz auswirkt. Helmrich (2010) konnte in einer Studie zeigen, dass sich Musiktraining besonders positiv auf die Fähigkeiten in Algebra bei sozialen Minderheiten auswirkt.

Verschiedene Ansätze versuchen, diese Zusammenhänge zu erklären. Grundsätzlich können zwei Arten von Theorien dazu unterschieden werden. Einerseits existieren Theorien, die sich mit den neuronalen Zusammenhängen zwischen Raumvorstellung und Musiktraining beschäftigen und andererseits gibt es Theorien, die mit nahen Transfereffekten argumentieren. Ein bekanntes Beispiel für neuronale Zusammenhangstheorien ist das Trion-Modell von Leng et al. (1990). Parsons et al. (zitiert nach (Hetland, 2000a) weisen auf einen neuronalen Zusammenhang zwischen den rhythmischen Elementen der Musik und räumlicher Wahrnehmung, also zweier Elemente, die in der gleichen Gehirnregion, dem Cerebellum, verarbeitet werden. Demnach stimuliert die Verarbeitung von Rhythmus die Fähigkeit, Aufgaben zur mentalen Rotation zu lösen.

Theorien zu nahen Transfereffekten beziehen sich darauf, dass zum Ausüben von Musik unter anderem visuell-räumliche Fähigkeiten gebraucht werden. Mittels Musiktraining werden demnach auch diese Fähigkeiten trainiert (Hetland, 2000a). Einige Autoren argumentierten in ähnlicher Weise, dass etwa zum Lesen der Notation Fähigkeiten zur räumlichen Wahrnehmung gebraucht und diese gleichermaßen trainiert werden (Foregard, et al., 2008). „Schließlich darf nicht außer Acht gelassen werden, dass das Musizieren Bewegungen erfordert, die im Hinblick auf den raum-zeitlichen Ablauf präzise gestalten sein müssen“ (Jäncke, 2008, S. 114).

Ein weiteres Forschungsfeld, um den Zusammenhang zwischen Raumvorstellung und Musiktraining zu untersuchen, ist der Vergleich zwischen professionellen Musikern und Nichtmusikern. Einige Studien weisen auf bessere Fähigkeiten von Musikern in Bereichen wie etwa visuell räumliche Wahrnehmung, Gedächtnis und Sensomotorik hin (Gaser & Schlaug, 2003). Gaser und Schlaug (2003) verglichen in einer Studie die Gehirne von Musikern, Amateur-Musikern und Nicht-Musikern mittels Magnetresonanztomographie (MRT) unter anderem hinsichtlich des Volumens der Grauen Substanz. Sie fanden eine signifikante Vergrößerung der Grauen Substanz bei den Musikern in den Bereichen, die für die motorische Kontrolle (gyrus temporalis inferior, gyrus praecentralis), visuell-räumliche Analysen und sensomotorische Koordination (cortex parietalis superior) sowie Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeit (gyrus frontalis inferior) zuständig sind. Laut den Autoren weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Musiktraining spezielle Regionen im Gehirn und analog dazu spezifische Fähigkeiten trainiert. Im Allgemeinen kann angenommen werden, dass infolge der Erfahrung bei Musikern andere Hirngebiete bei der Verarbeitung von Musik beteiligt sind als bei Nichtmusikern.

Nach Zusammenfassung einiger aktueller Arbeiten zu diesem Thema ergibt sich eine weitgehend optimistische Einschätzung der Effekte von Musiktraining auf kognitive Fähigkeiten im Allgemeinen und auf die Raumvorstellung im Speziellen. Unklar bleiben in diesem Zusammenhang dennoch die Richtung der Kausalität und die ursächlichen Mechanismen, die zu diesen Zusammenhängen führen. Demnach könnte einerseits Musiktraining die Raumvorstellung beeinflussen und andererseits könnten etwa Kinder mit höheren kognitiven Fähigkeiten eher dazu tendieren, Musikunterricht zu nehmen (Schellenberg, 2006). Ein grundsätzliches methodisches Problem ergibt sich darin, dass die verschiedenen Forscherteams räumlich-visuelle Funktionen meist sehr unterschiedlich definiert haben. Wie in Abschnitt 2.2 ausgeführt werden verschiedene Teilaspekte der Raumvorstellung angenommen, die auch unterschiedlich erhoben werden müssen (Jäncke, 2008). Weiters ist noch zu klären, ob Musiktraining spezifische Auswirkungen – also vorrangig auf verbale oder räumliche Fähigkeiten – oder allgemeine Auswirkungen, etwa auf die allgemeine Intelligenz, hat.

III EMPIRISCHER TEIL

Der zweite Teil dieser Arbeit behandelt die empirische Studie, die zum Thema Tomatis und Raumvorstellung durchgeführt wurde. Erst werden in diesem Kapitel die Ziele und Forschungsfragen angeführt, darauf aufbauend das Versuchsdesign der Studie näher beschrieben. In weiterer Folge wird auf die Datenerhebung, die Stichprobe sowie die Datenauswertung näher eingegangen. Am Ende dieses Teils werden die Ergebnisse der Untersuchung ausführlich dargestellt und diskutiert.

3. Ziele und Forschungsfragen

Die vorliegende Studie knüpft an die Diskussion der Effekte der Tomatis-Methode in den verschiedenen Leistungs- und Persönlichkeitsbereichen an, die in Abschnitt III.3.6 ausführlich dargestellt wurden. Konkret wird die Studie von Koller (2010), die in demselben Abschnitt beschrieben wurde, repliziert und erweitert. Ziel dieser Studie ist es demnach, die Auswirkungen des Tomatis-Hörtrainings auf das räumliche Vorstellungsvermögen zu quantifizieren. Weiters interessiert in diesem Zusammenhang, ob Langzeiteffekte, wie sie etwa von Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) oder Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009) als erweiterter Tomatis-Effekt zeigen konnten, festgestellt werden können. Als dritte Forschungsfrage soll schließlich geklärt werden, ob mit gezielter Programmierung der Musik mittels des Elektronischen Ohres (siehe Abschnitt 4) die Raumvorstellung weiter verbessert werden kann. Analog dazu werden die Forschungsfragen wie folgt formuliert:

- Hat die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining einen Effekt auf das räumliche Vorstellungsvermögen?
- Hat die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining einen Effekt, der auch drei Monate nach Beendigung des Trainings noch anhält?
- Kann die Fähigkeit zur Raumvorstellung gezielt durch Programmierung mit dem Elektronischen Ohr verbessert werden?

Da zu den ersten beiden Forschungsfragen bereits Befunde existieren (vgl. Koller, 2010), gibt es entsprechend positive Erwartungen hinsichtlich eines Effekts des Tomatis-Hörtrainings auf das räumliche Vorstellungsvermögen. Da zur dritten Forschungsfrage die spezielle Programmierung betreffend bisher keine empirischen Befunde existieren, gibt es in dieser Hinsicht weder positive noch negative Erwartungen bezüglich möglicher Effekte.

4. Versuchsdesign

In diesem Abschnitt wird auf das Versuchsdesign dieser Studie eingegangen. Die vorliegende Studie wurde als Längsschnittuntersuchung mit Prä-, Post- und Follow-up-Messung geplant. Die Vorteile dieses Versuchsdesigns bestehen darin, dass damit die erwarteten Treatmenteffekte gut abgebildet werden können. Weiters wurde zur Erhöhung der internen Validität eine untrainierte Kontrollgruppe integriert. Diese dient neben der Kontrolle zahlreicher Störvariablen dazu, durch wiederholte Testvorgabe bedingte Übungseffekte abzubilden (Bortz & Döring, 2006). Abbildung 13 stellt schemenhaft das Versuchsdesign dieser Studie dar:

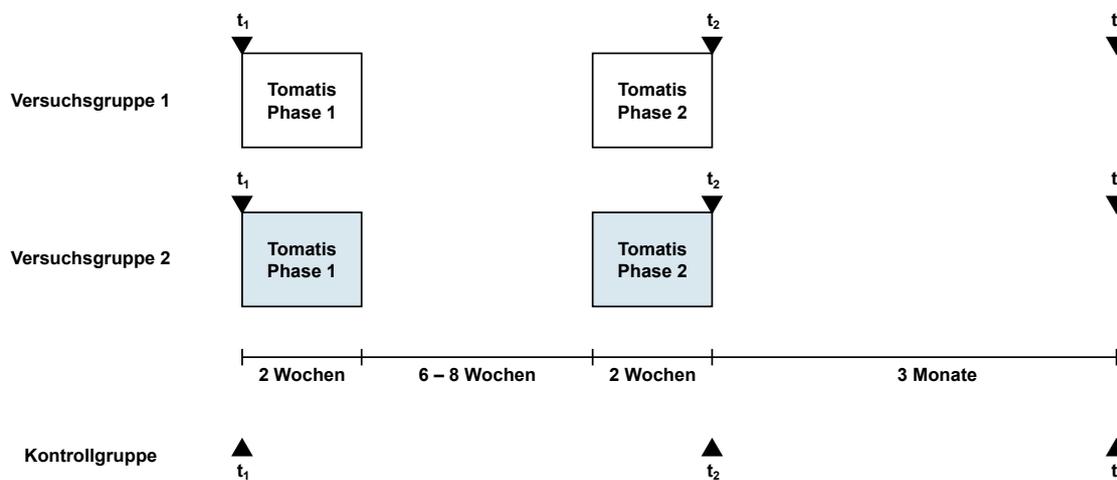


Abb. 13 Darstellung des Versuchsdesigns für beide Versuchsgruppen und für die Kontrollgruppe zu den drei Testzeitpunkten t_1 , t_2 sowie t_3

Unmittelbar vor dem ersten zweiwöchigen Block des Hörtrainings (Phase 1) wurden in beiden Versuchsgruppen die Fähigkeiten zur Raumvorstellung erhoben (t_1). Nach Phase 1 des Hörtrainings erfolgte eine Pause von sechs bis acht Wochen. Nach Abschluss des zweiten Blocks des Hörtrainings (Phase 2) erfolgte die Posttestung (t_2). Drei Monate nach Beendigung der Phase 2 des Hörtrainings wurde die Follow-up-Testung (t_3) durchgeführt. Die Datenerhebungen in der Kontrollgruppe erfolgten analog zu den Datenerhebungen in den beiden Versuchsgruppen, ohne dass diese Personen jedoch am Tomatis-Hörtraining teilnahmen.

Die beiden Versuchsgruppen nahmen wie bereits ausgeführt am Hörtraining teil, jedoch erhielten sie unterschiedliche Programmierungen der Musik. Die Versuchsgruppe 1 erhielt in beiden Phasen des Hörtrainings ein individuell angepasstes Programm entsprechend der individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Personen, die aus dem SAPP ersichtlich wurden.

Die Versuchsgruppe 2 erhielt ein Programm, das speziell dazu programmiert wurde, um gezielt die Fähigkeiten zur Raumvorstellung zu verbessern. Konkret wurden Filterungen bis 3000 Hz verwendet, die das Vestibulum als Gleichgewichtsorgan ansprechen sollen. Die Annahme ist dabei, dass für die Orientierung im Raum ein gutes Gleichgewichtsvermögen notwendig ist. Eine Förderung des Gleichgewichtsvermögens soll daher mit einer Verbesserung der Raumwahrnehmung einhergehen. Weiters wurde vermehrt das linke Ohr beschallt (in den letzten 30 Minuten des täglichen Hörtrainings wurde von den Probanden der Kopfhörer umgedreht), was auf die Aktivierung der rechten Hemisphäre abzielte, in der die Raumvorstellung lokalisiert ist (siehe Abschnitt II.2.6.1). Infolge dieser Programmierungen werden bessere Leistungen in der Raumvorstellung in der Versuchsgruppe 2 erwartet.

5. Datenerhebung

Nachdem im vorigen Abschnitt das Versuchsdesign erläutert wurde, soll nun auf den Ablauf der Datenerhebung sowie im Speziellen auf die beiden angewandten Messinstrumente eingegangen werden.

5.1. Messinstrumente

In diesem Abschnitt werden die in dieser Studie angewandten Messinstrumente im Detail vorgestellt.

5.1.1. Der dreidimensionale Würfeltest (3DW)

Der Dreidimensionale Würfeltest wurde 1990 als aufwändige Weiterentwicklung eines Untertests des IST 70 (Amthauer, 1970) von Gittler entwickelt und mehrfach als Rasch-homogen bestätigt. Den Probanden wird je Aufgabe ein Würfel vorgegeben, der – in veränderter Lage – in anderen sechs Würfeln zu finden ist (siehe Abb. 14). Durch die veränderte Darstellung des Würfels ist es nötig, diesen mental so zu verändern, dass einer der anderen sechs Würfel resultiert. Wie in der Aufgabendarstellung ersichtlich, sind drei von sechs Würfelseiten zu sehen, wobei jede Seite ein unterschiedliches Muster aufweist. Durch die veränderte Lage kann auch ein bisher verborgenes Muster zum Vorschein kommen.

Durch eine weitere Antwortmöglichkeit „kein Würfel ist richtig“ wird der Antwortstrategie „Falsifikation“ zugunsten der Strategie „Verifikation“ vorgebeugt. Damit soll ausgeschlossen werden, dass Probanden durch das Ausschlussverfahren zur richtigen Antwort gelangen und es soll sichergestellt werden, dass die Aufgabenbearbeitung mit Hilfe der intendierten Raumvorstellungsprozesse abläuft. Durch eine weitere Antwort „Ich weiß die Lösung nicht“ soll allfälligem Rateverhalten der Testpersonen vorgebeugt werden.

Die in der vorliegenden Arbeit angewandte Version des 3DW enthielt 15 Aufgaben, wobei davon 2 Items zur Sicherstellung des korrekten Verständnisses der Instruktion dienten und ein weiteres als Warm-up-Item nicht in die Analysen einberechnet wurde. Somit enthielt der 3DW 12 Aufgaben, die in die Bewertung integriert wurden. Der 3DW wurde in dieser Untersuchung ohne Zeitlimit vorgegeben.

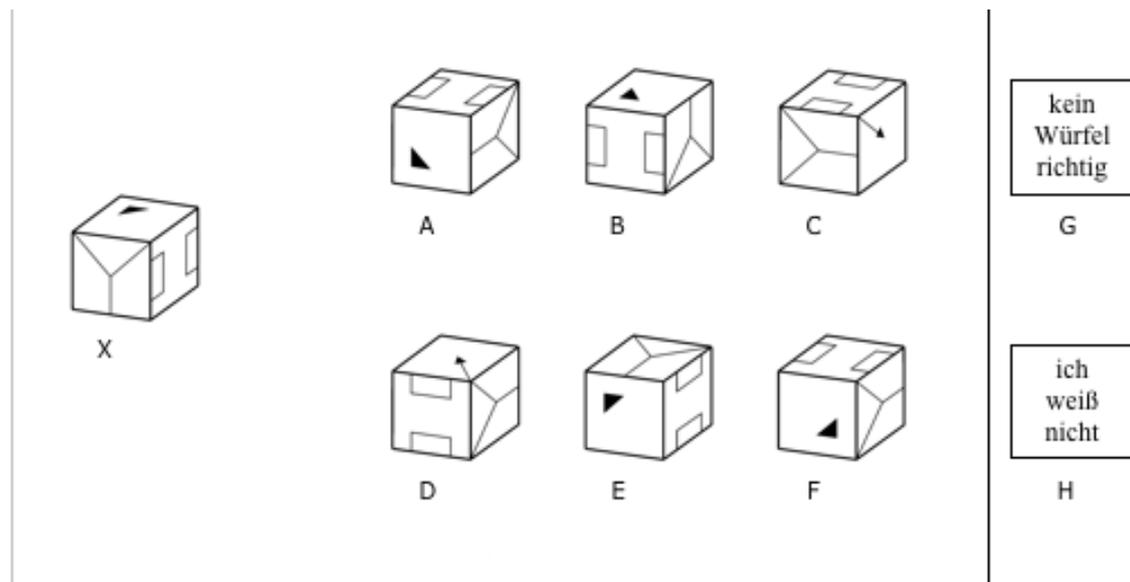


Abb. 14 Beispielitem des 3DW (Gittler, 1990)

Wie bereits erwähnt, gilt der 3DW als Rasch-homogen. Folgende Aussagen können für die Praxis daraus geschlossen werden:

- Der 3DW misst für alle Personengruppen (Männer/Frauen, jung/alt, begabt/unbegabt, etc.) dieselbe Fähigkeitsdimension.
- Der Test-Rohwert – also die Anzahl gelöster Aufgaben – ist ein faires Leistungsmaß, da alle relevanten Informationen bezüglich der Fähigkeit einer Testperson beinhaltet sind.
- Die Skala, auf der der Personenparameter – also die Fähigkeitsgrade – quantifiziert werden, „ist theoretisch fundiert (Intervallskala), und der Zusammenhang zwischen rangskalierten Rohwerten und latenter Fähigkeitsdimension ist empirisch begründet“ (Gittler, 1994, S. 109).

5.1.2. Der Endlosschleifen-Test (EST)

Der Endlosschleifen-Test wurde 2003 von Gittler und Arendasy entwickelt. Ausgangspunkt dabei waren die Aufgaben des Schlauchfigurentests (Stumpf & Fay, 1983), die zum Zweck der Erlangung von Rasch-Homogenität abgeändert wurden. Die Aufgabe besteht darin, die Startansicht einer Endlosschleife mental so zu drehen, dass die Zielansicht derselben Endlosschleife resultiert. Angegeben werden sollen die Richtung und das Ausmaß der Drehung. Eine derartige Aufgabenstellung ist in Abb. 15 dargestellt.



Abb. 15 Beispielitem des EST (Gittler & Arendasy, 2003)

Dabei wird angenommen, dass beim Bearbeiten von Items des EST Denkprozesse in den Testpersonen evoziert werden, die dem Konstrukt Raumvorstellung nahekommen, „denn verglichen mit anderen Raumvorstellungs-Aufgabentypen ist der effiziente Gebrauch verbaler Hilfsstrategien wenig wahrscheinlich und die Wahrnehmung räumlicher Konfigurationen gegenüber der Detailwahrnehmung erhöht, was zu den favorisierenden holistischen Informationsverarbeitungsprozessen bei der Aufgabenbearbeitung führen dürfte“ (Gittler & Arendasy, 2003, S. 173). Durch adäquate Veränderung der Itemeigenschaften ist es möglich, sowohl sehr einfache als auch sehr schwierige Items zu generieren, was zu einer hohen Differenzierungsfähigkeit in niedrigen und hohen Leistungsbereichen führt. Weiters kann weitgehende Bildungs- und Kulturabhängigkeit der Items angenommen werden. Die in dieser Studie angewandte Version des EST besteht aus 21 Items, wobei die ersten fünf Items als Beispielitems eingesetzt wurden, um das genaue Verständnis der Instruktion sicherzustellen. In der Testphase wurden 16 Items eingesetzt, wobei das erste Item als Warm-up-Item nicht in die Bewertung integriert wurde. Die restlichen 15 Items dienten somit der Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens mittels des EST. Alle Aufgaben wurden ohne zeitliches Limit vorgegeben.

5.1.3. 3DW und EST im Vergleich

Im folgenden Abschnitt werden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden eingesetzten Messinstrumente 3DW und EST dargestellt.

Eine zentrale Eigenschaft, die beide Messverfahren innehaben, ist die Homogenität nach Rasch. Dies bringt zahlreiche Vorteile, die bei Gittler (1994) übersichtlich dargestellt sind.

In einer ausführlichen Arbeit untersuchte Arendasy (1997) allfällige Unterschiede der beiden Messverfahren. Dabei zeigte sich, dass der EST eine höhere Kriteriumsvalidität als der 3DW aufweist – der EST konnte exakter zwischen Angehörigen eines technischen und eines nicht-technischen Berufs unterscheiden. Es ergab sich weiters, dass Unterschiedliches gemessen wird. Leistungen im 3DW können durch die Faktoren „Visualisierung“, „Reasoning“ sowie „Räumliche Relationen“ erklärt werden. Leistungen im EST können demgegenüber durch die Faktoren „Visualisierung“ und „Visuelles Gedächtnis“ – einer holistischeren Bearbeitungsstrategie – erklärt werden. Mittels einer Latent-Class-Analyse für beide Verfahren konnten zwei Gruppen nachgewiesen werden, die sich in ihrem Leistungsniveau stark unterscheiden haben. „Köner“ im 3DW sind demnach eher gebildet, jünger, wenden bezüglich der Strategie „Nachdenken versus Vorstellung“ eher einen gemischten Bearbeitungsstil an und rotieren die zu bearbeitenden Würfel mental als „3DW-Nicht-Köner“ (Arendasy, 1997, S. 119). „Köner“ im EST hingegen sind eher Techniker und schätzen ihre Fähigkeiten zur Raumvorstellung tendentiell als „sehr gut“ oder „gut“ gegenüber Personen mit schlechteren Leistungen im EST ein.

Auch bezüglich der eingesetzten Bearbeitungsstrategien ergaben sich bei Arendasy (1997) sowohl Unterschiede als auch Zusammenhänge. Gemeinsam ist beiden Verfahren, dass die entsprechenden Aufgaben überwiegend in der Vorstellung – jedoch nicht mittels Nachdenkstrategie – gelöst werden. Unterschiede ergaben sich im Detail: „Bei der Bearbeitung des 3DW wird leistungsunabhängig eher eine mentale analytische oder holistische Rotationsstrategie eingesetzt, während beim EST der Einsatz einer Perspektivenwechselstrategie im Vordergrund steht: analytisch, holistisch oder gemischt“ (Arendasy, 1997).

5.2. Vorgehen

Die Erhebung der Daten erfolgte im Zeitraum zwischen April 2011 und März 2012. Die beiden Raumvorstellungstests wurden als Paper-Pencil-Version im Einzelsetting vorgegeben, wobei die Studienautorin als Testleiterin stets anwesend war. Sämtliche Testungen erfolgten in einem hellen Raum im Tomatis-Institut Tinkl, Serravagasse 6/6 in 1140 Wien. Dabei wurde stets auf konstante Bedingungen wie Temperatur- und Lichtverhältnisse geachtet. Der Testablauf gestaltete sich in beiden Versuchsgruppen sowie in der Kontrollgruppe zu allen drei Testzeitpunkten wie folgt:

1. Einführung und Ausfüllen des Datenblatts
2. Vorgabe des 3DW mit vorangehender Instruktion
3. Vorgabe des EST mit vorangehender Instruktion

Bei sämtlichen Testungen wurden die Probanden angehalten, so richtig, aber auch so rasch als möglich zu arbeiten (Work-Limit-Instruktion), wobei die Korrektheit der Antworten als wichtiger vermittelt wurde. Bei jeder Testung wurde mittels Vorgabe einfacher Testaufgaben mit entsprechenden Lösungen sorgfältig darauf geachtet, dass sämtliche Testpersonen die Instruktion gut verstehen konnten. Für Fragen, die während der Testung auftraten, stand die Testleiterin weiterhin zur Verfügung.

Im Rahmen der Datenerhebung ist außerdem anzumerken, dass während des Bearbeitens der Testaufgaben große Unterschiede bezüglich Motivation und Anstrengung auffielen. Die meisten Probanden schienen überaus motiviert, andere hingegen zeigten kein gesteigertes Interesse daran, gute Leistungen zu erbringen.

5.3. Stichprobe

Als Zielpopulation dieser Studie wurde das Klientel des Tomatis-Instituts Tinkl definiert. Dieses besteht im Allgemeinen aus sämtlichen Altersgruppen, wobei deutlich weniger Männer als Frauen tatsächlich ein Hörtraining absolvieren. Kinder und Jugendliche unter 16 Jahren wurden von der Population sowie von der Stichprobe ausgeschlossen, da angenommen wird, dass die Fähigkeit zur Raumvorstellung erst nach der Pubertät voll entwickelt ist.

Die Stichproben setzten sich aus freiwilligen Teilnehmern aus dem erweiterten Bekanntenkreis zusammen. Unter den Teilnehmern der Versuchsgruppe 1 (VG 1)

befanden sich auch Klienten des Tomatis-Instituts Tinkl, die sich dazu bereit erklärten, die Raumvorstellungstests mitzumachen. Sämtlichen Teilnehmern der beiden Versuchsgruppen wurde ein Informationsblatt mit Einverständniserklärung ausgehändigt, das zu unterfertigen war (siehe Anhang).

Insgesamt wurden 81 Teilnehmer getestet, wobei 32 Personen der VG 1, 26 Personen der VG 2 und 23 Personen der KG zugeordnet wurden. Das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe beträgt 29,16 Jahre, das Durchschnittsalter in der VG 1 beträgt 32,72 Jahre, das der VG 2 beträgt 25,65 Jahre und das Durchschnittsalter der KG beträgt 28,17 Jahre. Beim Geschlechterverhältnis der Gruppen wurde darauf geachtet, dass dies etwa dem Klientel des Tomatis-Instituts entspricht – rund 30 % männliche Personen und 70 % weibliche Personen. Weiters wurde darauf geachtet, dass sich dieses Geschlechterverhältnis in den Gruppen etwa gleich gestaltet. Da allerdings in der KG eine erhöhte Drop-out-Rate nach der ersten Testung zu bemerken war, konnte dies hier nicht exakt verwirklicht werden. Die erhöhte Drop-out-Rate in der KG im Vergleich zu den Versuchsgruppen kann dadurch erklärt werden, dass den Personen der Kontrollgruppe keine Einverständniserklärung ausgehändigt wurde.

Neben Alter und Geschlecht wurde weiters der Bildungsgrad auf einer fünfstufigen Skala (Hauptschule/AHS-Unterstufe, Lehre/BMS, Matura, Akademie/Fachhochschule, Universität) erhoben. Dabei zeigte sich in allen Gruppen der Bildungsgrad 3 (Matura) am häufigsten. In VG 2 kam der Bildungsgrad 1 (Hauptschule/AHS-Unterstufe) gehäuft vor. Als zusätzliche Variable wurde erhoben, ob die Teilnehmer jemals Unterricht in Darstellender Geometrie (DG) hatten. Es stellte sich heraus, dass in jeder Gruppe etwa die Hälfte der Probanden an DG-Unterricht teilnahmen.

Um den Stichprobenumfang zu erhöhen und in weiterer Folge die Parameterschätzungen etwas zu stabilisieren, wurden zu den Daten der oben beschriebenen Stichprobe, die von der Autorin der vorliegenden Arbeit erhoben wurden, die Daten der Stichprobe von Koller (2010) hinzugefügt. Die Gesamtstichprobe mit insgesamt 139 Personen, auf der die weiteren Analysen basieren, gestaltete sich in der Folge wie in Tab. 2 dargestellt:

Tab. 2 Geschlechterverhältnis in den Versuchsgruppen (VG 1, VG 2) sowie in der Kontrollgruppe (KG)

Gesamtstichprobe (n=139)			
Gruppe		Häufigkeit	Prozent %
KG	männlich	22	42,3
	weiblich	30	57,7
	Gesamt	52	100,0
VG1	männlich	18	29,5
	weiblich	43	70,5
	Gesamt	61	100,0
VG2	männlich	7	26,9
	weiblich	19	73,1
	Gesamt	26	100,0

6. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt soll die Auswertung der erhobenen Daten sowie die Ergebnisse – getrennt nach den beiden Testverfahren – dargestellt werden.

Zu Beginn wurde für beide Verfahren auf Ebene der Rohwerte eine erste Analyse durchgeführt, um einen Eindruck der Daten zu bekommen. In weiterer Folge wurden die Daten beider Verfahren mittels des Linearen Logistischen Testmodells LLTM (Fischer, 1995) ausgewertet.

6.1. Rohwert-Analyse

Auf Ebene der Rohwerte zeigt sich auf den ersten Blick, dass die Personen der jeweiligen Gruppen auf unterschiedlichen Ausgangsniveaus zum ersten Testzeitpunkt (t1) starteten. Wie in Tab. 3 ersichtlich, konnte zu t1 die KG mit einem Durchschnittswert von 60,67% gelösten Items im EST bzw. 59,33 % gelösten Items im 3DW die beste Leistung erreichen. Die VG 1 startete hingegen auf dem niedrigsten Leistungsniveau zu t1 mit durchschnittlich 53 % gelösten Items im EST bzw. durchschnittlich 40,91 % gelösten Items im 3DW. Die Leistungen der VG 2 lagen zwischen denen der anderen Gruppen. Die Angaben der gelösten Items sind in Prozenten angegeben, da zu t1 das Warm-up-Item aller Gruppen in beiden Testverfahren nicht berücksichtigt wird. Die Itemanzahl zwischen den Zeitpunkten variiert somit (EST: t1: k=15, t2 und t3: k=16, 3DW: t1: k=12, t2 und t3: k=16) und die Mittelwerte sind nicht vergleichbar.

Tab. 3 Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der Rohscores je Gruppe (KG, VG 1, VG 2) und Zeitpunkt (t1, t2 und t3)

		t1			t2			t3		
		MW	s	%	MW	s	%	MW	s	%
EST	KG	9,10	3,19	60,67%	10,00	3,85	62,50%	10,87	3,68	67,94%
	VG 1	7,95	3,07	53,00%	9,67	3,16	60,44%	9,18	3,61	57,38%
	VG 2	8,31	3,21	55,40%	10,00	2,86	62,50%	10,08	3,20	63,00%
3DW	KG	7,12	3,51	59,33%	8,73	3,67	67,15%	9,15	3,53	70,38%
	VG 1	4,91	3,86	40,92%	6,84	4,24	52,62%	7,85	4,04	60,38%
	VG 2	5,12	3,66	42,67%	7,00	3,67	53,85%	7,15	3,59	55,00%

Im Hinblick auf den graphischen Verlauf der Rohscore-Mittelwerte im EST in Abb. 16 zeigt sich ein deutlich stärkerer Leistungszuwachs der Versuchsgruppen VG 1 und VG 2 im Vergleich zur KG. Allerdings fällt die Leistung von VG 1 zu t3 wieder ab – jedoch nicht unter das Ausgangsniveau. Im Gegensatz dazu können die Personen der KG sowie der VG 2 ihre Leistung zu t3 noch steigern.

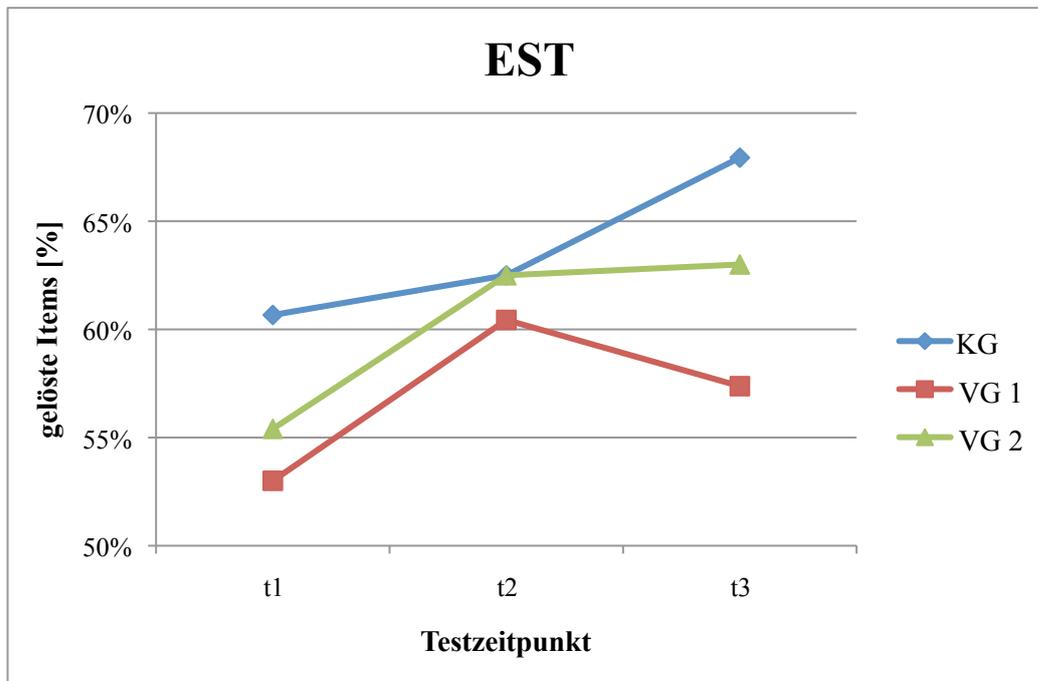


Abb. 16 Rohwert-Leistungen (Prozentsatz gelöster Items) der Gruppen im EST nach Zeitpunkten

Anders stellt sich die Situation im 3DW dar (siehe Abb. 17). Alle drei Gruppen konnten ihre Leistung zu t2 verbessern. In Bezug auf die Leistungen zu t3 ist ein deutlicher Leistungszuwachs erkennbar, der in der VG 1 am deutlichsten ausgeprägt ist.

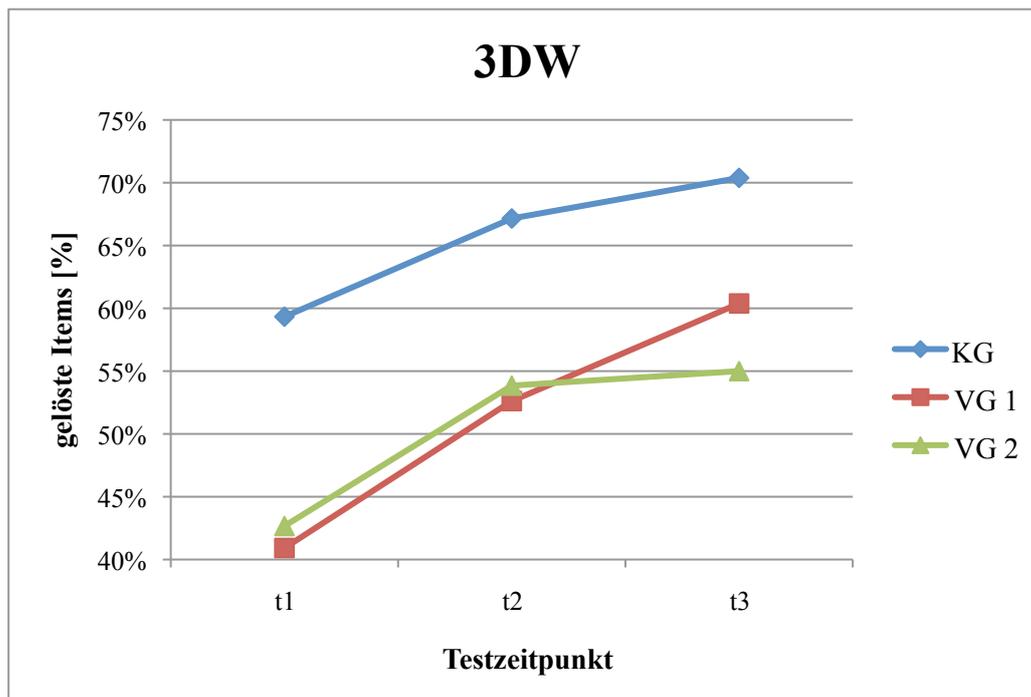


Abb. 17 Rohwert-Leistungen (Prozentsatz gelöster Items) der Gruppen im 3DW nach Zeitpunkten

6.2. Analyse mittels Linear-Logistischem Testmodell (LLTM)

Die Veränderungen in der Leistungsfähigkeit der Versuchsteilnehmer wurde mit Hilfe des Linear Logistischen Testmodells LLTM (Fischer, 1995) aus dem Bereich der probabilistischen Testtheorie quantifiziert. Der Einsatz dieses Modells für die Veränderungsmessung bringt zahlreiche Vorteile. Erstens berücksichtigt es eine etwaige Ausgangswert-Abhängigkeit der Veränderungen, die durch Decken- oder Bodeneffekte verursacht werden. Decken- oder Bodeneffekte ihrerseits entstehen durch das Vernachlässigen des nicht-linearen Zusammenhangs zwischen latenter Fähigkeitsdimension und Rohwert. Das LLTM berücksichtigt dieses Problem im Kontext eines Prätest-Posttest-Designs durch das gruppenspezifische Ermitteln von Treatmenteffekten – Effektparameter für die Wirkung der Behandlung – sowie von Trendeffekten – Einflüsse behandlungsunabhängiger Faktoren (Gittler, 1994).

Aufgrund der fehlenden Randomisierung, also der fehlenden Zufallszuweisung der Personen zu den Versuchsgruppen, ergeben sich weiters A-priori-Unterschiede hinsichtlich der Verteilung der Fähigkeit. Dies führt in Kombination mit dem oben genannten Problem der Ausgangswert-Abhängigkeit zu unterschiedlichen Veränderungen im Rohwert, die in der Klassischen Testtheorie als unterschiedlich starke Effekte falsch interpretiert würden (Gittler, 1994). Besonders in Bezug auf die großen Ausgangswert-Unterschiede in der vorliegenden Studie (siehe Abschnitt 6.1) ist die Anwendung des LLTM hier vorteilhaft.

Ein weiterer Vorteil des LLTM ist seine große Informationsausschöpfung. Es können nicht nur ein Treatmenteffekt abgebildet werden, sondern auch dessen Ausmaß bzw. wie groß etwaige Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen sind (Gittler, 1992).

Inhaltlich wird davon ausgegangen, dass sich die Schwierigkeitsunterschiede zwischen verschiedenen Aufgaben – Items – durch Linearkombinationen unterschiedlich schwieriger Basisoperationen erklären lassen, die für die Aufgabenlösung erforderlich scheinen (Glück & Spiel, 1997). Der Itemschwierigkeitsparameter jedes Items kann als gewichtete Summe von Basisparametern – dieser Basisoperationen – dargestellt werden. Mittels des LLTM können deren Schwierigkeiten geschätzt und weiters geprüft werden, wie gut die angenommene Aufgabenstruktur mit den empirisch gewonnenen Itemschwierigkeiten übereinstimmt (Gittler, 1994). Ursprünglich wurde das LLTM demnach für die Evaluation der Komplexität von Testaufgaben entwickelt, kann jedoch auch für die Veränderungsmessung eingesetzt werden:

Rasch-homogene Testaufgaben, die unter verschiedenen Bedingungen bzw. zu verschiedenen Zeitpunkten vorgegeben wurden, können also strukturell unterschiedliche Aufgaben [virtuelle Items] betrachtet werden. Aus der Veränderung der Itemschwierigkeiten [...] wird der Effekt des Treatments [...] in Abgrenzung zu einer für alle Personen gleichartigen Veränderung (Trend) geschätzt (Gittler, 1994, S. 116).

Wie bereits erwähnt, ist es mittels des LLTM ebenfalls möglich, verschiedene Untergruppen (etwa Geschlechtsgruppen oder Untergruppen nach dem Bildungsgrad) zu analysieren und zu vergleichen (Gittler, 1994).

Vor der Anwendung des LLTM muss dessen Gültigkeit mittels der folgenden unabhängigen Schritte geprüft werden (Fischer, 1995):

1. Prüfen der Gültigkeit des Rasch-Modells
2. Prüfen der Gültigkeit der Einschränkungen des LLTM im Vergleich zum Rasch-Modell

Die Vorgangsweise bei der Modellprüfung stellt sich demnach wie folgt dar: In einem ersten Schritt muss geprüft werden, ob das Rasch-Modell empirisch gültig ist. Es wird demnach anfangs im Sinne eines quasisaturierten Modells für jedes virtuelle Item ein separater Itemparameter geschätzt. Dieses Modell beschreibt die Daten ausreichend gut, um in weiterer Folge als „Anker“ für die nachfolgenden strengeren LLTM-Modelle zu

fungieren (Glück & Spiel, 1997). In den vorliegenden Daten war die Rasch-Homogenität gegeben, und die Anwendungsvoraussetzung damit erfüllt.

Die erste Frage, die mit der Hypothesenprüfung überprüft werden soll, lautet: „Ist es nötig, die Items zum zweiten Erhebungszeitpunkt in den Untergruppen mit je einem eigenen Parameter auszustatten oder ist es ausreichend, diese Items als ident mit jenen des ersten Zeitpunkts zu erklären und die Veränderung der Leistung durch weniger Effektparameter darzustellen“ (Gittler, 1994, S. 119)?

Dazu wird nun im nächsten Schritt mit Hilfe des Likelihood-Ratio-Tests überprüft, ob sich die Daten signifikant schlechter mit weniger Parametern – mit den k Itemparametern des ersten Testzeitpunkts plus gruppenspezifischer Effektparameter – erklären lassen. Ist dies nicht der Fall (wie mittels neuerlichem Likelihood-Ratio-Test geprüft) werden sukzessive nicht signifikante Parameter reduziert, bis schließlich jenes Modell mit den wenigsten signifikanten Parametern gefunden wird, das die Daten ausreichend gut erklärt. Durch dieses schrittweise Vorgehen wird also das sparsamste Modell gefunden, das zu den Daten passt (Glück & Spiel, 1997).

Im Nachfolgenden wird nun die Anwendung des LLTM auf die Daten der vorliegenden Studie, getrennt nach den beiden Testverfahren 3DW und EST, beschrieben.

6.2.1. LLTM-Analyse der 3DW-Daten

Wie im vorigen Abschnitt ausgeführt, wurde zuerst ein quasigesättigtes Rasch-Modell erstellt. Die nachfolgende Tabelle 4 soll dies verdeutlichen.

Zum ersten Testzeitpunkt t_1 lagen zwischen den drei Gruppen noch keine Treatmentunterschiede vor. Daher wurden für t_1 gleiche Itemschwierigkeiten und somit gleiche Itemnummern (1-12, ohne das Warm-up-Item im ersten Testzeitpunkt) angenommen. In weiterer Folge verändern sich die Itemschwierigkeiten mit den verschiedenen Treatments in den verschiedenen Gruppen, was mit unterschiedlichen Itemnummern berücksichtigt wurde, wie in Tab. 4 ersichtlich. In der Folge gibt es im quasigesättigten Rasch-Modell 90 Itemparameter, wovon unter Berücksichtigung der Normierungsbedingung 89 unabhängige Itemparameter geschätzt werden können. „Durch diese Art der Parametrisierung werden sämtliche Effekte der Testwiederholung ‚berücksichtigt‘, die in den interessierenden Personengruppen verschieden sein mögen“ (Gittler, 1994, S. 118).

Tab. 4 Quasigesättigtes Rasch-Modell 3DW mit $df=89$

Gruppe	Item Nr. zu						
	t1	t2	t3	t2	t3	t2	t3
KG	1.....12	13.....25 (virtuelle Items)	26.....38 (virtuelle Items)				
VG 1	1.....12			39.....51 (virtuelle Items)	52.....64 (virtuelle Items)		
VG 2	1.....12					65.....77 (virtuelle Items)	78.....90 (virtuelle Items)

Da die Rasch-Homogenität des 3DW bereits mehrfach bestätigt werden konnte (z. B. Gittler, 1992), wird die Gültigkeit des Rasch-Modells angenommen und mit der folgenden Hypothesenprüfung mittels LLTM fortgesetzt:

In LLTM-Modell 1 – die Daten werden einer linearen Nebenbedingung unterworfen – wurden die 89 unabhängigen Parameter des quasigesättigten Rasch-Modells, das die Daten mit möglichst vielen Parametern erklärt, auf 18 Parameter reduziert. Die je 12 Itemparameter der drei Gruppen zu den Zeitpunkten zwei und drei wurden mit den Itemparametern der Ersttestung gleichgesetzt und mit den folgenden sechs Effektparametern beschrieben:

- τ_2 : Trend-Parameter: Übungseffekt durch die einmalige Testwiederholung zu t2, der in allen Gruppen gleich groß ist
- τ_3 : Trend-Parameter: Übungseffekt durch die zweimalige Testwiederholung zu t3, der in allen Gruppen gleich groß ist (zusätzlich zu τ_2)
- η_2 (VG 1): Treatmenteffekt zu t2 in der VG 1 – Kurzzeitwirkung der Tomatis-Bedingung
- η_3 (VG 1): Treatmenteffekt zu t3 in der VG 1 – Langzeitwirkung der Tomatis-Bedingung (zusätzlich zu η_2 (VG 1))
- η_2 (VG 2): Treatmenteffekt zu t2 in der VG 2 – Kurzzeitwirkung der Spezial-Tomatis-Bedingung
- η_3 (VG 2): Treatmenteffekt zu t3 in der VG 2 – Langzeitwirkung der Spezial-Tomatis-Bedingung (zusätzlich zu η_2 (VG 2))

In der „Matrix der Gewichtungszahlen“ wird die inhaltliche Hypothese über die

Wirkungszusammenhänge genau festgelegt. Diese Matrix des Modell 1 wird in Tab. 5 zum besseren Verständnis dargestellt:

Tab. 5 LLTM-Modell 1: Matrix der Gewichtszahlen (3DW)

LLTM (Modell 1) mit df=18									
Matrix der Gewichtszahlen									
Basisparameter									
Itemparameter				Effektparameter					
				t_2	t_3	t_2	t_3		
				VG 1	VG 1	VG 2	VG 2		
				τ_2	τ_3	η_2	η_3	η_2	η_3
alle Vp t_1	1	·	·	12	0	0	0	0	0
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	0	0	0	0	0
KG t_2	1	·			1	0	0	0	0
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	0	0	0	0
KG t_3	1	·			1	1	0	0	0
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	1	0	0	0
VG 1 t_2	1	·			1	0	1	0	0
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	0	1	0	0
VG 1 t_3	1	·			1	1	1	1	0
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	1	1	1	0
VG 2 t_2	1	·			1	0	0	0	1
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	0	0	0	1
VG 2 t_3	1	·			1	1	0	0	1
		·			·	·	·	·	·
			·		·	·	·	·	·
				1	1	1	0	0	1

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der grundlegende Unterschied zwischen dem Rasch-Modell und dem LLTM-Modell 1 in der Anzahl der Parameter für die Quantifizierung der Veränderung besteht.

Mittels Likelihood-Ratio-Test wurde nun geprüft, ob das LLTM-Modell 1 gültig ist. Wie in Tab. 6 ersichtlich, ergab das Modell 1 ein insignifikantes Ergebnis ($p = 0,347$) bei $\alpha = 5\%$. Das bedeutet, dass die 11 Itemparameter und die sechs Effektparameter des LLTM-Modell 1 die Daten genauso gut erklären wie das quasi-gesättigte Rasch-Modell.

Aufgrund des geringen und insignifikanten Werts des Parameters η_3 (VG 2) wurde dieser im nächsten Schritt im Sinne einer Parameterreduktion weggelassen – daher aus der Gewichtszahlenmatrix gestrichen. Die Nullhypothese lautet hier: Die Leistungsveränderungen können durch Übungseffekte zu beiden Zeitpunkten, durch einen kurz- und langfristigen Treatmenteffekt in der VG 1 sowie durch einen kurzfristigen Treatmenteffekt in der VG 2 erklärt werden. Der Likelihood-Ratio-Test ergab hier wieder ein insignifikantes Ergebnis ($p = 0,36$), das Modell erklärte die Daten also nicht besser als das quasigesättigte Rasch-Modell. Aufgrund der etwa gleichen Größe von η_3 (VG 2) und η_2 (VG 2) wurde in einem nächsten Schritt statt η_3 (VG 2) η_2 (VG 2) weggelassen. Auch dieses Modell ergab kein signifikantes Ergebnis.

Aus diesem Grund wurde in Modell 3 weiter reduziert, und zwar wurden hier beide insignifikanten Treatmenteffekt-Parameter der VG 2 weggelassen. Auch dies führte zu keinem besseren Erklärungswert.

Für Modell 4 wurde zusätzlich der Trendparameter zum Testzeitpunkt 2 entfernt. Die Hypothese hier lautete: Die Leistungsveränderungen können ausschließlich mit einem Übungseffekt zum Testzeitpunkt 2 sowie durch Kurz- und Langzeiteffekte des „normalen“ Tomatis-Trainings erklärt werden. Auch dieses Modell konnte die Daten nicht schlechter als das quasigesättigte Rasch-Modell erklären.

In Modell 5 gingen ausschließlich ein Trendparameter sowie der Effektparameter zu t_3 der VG 1 ein. Angenommen wird daher ein Übungseffekt zum Zeitpunkt 2 sowie ein Kurzzeiteffekt des „normalen“ Tomatis-Trainings. Der Likelihood-Ratio-Test ergab, dass auch dieses Modell die Daten nicht schlechter erklären kann als das quasigesättigte Rasch-Modell.

Tab. 6 Hypothesenprüfungen (3DW)

Modell	Effektparameter						lnL	df	LQT	df	p
	τ_2	τ_3	η_2 (VG1)	η_3 (VG1)	η_2 (VG2)	η_3 (VG2)					
QRM							-1940,67	89			
Modell 1	0,44**	0,25	0,26	0,31	0,15	-0,17	-1978,22	18	75,11	71	0,3470
Modell 2a	0,47**	0,18	0,23	0,38*	0,06	-	-1978,46	17	75,59	72	0,3633
Modell 2b	0,49**	0,22	0,21	0,34	-	0,10	-1978,40	17	75,46	72	0,3672
Modell 3	0,44**	0,25	0,22	0,16	-	-	-1981,67	16	82,00	73	0,2204
Modell 4	0,58**	-	0,12	0,56**	-	-	-1979,70	15	78,06	74	0,3511
Modell 5	0,63**	-	-	0,60**	-	-	-1979,94	14	78,54	75	0,3674
Modell 6a	0,75**	-	-	-	-	-	-1991,36	13	101,38	76	0,0275
Modell 6b	-	-	-	0,88**	-	-	-2008,02	13	134,70	76	< 0,0001

*signifikant bei $\alpha=5\%$; **signifikant bei $\alpha=1\%$

Die Reduktion um den Effektparameter zu t_3 der VG 1 ergab allerdings, dass dieses Modell die Daten signifikant schlechter erklärt als das quasigesättigte Rasch-Modell. Demnach kann die Gültigkeit des Modells 5 als sparsamstes, inhaltlich gültiges und allgemeineres Modell, das die Leistungsveränderung im 3DW hinreichend erklären kann, angenommen werden, und die Parameter $\tau_2=0,63$ sowie $\eta_3(VG\ 1)=0,60$ können interpretiert werden. Dabei wurden 14 Itemparameter sowie 2 Effektparameter mit den folgenden Schätzungen geltend gemacht:

- $\tau_2=0,63$: signifikanter Trendeffekt zum Testzeitpunkt 2 in allen Gruppen
- $\eta_3(VG\ 1)=0,60$: signifikanter Treatmenteffekt in VG 1 zum Erhebungszeitpunkt 3

Tab. 7 zeigt eine Darstellung der Effekte je Gruppe und Testzeitpunkte laut dem Modell 5:

Tab. 7 Darstellung der Effekte nach Modell 5 (3DW)

	t1		t2		t3		
	alle Vp	KG	VG 1	VG 1	KG	VG 1	VG 2
τ_2	0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
τ_3	0	0	0	0	0	0	0
η_2	0	0	0	0	0	0	0
η_3	0	0	0	0	0	0,60	0
Gesamteffekt	0	0,63	0,63	0,63	0,63	1,23	0,63

Eine weitere Möglichkeit, die Effekte darzustellen, ist in Abb. 18 gegeben. In dieser Abbildung sind zum besseren Verständnis die Gesamteffekte nach Gruppen und Zeitpunkten zu sehen. Die Gesamteffekte ergeben sich aus den Summen der Trend- und Effektparameter je Gruppe und Zeitpunkt.

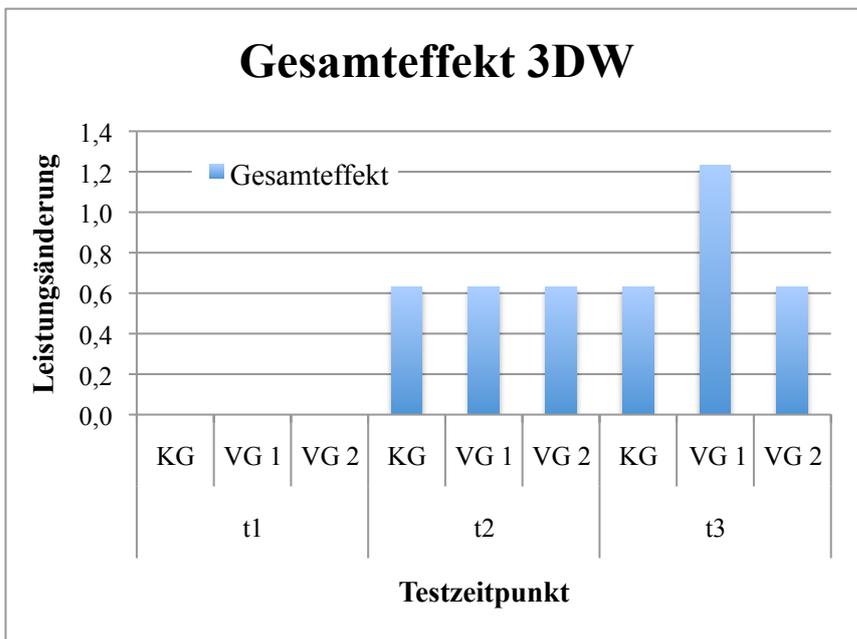


Abb. 18 Graphische Darstellung der Effekte nach Modell 5 (3DW)

Weitere Modellkontrollen – Modell 6a und 6b – ergaben, dass die Reduzierung um weitere Effektparameter die Daten signifikant schlechter erklären kann als Modell 5. Dies wurde als nicht sinnvoll verworfen. Die Beschreibung der Veränderung mit den beiden Parametern η_3 (VG 1) und τ_2 ist damit zulässig und vertretbar.

6.2.2. LLTM-Analyse der EST-Daten

Die LLTM-Analyse der EST-Daten wurde analog zu der LLTM-Analyse der 3DW-Daten ausgeführt. Das quasigesättigte Rasch-Modell für diese Daten zeigt sich wie in Tab. 8 dargestellt:

Tab. 8 Quasigesättigtes Rasch-Modell EST mit $df=107$ (in Klammer angeführte Items wurden von der Berechnung ausgeschlossen)

Gruppe	Item Nr. zu						
	t1	t2	t3	t2	t3	t2	t3
KG	1(2)....15	16(18)....31 (virtuelle Items)	32.....47 (virtuelle Items)				
VG 1	1(2)....15			48(50)...64 (virtuelle Items)	65.....80 (virtuelle Items)		
VG 2	1(2)....15					81(82)...96 (virtuelle Items)	96.....112 (virtuelle Items)

Auch hier wurde wieder das erste Item in der Ersttestung ausgeschlossen, da dieses als Warm-up-Item diente. Im Zuge dieser Analysen stellte sich heraus, dass Item 82 – also das zweite Item des Testzeitpunkts 2 in der VG 2 – von allen Versuchspersonen gelöst werden konnte. Dies führt dazu, dass es für die weiteren Analysen keine Information liefert und wurde daher ebenfalls ausgeschlossen. Ebenso wurden Item 18, Item 50 und Item 82 von der Berechnung ausgeschlossen (in Tabelle 9 in Klammer gesetzt). Die Maximum-Likelihood-Schätzung wurde daher mit 107 freien Parametern durchgeführt. Die Gewichtszahlen-Matrix stellt sich in diesem Fall wie folgt dar (0).

LLTM-Modell 1: Matrix der Gewichtszahlen (EST)

LLTM (Modell 1) mit df=21										
Matrix der Gewichtszahlen										
Basisparameter										
Itemparameter					Effektparameter					
					t ₂	t ₃	t ₂	t ₃		
					VG 1	VG 1	VG 2	VG 2		
					η ₂	η ₃	η ₂	η ₃		
	1	·	·	·	15	τ ₂	τ ₃	η ₂	η ₃	
	1					0	0	0	0	0
alle Vp		·				·	·	·	·	·
t ₁			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	0	0	0	0	0
	1					1	0	0	0	0
KG t ₂		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	0	0	0	0
	1					1	1	0	0	0
KG t ₃		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	1	0	0	0
	1					1	0	1	0	0
VG 1 t ₂		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	0	1	0	0
	1					1	1	1	1	0
VG 1 t ₃		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	1	1	1	0
	1					1	0	0	0	1
VG 2 t ₂		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	0	0	0	1
	1					1	1	0	0	1
VG 2 t ₃		·				·	·	·	·	·
			·			·	·	·	·	·
				·		·	·	·	·	·
					1	1	1	0	0	1

Der erste Schritt der LLTM-Analyse bestand wieder in der Reduktion der 107 Parameter auf 21 Parameter – 15 Itemparameter sowie 6 Effektparameter, die bereits in Abschnitt 6.2.1 dargestellt wurden. Wie in Tab. 9 ersichtlich, erklärte dieses Modell die

Daten nicht signifikant schlechter ($p=0,97$).

Im nächsten Schritt wurde nun in Modell 2 als kleinster Parameter τ_2 – der Übungseffekt von t1 auf t2 – entfernt. Auch diese Parameterreduktion brachte keine Verschlechterung des Erklärungswertes und das Modell 2 kann daher angenommen werden. Die Nullhypothese lautet hier beispielsweise: Die Leistungsveränderungen können durch einen Übungseffekt von t2 zu t3 sowie durch die Kurzzeit- und Langzeitwirkung beider Treatments erklärt werden.

Tab. 9 Hypothesenprüfungen (EST)

Modell	Effektparameter						lnL	df	LQT	df	p
	τ_2	τ_3	η_2 (VG1)	η_3 (VG1)	η_2 (VG2)	η_3 (VG2)					
QRM							-3.022,33	107			
Modell 1	0,04	0,34**	0,28	-0,49**	0,21	-0,24	-3.054,21	21	63,76	86	0,9654
Modell 2	-	0,35**	0,32**	-0,50**	0,25	0,26	-3.054,26	20	63,85	87	0,9705
Modell 3	-	0,35**	0,32**	-0,50**	-	-0,13	-3.055,35	19	66,04	88	0,9613
Modell 4	-	0,31**	0,31**	-0,46**	-	-	-3.055,64	18	66,61	89	0,9635
Modell 5	-	-	0,32**	-0,15**	-	-	-3.062,08	17	79,49	90	0,7781
Modell 6a	-	-	0,24**	-	-	-	-3.063,07	16	81,47	91	0,7525
Modell 6b	-	-	-	0,01	-	-	-3.066,23	16	87,80	91	0,5757

*signifikant bei $\alpha=5\%$; **signifikant bei $\alpha=1\%$

In einem weiteren Schritt wurde nun als kleinster Parameter neben τ_2 auch η_2 (VG 2) – die Kurzzeitwirkung in VG 2 – entfernt. Modell 3 konnte die Daten ebenfalls nicht schlechter als das quasigesättigte Rasch-Modell erklären.

Für Modell 4 wurden 15 Itemparameter sowie 3 Effektparameter (η_2 (VG 1), η_3 (VG 1), und τ_3) für die Schätzung herangezogen. Aufgrund eines wiederholt insignifikanten Ergebnisses konnte auch dieses Modell angenommen werden. Die Nullhypothese lautet daher: Die Leistungsveränderungen können durch einen Übungseffekt von t2 zu t3 sowie durch einen Treatmenteffekt in der VG 1 erklärt werden. Da sämtliche dieser Parameter signifikant waren, würde eine weitere Parameterreduzierung einen Verlust an Information bedeuten und wurde somit unterlassen. Dieses Modell wurde demnach als inhaltlich und empirisch gültig angesehen, um die Leistungsveränderungen im EST hinreichend zu

erklären. Dabei wurden 15 Itemparameter, ein Trendparameter τ_3 als Übungseffekt zum Testzeitpunkt 3, ein Effektparameter η_2 (VG 1) als leistungssteigernde Kurzzeitwirkung sowie ein Effektparameter η_3 (VG 1) als leistungsmindernde Langzeitwirkung des Trainings in VG 1 geltend gemacht. Die Parameterschätzung lautet wie folgt:

- $\tau_3 = 0,31$ (signifikanter Trendeffekt für alle Gruppen zum Erhebungszeitpunkt 3)
- η_2 (VG 1) = 0,31 (signifikanter Treatmenteffekt in VG 1 zum Erhebungszeitpunkt 2)
- η_3 (VG 1) = -0,46 (signifikanter Treatmenteffekt in VG 1 zum Erhebungszeitpunkt 3)
- aus η_2 (VG 1) + η_3 (VG 1) ergibt sich der Langzeiteffekt in VG 1 mit 0,16

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Effekte je Gruppe und Erhebungszeitpunkte (Tab. 10).

Tab. 10 Darstellung der Effekte nach Modell 4 (EST)

	t1		t2		t3		
	alle Vp	KG	VG 1	VG 1	KG	VG 1	VG 2
τ_2	0	0	0	0	0	0	0
τ_3	0	0	0	0	0,31	0,31	0,31
η_2	0	0	0,31	0	0	0,32	0
η_3	0	0	0	0	0	-0,46	0
Gesamteffekt	0	0	0,31	0	0,31	0,16	0,31

Zum besseren Verständnis werden nun die Gesamteffekte nach Gruppen und Zeitpunkten graphisch dargestellt siehe Abb. 19). Die Gesamteffekte ergeben sich aus den Summen der Trend- und Effektparameter der jeweiligen Gruppen (vgl. Tab. 11).

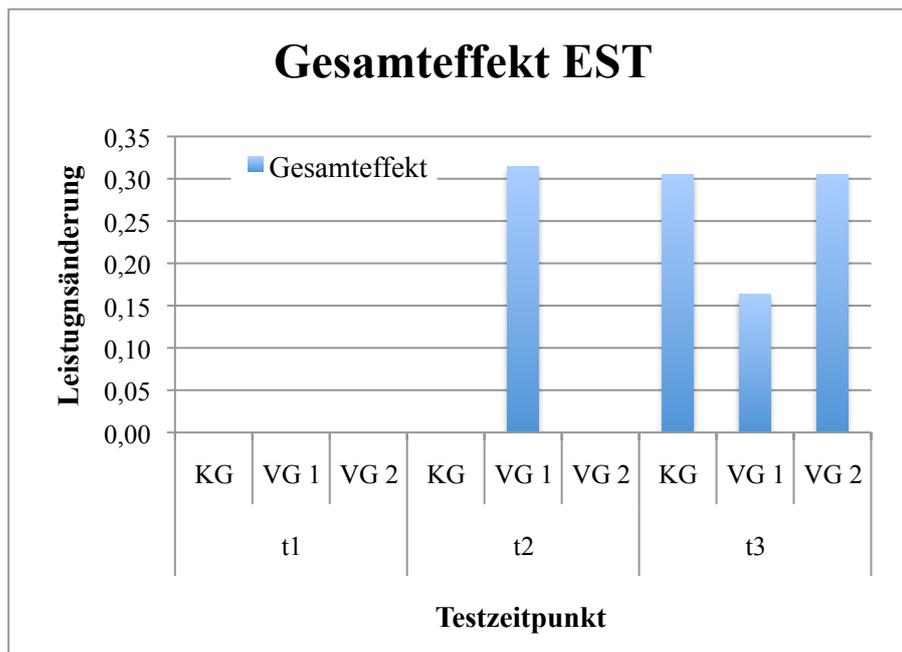


Abb. 19 Graphische Darstellung Gesamteffekte (EST)

Weitere Modellprüfungen und Signifikanztests, in denen Modell 1 und Modell 4 sowie Modell 3 und Modell 4 verglichen wurden, ergaben keine signifikanten Ergebnisse. Dies bedeutet, dass Modell 4 die Daten nicht signifikant schlechter erklärt als die Modelle 1 und 3. Ein Vergleich der Modelle 4 und 5 hingegen brachte ein signifikantes Ergebnis, was darauf hindeutet, dass Modell 5 die Daten signifikant schlechter erklärt als Modell 4. Die Beschreibung der Veränderung mit den oben angeführten Parametern ist damit zulässig.

7. Interpretation, Diskussion und Ausblick

In der Folge sollen zusammenfassend die in den Kapiteln 6.2.1 sowie 6.2.2 dargestellten Daten interpretiert werden.

Die Ergebnisse der LLTM-Analyse der Ergebnisse im 3DW zeigen, dass alle Personen zum zweiten Testzeitpunkt ihre Leistungen durch einen Übungseffekt aufgrund der Testwiederholung verbessern konnten.

Die Ergebnisse zeigen jedoch auch deutlich, dass das Tomatis-Hörtraining einen positiven Langzeiteffekt auf die Raumvorstellungsleistungen im 3DW hat. Die Versuchspersonen der Gruppe mit „normalem“ Hörtraining konnten ihre Leistungen in der Follow-up-Testung drei Monate nach Abschluss des Hörtrainings verbessern. Dies weist auf einen Langzeiteffekt im Sinne eines „Erweiterten Tomatis-Effekts“ hin. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen bezüglich der Raumvorstellungsleistungen im 3DW von Koller (2010), den Ergebnissen bezüglich Lese-, Rechtschreib- und Sprachstörungen von Mould (1985, zitiert nach Gerritsen, 2009), Kershner et. al. (1986, zitiert nach Gerritsen, 2009) sowie den Ergebnissen von Du Plessis (1988, zitiert nach Gerritsen, 2009) bezüglich Angststörungen in Zusammenhang mit dem „Erweiterten Tomatis-Effekt“.

Einen positiven Effekt des Hörtrainings unmittelbar nach dessen Beendigung konnte hier im Gegensatz zu der Studie von Koller (2010) nicht festgestellt werden.

Die Ergebnisse der LLTM-Analyse der Daten im EST zeichnen ein gänzlich anderes Bild. Hier konnte ein Übungseffekt bei allen Personen zu Testzeitpunkt 3 festgestellt werden. Weiters zeigt sich ein positiver Kurzeffekt des Tomatis-Hörtrainings auf die Raumvorstellungsleistungen. Diese Leistungssteigerung unmittelbar nach Beendigung des Hörtrainings konnte allerdings in der Follow-up-Testung nach drei Monaten nicht mehr nachgewiesen werden – die Leistungen ließen folglich wieder nach. Sie fallen aufgrund des allgemeinen Übungseffekts nicht wieder auf das Ausgangsniveau zurück. Ein „Erweiterter Tomatis-Effekt“ aufgrund des Hörtrainings konnte hier also nicht nachgewiesen werden.

Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit jenen von Koller (2010). Auch hier wurde ein positive Wirkung der Tomatis-Trainings auf die Leistungen im EST unmittelbar nach dessen Beendigung gefunden, die ebenfalls in der Follow-up-Testung nicht mehr nachzuweisen war. Ein Übungseffekt blieb hier jedoch aus.

Anzumerken sind zusätzlich die Ergebnisse der zweiten Versuchsgruppe mit dem „Spezial-Hörtraining“. Im Zuge der Rohwert-Analyse (Abschnitt 6.1) konnte eine Bewältigung des Leistungsabfalls im EST zum dritten Erhebungszeitpunkt im Vergleich zur ersten Versuchsgruppe vermutet werden. Jegliche Effekte in dieser Gruppe stellten sich in den weiteren Analysen jedoch als insignifikant heraus. Somit konnte die Raumvorstellung durch Programmierung mit dem Elektronischen Ohr nicht gezielt verbessert werden. Fehlende Effekte in dieser Gruppe könnten sich jedoch auch auf die geringe Stichprobengröße zurückführen lassen.

Nun stellt sich die Frage, aus welchem Grund die Wirkung des Tomatis-Hörtrainings auf die Raumvorstellung durch die beiden Messverfahren derart unterschiedlich abgebildet wird?

Eine plausible Erklärung könnte bei Arendasy (1997) gefunden werden, dessen Arbeit in Abschnitt 5.1.3 beschrieben wurde. Er verglich die beiden Messinstrumente EST und 3DW hinsichtlich einiger Kriterien, unter anderem auch hinsichtlich geforderter Bearbeitungsstrategien beim Lösen der Aufgaben. Demnach fordert die Bearbeitung der Aufgaben im 3DW vor allem „Reasoning“ – also räumliches Schlussfolgern – sowie „Räumliche Relationen“ – die Anordnung von Elementen im Raum. Die Bearbeitung der Aufgaben im EST erfordern hingegen „Visualisierung“ sowie „Visuelles Gedächtnis“, also eine holistischere Bearbeitungsstrategie.

Eine mögliche Schlussfolgerung kann demnach sein, dass das Tomatis-Hörtraining kurzfristig eine holistische Bearbeitung räumlicher Aufgaben fördert, wohingegen langfristig die Fähigkeiten im räumlichen Schlussfolgern gefördert werden.

Die Ergebnisse hinsichtlich einer Förderung der Raumvorstellung werden zusätzlich von persönlichen Mitteilungen und Hinweisen der Testpersonen zu Testzeitpunkt 3 gestützt. So wurde wiederholt von besserer Balance und verbessertem Körpergefühl berichtet. Auch eine Abschwächung der Höhenangst konnten einige Teilnehmer bei sich beobachten. Allgemein wurde von mehr Klarheit und besserer Zukunftsperspektive, erhöhtem Selbstvertrauen, erhöhter Entspanntheit sowie besserer Wahrnehmungsfähigkeiten und somit Verständnis der sozialen Umwelt berichtet.

Die derartige Inkonsistenz der Daten deckt sich mit den Erfahrungen der Autorin aus der Praxis. Auch hier sind teilweise außerordentlich unterschiedliche Reaktionen der Klienten auf das Hörtraining zu beobachten. Während bei einer Klientin beispielhafte

Erfolge, wie etwa eine deutliche Steigerung des Selbstvertrauens, des Körpergefühls oder der Spielweise eines Instruments, erzielt werden konnten, nahm ein anderer Klient wiederum „lediglich“ eine erhöhte Entspannung während des Trainings wahr. Nach Meinung der Autorin hat das Tomatis-Hörtraining eine sehr individuelle Wirkung, die unter anderem mit dem „Einlassen“ auf die neue Hörweise bzw. auf das Training im Allgemeinen (wie bei jeder derartigen Behandlung) zusammenhängen könnte.

Kritisch anzumerken ist an der vorliegenden Arbeit, dass sich durch die in dieser Studie nicht realisierbare Randomisierung (Zufallszuweisung der Personen zu den Gruppen) die Versuchsgruppen stark unterschieden. So unterschieden sich die Teilnehmer der beiden Versuchsgruppen systematisch von denen der Kontrollgruppe, worauf die beobachteten Unterschiede im Ausgangsniveau basierten. Wie bereits in Abschnitt 6.2 ausgeführt, können derartige Probleme mittels des Linearen Logistischen Testmodells (LLTM) berücksichtigt und so ein systematischer Fehler verhindert werden.

Unerwartet sind die doch großen Unterschiede der Ergebnisse im Vergleich zu jenen von Koller (2010), vor allem im Hinblick darauf, dass es sich teilweise um dieselbe Stichprobe handelt. In diesem Zusammenhang wäre eine getrennte Analyse der im Zuge der vorliegenden Studie erhobenen Daten wünschenswert, um allfällige Unterschiede abbilden zu können. Derartige Analysen würden allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen, könnten aber in Kombination mit weiteren Datenerhebungen zwecks Stichprobenvergrößerung in künftigen Projekten realisiert werden.

In weiteren Analysen der vorliegenden Daten könnte weiters auf eventuell vorliegende Geschlechtsunterschiede in den Leistungsveränderungen eingegangen werden. Wie in Abschnitt II.2.3 bereits ausgeführt, sind diese nicht zu vernachlässigen und ein Vergleich der Gruppen nach Geschlecht relevant. In der vorliegenden Stichprobe hätten derartige Analysen eine starke Verkleinerung der Untergruppengrößen zur Folge gehabt. Derart kleine Gruppengrößen können mit Hilfe der Gain-Score-Analyse (Gittler & Fischer, 2011) berücksichtigt werden, was im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich war.

Der in dieser Arbeit ausgeführte Forschungsstand macht einige weitere Ansatzpunkte für die exakte Abbildung der Wirkung des Tomatis-Hörtrainings auf den Menschen deutlich. So ist es etwa denkenswert, in weiteren Studien spezifische Wirkungen des Hörtrainings auf diverse Leistungsbereiche mit Hilfe eines breiten Intelligenzdiagnostikums zu erfassen. Weiters wäre eine wissenschaftliche Klärung der täglichen (unsystematischen) Beobachtungen in der Praxis hinsichtlich der positiven

Wirkung des Hörtrainings auf die Kindesentwicklung wünschenswert. Dies könnte etwa mit der breiten Erfassung des Entwicklungsstands vor sowie nach einem Hörtraining zu realisieren sein.

8. Zusammenfassung

Das Tomatis-Hörtraining wurde von Prof. Alfred A. Tomatis im Rahmen seiner Forschungsarbeiten zur Audio-Psycho-Phonologie entwickelt. Diese von Tomatis begründete Disziplin beschäftigt sich mit dem Zusammenhang von Hören, Psyche und Stimme. Wesentliche Konzepte sind dabei das Ohr und seine drei Funktionen (Hörsinn, Gleichgewichtssinn sowie die Versorgung des Gehirns mit Energie), die Hörtheorie nach Tomatis (die Schallwellen werden zum Großteil über den knöchernen Rahmen des Ohres in das Innenohr übertragen, jedoch nicht über die Gehörknöchelchenkette, wie die klassische Hörtheorie annimmt), die wichtige vorgeburtliche Bedeutung des Ohres sowie die Ohrlateralität.

Mit Hilfe dieser Konzepte und zahlreicher Forschungsarbeiten definierte Tomatis die drei „Tomatis-Gesetze“. Diese besagen, dass durch eine wiederholte akustische Stimulation des Ohres nicht mehr gut wahrgenommene Frequenzen (die aufgrund traumatischer Erfahrungen „ausgeblendet“ wurden) wieder exakt wahrnehmbar gemacht werden können, wodurch sich diese auch in der Stimme wieder zeigen.

Tomatis entwickelte daraufhin ein Trainingsverfahren, welches mit Hilfe akustischer Stimulation eine gezielte Einflussnahme auf die verschiedenen Funktionsbereiche des Ohres sowie auf die verschiedenen Frequenzbereiche des Ohres ermöglicht. Das Ohr soll zu einer besseren Hörwahrnehmung trainiert werden, um das volle Frequenzspektrum wieder wahrnehmen zu können. Um dies zu erreichen, werden Mozart-Musik, Gregorianische Choräle sowie in manchen Fällen die Stimme der Mutter mit Hilfe eines speziell entwickelten Gerätes, dem „Elektronischen Ohr“, aufbereitet und über spezielle Kopfhörer dem menschlichen Ohr zugänglich gemacht.

Zahlreiche wissenschaftliche Studien weisen auf ein breites Wirkungsfeld des Tomatis-Trainings hin. Positive Effekte wurden unter anderem in den Bereichen auditiver Verarbeitungsstörungen (Ross-Swain, 2007), Lernschwierigkeiten und Verhaltensauffälligkeiten (Gilmor, 1999), Störungen aus dem autistischen Spektrum (z. B. Neysmith-Roy, 2001) sowie dem Erlernen von Fremdsprachen (Murase, 2004) und der Stimmbildung (Hesse, 2002). Als besonders bemerkenswert stellten sich Ergebnisse hinsichtlich eines „Erweiterten Tomatis-Effekts“ heraus (etwa Mould, 1985; zitiert nach Gerritsen, 2009), die auf eine positive Wirkung des Hörtrainings bis zu 18 Monate nach dessen Beendigung hindeuten.

Zahlreiche Zusammenhänge zwischen Musik und Raumvorstellungsfähigkeiten (Mozart-Effekt, Effekte vom Hören von Musik sowie von Musiktraining auf kognitive und emotionale Fähigkeiten) ließen es relevant erscheinen, die Wirkung des Tomatis-Hörtrainings auf die Raumvorstellung zu untersuchen.

Im Zentrum dieser Arbeit stand somit die Frage, ob die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining einen Effekt auf das räumliche Vorstellungsvermögen hat und ob ein derartiger Effekt auch drei Monate nach Beendigung des Hörtrainings im Sinne eines „Erweiterten Tomatis-Effekts“ noch anhält. In einer weiteren Frage sollte geklärt werden, inwiefern die Fähigkeit zur Raumvorstellung gezielt durch Programmierung mit dem Elektronischen Ohr verbessert werden kann.

Um diese Fragen zu untersuchen, wurden 139 Personen (81 Personen getestet im Zuge der vorliegenden Studie und 60 Personen aus dem Datensatz von Koller, 2010) zu drei Gruppen aufgeteilt („normale“ Tomatis-Gruppe, „Spezialgruppe“ sowie untrainierte Kontrollgruppe) und jeweils vor dem Hörtraining, nach dem Hörtraining sowie drei Monate nach Abschluss des Trainings untersucht. Als Messinstrumente dienten der Dreidimensionale Würfeltest 3DW (Gittler, 1990) sowie der Endlosschleifentest EST (Gittler & Arendasy, 2003).

Die Analysen der Ergebnisse mittels des Linearen Logistischen Testmodells LLTM (Fischer, 1995) ergaben die folgenden Ergebnisse:

- Das Tomatis-Hörtraining hat im Allgemeinen eine positive Wirkung auf die räumliche Vorstellung.
- Die Daten des 3DW deuten auf einen Langzeiteffekt im Sinne eines „Erweiterten Tomatis-Effekts“ hin.
- Die Daten des EST zeigen eine signifikante Leistungssteigerung unmittelbar nach dem Hörtraining, die jedoch 3 Monate nach dessen Abschluss nicht mehr zu bemerken war.

Literaturverzeichnis

- Amthauer, R. (1970). *Intelligenz-Struktur-Test I-S-T 70. Handanweisung für die Durchführung und Auswertung*. Göttingen: Hogrefe.
- Arendasy, M. (1997). *Zur Konstruktvalidität zweier Rasch-skaliertes Raumvorstellungstests*. Universität Wien, Wien.
- Beckedorf, D. (1996). Warum Mozart? In W. Doering, G. Dose & Stadelmann M. (Eds.), *Sinne im Dialog*. Dortmund: borgmann publishing.
- Beckedorf, D. (1999). *Pränatales Hören - Hörtherapie nach Grundlagen von A. Tomatis*. Paper presented at the 3. Arbeitstagung der Köllner Arbeitsgemeinschaft der ISPPM.
- Beckedorf, D. (2000). Grundlagen und Wirkebenen der Hörtherapie. *Forum Logopädie*, 6.
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2006). *Biologische Psychologie* (Vol. 6). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Borg, E., Bergkvist, C., & Gustafsson, D. (2009). Self-masking: Listening during vocalization. Normal hearing. [Article]. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6), 3871-3881.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (Vol. 4). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bowers, D., Bauer, R. M., Coslett, H. B., & Heilman, K. M. (1985). Processing of Faces by Patients with Unilateral Hemisphere Lesions .1. Dissociation between Judgments of Facial Affect and Facial Identity. [Article]. *Brain and Cognition*, 4(3), 258-272.
- Campbell, D. (1997). *Die Heilkraft der Musik*. München: Delphi bei Droemer.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? [Letter]. *Nature*, 400(6747), 826-827.
- 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, 562-566.
- Dregger, H.-P. (2006). Hörtheorien. Tomatis Development S.A.
- Du Plessis, W., Burger, S., Munro, M., Wissing, D., & Nel, W. (2001). Multimodal enhancement of culturally diverse, young adult musicians: a pilot study involving the Tomatis method. *South African Journal of Psychology*, 31(3), 35-42.
- Fischer, G. H. (1995). *The Linear Logistic Test Model*. New York: Springer-Verlag.
- Foregard, M., Winner, E., Norton, A., & Schlaug, G. (2008). Practicing a Musical Instrument in Childhood is Associated with Enhanced Verbal Ability and Nonverbal Reasoning *PLoS ONE*, 3(10), 1-8.

- Gaser, C., & Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. [Article]. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240-9245.
- Gerritsen, J. (2009). A Review done on Tomatis Auditory Stimulation.
- 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 : 3 DW. 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)*. Universität Wien, 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 (Eds.), *Die Seele ist ein weites Land. Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie*. Wien: WUV-Wiener Universitätsverlag.
- Gittler, G., & Arendasy, M. (2003). Endlosschleifen: Psychometrische Grundlagen des Aufgabentyps EP. *Diagnostica*, 4, 164-175.
- Gittler, G., & Fischer, G. H. (2011). IRT-Based Measurement of Short-Term Changes of Ability, With an Application to Assessing the "Mozart Effect". *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 36(1), 33-75.
- Glück, J., & Spiel, C. (1997). Item Response-Modelle für Messwiederholungsdesigns: Anwendung und Grenzen verschiedener Ansätze. *Methods of Psychological Research Online*, 2(1), 1-19.
- Grüßing, M. (2002). Wieviel Raumvorstellung braucht man für Raumvorstellungsaufgaben? Strategien von Grundschulkindern bei der Bewältigung räumlich-geometrischer Anforderungen. *ZDM*, 34(2), 37-45.
- Guilford, J. P. (1972). Thurstone's Primary Mental Abilities and Structure-of-Intellect Abilities. *Psychological Bulletin*, 77(2), 129-143.
- Helmrich, B. H. (2010). Window of Opportunity? Adolescence, Music, and Algebra. *Journal of Adolescent Research*, 25(4), 557-577.
- Hesse, H.-P. (2002). *Zwischenbericht: Tomatis-Hörkur Studie: Forschungsnetz Mensch und Musik*, Universität Mozarteum Salzburg.
- Hetland, L. (2000a). Learning to make music enhances spatial reasoning. [Article]. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 179-238.
- Hetland, L. (2000b). Listening to music enhances spatial-temporal reasoning: Evidence for the Mozart Effect. [Article]. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 105-148.
- Hughes, J. R., & Fino, J. J. (2000). The Mozart Effect: Distinctive aspects of the music - A clue to brain coding? [Article]. *Clinical Electroencephalography*, 31(2), 94-103.

- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. [Article]. *American Psychologist*, 60(6), 581-592.
- Jäncke, L. (2008). *Macht Musik schlau?* Bern: Hans 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. [Review]. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(4), 170-172.
- Kershner, J. R., Cummings, R. L., Clarke, K. A., Hadfield, A. J., & Kershner, B., A. (1990). Two-Year Evaluation of the Tomatis listening Program with Learning Disabled Children. *Learning Disability Quarterly*, 13(1), 43-53.
- Kimura, D. (2011). From ear to brain. [Article]. *Brain and Cognition*, 76(2), 214-217.
- Koller, U. M. (2010). *Die Effekte der Tomatis-Therapie auf das räumliche Vorstellungsvermögen*. Universität Wien, Wien.
- Leng, X. D., Shaw, G. L., & Wright, E. L. (1990). Coding of Musical Structure and the Trion Model of Cortex. [Article]. *Music Perception*, 8(1), 49-62.
- Levy, J. (1969). Possible Basis for Evolution of Lateral Specialization of Human Brain. [Letter]. *Nature*, 224(5219), 614-&.
- 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.
- Lohman, D. F., & Nichols, P. D. (1990). Training spatial abilities: Effects of practice on rotation and synthesis tasks. *Learning and Individual Differences*, 2(1), 67-93.
- Madaule, P. (2002). *Die Kunst zu Hören: Ein Praxisbuch zur Tomatis-Methode*. Zürich: Pendo.
- Maier, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriss des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen*. Donauwörth: Auer Verlag.
- McCutcheon, L. E. (2000). Another failure to generalize the Mozart effect. [Article]. *Psychological Reports*, 87(1), 325-330.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities - Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. [Review]. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- McKelvie, P., & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. [Article]. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 241-258.
- Molenaar, I. M. (1994). Some Background for Item Response Theory and the Rasch Model. In G. H. Fischer & I. M. Molenaar (Eds.), *Rasch Models: Foundations, Recent Developments, and Applications*. New York: Springer Verlag.

- Murase, K. (2004). Year 1 Pilot Study: Use of the Tomatis Method with Japanese High School Students learning English as a Foreign Language. *International Journal of Tomatis Method Research*, 1(1), 60-62.
- Nantais, K. M., & Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. [Article]. *Psychological Science*, 10(4), 370-373.
- Neysmith-Roy, J. M. (2001). The Tomatis Method with severely autistic boys: Individual case studies of behavioral changes. [Article]. *South African Journal of Psychology*, 31(1), 19-+.
- Nyborg, H. (2005). Sex-related differences in general intelligence g, brain size, and social status. [Article]. *Personality and Individual Differences*, 39(3), 497-509.
- Pietschnig, J., Voracek, M., & Formann, A. K. (2010). Mozart effekt-Shmozart effect: A meta-analysis. *Intelligence*, 38, 314-323.
- Pinel, J. P. J. (2007). *Biopsychologie* (Vol. 6). München: Pearson Studium.
- Rauscher, F. H., & Hinton, S. C. (2011). Music Instruction and Its Diverse Extra-Musical Benefits. [Article]. *Music Perception*, 29(2), 215-226.
- 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. [Article]. *Neuroscience Letters*, 185(1), 44-47.
- Ross-Swain, D. (2007). The Effects of the Tomatis Method of Auditory Stimulation on Auditory Processing Disorder: A summary of findings. *International Journal of Listening*, 21, 140-155.
- Rost, D. H. (1976). *Der Begabungsfaktor Raumvorstellung: Theorie und Training*. Universität Hamburg, Hamburg.
- Sauvignier, E. (2000). *Förderung räumlicher Fähigkeiten: Trainingsstudien mit lernbeeinträchtigten Schülern*. Berlin: Waxmann.
- Schellenberg, E. G. (2001). Music and nonmusical abilities *Biological Foundations of Music* (Vol. 930, pp. 355-371). New York: New York Acad Sciences.
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Souvignier, E. (2000). *Förderung räumlicher Fähigkeiten: Trainingsstudien mit lernbeeinträchtigten Schülern*. Berlin: Waxmann.
- Steele, K. M., Bass, K. E., & Crook, M. D. (1999). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. [Article]. *Psychological Science*, 10(4), 366-369.
- Stemmler, G., Hagemann, D., Amelang, M., & Bartussek, D. (2011). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (Vol. 7). Stuttgart: Kohlhammer.

- Stumpf, H., & Fay, E. (1983). *Schlauchfiguren – Ein Test zur Beurteilung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Göttingen: Hogrefe.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2001). Arousal, mood, and the Mozart effect. [Article]. *Psychological Science*, 12(3), 248-251.
- Thorndike, R. L., Hagen, E. P., & Sattler, J. M. (1986). *The Stanford-Binet Scale of Intelligence*. Chicago: Riverside.
- Tomatis, A. A. (1995). *Das Ohr und das Leben: Erforschung der seelischen Klangwelt*. Düsseldorf: Walter.
- Tomatis, A. A. (2007). *Der Klang des Lebens: Vorgeburtliche Kommunikation - die Anfänge der seelischen Entwicklung* Reinbeck bei Hamburg: Rowolt.
- Tomatis, A. A. (2009). *Der Klang des Universums: Vielfalt und Magie der Töne* (Vol. 2). Düsseldorf: Patmos Verlag GmbH.
- Tomatis Development S.A. (2006). *Das Elektronische Ohr*.
- Winkler, P. (2007). *Die praktische Relevanz von Raumvorstellung*. Universität Wien, Wien.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Die Anatomie des Ohres (aus Pinel, 2007, S. 218)	6
Abb. 2	Der Vestibularapparat (aus Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 432)	7
Abb. 3	Tonübertragung zum Innenohr: A. klassische Hörtheorie; B. Hörtheorie nach Tomatis (aus Tomatis, 2009, S. 217)	9
Abb. 4	Auditive Lateralität (aus Tomatis, 1995, S. 91): vorteilhafte Hörweise mit dem rechtem Ohr als Leit-Ohr (durchgehende Linie), Hörweise mit dem linken Ohr als Leit-Ohr (gestrichelte Linie)	12
Abb. 5	Schematische Darstellung des Elektronischen Ohres (Tomatis Development S.A., 2006, S. 2)	16
Abb. 6	„Erweiterter Tomatis-Effekt“: Die Fähigkeiten steigen nach Beendigung des Tomatis-Hörtrainings weiter an (aus Gerritsen, 2009, S. 4)	28
Abb. 7	„Structure of Intellect Modell“ von Guilford (aus Stemmler, et al., 2011)	36
Abb. 8	Modell der Intelligenz nach Jäger (aus Stemmler, et al., 2011)	37
Abb. 9	Item für räumliche Wahrnehmung: Die Aufgabe hier ist es, herauszufinden, welches dieser Gefäße eine horizontale Wasseroberfläche hat (aus Linn & Petersen, 1985)	39
Abb. 10	Item zur Erfassung der Subkategorie Mental Rotation (aus Linn & Petersen, 1985)	39
Abb. 11	Item zur Erfassung der Subkategorie räumliche Visualisierung (aus: http://www.cs.otago.ac.nz/brace/resources/Paper%20Folding%20Test%20Vz-2-BRACE%20Version%2007.pdf , Zugriff am 8.3.12)	40
Abb. 12	Ergebnisse der Studie von Rauscher et al. (1993)	47
Abb. 13	Darstellung des Versuchsdesigns für beide Versuchsgruppen und für die Kontrollgruppe zu den drei Testzeitpunkten t_1 , t_2 sowie t_3	54
Abb. 14	Beispielitem des 3DW (Gittler, 1990)	57
Abb. 15	Beispielitem des EST (Gittler & Arendasy, 2003)	58
Abb. 16	Rohwert-Leistungen (Prozentsatz gelöster Items) der Gruppen im EST nach Zeitpunkten	64
Abb. 17	Rohwert-Leistungen (Prozentsatz gelöster Items) der Gruppen im 3DW nach Zeitpunkten	65

Abb. 18 Graphische Darstellung der Effekte nach Modell 5 (3DW).....	72
Abb. 19 Graphische Darstellung Gesamteffekte (EST).....	77

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.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Auswirkungen gefilterter Töne (nach Beckedorf, 2000).....	19
Tab. 2	Geschlechterverhältnis in den Versuchsgruppen (VG 1, VG 2) sowie in der Kontrollgruppe (KG)	62
Tab. 3	Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (s) der Rohscores je Gruppe (KG, VG 1, VG 2) und Zeitpunkt (t1, t2 und t3).....	63
Tab. 4	Quasigesättigtes Rasch-Modell 3DW mit $df=89$	68
Tab. 5	LLTM-Modell 1: Matrix der Gewichtszahlen (3DW)	69
Tab. 6	Hypothesenprüfungen (3DW)	71
Tab. 7	Darstellung der Effekte nach Modell 5 (3DW)	72
Tab. 8	Quasigesättigtes Rasch-Modell EST mit $df=107$ (in Klammer angeführte Items wurden von der Berechnung ausgeschlossen).....	73
Tab. 9	Hypothesenprüfungen (EST).....	75
Tab. 10	Darstellung der Effekte nach Modell 4 (EST).....	76

IV ANHANG

Abstract auf Deutsch

Einige wissenschaftliche Studien im Rahmen der Wirksamkeitsforschung zum Tomatis-Hörtraining (ein von Alfred A. Tomatis entwickeltes Verfahren zur akustischen Stimulation des Ohres) berichten positive Effekte auf diverse Bereiche wie etwa psychologische oder physiologische Probleme. Im Gegensatz dazu können einige Autoren keine Effekte auf diese Bereiche feststellen.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Wirkung des Tomatis-Hörtrainings auf die Fähigkeit zur Raumvorstellung. In einer zweiten Fragestellung sollte geklärt werden, ob die Fähigkeiten zur Raumvorstellung mittels gezielter Maßnahmen (gesonderte Programmierung der akustischen Stimulation) speziell verbessert werden kann.

Mittels der psychologischen Messinstrumente Dreidimensionaler Würfeltest 3DW (Gittler, 1990) sowie Endlosschleifentest EST (Gittler & Arendasy, 2003) wurden die Daten in Prä-, Post- sowie Follow-up-Testung in drei Gruppen erhoben und mit Hilfe des Linearen Logistischen Testmodells LLTM (Fischer, 1995) analysiert. Die Ergebnisse zeigen ein inhomogenes Bild, wobei eine positive Wirkung des Tomatis-Hörtrainings angenommen werden kann. Die Daten im 3DW weisen ausschließlich auf positive langfristige Leistungssteigerungen hin, die drei Monate nach Abschluss des Hörtrainings im Rahmen der Follow-up-Testung zu beobachten waren. Die Ergebnisse des EST deuten hingegen auf signifikant positive kurzfristige Effekte unmittelbar nach Abschluss der Tomatis-Therapie hin. Mittels der speziellen Programmierung der akustischen Stimulation konnten keine signifikanten Leistungssteigerungen im Vergleich zur untrainierten Kontrollgruppe erzielt werden.

Diese unterschiedlichen Ergebnisse können darauf zurückgeführt werden, dass die beiden Messverfahren Unterschiedliches messen. Die Lösung der 3DW-Aufgaben erfordert räumliches Schlussfolgern, während die Lösung der EST-Aufgaben eine holistische Bearbeitungsweise erfordert. Es ist damit davon auszugehen, dass das Tomatis-Hörtraining langfristig räumliches Schlussfolgern („Erweiterter Tomatis-Effekt“) und kurzfristig eine holistische Bearbeitung räumlichen Materials fördert.

Schlüsselwörter: Tomatis, Tomatis-Effekt, Raumvorstellung, EST, 3DW, LLTM

Abstract auf Englisch

Several scientific studies regarding the Tomatis Method of auditory stimulation training report positive effects on a variety of areas including psychological and physiological problems. However, some studies report no effects on those problems.

Based on these inconsistent results, the present thesis evaluates the impact of the Tomatis Method on spatial ability involving a three group pre-post-follow-up experimental design. Furthermore, the effects of a special program of Tomatis auditory stimulation regarding the spatial abilities in particular are tested.

Spatial abilities were assessed with these psychometric instruments: Three-Dimensional Cube Comparison Test (3DC, dt.: Dreidimensionaler Würfeltest 3DW; Gittler, 1990) and Endless-Loops-Test (dt.: Endlosschleifentest EST; Gittler & Arendasy, 2003). Analyses using the Linear Logistic Test Model LLTM (Fischer, 1995) indicated positive effects on spatial abilities. The 3DC data showed a positive long-term effect on spatial abilities three months after finishing the training (“Extended Tomatis-Effect”) but no short-term effect. On the other hand, the data assessed with the Endless-Loops-Test showed a positive short-term effect on spatial abilities but no effect after three months. Special training regarding spatial abilities showed no significant effect.

The different results can be explained by the distinct abilities assessed with the two tests. It is supposed that the 3DC measures spatial reasoning, while the loop-test measures holistic processing of the spatio-visual information. It can be assumed that the Tomatis Method has a long-term effect on spatial reasoning processing. However, it affects the holistic processing only short term.

Key-words: Tomatis, spatial abilities, Tomatis-Effect, auditory stimulation training, 3DC, 3DW, EST, LLTM

Einverständniserklärung

TOMATIS TRAINING

TOMATIS INSTITUT TINKL
Serravagasse 6/6 1140 Wien

Tel. 8943146

www.tomatis.at; hilde.tinkl@tomatis.at

Wien, April 2011

Lieber Teilnehmer!

Vielen herzlichen Dank für die Teilnahme am Tomatis-Hörtraining und Unterstützung der wissenschaftlichen Studie zum Thema „Tomatis-Hörtraining und Raumvorstellung: Eine längsschnittliche Effektstudie“.

Im Rahmen der Untersuchung nehmen sie KOSTENFREI an einem Tomatis-Hörtraining teil. Dafür verpflichten die sich den folgenden Ablauf des Tomatis-Hörtrainings einzuhalten:

- 1) Erstgespräch und Hörtest vor Beginn des Hörtrainings und Messung Ihres Raumvorstellungsvermögens mithilfe zweier psychologischer Testverfahren (Dreidimensionaler Würfeltest 3DW und Endlosschleifentest EST)
- 2) 1. Phase TOMATIS Training: 2 Wochen lang, Mo – Fr (10 Tage), 2 Stunden tgl.
2. Phase TOMATIS Training: beginnt ca. 6 Wochen nach Teil 1, 2 Wochen lang, 2 Stunden täglich
- 3) Messung Ihres Raumvorstellungsvermögens direkt nach Abschluss des Hörtrainings
- 4) Messung Ihres Raumvorstellungsvermögens 3 Monate nach Abschluss des Hörtrainings

Die Kosten eines Tomatis-Hörtrainings belaufen sich auf € 1.300,--. Diese Kosten trägt das Tomatis Institut Tinkl soweit der Teilnehmer seiner Verpflichtung nachkommt, an allen Testungen und dem vollständigen Tomatis Training teilzunehmen. Falls Sie vorzeitig aus dieser Studie aussteigen, verpflichten Sie sich, einen Pauschalbetrag von € 500.- als Kostenersatz an das Tomatis Institut Tinkl innerhalb von 14 Tagen zu bezahlen. Gegebenenfalls - bei Verhinderung durch höhere Gewalt (Krankheit, etc.) – sind Sie verpflichtet rechtzeitig anzurufen und Bescheid zu geben, sowie einen Nachweis zu erbringen.

ERKLÄRUNG

Mit meiner Unterschrift erkläre ich mich mit der Einhaltung oben genannter Bedingungen einverstanden.

NAME

Tel.Nr.:

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Carina Cerwinka
 Freyenthurmstraße 18/5/3
 1140 Wien
 Österreich
 Tel. +43 664 88426399

LEBENS LAUF

Name:	Carina Cerwinka
geboren:	05.08.1988
in:	Wien, Österreich
Nationalität:	Österreich
Eltern:	Mag. Robert Cerwinka, Vorstandsdirektor Univ.Lekt. Dr. Gabriele Cerwinka, Berufspädagogin

SCHULBILDUNG:

1994 - 1998	Volksschule der Dominikanerinnen, 1130 Wien
1998 - 2006	Wirtschaftskundliches Realgymnasium der Dominikanerinnen, 1130 Wien Matura im Juni 2006 mit ausgezeichnetem Erfolg

STUDIUM:

seit 2006	Studium der Psychologie an der Universität Wien
Oktober 2008	Abschluss des ersten Studienabschnitts
WS 09/10	Erasmus-Auslandssemester an der Universität Parma, Italien

WEITERBILDUNG:

11/07 – 01/08	1. Teil der Ausbildung in der Tomatis-Methode
09/08	TOEFL-Prüfung
seit 10/08	universitäre Weiterbildung Italienisch

BERUFLICHER WERDEGANG:

- 2003 Ferialpraxis im Tomatis Institut für Audio-Psycho-Phonologie, Hilde Tinkl, 1140 Wien
- 2004 Ferialpraxis im Tomatis Institut für Audio-Psycho-Phonologie, Hilde Tinkl, 1140 Wien
- 2005 Ferialpraxis im Tomatis Institut für Audio-Psycho-Phonologie, Hilde Tinkl, 1140 Wien
- seit 2006 Praktikum im Tomatis Institut für Audio-Psycho-Phonologie, Hilde Tinkl, 1140 Wien
- seit 2006 Freie Mitarbeiterin Fa. Dr. Gabriele Cerwinka, Coaching & Kommunikation e. U., 1140 Wien
- 03-04/2010 Praktikum an der Univ.-Klinik für Psychiatrie des Kindes- und Jugendalters bei Ass.-Prof. Mag. Dr. Susanne Ohmann
- 06-08/2010 Praktikum beim Verein e.motion Equotherapie im Soz. Med. Zentrum Otto Wagner Spital
- 09/10 – 04/11 Projektmitarbeiterin an der Universität Wien, Projekt „universe“
- 10/10 – 01/11 Praktikum beim Verein e.motion Equotherapie im Soz. Med. Zentrum Otto Wagner Spital
- 07/11 – 08/11 Praktikum an der Kinder- und Jugendpsychiatrie und Behindertenpsychiatrie für Erwachsene mit Ambulanz des Neurologischen Zentrums – Rosenhügel bei Mag. Daniela Hofbauer

Carina Cerwinka

Wien, 13.05.2012