



universität
wien

Diplomarbeit

AUF DER SUCHE NACH DEM MOZART-EFFEKT Der Einfluss von Komposition, Musikgeschmack und musikalischer Vorerfahrung auf die räumliche Vorstellung

Eva-Maria Rameder

Angestrebter akademischer Grad
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2008

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ. Prof. Dr. Erich Vanecek

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung.....	7
-----------------	---

THEORETISCHER TEIL

1 RÄUMLICHES VORSTELLUNGSVERMÖGEN	10
1.1 Die Komponenten der räumlichen Vorstellung	11
1.2 Visuell – räumliche Vorstellung als eigener Faktor.....	11
1.3 Zwei- und Dreifaktorentheorien der Raumvorstellung	13
1.4 Mentale Repräsentation des Raumes	17
1.4.1 Mental Imagery	18
1.4.2 Mental Rotation:	18
1.5 Geschlechtsunterschiede und räumliche Begabung.....	19
1.5.1 Alter und Geschlechtsunterschiede	19
1.5.2 Biologische Reifung und Geschlechtsunterschiede	22
1.5.3 Genetisch – biologische und hormonelle Hypothesen.....	23
1.5.4 Soziale Hypothesen	25
1.5.5 Bearbeitungsstile und räumliche Leistung	25
1.6 Räumliche Fähigkeiten und Hemisphärendominanz	27
1.6.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	29
1.6.2 Musikalische Fähigkeiten und Hemisphärendominanz	30
2 RÄUMLICHES HÖREN UND STEREOFONIE.....	32
2.1 Erkennen von Laufzeitunterschieden und Phasendifferenzen	33
2.2 Wahrnehmen von Intensitätsunterschieden.....	34
2.3 Bestimmung der Entfernung und Richtungshören.....	35
3 MUSIK UND RAUM	37
3.1 Parallelen im musikalischen und visuellen Raum.....	38
3.2 Prinzipien und Ursachen von musikalischen Raumvorstellungen .	40
4 MUSIKALISCHE LEISTUNGEN UND	
AUßERMUSIKALISCHE LERNINHALTE.....	44
4.1 Theoretische Erklärungsansätze	45

4.2	Studien und Untersuchungsergebnisse zur Wirkung von Musik auf kognitive Leistungen	46
5	DER „MOZART-EFFEKT“	51
5.1	Neurophysiologische Grundlagen	51
5.2	Original- und Folgeuntersuchung von Rauscher, Shaw und Ky	57
5.3	Replikationsstudien	61
5.3.1	Stimmung, Aktivierung und Präferenz	66
5.3.2	Stichprobeneffekte.....	69
5.3.3	Musikstruktur.....	70
5.3.4	Metaanalysen	71
5.3.5	Studien mittels EEG und fMRI und anderen Verfahren	72
6	WARUM GERADE MOZART?	76
7	FRAGESTELLUNG UND FORSCHUNGSHYPOTHESEN	80
8	METHODE	82
8.1	Stichprobe	82
8.1.1	Beschreibung der Versuchspersonen.....	82
8.2	Versuchsdesign und Untersuchungsplan	84
8.3	Variablen	86
8.3.1	Abhängige und Unabhängige Variablen	86
8.3.2	Störvariablen.....	87
8.4	Material	88
8.4.1	Beschreibung der unabhängigen Variablen: Musikbedingungen	88
8.4.2	Beschreibung der abhängigen Variable	98
8.5	Zusätzlich erhobene Daten	104
8.6	Instruktionen und Untersuchungsdurchführung	106
9	DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE	108
9.1	Deskriptivstatistik.....	108
9.1.1	Altersverteilung	108
9.1.2	Daten zum Instrumentalspiel	108
9.1.3	Musikgeschmack – Musikpräferenz	110

9.1.4	Musikgefallen	111
9.1.5	Deskriptivstatistik der Leistungen im Raumlagetest I S T nach Zeitpunkten.....	113
9.1.6	Deskriptivstatistik der Leistungen im Raumlagetest IST unter der Musikbedingungen - Hörbedingungen.....	114
9.2	Statistische Hypothesenprüfung	115
9.2.1	Varianzanalyse nach Zeitpunkten	115
9.2.2	Varianzanalyse nach Musikbedingungen	116
9.2.3	Kontrastberechnungen	117
9.3	Weitere Ergebnisse.....	119
9.3.1	Einflussfaktor Instrumentalspiel	119
9.3.2	Einflussfaktor Musikgefallen	121
10	INTERPRETATION UND DISKUSSION DER	
	ERGEBNISSE	122
10.1	Kann Musik, hier im speziellen Klaviermusik, zu einer Steigerung der Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen führen?	122
10.2	Welchen Einfluss haben Komponist, Komposition und Instrumentarium auf den Mozart Effekt?	122
10.3	Hat das Gefallen bzw. Nicht-Gefallen der Musikstücke einen Einfluss auf das Ergebnis?	125
10.4	Könnten musikalische Vorerfahrungen einen Einfluss auf den Mozart Effekt haben?	125
11	ZUSAMMENFASSUNG	127
12	LITERATURVERZEICHNIS.....	130
13	TABELLENVERZEICHNIS.....	144
14	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	145
15	ANHANG	147
15.1	Instruktionen	148
15.2	Testitems IST Form A	149
15.3	Testitems IST Form A gemischt	150
15.4	Testitems IST Form B.....	151

15.5	Testitems IST Form B gemischt.....	152
15.6	Antwortbogen	153
15.7	Fragebogen.....	154
15.8	Ergebnisse zur univarianten Varianzanalyse zum Einfluss von Musikgefallen.....	155

EINLEITUNG

Die Auseinandersetzung mit Musik und praktisches Musizieren waren und sind wichtige Bestandteile meines Lebens. Wir gebrauchen Musik ständig, sind häufig von ihr umgeben und beeinflusst, ohne uns ihrer Wirkung auf uns bewusst zu sein.

Im Zuge meines Studiums bin ich daher sehr bald auf die Musikpsychologische Forschung aufmerksam geworden. Die Auswirkungen von Musik auf den Menschen und im Speziellen auf seine kognitiven Fähigkeiten interessierten mich von Anbeginn. Sehr bald bin ich beim Durcharbeiten der Fachliteratur für meine musikalische Berufstätigkeit auf den - damals noch weniger bekannten - Mozart Effekt gestoßen. Mittlerweile hat sich der Bekanntheitsgrad ja geändert. Einerseits führten die Entdeckungen von Rauscher im Jahre 1993 zur intensiven wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit diesem Thema, andererseits entstand gerade von Amerika ausgehend eine gewaltige Vermarktungskampagne Mozarts, die den Eindruck vermittelt, Mozarts Musik könne uns intelligenter machen. Für die musikpsychologische Forschung ist die Popularität des Mozart Effektes aber eine große Chance in der allgemeinen Öffentlichkeit präsent zu sein und auf wichtige Themen und Forschungserkenntnisse aufmerksam zu machen.

Der theoretische Teil meiner Arbeit beschäftigt sich zu Beginn mit dem Konstrukt Raumvorstellung, mit geschlechtsspezifischen Unterschieden und räumlicher Begabung und dem Zusammenhang von musikalischen Fähigkeiten und Hemisphärendominanz.

Der darauf folgende Abschnitt ist dem räumlichen Hören, der Stereophonie und den Parallelen im musikalischen und visuellen Raum gewidmet. Arbeiten von Spitzer (2002), La Motte-Haber (1990) und Behne (1989) leiten hier meinen Versuch, Beziehungen zwischen Musik- und Raumwahrnehmungen herzustellen. Auf der Suche nach dem Mozart Effekt gingen viele Forscher der Frage nach, ob aktives Musizieren und musikalisches Training ebenfalls räumliche Fähigkeiten steigern kann. Diese Studien stießen bei mir aufgrund meiner instrumentalpädagogischen Tätigkeit auf großes Interesse. Daher gebe ich anschließend einen Überblick über Forschungsergebnisse, welche die Wirkung von Musik auf kognitive Leistungen

zum Inhalt haben. Langzeitstudien und neuere Forschungsergebnisse von Rauscher (2003) und Schellenberg (2004, 2006) geben hier einen Einblick.

Den Abschluss des theoretischen Teils bildet die Darstellung des Mozart Effekts anhand der Originalstudie und wichtiger Folgestudien. Die neurophysiologischen Grundlagen, hier im Besonderen das Trion Modell, sind für mich von Bedeutung, da sich neuere Studien, die den Primingeffekt als mögliche Ursache für Leistungssteigerungen annehmen, wieder auf dieses Modell beziehen. Die Beschreibung der Replikationsstudien soll einen Überblick über die Erforschung verschiedenster Einflussfaktoren geben.

Als musikinteressierter Mensch bin ich auch der Frage nachgegangen, warum gerade die Musik Mozarts und welche Strukturmerkmale der Musik für den Mozart Effekt verantwortlich sein könnten.

Der empirische Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Frage, ob das Hören der Mozartsonate für zwei Klaviere in D-Dur (KV 448) einen kurzfristigen leistungssteigernden Effekt auf die räumliche Fähigkeit der mentalen Rotation hat. Wissenschaftliche Arbeiten betonen den Zusammenhang und die mögliche gegenseitige Förderung der beiden rechtshemisphärisch lokalisierten Fähigkeiten von Raumvorstellung und Musikalität (Petsche, 1991; Hassler, 1990; Bodner, 2001). Die vorbereitende Aktivierung der gemeinsamen Gehirnnareale durch Musik könnte für den leistungssteigernden Effekt verantwortlich sein. Auf diesen Priming Effekt weisen neue Forschungsergebnisse hin.(Jausovec et al., 2005,2006; Suda et al., 2008)

Die Auswahl der Musikstücke für diese Untersuchung ist durch die Erkenntnisse aus den Untersuchungen von Hughes und Fino (2000) und Harris (1991) beeinflusst. Bisher wurde in den anderen Studien bei der Wahl vergleichbarer Musikstücke wenig auf spezielle musikalische Merkmale der Mozartsonate für zwei Klaviere in D-Dur (KV 448) geachtet. Aus diesem Grund untersuche ich in dieser Arbeit, ob Klaviermusik für zwei Klaviere eines anderen Komponisten (Dussek) und Klaviermusik für vier Hände von Mozart an einem Klavier, zu einer vergleichbaren Leistungssteigerung bei der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben führen kann. Möglicherweise stellt die Komplexität der Komposition der Mozartsonate in D-Dur (KV 448) und ein stereophoner Effekt durch den

Einsatz von zwei Klavieren, der ein sehr räumlich plastisches Hörerlebnis bewirkt, einen Einflussfaktor dar.

Weitere Fragestellungen ergeben sich aus den Studien, die sich mit dem Einfluss von Musikpräferenz und musikalischer Vorerfahrung als Erklärung für den Mozarteffekt auseinandersetzen (vgl. Affenzeller, 1999; Steele, 2000; Nantais und Schellenberg, 1999, 2001, 2002; Hussain et al., 2002; Spitzer, 2003; Schellenberg und Hallam, 2005).

Es wird davon ausgegangen, dass die Probanden, die an dieser Studie teilnehmen, nicht unbedingt Gefallen an klassischer Musik, - insbesondere an klassischer Klaviermusik - finden. Daher ist es von Interesse zu untersuchen, ob das Nichtgefallen oder Ablehnen eines Musikstückes und die Musikpräferenz, die mittels Fragebogen erhoben wird, auf die Leistungen in der Raumvorstellung einen Einfluss hat.

Musikalische Vorerfahrungen werden durch Fragen, ob und wie lange einer musikalischen Tätigkeit (Instrumentalspiel und Singen) nachgegangen wurde, erhoben.

Zusätzlich werden geschlechtsspezifische Unterschiede bezüglich der Raumvorstellungsfähigkeit und Zusammenhänge zwischen Händigkeit und räumlicher Leistung untersucht.

THEORETISCHER TEIL

1 Räumliches Vorstellungsvermögen

Der Begriff der Raumvorstellung (synonym dazu räumliches Vorstellungsvermögen, räumliche Begabung, räumliches Denken, spatial ability, usw.) wird in der Literatur sehr unterschiedlich verwendet und definiert, gilt aber als ein gut abgesicherter Primärfaktor der Intelligenz. Zahlreiche Untersuchungen basieren auf den Ergebnissen einer Faktorenanalyse von Thurstone (1931) in Form der sieben Primärfaktoren, von denen er eine mit „spatial“ – meist Raumvorstellung übersetzt - bezeichnete.

Weitere Analysen anderer Autoren führten zu unterschiedlichen zwei- und mehrfaktoriellen Theorien der Raumvorstellung.

Es handelt sich bei dem Begriff „Raumvorstellung“ sicher um keine einheitliche Fähigkeit, vielmehr setzt sie sich aus mehreren unterschiedlichen Facetten bzw. Komponenten zusammen.

In diesem Kapitel wird ein kurzer historischer Überblick über die Forschung in diesem Bereich gegeben. Weiters werden faktorenanalytische Ergebnisse zur Zwei- und Dreifaktorentheorie dargestellt, diesbezügliche Geschlechtsunterschiede und deren möglichen Ursachen erörtert und der Zusammenhang von Händigkeit und Raumvorstellung näher beleuchtet.

Weiters sollen Forschungsergebnisse zur mentalen Repräsentation des Raumes und der Hemisphärendominanz von räumlichen und musikalischen Fähigkeiten präsentiert werden.

1.1 Die Komponenten der räumlichen Vorstellung

Seit 1925 identifizieren faktorenanalytische Studien einen von verbalen Fähigkeiten unabhängigen spatialen Faktor (z.B. Kelley, 1928, Brown & Stephenson 1933, beide zitiert nach Mc. Gee 1979).

Die Untersuchungen standen im direkten Zusammenhang mit dem Generalfaktormodell Spearman's (1904). Er präsentierte erste konkrete Modellvorstellungen zur Struktur von Intelligenz. Seine Theorie geht davon aus, dass Intelligenzmaße auf Grund eines allen kognitiven Leistungen gemeinsamen Faktors „g“ (general intelligence), sowie weiterer testspezifischer Faktoren „s“ erklärbar sind.

Der eigentliche Beginn der faktorenanalytischen Forschung an der Raumvorstellung ist in engem Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Testmaterialien zu sehen. Diese sollten praktisch-technische Fähigkeiten messen.

1.2 Visuell – räumliche Vorstellung als eigener Faktor

Aufbauend auf grundlegenden Arbeiten wurde das Modell von Spearman erweitert und es entstanden andere hierarchische Modelle wie z. B. das Modell von Vernon (1950, zitiert nach Gustaffson, 1984). Vernon unterscheidet zwischen einem g-Faktor und zwei Hauptgruppenfaktoren (major-group-factors).

Weiters entstand das Modell von Horn & Cattell (1966, zitiert nach Gustaffson 1984), das auf multiplen Faktorenanalysen beruht und eine Anzahl Faktoren erster Ordnung (Primärfaktoren) und fünf Faktoren zweiter Ordnung (Generalfaktoren) hervorbrachte.

Für die Raumvorstellung relevante Faktoren (General visualization Gv) beinhaltet die Primärfaktoren:

- Visualization
- Flexibility of Closure
- Speed of Closure
- Spatial Orientation

Nichthierarchische Intelligenzmodelle stammen vor allem aus den USA.

Thurstone stellte 1931 die von ihm entwickelte „Multiple Faktorenanalyse“ vor. Grundpfeiler dieser Analysemethode sind die „Centoid-Methode“, die „Schätzung der Kommunalitäten und die „Simple Structure“-Forderung (Thurstone, 1957, Carroll, 1993, Formann & Pirkner, 1991).

Mit dieser Methode ermittelte Thurstone die sieben Primärfaktoren. Einer der Faktoren umfasst den Bereich der Raumvorstellung.

„Perceptual Speed“ (Wahrnehmungsgeschwindigkeit)

„Memory“ (Merkfähigkeit)

„Verbal Comprehension“ (Wortverständnis)

„Word fluency“(Wortflüssigkeit)

„Reasoning“ (Schlussfolgerndes Denken)

„Number“ (Rechenfertigkeit)

„Space“ (Raumvorstellung, vorstellungsmäßige Manipulation von zwei- oder dreidimensionalen Objekten)

(Carroll 1993, Maier 1994)

Thurstone umschrieb den Faktor Raumvorstellung nach Eliot & Macfarlane Smith (1983) mit den Worten „requiring a facility in spatial or visual imagery“. Nach Rost (1977) umfasst Thurstones Faktor die Bereiche Raumerfassung, Raumkenntnis und Raumverhalten.

In späteren Untersuchungen (1949) postulierten Thurstone und Thurstone (1941, zitiert nach Eliot 1983) eine Aufteilung des Faktors Raumvorstellung in drei unterschiedliche, räumliche Aspekte erfassende Faktoren.

Eine herausragende Arbeit dieser Zeit leistete El Koussy (1935, zitiert nach Eliot, 1983). Er konnte als Erster einen Gruppenfaktor, den er „K“ nannte, für räumliches Denken nachweisen. Er umschrieb diesen Faktor mit den Worten „the ability to obtain and the facility to utilize visual spatial imagery“ (Eliot 1987).

Das Besondere an seiner Arbeit war, dass erstmals viele verschiedene Raumvorstellungstests zur Untersuchung verwendet wurden. Er legte damit den

eigentlichen Anfangspunkt für das große Forschungsinteresse am Faktor Raumvorstellung.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam damals auch Smith (1938, zitiert nach Eliot 1983) und bestätigte damit die Ergebnisse El Koussys.

1.3 Zwei- und Dreifaktorentheorien der Raumvorstellung

Heute lassen Studien faktorenanalytischer Art keine Zweifel an der Existenz von mindestens einem, wahrscheinlich zwei oder mehreren Faktoren der räumlichen Vorstellung zu. Sie widerlegen die Annahme, dass Raumvorstellungsaufgaben auf einen einzigen gemeinsamen Faktor zurückgehen.

Kelly fand bereits 1928 bei einer Untersuchung an 10- und 16-jährigen Kindern einen räumlichen Faktor. In weiterer Folge unterschied er zwei Faktoren, die er folgend beschrieb:

„a facility in the manipulation of spatial relationships“ und “sensing and retention of geometric forms“. Der zweite Faktor umfasst wahrscheinlich das, was heute mit „visual“ oder „spatial memory“ bezeichnet werden würde. Hier zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung mit Thurstones Ergebnissen, da in beiden Fällen die Manipulation von räumlichen Beziehungen von zentraler Bedeutung war.

1949 analysierten Thurstone und Thurstone (1941, zitiert nach Eliot 1983) groß angelegte Studien der United States Navy und fanden zwei Space-Faktoren (S1 und S2). Später wurde noch ein dritter Faktor (S3) beschrieben (zitiert nach McGee 1979):

Faktor S1: Spatial Relations (räumliche Beziehungen):

Bezeichnet die Fähigkeit, sich eine rigide Konfiguration vorzustellen, wenn sie in verschiedene Positionen bewegt wird.

Faktor S2 :Visualization (räumliche Veranschaulichung):

Bezeichnet die Fähigkeit, sich eine Konfiguration anschaulich vorzustellen, in der eine Bewegung oder Verschiebung zwischen den Teilen vorgenommen wird.

Faktor S3: Spatial Orientation (räumliche Orientierung):

Stellt jene Fähigkeit dar, die eigene Person richtig im vergleichbaren Raum einzuordnen.

Anastasi (1988) unterscheidet zwischen der Wahrnehmung statischer, räumlicher oder geometrischer Beziehungen und der Veranschaulichung veränderter Positionen oder Transformationen.

Aus folgenden weiteren umfangreichen Studien, Guilford und Lacey (1947, zitiert nach McGee 1979), French (1951, zitiert nach Eliot 1983), Ekstrom, French und Harman (1976) ergeben sich ebenfalls zwei bis drei Faktoren der räumlichen Vorstellung:

- Visualization(Vz, Vi, VZ)
- Spatial Orientation (SO, S) und
- Spatial Relation (SR, S)

Guilford, Fruchter & Zimmermann (1952) konnten drei räumliche Faktoren im Rahmen einer Faktorenanalyse über 46 Tests, die zum Teil aus dem Air Force Psychology Research Program (AAF) entstammten, identifizieren:

„Spatial Relations“

„Visualization“

„Visual Memory“.

Er wurde definiert als „the ability to retain an impression of pictorial material (as if photographically) and to recognize it after a short time interval“.

Lange Zeit wurde der Klassifikation von Michael, Guilford, Fruchter & Zimmerman (1952) besondere Bedeutung beigemessen.

Sie identifizierten bei Durchsicht früherer Untersuchungen drei Faktoren.

„Spatial Relation and Orientation“ (SR-O) wurde von Michael et al. als „ability to comprehend the nature of the arrangement of elements within a visual stimulus pattern primarily with respect to the examinee’s body as the frame of reference“ (S.189) beschrieben.

Dieser Faktor setzt sich im Wesentlichen aus den Faktoren S1 und S3 aus der Studie von Thurstone und Thurstone aus dem Jahre 1949 zusammen.

„Visualization“ erfordert ihrer Meinung nach „*mental manipulation of visual objects involving a specified sequence of movements*“(S.191).

VZ entsprach nach Michael et al. dem S2 Faktor von Thurstone.

Unter „Kinesthetik Imagery (K) verstanden Michael et al. „*a left-right discrimination with respect to the location of the human body*“.

Guilford (1965) unterscheidet grundsätzlich zwei Faktoren der räumlichen Vorstellung (zitiert nach Böhm 1992). Er spricht von „räumlicher Orientierungsfähigkeit“ (spatial orientation) und „Visueller Anschauungskraft“ (Visualization), die in der Folge von Mc Gee (1979) übernommen wurden.

Pawlik (1966) bezeichnet seinen Faktor „Spatial Relations“ mit „identification of an object seen from different angles“ und den Faktor „Spatial Orientations“ mit den Worten „observer's body orientation as an essential part of the problem“ (Guttman, et al 1990, S.219).

Burt (1967) formuliert in ähnlicher Weise seine Zwei-Sub-Faktoren-Hypothese mit:

1. dem Faktor „Static spatial relations“ und
2. dem Faktor „dynamic spatial relations“.

Er versteht unter Raumvorstellung die Wahrnehmung, die Interpretation und die gedankliche Umgestaltung von Objekten, die miteinander in Beziehung stehen.

McGee (1979) fasst die Ergebnisse der faktorenanalytischen Studien seit 1930 zusammen und kommt zu dem Ergebnis, dass letztlich zwei unabhängige Faktoren der Raumvorstellung existieren:

Visualization

Orientation (setzt sich aus Orientation und Relation zusammen).

Gustaffson (1984) entwickelte das HILI-Modell, ein Hierarchisches Intelligenzmodell (mit einem Generalfaktor), das auf der Lisrel-Technik basiert.

Er unterscheidet bezüglich Raumvorstellung (Gv) drei Subfaktoren und ordnet diesen entsprechende Testaufgaben zu:

Visualization (VZ): z.B. Faltaufgaben

Spatial Orientation (S): z.B.:Card Rotations, Cards, Figures, Flags

Flexibility of Closure (Cf): z.B. Group Embedded Figures, Hidden Patterns

Metaanalyse von Linn und Peterson (1985)

Sie unterscheiden bei der Bearbeitung von Testitems drei Kategorien:

„Spatial Perception“

Die Aufgaben erforderten von den Probanden „*to determine spatial relationships with respect to the orientation of their own bodies, in spite of distracting information*“ (S.1482) und das Nutzen von gravitationstechnischen und kinästhetischen Prozessen.

„*Mental Rotation*“ – ähnlich einer physischen Rotation, Vorstellen der Rotation von zwei- oder mehrdimensionalen Objekten

„Spatial Visualization“

Hier wurden Aufgaben zusammengefasst, die die komplexe Manipulation räumlicher Informationen verlangen. Dies führt unter anderem auch zur Anwendung analytischer Strategien und es müssen bei der Bearbeitung nicht notwendigerweise Prozesse der „Spatial Perception“ oder „Mental Rotation“ stattfinden.

Erste größere Reanalysen in der Raumvorstellungsforschung wurden von Lohmann (1979, vgl. Eliot 1987) durchgeführt. In seine Untersuchung gingen 35 frühere Studien ein. Er fand drei räumliche Hauptfaktoren:

- „Spatial Orientation“
- „Spatial Relations“
- „Visualization“

Eine weitere große Reanalyse, die 460 Studien umfasst, wurde von Carroll (1993) durchgeführt. Es konnten nur die Faktoren „Spatial Relations“ und „Visualization“ bestätigt werden. Zusätzlich fand Carroll im Bereich „Visual Perception“ noch die Faktoren „Visual Memory“, „Closure Speed“, „Closure Flexibility“ und „Perception Speed“.

Maier (1999) fasste die Categoriesysteme von Thurstone (1949, 1950) und Linn und Petersen (1985, 1986) zusammen und beschrieb die aus seiner Sicht fünf wesentlichsten Komponenten räumlich-visueller Qualifikationen wie folgt:

- Räumliche Wahrnehmung
- Veranschaulichung oder räumliche Visualisierung
- Vorstellungsfähigkeit von Rotationen
- Räumliche Beziehungen
- Räumliche Orientierung

Zwischen den einzelnen Komponenten bestehen wechselseitige Abhängigkeiten und Beziehungen.

Einen sehr guten Überblick und eine Darstellung mittels Tabelle über die meisten erwähnten Studien gibt Stöger (1999).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es noch keine einheitliche Meinung über das Konstrukt „Raumvorstellung“ gibt. Obwohl intensive Bemühungen gemacht wurden, konnte keine Einigkeit über die Art und Anzahl der zur Klärung von Raumvorstellungsleistungen notwendigen Dimensionen erzielt werden.

Auch bei Raumvorstellungstests besteht kein Konsens, welche Aufgabentypen als geeignete Indikatoren für Raumvorstellungsleistungen gelten können, und wie bei unterschiedlichen Personengruppen (z.B.Männern und Frauen) dieselbe Fähigkeitsdimension erfasst werden kann (vgl. Eliot, 1987).

In den letzten Jahren wurde im Rahmen dieser Diskussionen auch die Imagery-Debatte und die Diskussion über mentale Bilder wieder aufgegriffen.

1.4 Mentale Repräsentation des Raumes

Helscher (1994) konnte am Wiener Institut für Psychologie an Hand seiner Arbeit zeigen, dass es deutliche qualitative Unterschiede zwischen Raumwahrnehmung und Raumvorstellung im Sinne unterschiedlicher kognitiver Dimensionen gibt.

Er ging von der Hypothese aus, dass es unterschiedliche kognitive Dimensionen gibt für Leistungen, die im Zusammenhang mit räumlichen Hinweisreizen stehen und Leistungen, die im Zusammenhang mit der Rotation von Objekten in der Vorstellung erbracht werden. Es nahmen 59 Versuchspersonen im Alter von 18 - 48 Jahren an der Untersuchung teil. Sie mussten verschiedene Tests (Papier-Bleistift, Computer) bezüglich Raumwahrnehmungs- und Raumvorstellungsfähigkeit bearbeiten. Die Ergebnisse bestätigten die Hypothese.

In der Folge sollen Mental-Imagery und Mental-Rotation noch näher beleuchtet werden, da der zweite Begriff für die vorliegende Arbeit von Bedeutung ist.

1.4.1 Mental Imagery

Im Alltag versteht man unter diesem Begriff „mentale Vorstellungen“. Durch diese visuelle mentale Vorstellung sind wir in der Lage, ohne entsprechenden neuen Input uns Dinge im Geiste anzusehen. Sie sind dann eine nochmalige Wahrnehmung und eventuelle Bearbeitung bereits vorhandener gespeicherter Informationen. Die meisten Vorstellungen sind Erinnerungsvorstellungen (Schischkoff; vgl. Peters 1990 zit. nach Winkler 1998).

Dies gibt uns die Möglichkeit, uns z.B. auf Wegrouten zu orientieren, uns an Gesichter, Orte und Begebenheiten zu erinnern oder beim Lesen Beschriebenes vor unserem geistigen Auge entstehen zu lassen.

So kann bei Mental Imagery von einer inneren Repräsentation von Objekten gesprochen werden, die lediglich vorgestellt aber nicht manipuliert bzw. rotiert werden.

Da sich die Vorstellungsfähigkeit, bei der es sich um innere subjektive Erfahrungen handelt, die nur schwer beobachtbar sind und sich von Mensch zu Mensch sehr unterscheiden, ergeben sich für die Erforschung dieses Konstrukts doch ziemliche Probleme.

1.4.2 Mental Rotation:

In diesem Falle erfolgt ein „geistiges Hantieren“ mit Objekten. Die dargebotenen Stimuli müssen von Versuchspersonen bezüglich Lage und Perspektive im Geiste verändert werden.

Shepard & Metzler (1971) überprüften, welche kognitiven Prozesse bei der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben ablaufen. Sie fanden eine monotone, direkt proportionale Beziehung zwischen den Winkeldifferenzen der beiden zu matchenden Stimuli (Bilder, die hinsichtlich ihrer Identität zu vergleichen waren) und den Reaktionszeiten der Probanden.

Um imaginativ Deckungsgleichheit zu erzielen, rotieren die Probanden die Stimuli kontinuierlich, wobei dieser Rotationsprozess umso länger dauert, je weiter die Vorlage gedreht werden muss.

Eine klare Abgrenzung zwischen den Begriffen Mental Imagery, Mental Rotation und Raumvorstellung scheint nur schwer möglich. Jedoch scheint an allen Raumvorstellungs- und mentalen Rotationsprozessen ein gewisses Maß an Imagination beteiligt zu sein.

1.5 Geschlechtsunterschiede und räumliche Begabung

Viele Ergebnisse empirischer Einzeluntersuchungen aber auch metaanalytischer Studien (vgl. Linn & Peterson 1985) berichten von Geschlechtsunterschieden zugunsten männlicher Probanden bei Tests zur Erfassung räumlich-visueller Fähigkeiten.

Frühere Untersuchungen (Emmet 1949, Barrat 1955, Werdelin 1961) zeigten durchgängig eine Überlegenheit von Jungen gegenüber Mädchen bei der Bearbeitung räumlicher Tests.

1.5.1 Alter und Geschlechtsunterschiede

Maccoby und Jacklin (1974) bezeichnen, neben mathematischen Fähigkeiten und Aggression, die räumliche Begabung als einen der gut dokumentierten Geschlechtsunterschiede die sich häufiger bei Männern finden. Sprachliche Fähigkeiten werden scheinbar besser von Frauen beherrscht.

Maccoby (1974) fasste 18 Studien aus den Jahren 1918 bis 1962 zusammen. Die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern verschiedener Altersgruppen waren klar ersichtlich. Die Mehrzahl der Studien wies einen Unterschied zugunsten des männlichen Geschlechts auf. In keiner einzigen Studie zeigte sich eine Überlegenheit des weiblichen Geschlechtes.

Maccoby fand bei sehr jungen Kindern noch keine Unterschiede bezüglich ihrer räumlichen Fähigkeiten. Die Überlegenheit der Burschen tritt bereits in den ersten

Schuljahren auf und ist dann über alle folgenden Altersstufen zu beobachten. (Maccoby, 1967; Maccoby & Jacklin 1974; Hassler, 1984). Die Überlegenheit scheint im Alter von ca. 60 Jahren wieder zu verschwinden (Macfarlane Smith, 1983).

Das altersabhängige Auftreten der Geschlechtsunterschiede wurde auch von Hassler (1984) in ihren Studien bestätigt.

Sie stellte fest, dass Jungen und Mädchen sich vor der Pubertät im Allgemeinen noch nicht bezüglich ihrer räumlichen Leistungen unterscheiden. Bei erwachsenen Personen wird diese kognitive Fähigkeit zu einem deutlichen Geschlechtsunterschied zugunsten der Männer. Nur noch ca. 25% der Frauen erzielen bessere Testergebnisse als Männer. (Hassler, 1984, S.2).

Die Metaanalyse von Linn & Peterson (1985) gibt jedoch auch Hinweise, dass erste Geschlechtsunterschiede bei manchen räumlichen Aufgaben bereits zu einem präpubertären Zeitpunkt, etwa zwischen acht und zehn Jahren, auftreten können.

Das Ausmaß des Geschlechtsunterschiedes hängt laut Linn & Peterson wesentlich mit der Komplexität und der Dimensionalität des Testitems und der Vorgabebedingung des Tests zusammen.

Nachfolgende Untersuchungen von Johnson und Maede (1987) an über 1 800 Kindern zwischen sechs und achtzehn Jahren zeigten einen eindeutigen Geschlechtsunterschied zugunsten der Buben erst im Alter von zehn Jahren. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern blieb bis zum achtzehnten Lebensjahr relativ konstant. Bei den jüngsten Versuchspersonen fanden sich noch keine Unterschiede. Für diese Untersuchung wurden teilweise modifizierte Tests verwendet (z.B. „Flags“, Shepard & Metzler Rotation Test“, „Thurstones Spatial Relation und Hidden Figures Test“), die altersbedingt nicht allen Kindern vorgelegt wurden.

In Betracht all dieser Ergebnisse gilt es als erwiesen, dass es Geschlechtsunterschiede gibt. Die Untersuchungen über das erstmalige altersbedingte Auftreten scheinen jedoch noch nicht ganz abgeschlossen zu sein. Von Interesse ist noch, bei welchen räumlich-visuellen Aufgaben Geschlechtsunterschiede gefunden werden und wie groß diese Unterschiede sind.

In ihrer Metaanalyse versuchten Linnn & Peterson (1985) diese Fragen zu beantworten.

Die Fragestellung wurde an Hand von Kategorien, wie Spatial Visualization, Spatial Perception und Mental Rotation, untersucht. Es gingen Studien aus den Jahren 1974 bis 1982 in die Untersuchung ein.

Die Ergebnisse standen in Abhängigkeit von Alter und Kategorie der räumlichen Aufgaben.

Die größten Geschlechtsunterschiede zeigten sich in der Kategorie Mental Rotation, mittlere in der Kategorie Spatial Perception und geringe. Differenzen oder keine in der Kategorie Spatial Visualization.

Aufsehen erregte Feingold 1988 mit seiner Studie über den Differential Aptitude Test (DAT).

Er entdeckte in der Kategorie „Spatial Relation“ ein Zunahme des Geschlechtsunterschiedes mit dem Alter der Probanden, jedoch eine Abnahme über die Zeit (1947-1980) hinweg. Möglicherweise könnte dies ein Hinweis sein, dass die Geschlechtsunterschiede auf Umweltfaktoren zurückzuführen sind. Mädchen hatten in den letzten Jahrzehnten durch verbesserte Ausbildung verstärkt die Möglichkeit, ihre „räumlichen“ Erfahrungen zu verbessern.

Manche Autoren sprechen im Gegensatz zu bisherigen Ergebnissen aber von sehr trivialen Geschlechtsunterschieden (vgl. Caplan, Mac Pherson & Tobin 1985). Sie kritisieren die geringe Übereinstimmung unter den Forschern bezüglich des Konstruktes „Spatial Ability“ sowie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, da sehr viele unterschiedliche Testinstrumente zum Einsatz kamen und sprechen von einer Übergeneralisierung einzelner Ergebnisse.

Andere Autoren widersprechen dem sehr heftig und sehen die Geschlechtsunterschiede bei den mentalen Rotationsaufgaben als relativ gesichert an (Hiscock, Burnett, Halpern, Sanders, Cohen und Soares, 1986).

Eine neuere Metaanalyse von Voyer, Voyer und Bryden (1995) zeigte die größten Leistungsunterschiede zwischen Frauen und Männern beim Raumvorstellungsfaktor der mentalen Rotation. Zusätzlich stellten sie fest, dass die Geschlechtsunterschiede innerhalb der räumlichen Fähigkeiten in den letzten Jahren ab-

nahmen, was auf eine Änderung der Einstellung hinsichtlich geschlechtsspezifischer kognitiver Leistungsunterschiede deutet.

Gillett et al. (2003) bekräftigten mit ihrer Studie die Ergebnisse, wonach es zu einer Leistungssteigerung eher bei Frauen im Vergleich mit Männern kommt, wobei diese Steigerung sich ausschließlich auf die mentale Rotation beschränkt.

Die Diskussionen über mögliche Ursachen für diese Geschlechtsunterschiede verlaufen sehr kontrovers. Die Erklärungen reichen von genetisch-biologischen Hypothesen, hormonellen Einflüssen, sozialen Theorien, neurologischen Determinanten bis zu Annahmen über die Verwendung von unterschiedlichen Bearbeitungsstrategien. Im Folgenden möchte ich einige interessante Forschungsergebnisse zu diesen Überlegungen anführen.

Newcombe 1982 betont, wie wichtig es ist, die Ursachendiskussion nicht nur mit dem Aufzählen einzelner Einflussfaktoren zu führen, sondern den Blick – im Sinne interaktioneller Ansätze – mehr auf deren Zusammenspiel zu lenken.

1.5.2 Biologische Reifung und Geschlechtsunterschiede

Maccoby beschreibt schon 1967 mögliche Gründe für geschlechtsspezifische Differenzen in intellektuellen Fähigkeiten, die auch für die räumliche Begabung gelten.

Er nennt z.B. unterschiedliche, individuelle Reifung der Mädchen und Jungen bezüglich Körper und intellektueller Fähigkeiten als mögliche Ursache.

Die Ergebnisse Wabers (1977) scheinen diese Meinung zu bestätigen. Waber meint, dass die Geschwindigkeit des pubertären Reifungsprozesses („rate of maturation“) die Organisation der höheren kognitiven Funktionen beeinflusst. Da bei Mädchen diese Reifungsprozesse früher einsetzen, sind sie im verbalen Bereich besser. Jungen zeigen bessere Ergebnisse bei räumlichen Aufgabenstellungen.

Als weitere Gründe nennt Maccoby (1967) die direkte Auswirkung geschlechtstypischer Interessen, unterschiedliche Lernmöglichkeiten und die Übernahme geschlechtstypischen Verhaltens durch Identifikation und Imitation.

1.5.3 Genetisch – biologische und hormonelle Hypothesen

Einige Zeit wurde auch ein X-chromosomal-rezessiver Erbgang (X-linked recessive gene hypothesis) diskutiert. (McGee1982). Wonach bei Männern auf Grund ihrer genetischen Struktur (XY) im Vergleich zu Frauen (XX) eine höhere Wahrscheinlichkeit besteht, dass eine bessere Raumvorstellungsfähigkeit zum Ausdruck kommt.

Hassler (1984) kritisiert diese Ergebnisse und meint, wenn tatsächlich ein rezessives Gen für die genetische Übertragung verantwortlich ist, so müssten einheitliche Muster intrafamiliärer Zusammenhänge gefunden werden.

Diese Ergebnisse fanden in Folgeuntersuchungen keinerlei Bestätigung und scheinen daher nicht haltbar. (z.B. Gittler & Vitouch, 1994).

Bei den biologischen Hypothesen sei nochmals Waber (1977) erwähnt, die Geschlechtsunterschiede in verbalen und räumlichen Fähigkeiten in engem Zusammenhang mit unterschiedlicher körperlicher Reifungsgeschwindigkeit sieht, die von unterschiedlicher Organisation höherer kortikaler Funktionen begleitet wird.

Es zeigte sich, dass später reifende Individuen beiderlei Geschlechts hinsichtlich ihrer räumlichen, jedoch nicht ihrer verbalen Fähigkeiten besser abschneiden als Frühreife.

Der Zeitpunkt der körperlichen Reife scheint eine wichtige Determinante für die Geschlechtsunterschiede darzustellen, wobei sie die Bedeutung von Geschlechtshormonen in Bezug auf kortikale Lateralisation besonders unterstreicht (vgl. Gstättnner 1996).

Weitere Hinweise auf hormonelle Einflüsse finden sich in den Studien von Hamburg und Lunde, 1967 und Merz, 1979. Sie beschreiben eine auffallende Ähnlichkeit der Entwicklungskurven von räumlichen Fähigkeiten und Geschlechtshormonen.

Money und Alexander 1966 fanden bei Frauen mit Turner-Syndrom (Genotyp XO - keine Ausbildung von Gonadenhormonen) besonders schlechte räumliche Fähigkeiten.

Binnie-Dawson und Cheung (zit. in Hassler, 1984) fanden in ihrer Untersuchung heraus, dass Geschlechtshormone mit der Sozialisation korrelieren, was die Ausbildung eines „männlichen“ oder „weiblichen“ kognitiven Stils betrifft.

Weiters konnte festgestellt werden, dass androgyne Personen eine höhere räumliche Begabung aufweisen als andere, Hassler et al. 1984 konnten in ihrer Untersuchung jedoch keine Zusammenhänge zwischen Androgynie und räumlicher Begabung feststellen. Ausführlichere Ergebnisse und Beschreibungen finden sich bei Hassler&Birbaumer, 1984; Hassler, Birbaumer&Feil 1985.

In einer sehr umfassenden Querschnittuntersuchung Erwachsener und einer Längsschnittuntersuchung Jugendlicher, versuchte Hassler et al. (1990) den Zusammenhang von kreativem musikalischen Verhalten, räumlichen Vorstellungsvermögen und dem Testosteron Gehalt zu ergründen. Komponisten, Instrumentalisten und Nicht-Musiker beider Geschlechter wurden miteinander verglichen.

Die Ergebnisse zeigten, dass Nicht-Musiker die niedrigsten Werte bei den räumlichen Fähigkeiten erlangten. Komponisten, die generell die niedrigsten Testosteronwerte zeigten, schnitten am besten ab. Musiker waren zu allen Testzeitpunkten besser als Nicht-Musiker.

Hassler kommt auf Grund dieser Ergebnisse zum Schluss, dass es möglicherweise einen optimalen Testosteronwertbereich für die Ausprägung von kreativ-musikalischem Verhalten geben könnte.

Eva-Maria Adlmann (2005) versuchte in ihrer Arbeit den Zusammenhang zwischen Musikalität, Androgynie und Raumvorstellung aufzuzeigen. Die durch die Androgyniemessung als „androgyn“ betrachteten Personen schnitten in der Raumvorstellung signifikant besser ab, als jene Probanden, die als „feminin“ oder „undifferenziert“ betrachtet wurden. Das Konzept der psychologischen Androgynität verlangt im Bezug auf den Zusammenhang mit der Raumvorstellung allerdings noch genauerer Untersuchung.

1.5.4 Soziale Hypothesen

Schon 1967 beschreibt Maccoby mögliche soziale Einflüsse, die die Geschlechtsunterschiede erklären sollen.

Merz (1979) vertritt die Auffassung, dass die Natur das Geschlecht determiniert, jedoch die Kultur und der soziale Einfluss festlegen, was es bedeutet, weiblich oder männlich zu sein.

Diese Ansicht spiegelt sich in den Überlegungen von Dinter et al (1989) wieder. Sie meinen, dass signifikante Geschlechtsunterschiede erst in der Adoleszenz auftreten, nämlich in jener Zeit, in der die Identifikation mit dem eigenen Geschlecht von bedeutender Rolle ist. So wird das Verhalten des Jugendlichen durch die Erwartungshaltung des anderen Geschlechtes geprägt. Die Folge davon ist geschlechtskonformes bzw. geschlechtstypisches Verhalten. Ist es nun für Mädchen sozial unattraktiv, sich für technisch-naturwissenschaftliche Gebiete zu interessieren, so werden sie dies auch eher unterlassen.

Die Burschen trauten sich in dieser Untersuchung auch durchwegs schwierigere Aufgaben zu als die Mädchen, was möglicherweise auch auf geschlechtstypische Einstellungen zurückgeführt werden kann.

Hinweise auf soziokulturelle Einflüsse finden sich auch in der Studie von Hilton (1985) an amerikanischen High School Studenten. Die Geschlechtsunterschiede in den räumlichen Tests wurden im Verlauf von zwanzig Jahren deutlich geringer. Hilton führt dies auf die Erfahrungskonvergenz von Mädchen und Buben zurück.

1.5.5 Bearbeitungsstile und räumliche Leistung

Diese Erklärungsansätze gehen davon aus, dass Männer und Frauen scheinbar unterschiedliche Lösungsstrategien bei der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben benutzen.

Kail, Carter und Pellegrino (1979) unterscheiden zwischen einer holistischen Strategie (holistic strategy), bei der das Objekt als Ganzes rotiert wird und dann

erst mit dem Ausgangsstimulus verglichen wird, und einer analytischen Strategie (feature strategy), bei der ein Merkmal nach dem anderen gedreht und verglichen wird. Burschen scheinen eher die holistische Strategie und Mädchen eher die analytische Strategie zu verwenden.

Kail et al. gaben zwei Aufgabentypen, alphanumerische Symbole und Objekte aus dem PMA (Primary Abilities Battery von Thurstone) über 100 Studenten vor.

Männer rotierten bei beiden Aufgaben die Stimuli schneller als Frauen. 70% der Frauen waren gleich schnell, während 30 % wesentlich langsamer rotierten. Kail et al machen diese Tatsache für mögliche Leistungsunterschiede verantwortlich. Bezüglich der Fehlerrate fanden sich zwischen Männern und Frauen jedoch keine Unterschiede.

Merriman et al (1985) konnten diese Ergebnisse auch bei ihrer Untersuchung an Neun- bis Vierzehnjährigen bestätigen.

Goldstein, Haldane und Mitchell (1990) äußerten den Verdacht, dass das geringe Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten bei den Frauen vielleicht einen Einfluss auf die berichteten Geschlechtsunterschiede haben könnte. Sie bezogen diese Komponente in ihre Untersuchungen mit ein und fanden keine Leistungsunterschiede. Sie kamen auch zu der Überlegung, dass es eventuell durch die „speed“-Komponente, die die meisten räumlichen Aufgaben aufweisen, zu einer Unterschätzung der Fähigkeiten der Frauen kommt.

Diese Vermutung bestätigte sich. Unter bestimmten Untersuchungsbedingungen, wie Power-Vorgabe vs Speed-Test schnitten Frauen gleich gut ab wie Männer.

Stumpf (1993) wies mit seiner Untersuchung darauf hin, dass Durchführungsfaktoren sehr wohl von Bedeutung sind. Sie mögen zwar das Ausmaß der Geschlechtsunterschiede erklären, können jedoch nicht hinreichend die Geschlechtsunterschiede selbst begründen.

Hosenfeld, Strauss und Köller (1997) bestätigten die Anwendung der vermuteten analytischen und holistischen Strategien. Sie erklären die Geschlechtsunterschiede in erster Linie durch die unterschiedlichen effizienten Anwendungen der Strategien. Die häufigere Anwendung der analytischen Strategie durch Frauen konnte nicht bestätigt werden.

Auch bei Untersuchungen im deutschsprachigen Raum (z.B. Gittler, 1984; Jirasko, 1996) fanden sich abhängig von der Aufgabenstellung mehrere Lösungsstrategien.

Ausführliches zu diesen Untersuchungen findet sich bei Stöger, 1999.

Der Frage ob Frauen und Männer dieselben zerebralen Netzwerke zur Lösung räumlicher Aufgaben nutzen, gingen Kucian et al.(2005) mittels Kernspintomografie nach. Bei der erfassten Reaktionszeit und Aufgabenbeantwortung zeigten sich keine Unterschiede. Bezüglich der Hemisphärenaktivität gab es Differenzen. Diese Unterschiede deuten darauf hin, dass Männer mentale Rotationsaufgaben mittels ganzheitlicher Strategien bearbeiten, während Frauen Prozesse des seriellen Schlussfolgerns einsetzen. Somit nützen Frauen teilweise andere kognitive Netzwerke als Männer (vg. Thompsen et al. 2000).

1.6 Räumliche Fähigkeiten und Hemisphärendominanz

Bereits im vorigen Jahrhundert wurde die Ansicht vertreten (Dax und Broca), dass räumliche Informationen in der rechten Hemisphäre und sprachliche Informationen in der linken Hemisphäre verarbeitet werden. Diese Annahmen konnten durch empirische Befunde, Beobachtungen an Split-brain Patienten und Beobachtungen im Zuge von Hirnverletzungen bestätigt werden und gelten heute als weitgehend gesichert.

Die Theorie der Hemisphärendominanz besagt, dass höhere kognitive Funktionen einseitig in einer der beiden Großhirnhemisphären repräsentiert sind. Beim erwachsenen Rechtshänder ist die linke, beim Linkshänder die rechte Großhirnhälfte dominant. Händigkeit stellt sich für zerebrale Dominanz als guter Prädiktor dar.

Nach heutiger Ansicht sollte der Begriff der Hemisphärendominanz in Kombination mit den angesprochenen spezifischen Funktionen verwendet werden.

Neben der anfänglichen Diskussion über die Hemisphärendominanz einzelner höherer kognitiver Funktionen wurde auch über die unterschiedliche Arbeitsweise des Gehirns diskutiert. Es bestand ein Theoriestreit zwischen Lokalisationstheorie

(mosaikartige Arbeitsweise - einzelne Hirnareale mit spezifischen Funktionen) und der Antilokalisationstheorie (ganzheitliche Arbeitsweise).

Heute wird die Auffassung vertreten, dass mehr oder weniger große Hirnareale je nach Verhaltensweisen und Funktionsabläufen integriert sind (vgl. Deegener, 1978).

Von „funktioneller Asymmetrie“ wird dann gesprochen, wenn nicht das gesamte Gehirn an allen Funktionen gleichmäßig teilnimmt, sondern spezialisierte Hirnzentren funktionelle Schwerpunkte übernehmen..

Betrachten wir nun das Konstrukt Raumvorstellung, so erscheint dieses als zu komplex, um seine Lokalisation in einem einzigen isolierten Hirnareal zu vermuten (Gstättner, 1996).

Die rechte Hemisphäre scheint jedoch für die meisten zerebralen räumlichen Funktionen vor allem, was die posterior-parietalen und die posterior-temporalen Regionen betrifft, eine dominante Rolle zu spielen,

Kolb & Wishaw (1985) unterstrichen diese Erkenntnisse durch Ergebnisse aus dem Tierversuch und betonten noch die Bedeutung von visuell-parietalen Bahnen für die räumlichen Funktionen.

Rolls & Velay (1991) heben die Bedeutung des Hippocampus für das räumliche und episodische Gedächtnis hervor.

Neuropsychologische Vergleiche reiner Imaginationsexperimente mit mentalen Rotationsexperimenten zeigten, dass bei imaginativen Komponenten der Raumvorstellung eher occipitale Areale, nahe der primären bis tertiären visuellen Kortexareale beansprucht werden. Prozesse der mentalen Rotation laufen eher in parietalen und dabei vorwiegend rechts-parietalen Kortexarealen ab (Winkler, 1998).

Kosslyn (1987) unterscheidet zwei Arten räumlicher Darstellung, nämlich kategorische und koordinierte. Nach seiner Ansicht können beide Hemisphären mentale Vorstellungen generieren. Die Art der Integration einzelner Elemente unterscheidet sich jedoch. Um die Elemente miteinander zu kombinieren, operiert die rechte Hemisphäre mit koordinierten gespeicherten räumlichen Beziehungen. Die linke Hemisphäre operiert mit kategorischen räumlichen Beziehungen, um die Teile zu einem Ganzen anzuordnen (Winkler, 1998).

Bei Vitouch (1994, S87) findet sich eine Zusammenfassung von Befunde zum Thema „Funktionslokalisation von Raumvorstellung“.

1.6.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Es zeigen sich auch geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der zerebralen Dominanz.

Landsdell (1962) war einer der ersten Forscher, der bei Untersuchungen von Folgeschäden bei einseitigen Hirnschäden Unterschiede zwischen Männern und Frauen entdeckte. Frauen müssen den Ergebnissen zufolge mit weniger Ausfällen rechnen. Das betrifft sowohl räumlich-visuelle Fähigkeiten nach Beeinträchtigung der rechten Hemisphäre, wie auch sprachliche Fähigkeiten, wenn die linke Hemisphäre betroffen ist. Dies lässt die Vermutung zu, dass Frauen eher bilateral organisiert sind.

McGlone (1978) zeigte in seiner Arbeit ebenfalls auf, dass Frauen weniger lateralisiert sind als Männer.

Auch McGee (1979) bestätigt in einer seiner Studien die Bilateralisierung bei Frauen für räumliche Aufgaben. Männer sind eher rechts lateralisiert (dominante rechte Hemisphäre).

Hassler (1984, 1990) prüfte die Lateralität für räumliche Aufgaben mittels dichaptischen Tests von Witelson. Witelson (1974, 1976) untersuchte die Spezialisierung der rechten Hemisphäre für nichtverbale Formwahrnehmungsaufgaben an rechtshändigen Kindern im Alter von sechs bis dreizehn Jahren. Es zeigte sich nur bei den Knaben eine größere Beteiligung der rechten Hemisphäre. Bei Mädchen war auf keiner Altersstufe eine Spezialisierung beobachtbar. Witelson schloss daraus, dass Mädchen eher eine bilateral organisierte Vorstellung räumlicher Funktionen besitzen. Hassler konnte diese Ergebnisse bestätigen.

Gstättner (1996) konnte im Rahmen seiner Diplomarbeit „Raumvorstellung und Lateralisation“ am Wiener Institut für Psychologie ebenfalls geschlechtsspezifische Unterschiede in der topographischen Verteilung der kortikalen Aktivität während der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben nachweisen.

Männer weisen eine ausgeprägte rechtshemisphärische Lateralisation in den parieto-occipitalen Kortexarealen auf. Bei den Frauen sind eher die medialen (zentralen) Abschnitte dieser Areale aktiv. Bei verbalen Aufgaben konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Lateralisation gefunden werden. Bei beiden Geschlechtern zeigt sich eine linkshemisphärische, vor allem fronto-parietale Aktivität. Er bestätigte damit die Ergebnisse von Vitouch (1994).

Untersuchungen von Hassler (1998) basierten auf Zusammenhängen zwischen räumlichen Denken, der Musikalität und geschlechtsspezifischer Unterschiede. Sie führte die Unterschiede im räumlichen Denken auf die rechtshemisphärische Lokalisierung von Raumvorstellung und Musikalität zurück und die Erkenntnis, dass Männer über eine stärkere rechtshemisphärische Dominanz verfügen und dies auf den Einfluss des Geschlechtshormons Testosteron im frühen pränatalen Stadium zurückzuführen ist.

1.6.2 Musikalische Fähigkeiten und Hemisphärendominanz

Die Bedeutung der rechten Hemisphäre für musikalische Fähigkeiten wurde bereits sehr früh entdeckt. Seit mehr als 100 Jahren liegen Beschreibungen darüber vor, dass Musik und Sprache nicht in derselben Hirnhälfte verarbeitet werden. Die Erkenntnisse stützen sich z. B. auf Beobachtungen nach Hirnläsionen an musisch gebildeten wie auch an musisch nicht gebildeten Menschen und Beobachtungen bei Split-Brain Patienten.

Dalin beschreibt schon 1745 den Fall eines Patienten, der nach einer Lähmung der gesamten rechten Körperhälfte (Läsionen in der linken Hemisphäre) an einem völligen Sprachverlust litt, jedoch Kirchenlieder noch klar und deutlich singen konnte. Dies ließe die Annahme zu, dass die rechte Hemisphäre für musikalische Fähigkeiten zuständig ist.

Aufschluss darüber, dass auch die linke Gehirnhälfte beteiligt ist, geben Untersuchungen mit dem Wada-Test (Verfahren, bei dem eine Gehirnhälfte für wenige Minuten betäubt werden kann und dadurch Ausfälle in verschiedenen Fähigkeitsbereichen beobachtet werden können). Wird nun die Funktion der rechten Hemisphäre ausgeschaltet, treten beim Singen von bekannten Melodien

Störungen im melodischen Bereich auf, der Verlust des Rhythmusgefühls ist dagegen nur gering (Klöppel, 1997).

Auch der in der Literatur beschriebene Fall des berühmten Komponisten Maurice Ravel, der auf dem Gipfel seiner Karriere einen Schlaganfall (in der linken Hemisphäre) erlitt, welcher zu einer schweren Sprachstörung führte, ist ein Beweis dafür, dass beide Gehirnhälften an musikalischen Fähigkeiten beteiligt sein müssen. Sein musikalisches Gedächtnis, Denken sowie die Urteilsfähigkeit, der ästhetische Sinn für Musik, die Klangwahrnehmung und die Bewertung blieben unbeeinträchtigt. Er konnte aber seine musikalischen Ideen nicht mehr niederschreiben, da das Notenlesen und -schreiben stark beeinträchtigt waren.

Auch Befunde mittels dichotischer Hörversuche machen die Beteiligung beider Hemisphären deutlich. Bei diesen Untersuchungen zeigten sich auch Unterschiede zwischen musikalisch geschulten und ungeschulten Versuchspersonen. Bei musikalisch unerfahrenen Hörern zeigt sich eine Überlegenheit des linken Ohres, welches direkten Anschluss zur rechten Hemisphäre hat. Musikalisch geschulte Hörer erfassen Musik nicht nur ganzheitlich rechtshirinig, sondern auch analytisch. Bei ihnen ist eine Überlegenheit des rechten Ohres zu finden. Melodien werden von beiden Versuchspersonengruppen unterschiedlich verarbeitet. Unerfahrene Hörer konzentrieren sich eher auf den Gesamteindruck einer Melodie. Erfahrene Personen hingegen nehmen Melodie als eine gegliederte Folge von Teilelementen wahr. (Bever&Chiarello, 1974; Shuter-Dyson, 1982).

Die rechte Hemisphäre scheint also für bestimmte Elemente der musikalischen Wahrnehmung und Verarbeitung verantwortlich zu sein (Harris, 1978). Beim Komponieren von Musik gibt es jedoch keine Hinweise für eine rechtsseitige Spezialisierung. Harris sieht auch eine gewisse Verwandtschaft zwischen räumlicher und musikalischer Wahrnehmung. „Hohe“ und „tiefe“ Töne oder horizontale (melodische) und vertikale (harmonische) Beziehungen zwischen den Elementen z.B. eines Kanons verdeutlichen dies.

Neuere Untersuchungen mittels EEG (Elektroenzephalogramm), DC-Verschiebungen (Registrierung langsamer Veränderung des kortikalen Bestandpotentials), EVP (evozierte Potentiale) bestätigen die angeführten Ergebnisse.

Altenmüller & Jung (1986) bestätigten die Unterschiede zwischen Musiklaien und Musikern. Bei Musiklaien zeigte sich eine höhere Aktivierung der linken, bei Berufsmusikern eine höhere Aktivierung der rechten Hemisphäre.

David (1989) untersuchte Reaktionen auf unterschiedliche Musikkreize (Werke von Bach und Stockhausen), Sprache und weißes Rauschen. Die topographische Verteilung der EVP-Amplitude zeigte unter anderem eine Rechtsverschiebung der Antworten auf Musikkreize.

Petsche et al. (1988, 1991) unternahmen individuelle Untersuchungen an Musikern. Diese hatten neben der Aufgabe des Musikhörens noch den Auftrag, sich Musik vorzustellen und Partitur zu lesen. Musikhören (Mozarts Quartett KV 458) bewirkte eine Aktivierung nur im linken temporalen bis occipital und parietalen Bereich. Intensive Musikvorstellung führte zur Aktivierung ausgedehnter Verbindungen zwischen frontalen, occipitalen und parietalen Regionen der vorwiegend rechten Hemisphäre (Bereiche, die auch bei Raumvorstellungsprozessen aktiviert sind).

Petsche (1997) schlussfolgert aus seinen gesamten Untersuchungen, dass es so etwas wie ein „Musikzentrum“ im Gehirn nicht gibt. Vielmehr sind ausgedehnte Anteile der Hirnrinde beider Hemisphären an der zerebralen Verarbeitung von Musik beteiligt, wobei der rechten Hemisphäre eine etwas größere Bedeutung zukommen dürfte.

Springer & Deutsch (1995) kommen zusammenfassend zu der Ansicht, dass bei bestimmten Aspekten der Musikverarbeitung (z.B. Beurteilung von Rhythmus, Dauer, Zeitstruktur und Reihenfolge) mehr die linke Hemisphäre, bei der Beurteilung von Klangfarbe und Lautstärke sowie am Gedächtnis für Töne und Wiedererkennen von Melodien mehr die rechte Hemisphäre aktiv einbezogen ist.

2 Räumliches Hören und Stereophonie

Für die Orientierung des Menschen in seiner Umwelt ist die Lokalisierung und Identifizierung von Klangereignissen von wesentlicher Bedeutung. Entwicklungsgeschichtlich gesehen ist die Schalllokalisation die wichtigste

Aufgabe und stellt den ältesten Teil unseres auditorischen Kortex dar. Bevor unser Gehirn nämlich einzelne Töne zu Akkorden und Melodien zusammenfügt, zeichnet es die räumlichen Positionen jedes Tones auf (Jourdain, 1998).

Es führen nun verschiedene Mechanismen zu einem räumlichen Höreindruck.

Wesentlich dafür sind binaurale Hörmechanismen. Dazu gehören das Erkennen von Laufzeitunterschieden, die Wahrnehmung von Phasen- bzw. Laufzeitdifferenzen und die Auswertung interauraler Intensitätsunterschiede. Auch die Form der Ohrmuschel, der optische Sinn und die Körpermotorik unterstützen den Vorgang der Schallortung.

2.1 Erkennen von Laufzeitunterschieden und Phasendifferenzen

Ein Ton ist nicht nur durch die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde (Frequenz) und die Stärke des Ausschlages der Schwingungen (Amplitude) charakterisiert, sondern auch durch die Phase d.h.durch die Lage des Momentanwertes innerhalb einer Periode einer Schwingung (Spitzer, 2002).

Das Erkennen von Unterschieden kommt durch den räumlichen Abstand beider Ohren (ca. 17 – 20 cm) zustande.

Schall erreicht beide Ohren nur dann gleichzeitig, wenn er direkt von vorne, senkrecht von oben oder direkt von hinten kommt, sonst ergeben sich Hörunterschiede durch das nacheinander Eintreffen des Tones. Bei einer seitlichen Schallquelle erreicht die Wellenfront das ihr zugewandte Ohr um ca. 0,65 ms früher als das abgewandte Ohr (phasenverschoben). Das Gehirn kann aus dieser Information und dem feinen Zeitintervall die seitliche Position der Schallquelle bis auf einige Grad genau berechnen, aber keine Angabe darüber machen, wie weit vorne, hinten, oben oder unten sie sich befindet.

Die Messung des Laufzeitunterschiedes funktioniert am besten bei niedrigen Frequenzen.

2.2 Wahrnehmen von Intensitätsunterschieden

Die Lautstärke eines ankommenden Schalls liefert auf den ersten Blick Hinweise auf dessen Entfernung. Für die Einschätzung der Schallquelle muss der Schall aber erkannt werden. Durch den Erfahrungshintergrund und das Wissen über die absolute Intensität der Schallquelle kann diese ungefähr eingeschätzt werden. Bei unbekanntem Schall gelingt dies wesentlich schwerer.

Wahrgenommene Intensitätsunterschiede entstehen bei einer seitlichen Schallquelle durch Abschattungseffekte des Kopfes. Durch diesen Schallschatten werden hochfrequente Komponenten blockiert. Das Gehirn registriert nun das Fehlen dieser Komponenten und die Abnahme der Intensität insgesamt. Der Grad der Unterschiedlichkeit ergibt den Einfallswinkel des Schalls. Dieser Mechanismus funktioniert am besten bei hohen Frequenzen.

Beide Mechanismen werden zur Schalllokalisation kombiniert verwendet. Lord Rayleigh hat bereits im Jahre 1907 in seiner Duplextheorie vorgeschlagen, dass sowohl Schallschatten als auch die Phase zur akustischen Lokalisation verwendet werden. Eine gute Schallortung im mittleren Frequenzbereich ist dadurch möglich (Spitzer, 2002).

Laufzeit und Intensitätsunterschiede sind bei seitlicher Beschallung am größten, bei direkter frontaler Beschallung am geringsten. Dies betrifft Schall von vorne, oben und hinten. Eine Hilfe zur Lokalisierung bietet hier die besondere Ausformung der Ohrmuscheln, die eine frequenzabhängige Abschattung je nach Erhebungswinkel verursachen (Römer, 1994).

Viele Falten und Ausbuchtungen der Ohrmuschel liefern zusätzliche Informationen über die Schallquelle. Hochfrequenter Schall wird z.B. unterschiedlich reflektiert, oder es entsteht eine Vielzahl kleiner Echos, deren zeitliche Verschiebungen sich unterschiedlich aufsummieren und so die Richtung einer Schallquelle aufzeigen (Jourdain, 1998).

2.3 Bestimmung der Entfernung und Richtungshören

Bei der Bestimmung der Entfernung eines Schalls spielt die Auswertung von Klangfarbenunterschieden eine Rolle. Hohe Frequenzen breiten sich in der Luft nicht so gut aus wie tiefe. Schall, der von weit her kommt, wird uns leiser und höhengetrübt erreichen und auch meist von Reflexionen und Nachhallkomponenten begleitet sein, die wiederum die Auswertung erleichtern.

Die Luft wirkt somit als „Tiefpassfilter“, ein Filter für Schall, der tiefe Töne besser passieren lässt als hohe (Spitzer, 2002).

Nahegelegene Schallquellen liefern uns dagegen einen sehr direkten unmittelbaren Klangeindruck.

Entfernungs- wie auch Richtungshören werden durch den optischen Sinn und durch die Bewegung (hinwenden zum Schall, verbessern der Ortung durch Kopfdrehen,...) unterstützt.

Das Wahrnehmen, Orten und Verarbeiten von räumlichen Aspekten in der Musik ist jedoch wesentlich komplexer. Die dargestellten Mechanismen sind Basismechanismen für räumliches Hören.

Der räumliche Eindruck beim Hören von Musik wird weiters durch psychoakustische Effekte, die Aufnahmetechnik bei Tonträgern (stereo- oder monofone Aufnahmen), die Positionierung der Instrumente im Raum und die Raumakustik mitbestimmt.

Von der Aufnahme- und Wiedergabetechnik der Musik hängt es nun ab, wie gut der räumliche Eindruck bei der Wahrnehmung erhalten bleibt.

Eine monofonische bzw. einkanalige Schallwiedergabe mittels eines Mikrofons, eines Übertragungskanal und eines Lautsprechers kann nur einen sehr kleinen Teil der originalen Schallinformation übermitteln und der wiedergegebene Klang wird einfach als vom Lautsprecher kommend wahrgenommen.

Es sind also mindestens zwei Mikrofone erforderlich, damit überhaupt ein räumlicher Höreindruck entstehen kann.

Bei der Schallaufnahmetechnik wird einerseits die „Intensitäts-Stereofonie, bei der die Unterschiede der Mikrofonpegel für die Trennung des linken und rechten

Kanals verantwortlich sind und andererseits die „Laufzeit- oder AB-Stereofonie“, die die Phasenunterschiede ausnutzt, eingesetzt (Römer, 1994).

Mittels zweier Mikrofone wird das Originalsignal (Schall der Instrumente und Schallreflexionen des Raumes) aufgenommen. Jedes der beiden durch einen Lautsprecher wiedergegebenen Signale kann beide Ohren des Hörers erreichen. Die Anordnung der Mikrofone im Aufnahmerraum muss aber nicht der eines menschlichen Ohrpaares entsprechen. Bei großen Klangkörpern (Orchester) werden auch weitere Stützmikrofone eingesetzt.

Trotz dieser erheblichen Vereinfachung bleibt die räumliche Information bei der Stereofonie weitgehend erhalten. Es können z.B. verschiedene Instrumente oder Klangbewegungen tatsächlich an verschiedenen Positionen entlang der Verbindungslinie zwischen den beiden Lautsprechern geortet werden.

Einen perfekten räumlichen Höreindruck vermittelt die „Kunstkopfstereofonie“. Hierbei wird mit einer weit gehend naturalistischen Kopfnachbildung mit Ohrmuscheln und eingebauten Mikrofonen ein Stereosignal erzeugt, das beim Anhören, ausschließlich mit Kopfhörern, einen besonders natürlichen Eindruck erzeugt. Dieses Aufnahmeverfahren wurde ursprünglich zur Erforschung raumakustischer Phänomene entwickelt und kommt auch dort hauptsächlich zum Einsatz.

Um einen weitgehend guten räumlichen Höreindruck zu erzielen, entsprechen alle in dieser Diplomarbeit verwendeten Musikaufnahmen der stereofonen Aufnahmetechnik.

Das Hören von Musik unterscheidet sich von der rein akustischen Reizverarbeitung im auditorischen Kortex, da neuronale Prozesse in Gang gesetzt werden, die in verschiedenen Arealen und Schichten des Gehirns ablaufen. Sprache, Einzeltöne oder Geräusche werden anders wahrgenommen als komplexe Musikstücke. Durch das Auslösen von Gefühlen und Assoziationen im Zusammenhang mit Musik wird ein dichtes Netz von Zellgruppen aktiviert.

3 Musik und Raum

In diesem Kapitel möchte ich mich mit Zusammenhängen und Ähnlichkeiten von Musik und Raum beschäftigen, da in meinen Überlegungen über die Wirkungsweise von Musik auf räumliche Fähigkeiten auch dieser Aspekt eine (gewisse) Rolle spielte.

Bei der Literatursuche im musikwissenschaftlichen und musikpsychologischen Bereich fanden sich fast ausschließlich Themen und Beiträge, die „raumakustische“ Aspekte betrafen. Es fanden sich erstaunlicher Weise kaum Arbeiten, die sich die Frage stellten, ob es auf der psychologischen Ebene Beziehungen oder Beeinflussungen zwischen den Erlebnisinhalten „Musik und Raum“ gibt.

Eine Verwandtschaft zwischen räumlichen und musikalischen Aspekten zeigt sich in der Verwendung ähnlicher Begriffe wie z.B. hoch, tief, nah, fern, ansteigend, absteigend, schneller und langsamer werdend (hier auf Bewegungen im Raum bezogen). Auch Harris (1978) sieht eine gewisse Ähnlichkeit zwischen musikalischer und räumlicher Wahrnehmung(siehe Kapitel 1, S.22).

Interessante Überlegungen zu Analogien und Synästhesien von Musik, Raum und bildender Kunst finden sich bei La Motte-Haber (1990).

Sie geht davon aus, dass Musik hören oder Musik lesen immer mit räumlichen Vorstellungen verbunden ist. Der Gehörsinn vermittelt sowohl den physikalischen Raum als auch einen virtuellen Tonraum. Beide können beim Musikhören ineinander fließen.

Es sollten jedoch akustischen Sachverhalten keineswegs andere Wahrnehmungsstrukturen (z.B. visuelle) bloß übergestülpt werden. Es ist eher vorstellbar, dass vor den spezifischen Erfahrungen der Einzelsinne Anschauungskategorien existieren, die intersensorisch bzw. intermodal sind. Die Idee einer ursprünglichen „Einheit der Sinne“(Plessner) oder von „Urentsprechungen/Ursynästhesien“ (Wellek), würden diese Hypothese unterstützen (La Motte-Haber, 1990, S.46).

Musik ruft Eindrücke der Höhe und Tiefe hervor, Melodien scheinen sich auf und ab zu bewegen. Wir nehmen neben dem Auf- und Abbewegen von Tönen auch

eine absolute hohe, mittlere und tiefe Lage wahr. Durch die definierten Abstände im musikalischen Raum erkennen wir auch Transpositionen in verschiedenen Lagen. Somit wird ein virtueller Raum durch Musik eröffnet.

3.1 Parallelen im musikalischen und visuellen Raum

La Motte-Haber versucht Parallelen im musikalischen und visuellen Raum zu finden. Wichtige Aussagen seien hier in sechs Punkten kurz zusammengefasst:

1. Eine gemeinsame Eigenschaft sieht sie darin, dass gleiche Gegenstände/Akkorde an verschiedenen Stellen im visuellen/musikalischen Raum platziert werden können ohne ihre Identität zu verlieren. Mit diesem Sachverhalt hat sich schon Hermann von Helmholtz (1863) auseinandergesetzt. "Jede melodische Phrase und jeder Akkord, die in irgendeiner Höhe ausgeführt worden sind, können in jeder Lage wiederum so ausgeführt werden, dass wir die charakteristischen Zeichen ihrer Ähnlichkeit sogleich unmittelbar empfinden". Die Ähnlichkeit, die eine Melodiebewegung mit einer Bewegung im Raum hat, begründet Helmholtz mit dem Phänomen der Tonleiter. Diese erlaubt die Wiederkehr des Gleichen in verschiedenen Oktavlagen.
2. Sehr deutlich ausgeprägte Eigenschaften eines Tones dürften seine Höhe und Tiefe sein. Die Anwendung der Höhen- und Tiefeneindrücke findet sich allgemein, wenn auch nicht überall, mit gleich entschiedener Durchführung (Carl Stumpf, zit. in La Motte-Haber, 1990, S.45).
3. Die Vorstellung einer Horizontalen im Tonraum ist bereits weniger prägnant. Tonwiederholungen bilden hier die horizontale Anschauung besonders einsichtig aus.
4. Nach La Motte-Haber besitzt der Tonraum auch eine dritte Dimension, jedoch nur bei der Vorstellung eines konkreten Klanges, besser seines Volumens. Akustische Erscheinungen können dünn, spitz, schwer, rund,.....wirken. Diese plastischen Qualitäten prägen ebenfalls unsere unmittelbaren Eindrücke, auch wenn nicht von einer starken Ausprägung dieser Dimension gesprochen werden kann.

5. Bei der Erfahrung von Nähe und Ferne im musikalischen Raum werden tiefe Töne subjektiv entfernter erlebt als hohe. Tiefe Töne erscheinen nämlich leiser als gleich hohe und gleich laute. Eine Interaktion bei der Interpretation der Wahrnehmung von Höhe und Lautstärke scheint dafür verantwortlich zu sein. Das virtuelle Raumerlebnis manifestiert sich somit in Bezug auf diese Zusammenhänge von Lautstärke, Entfernung und Höhe fast wie ein reales dreidimensionales Geschehen.
6. Auch in der grafischen Darstellung (Notation) lassen sich Beziehungen zum visuellen Raum ableiten. Unsere heutige Notation ist eine Mischung aus analogen (unmittelbar der Anschauung entsprechend) und symbolischen Zeichen (Verständlichkeit und Bedeutung der Zeichen durch bekannte Konventionen festgelegt), (Nauck-Börner, zit. in La Motte-Haber, 1990 S.47). Dass die Notation auf einer Fläche dargestellt wird, trägt dem Umstand Rechnung, dass die dritte Dimension im Tonraum nicht so ausgeprägt ist. z.B. stellt das schon in der Antike bekannte Nachzeichnen der Melodiebewegungen in der Luft (Cheironomie), ein direktes "Nachzeichnen" von Musik im Raum dar.

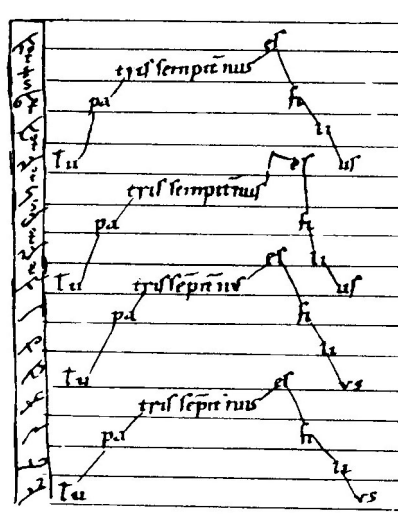


Abbildung 1: Beispiel für eine grafische Notation aus dem 9. Jahrhundert mehrstimmiger Musik aus der *Musica enchiriadis* (aus La Motte-Haber, 1990, S. 48)

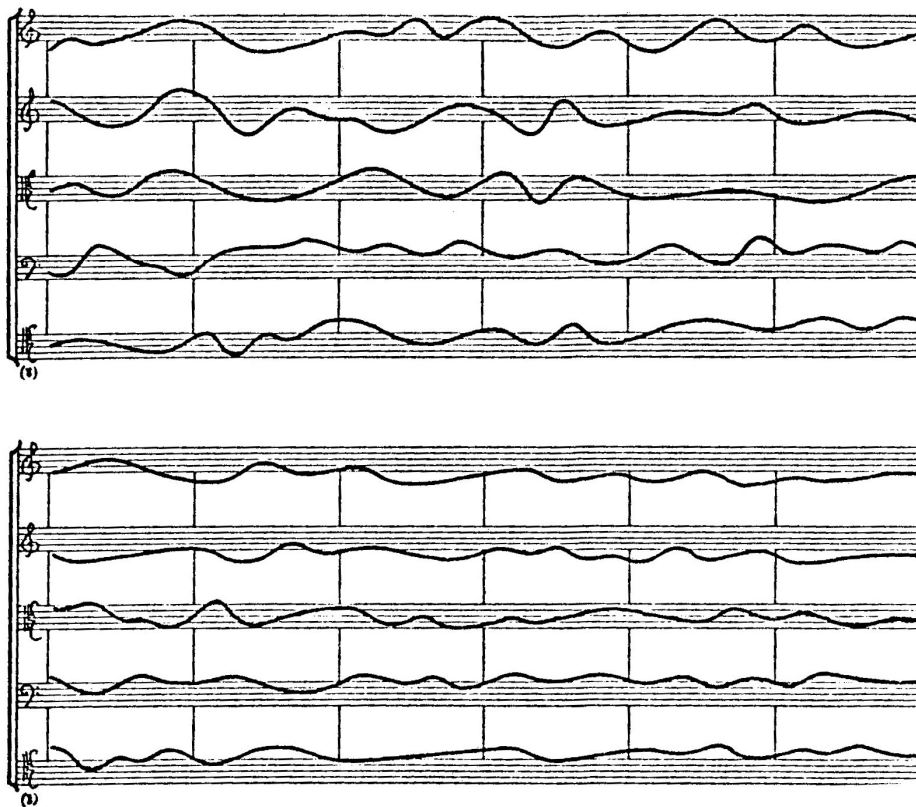


Abbildung 2: Beispiel für eine grafische Notation von James Tenney, Anfang des 4. Satzes der *Textures for String Quartet and Bass* (1972). (aus La Motte-Haber, 1990, S. 51)

3.2 Prinzipien und Ursachen von musikalischen Raumvorstellungen

Neben Helga La Motte-Haber hat Klaus-Ernst Behne ebenfalls nach Beziehungen zwischen Musik und Raumwahrnehmung gesucht und seine Erkenntnisse in einem Kongressbeitrag zusammengefasst. Ich möchte hier nun näher auf seine Überlegungen zu Ton-Musikräumen und zu Prinzipien und Ursachen von musikalischen Raumvorstellungen eingehen.

Behne formuliert zwei Prinzipien, die im Allgemeinen als Voraussetzung für die Entstehung von musikalischen Räumen anzusehen sind. Sie bilden die Voraussetzung, dass wir neben dem euklidischen Raum weitere Vorstellungsräume konstruieren können. Seine Prinzipien übernahm er aus alltäglichen Raumerfahrungen, an denen sich z.B. die Psychometrik mit der Konstruktion von Semantischen Räumen orientiert.

- Das Vorhandensein einer oder mehrerer Dimensionen, die in beliebig fein abgestuften Ausprägungen erscheinen können (z.B. Tonhöhe oder Lautstärke).
- Sind mehrere Dimensionen vorhanden, so müssen sich diese weitgehend orthogonal (unabhängig) zueinander verhalten, z.B. unabhängig von der Tonhöhe können Klänge laut oder leise sein bzw. umgekehrt.

Behne (1989 S.71) geht nun davon aus, dass es einige Eigenschaften von Klängen bzw. Musik gibt, die Anlass zur Verräumlichung sein können. Diese seien hier kurz zusammengefasst:

Tonhöhe

Eindimensional betrachtet erscheint die Bewegungsempfindung beim Schreiten von einem zum nächsten Ton den Eindruck der Verräumlichung zu verursachen. Stufenweises Bewegen in einem Tonsystem wird mit alltäglichen Bewegungserfahrungen des Gehens, Tanzens oder Schreitens assoziiert, allmähliche Tonhöhenveränderungen (z.B. in der Neuen Musik oder in der Elektronischen Musik) werden eher als Schwebeerfahrung erlebt. Behne nimmt hier noch Bezug dazu, dass Tonhöhe durchaus auch mehrdimensional erlebt werden kann und bezieht sich auf die „Zweikomponententheorie“ von G. Revesz (1946). Roger N. Shepard (1982) entwickelte aus dieser Theorie die Idee eines fünfdimensionalen Tonhöhenraumes, den er in mehrfach gewundenen Spiralen als Modell der Tonhöhenrepräsentation darstellt.

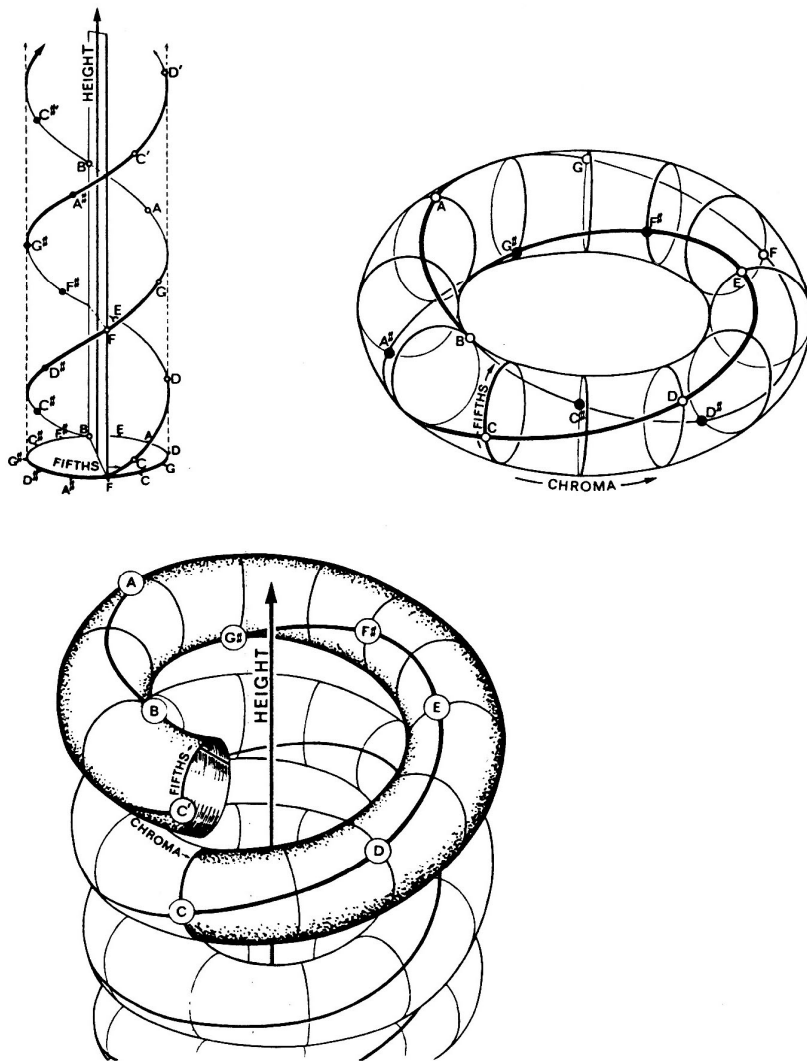


Abbildung 3: Mehrfach gewundene Spiralen als Modelle der Tonhöhenrepräsentation (nach Shepard 1982, aus Behne 1989, S.73)

Zeit

Behne meint, dass wir musikalische Zeit nur schwer begreifen können und uns deshalb mittels Notation ein naheliegendes räumliches Bild erschaffen, bei dem aber das Momenthafte der Zeit verloren geht. Beim Musikhören erleben wir Bewegung in der Zeit. Wir erinnern uns an das Verklungene, erleben das momentan Gehörte und erwarten oder antizipieren das Kommende.

Klangfarbe und Dynamik

Unterschiedliche Klangfarben lassen uns laute und leise Klänge als nah oder fern wahrnehmen bzw. interpretieren. Behne bezeichnet die Veränderungen in der Dynamik als Tiefendimension des musikalischen Raumes. Auch die räumlichen Begriffe Volumen und Dichte spielen z.B. eine Rolle bei der Beurteilung von Instrumentenklängen oder in der kompositorischen Praxis (Behne 1989 S. 74).

Aus meiner Sicht erzeugen auch andere dynamische Elemente der Musik (z.B. unterschiedliche Tempi) räumliche Bewegungsassoziationen.

Prägnanz

Hier stellt Behne Gesetze der Gestaltpsychologie wie z.B. das Figur-Grundverhältnis in Bezug zum musikalischen Bereich, z.B. erscheinen prägnante melodische oder rhythmische Strukturen vor bzw. über Arpeggien, Bässen oder repetitiven Strukturen. Oft ist es die Tonhöhe, Eigenarten in der Dynamik und der Klangfarbe, die einen Teil der Klänge hervortreten lassen. Auch andere gestaltpsychologische Gesetze lassen sich auf die Musik anwenden. Es würde den Rahmen sprengen, hier noch näher darauf einzugehen. Genaueres kann z.B. nachgelesen werden bei J. A. Sloboda (1993, S.154), D. Deutsch (1999, S.321), M. Spitzer (2003, S.126) oder bei Thomas H. Stoffer in Handbuch für Musikpsychologie von Bruhn & Oerter (1997 S. 469).

Harmonik

Da man von „Rückungen“ oder dem „Ausweichen“ in benachbarte Tonarten spricht, ließe das den Schluss zu, dass Harmoniefolgen etwas Räumliches anhaftet. Zu dieser Idee würde auch wieder Shepards Modell passen, in dem der Quintenzirkel eine wichtige Rolle spielt.

Behne fasst abschließend zusammen, dass auf Grund der Vielfalt und Unterschiedlichkeit der Dimensionen bei diversen Autoren nicht von „einem“ einheitlichen Musikraum gesprochen werden kann. Er schreibt: „Aus der Sicht der Kognitiven Psychologie erscheinen „Musikalische Räume“ vielmehr als ideosynkratische Konstrukte, die Individuen jeweils entwickeln, um sich ein Bild

von der Musik zu machen, wobei vor allem die Verräumlichung der Zeit eine wichtige Vorstellungshilfe sein kann“ (Behne 1989 S. 77).

Behne erwähnt weiters, dass es über musikbezogene Raumvorstellungen schon seit gut einem Jahrhundert verschiedenste Auffassungen gibt, u. a. z.B. von M. Hauptmann, H. v. Helmholtz, H. Riemann, E. Kurth, S. Nadel, G. Albersheim, A. Schönberg, A. Wellek, P. Hindemith und weiteren (Behne, 1989 S.69). Die Aussagen von Ernst Kurth sieht er als die einflussreichsten an. Kurth konzipierte 1931 in seiner Musikpsychologie einen energetischen Raum der Musik, der sich vor allem aus Bewegungsvorstellungen konstituiert. Dieser musikalische Raum umfasst mit „Tonhöhe“ und „Zeit“ zwei eindeutige Dimensionen. Das Fehlen einer klar definierten dritten Dimension sieht er eher als Vorzug, weil daraus ein „All-Gefühl“, eine Erstreckung nach allen Richtungen möglich werden kann.

4 Musikalische Leistungen und außermusikalische Lerninhalte

Die Beziehung zwischen Musik und außermusikalischen Lerninhalten wird zwar als existent betrachtet, ist aber bei weitem noch nicht geklärt. Schon in der Antike entstand die „These vom erzieherischen Wert des Musikunterrichts“, wonach guter Musikunterricht die Persönlichkeitsentwicklung fördern soll (Spychinger 1993). Damals wurde auch die Auffassung vertreten, dass auf Grund der Nähe zwischen Mathematik und Musik in der Antike gute Mathematiker auch musikalisch begabt wären. Dieser Zusammenhang konnte bisher aber nicht hinreichend bestätigt werden.

Es gibt viele Hinweise darauf, dass musikbegabte oder musikalisch aktive Menschen generell über gute kognitive Fähigkeiten verfügen (vgl. Shuter-Dyson & Gabriel, 1981).

Bei LaMotte-Haber (1996) und Spsychinger (1993) finden sich eine Reihe von Studien, die den Zusammenhang von musikalischer und schulischer Leistung nachweisen und den positiven Einfluss von vermehrtem Musikunterricht auf die Kreativität und auf außermusikalische Leistungen betonen.

Im folgenden Abschnitt wird auf Studien Bezug genommen, die den Zusammenhang von Musik und kognitiven Leistungen untersuchen und mögliche Erklärungsansätze darstellen.

4.1 Theoretische Erklärungsansätze

Als theoretischer Erklärungsansatz für diese Zusammenhänge dient häufig die *Hemisphärentheorie*. Diese besagt, dass die außermusikalische Wirkung von Musik in der Förderung der Gehirnaktivität infolge der Ausbalancierung beider Gehirnhälften und dadurch einer Erhöhung der gesamten Gehirnaktivität liegt. (Rösing, 1997, S.365). Dieser Erklärungsansatz ist jedoch nicht ausreichend, da es bei der Musik- und Sprachverarbeitung mehr auf die Interaktion als auf die Aufgabenaufteilung im Gehirn ankommt. Musikalische und sprachliche Prozesse können im Gehirn eher als analog denn als gegensätzliche Phänomene bezeichnet werden.

Hesse (2003) spricht von Transfereffekten. Er meint, dass ein in gemeinsamer Aktion verbundenes Ensemble von Neuronen, dessen einzelne Mitglieder weit voneinander entfernt sein können, sich aus der Gesamtheit der aktiven Nervenzellen durch Phasenkohärenz seiner elektrochemischen Prozesse, d.h. durch eine Art von Gleichtakt der Aktivität heraushebt. Nervenzellen oder Teile von Nervennetzen, die bei einer gewissen Konstellation sensorischer Information in einem bestimmten Zellverband eingebunden waren, sind jedoch nicht ein für allemal an diese Koppelung gebunden, sondern sie können sich auch mit anderen Zellen zu oszillierenden Systemen zusammenschließen. Das heißt, entwickelte Nervennetze können bei verschiedenen Hirnprozessen – die ja die physische Grundlage von Denkprozessen bilden – tätig werden. In dieser Tatsache liegt die Erklärung für Transfereffekte, d.h. für die Beobachtung, dass Erfahrung und Training auf einem psychischen Gebiet auch die Leistungsfähigkeit auf anderen Gebieten verbessert.

4.2 Studien und Untersuchungsergebnisse zur Wirkung von Musik auf kognitive Leistungen

Kann Musik nun wirklich als Übung für die Verbesserung der höheren Gehirnfunktionen dienen? Können bessere Leistungen durch einen „Transfereffekt“ erzeugt werden? Obwohl sehr viele Studien zur Erforschung betrieben wurden und diese Frage heute nach wie vor kontrovers diskutiert wird, ist sie noch immer nicht eindeutig mit ja zu beantworten.

Die folgend beschriebenen Studien unterscheiden sich bezüglich der musikalischen Variablen und der Musikbedingungen. So überprüfen manche Forschergruppe die Leistungsveränderungen im Anschluss an passive Musikwahrnehmung, andere wiederum die Auswirkungen von aktiven Musizieren, musikalischer Erziehung und musikalischem Training auf die kognitive Leistung. Manche Studien beschäftigen sich mit kurzfristigen, andere mit langfristigen Effekten.

Auf diese Unterschiedlichkeit und die Schwierigkeit, Studien und deren Ergebnisse miteinander zu vergleichen, weist Rauscher (2006) in ihrem Artikel hin.

Hesse & Klemm (1987) versuchten schon sehr früh, Zusammenhänge zwischen musikalischer und sprachlicher Hörfähigkeit nachzuweisen. Weiters gingen sie der Frage nach, ob Hörfähigkeit mit verbaler und nonverbaler Intelligenz korreliert. Dafür wurden 300 Kinder zwischen 10 und 12 Jahren mittels der Musiktests von Bentley und Wing, des Fremdsprachen-Eignungstests (FTU), des Hörverstehenstests (HVT), des CFT, des sprachlich gebundenem Leistungsprüfsystems (LPS) und eines Fragebogens zur musikalischen und sprachlichen Vorerfahrung und Vorübung (Instrumentalspiel, Gesang, musikalisches Elternhaus,...) überprüft.

Es zeigte sich ein enger Zusammenhang zwischen musikalischer und sprachlicher Hörfähigkeit. Musikalische Früherziehung und intensives Instrumentalspiel verbesserten die Leistungen in der musikalischen und sprachlichen Hörfähigkeit

und in der verbalen Intelligenz. Chorgesang und Ensemblespiel verbesserten zudem noch das sprachliche Diskriminationsvermögen.

Douglas & Willats (1994) zeigten in ihrer Studie, dass sechsmonatiger Musikunterricht einen positiven Einfluss auf sprachliche Fähigkeiten und auf die Lesefähigkeit von achtjährigen Kindern hatte. Die Kinder der Versuchsgruppe zeigten gegenüber einer Kontrollgruppe signifikant höhere Leistungen.

Bastian (1997) ging in einer sechsjährigen Langzeitstudie ebenfalls der Frage nach, ob intensive Musikerziehung die Entwicklung der Kinder beeinflusst. Es nahmen 170 Grundschulkinder daran teil, wobei die Versuchsgruppe intensiven Musik- und Instrumentalunterricht im Rahmen eines Schulmodells erhielt, die Kontrollgruppe nur den normalen Grundschulmusikunterricht absolvierte. Die Daten bezüglich der Intelligenzentwicklung führten Bastian zu der Hypothese, dass Musizieren vor allem die frühe Intelligenzentwicklung der Kinder beeinflusst. Weiters zeigten sich positive Effekte im Sozialverhalten und in der Konzentrationsleistung.

Basierend auf dem Trionmodell, überprüften Rauscher et al. (1993, 1997), ob Musikunterricht die Raumvorstellungsfähigkeit (Visualization) bei jungen Kindern langfristig fördert.

In der Untersuchung von 1993 wurde bei Vorschulkindern nach viermonatigem Keyboard- und Gesangsunterricht eine deutliche Leistungssteigerung bei räumlichen Aufgaben festgestellt.

Bei einer weiteren Studie 1997 wurden 78 Vorschulkindern, die in drei Gruppen aufgeteilt wurden, untersucht. 34 Kinder erhielten sechs Monate privaten Keyboardunterricht, 20 Kinder privaten Computerunterricht und 24 Kinder dienten als Kontrollgruppe. Vier verschiedene Raumvorstellungstests (darunter ein „visualizationtest“, drei „spatial-recognition-tests“) wurden vor dem Training und sechs Monate nach dem Training vorgegeben.

Nur bei den Kindern mit Keyboardunterricht zeigte sich eine hoch signifikante Steigerung im „visualization-test“.

Orsmond & Miller (1999) untersuchten die Effekte früher Musikinstruktion auf Musikwahrnehmung, Wortschatz, visuell-motorische Integration und Raumvorstellung. 58 Vorschulkindern wurden auf zwei Gruppen aufgeteilt. Eine

Gruppe erhielt vier Monate lang privaten Musikunterricht (Suzukiprogramm), die zweite Gruppe blieb ohne Musikanweisungen. Die Kinder wurden vor Beginn des Musikunterrichtes und danach mittels Musikalitätstests (zurückgehend auf Moriengiello et al 1989), PPVT (Wortschatztest), VMI (Visuellmotorischer Integrations-Test); Puzzle-Test und PEFT (embbded figures) getestet.

Die größten Effekte zwischen Musik- und Kontrollgruppe zeigten sich bei den visuell-motorischen Integrationsaufgaben. Kinder mit Musikunterricht erbrachten hier bessere Leistungen. Weiters zeigten sich auch Leistungssteigerungen, wenn auch geringer, bei den musikalischen Fähigkeiten und beim Wortschatz.

Auch Graziano, Peterson & Shaw (1999) demonstrierten, (basierend auf einem „*mathematical model of cortex*“)mit ihrer Studie, dass frühes musikalisches Training (Keyboardunterricht) zu einer Steigerung der Leistungen bei „spatial-temporal reasoning“ Aufgaben führt. Sie überlegten weiterführend, dass diese Steigerungen auch zu einem verbesserten Lernen mathematischer Konzepte führen könnte. Dafür entwickelten sie spezielle Mathematik Video Spiele (Math Video Games). Die Kinder, die zusammen mit dem Mathematiktraining auch Keyboardunterricht erhielten, zeigten eindeutig bessere Ergebnisse.

Angespornt durch diese Ergebnisse wurde hier mit verschiedenen Altersgruppen weiter gearbeitet und das mathematische Programm durch das „MST Math Programm“ (Music Spatial-Temporal Math) erweitert. Dieses MST Curriculum wurde an 380 Kindern der zweiten Grundschulstufe erprobt. Diese zeigten bei der anschließenden Testung mittels „Advanced Math Concept Test“ gleich hohe Werte wie Schüler der vierten Schulstufe. Auch konnte ein Anstieg der Leistungen im „Stanford 9 Math Scores“ nachgewiesen werden. Weitere Ergebnisse und Details bei Bodner, Peterson, Shaw et al. (2002).

Bridgett und Cuevas (2000) hingegen konnten in ihrer Untersuchung keine signifikanten Effekte von Musik auf mathematische Fähigkeiten nachweisen. Sie untersuchten 61 Grundschulkinder, die in drei Versuchsgruppen eingeteilt wurden (Kontrollgruppe, Gruppe mit Musik von Mozart und Bach). Im Anschluss an zehnminütige Musikdarbietung sollten sie mathematische Aufgaben (aus University Mathematics Placement Examination) lösen.

Rauscher und Zuppan (2000) versuchten, die langfristige Wirkung von Keyboardunterricht auf die räumlich-zeitliche Vorstellungsfähigkeit von Kindergartenkindern zu erfassen. 62 Kinder im Alter zwischen fünf und sechs Jahren wurden in eine Gruppe mit und eine ohne Musikunterricht eingeteilt. Die Kinder der Musikgruppe erhielten acht Monate lang zweimal wöchentlich jeweils 20 Minuten Unterricht, der aus Singen, Mitbewegen zur Musik und Keyboardspiel bestand. Die Kinder wurden vor dem Musiktraining und in jeweils 4 Monatsintervallen während des Trainings individuell mittels „Puzzle – Solving – Test“, „Block building - Test“ und „Pictorial memory – Test“ untersucht.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass die Kinder, die Musikunterricht erhielten, signifikant bessere Leistungen bei räumlich-zeitlichen Aufgaben erbrachten. Damit wurden auch die Untersuchungen von Viadero (1998) und Costa-Giomi (1998) bestätigt. Der Unterschied zur anderen Gruppe wurde nach acht Monaten Trainingsdauer noch deutlicher. Damit wurde auch die Hypothese von Leng & Shaw (1991), dass frühes musikalisches Training sich positiv auf die räumliche Vorstellungsfähigkeit von Kindern auswirkt, bestätigt.

Auf Grund dieser Ergebnisse forschte Rauscher (2002) in den darauffolgenden Jahren thematisch in diese Richtung weiter. In dieser Studie beschäftigte sie sich mit den folgenden Fragen:

- Ab wann sollte mit musikalischem Unterricht begonnen werden um eine Leistungssteigerung in der Raumvorstellung zu erreichen?
- Wie lange wirkt der Effekt und welchen Einfluss hat die Dauer des Unterrichtes?
- Kann musikalische Erfahrung die kognitive Entwicklung beeinflussen?

Es zeigte sich, dass sehr früher Musikunterrichtsbeginn im Alter von 3-5 Jahren und zeitlich länger andauernder Unterricht (in ihrer Langzeitstudie über 4 Jahre), zu einer Leistungssteigerung führte. Die Steigerung beschränkte sich auf räumliche Aufgaben. Sie erklärte sich die Effekte durch zwei mögliche Theorien. Einerseits könnten Primingeffekte die Verbesserung hervorgerufen haben, andererseits weisen frühere MRI Studien darauf hin, dass sehr frühe musikalische Erziehung neurophysiologische und neuroanatomische Veränderungen bewirken. (Schlaug et al. 1995 zit. nach Rauscher 2002). In diesen MRI Studien zeigte sich,

dass sich gewisse Gehirnstrukturen von Musikern und Nicht-Musikern deutlich unterscheiden und diese Veränderungen verantwortlich für die Leistungssteigerungen sein könnten. Detaillierte Ergebnisse dazu finden sich auch bei Jäncke (2001).

In drei weiteren Untersuchungen ging Rauscher (2003) der Frage nach, ob es einen Zusammenhang zwischen Musik und intellektuellen Fördermöglichkeiten sozial benachteiligter Kinder gibt. Die Forschungsergebnisse betonen den positiven Einfluss musikalischer Bildung auf die geistige Entwicklung der Kinder. Zuletzt seien noch zwei Studien von Schellenberg (2004, 2006) erwähnt. Er zeigte, dass sich Musikunterricht in spezifischer Weise, wenn auch nur im geringen Umfang, positiv auf den Intelligenzquotienten auswirkt. Früher Beginn und der Umfang des Musikunterrichtes scheinen von Bedeutung zu sein.

Die Studien, in denen Musiktraining zur Steigerung von kognitiven Fähigkeiten eingesetzt wurden, lassen doch einige Fragen offen.

Viele Studien beziehen sich auf Effekte des Klavier- oder Keyboardunterrichts, bei denen eine lineare Beziehung der räumlichen Abstände zwischen den Tasten (oder Anschlägen) sowohl akustisch, visuell als auch motorisch gegeben ist. Möglicherweise tritt der Effekt bei anderen Instrumenten wie z.B. der Gitarre oder Blasinstrumenten nicht so deutlich auf. Hier gibt es leider noch keine Studien.

Rauscher & Zuppan (2000) verwendeten in ihrer Untersuchung unterschiedliche musikalische Komponenten. Möglicherweise beeinflussen all diese musikalischen Aktivitäten (Singen, Bewegung, Gehörbildung, Notenlesen,...) kognitive Fähigkeiten und im speziellen die räumlich-zeitliche Vorstellungsfähigkeit.

Der Einfluss der Unterrichtsart (Einzel- oder Gruppenunterricht), der Frequenz des Unterrichts, der Unterrichtsperson und der Beziehung zu dieser wurde bisher auch noch nicht berücksichtigt.

Weiters ist die Frage offen, ob nicht auch Effekte durch Unterricht in anderen Inhaltsgebieten hervorgerufen werden könnten.

5 Der „Mozart-Effekt“

Der Begriff des Mozarteffektes entstand dadurch, dass Rauscher et al. (1993, 1995) basierend auf dem „trion-modell“, neben einer leistungssteigernden Langzeitwirkung auch erstmals eine Kurzzeitwirkung von Musik auf das Raumvorstellungsvermögen nachwiesen.

Da dieser Effekt durch die Sonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 von W.A. Mozart verursacht wurde, entstand die Bezeichnung „Mozart-Effekt“.

5.1 Neurophysiologische Grundlagen

Das Trionmodell

Das Trion-Modell von Shaw, Silverman und Pearson (1985, 1986) basiert auf dem Modell der zerebralen Organisation der Reizübertragung von Vernon Mountcastle (1978, zitiert nach Leng & Shaw 1990).

Nach Shaw et al. (1985) kann das Trion-Modell als eine mathematische Realisierung eines neuronalen Netzwerkmodells, der kortikalen Organisation, verstanden werden.

Das Trionmodell bildet nach Shaw die Grundlage für die Beziehung zwischen Musik und räumlich–zeitlichem Denken. Den kausalen Zusammenhang sieht er in der Entwicklung spatial – temporaler Erregungsmuster durch einige Neuronengruppen die sich rasch über größere Regionen des Cortex ausbreiten und zu Assoziationen führen.

Zell - Ensembles

Für Shaw et al. (1990) ist die Rolle der Zellensembles bei kognitiven Prozessen in seiner Forschung von entscheidender Bedeutung.

Veränderungen der neuronalen Verbindung basieren auf der Lernregel von Donald O. Hebb (1949). Die Hebb–Regel bildet die neurophysiologische Grundlage von Assoziationen und besagt, dass zwei Zellen oder zwei Zell-

systeme, die wiederholt zur selben Zeit aktiv sind assoziieren, sodass die Aktivierung eines Systems zur Aktivierung des andern und umgekehrt führt. Die so entstandenen synaptischen Verbindungen können so stark werden, dass sie einander selbst dann erregen können, wenn der auslösende Reiz nicht mehr vorhanden ist oder nur ein Teil der entsprechenden Nervenzellen auf andere Weise aktiviert wird. Derart verbundene Neuronen werden auch als *Zell-Ensemble* bezeichnet und können bei wiederholter Stimulierung „generalisierte Erregung“ oder „Aufmerksamkeit“ auslösen. Die synaptische Stärke entwickelt sich durch *simultane Aktivierung* („Assoziation“) von zwei bisher nicht gleichzeitig aktivierten Zellen oder Zellensembles und die Erregung eines Teilelements eines Zellensembles reicht danach aus, um das gesamte Ensemble zu zünden (Birbaumer und Schmidt, 1995).

Der Neokortex selbst besteht aus sechs horizontalen Hauptschichten von Nervenzellen. Diese durchziehen die Rinde in vertikalen Ketten (Kolumnen, Säulen, Modulen). Die Kolumnen und Säulen bestehen aus bis zu 10.000 Neuronen, die untereinander verbunden sind. Sie werden als grundlegende Einheit der integrierenden Informationsverarbeitung gesehen. Nach Mountcastle (1978) findet, indem eine Funktion auf verschiedenen Ebenen ausgeführt werden kann, ein dynamischer, zeitabhängiger Austausch innerhalb der verteilten neuronalen Systeme statt. Dieses Arrangement der Großhirnrinde hilft bestimmte physikalische Eigenschaften (wie etwa Tonhöhe, Lautstärke, Orientierung) in neuronale Eigenschaften an bestimmten Orten zu „übersetzen“.

Das neuronale Basisnetzwerk wird nicht nur durch kortikale Säulen (Kolumnen), sondern auch durch weitere Untereinheiten, nämlich sogenannte Minicolumns (Trions) organisiert bzw. strukturiert. Sie enkodieren die relevanten Parameter eines Stimulus. Die Trions bestehen aus hunderten von Neuronen und können mit drei verschiedenen Zündungsstufen (über-, unterdurchschnittlich, durchschnittlich) nacheinander unterschiedlich stark feuern, wobei jedes Trion einmal alle 30 – 100 ms in einer der drei Zündungsstärken feuert (Rauscher, Shaw & Ky 1995).

Die Interaktion zwischen den Trions führt zur gegenseitigen Erregung oder Hemmung, wodurch sich unterschiedliche Zündungsmuster ergeben.

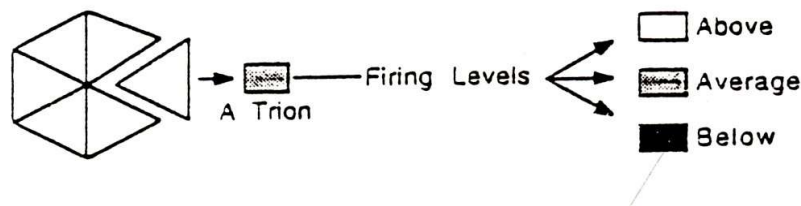


Abbildung 4: Das Sechseck stellt eine kortikale Kolumne dar. Die Untereinheiten (Minicolumns), sogenannte *Trions* werden durch die Dreiecke dargestellt. Die Trions bestehen aus hunderten von Neuronen, die relevante Parameter eines Stimulus enkodieren. Jedes Trion verfügt über drei Zündungsstufen, die unterschiedlich stark feuern: überdurchschnittlich, durchschnittlich und unterdurchschnittlich (aus Rauscher, Shaw & Ky, 1995, S. 45).

Dieses Netzwerk von Trions weist nun ein riesiges Repertoire von inhärenten Zündungsmustern auf (hunderte bis tausende) – „inherent, quasi-stable, periodic spatial-temporal firing patterns“ (MPs). Diese stehen in gewissen symmetrischen Beziehungen und können als „neuronale Sprache des Kortex“ bezeichnet werden. Kreation und Transformation solcher Muster stellen das Basisereignis für Kurzzeitgedächtnis und Informationsverarbeitung dar. Je höher der kortikale Prozess, desto mehr sind diese Muster beteiligt. Für die Kommunikation im zentralen Nervensystem dürfte es Codes von unterschiedlichem Niveauabhängig vom Niveau der Informationsverarbeitung oder der Informationswichtigkeit geben.

Leng und Shaw (1990) untersuchten diese inhärenten Zündungsmuster in Zusammenhang mit Musik. Mittels einer „Monte Carlo Simulation“, einem Verfahren, welches *Pseudo – Daten* nach bestimmten probabilistischen Regeln erzeugt, beschrieben sie die unterschiedliche Entwicklung *spatial – temporal firing patterns*. Um den Code für musikalische Strukturen im Gehirn aufzuspüren, wurde mittels Computer und Synthesizer versucht, spatial-temporal firing patterns auf Tonhöhe und Klangfarbe zu übertragen und so Musik zu produzieren. Diese Prozedur sollte Annäherungen an verschiedene Musikstile hervorbringen. Es zeigte sich dann tatsächlich, dass unterschiedliche einfache Übertragungen in derselben probabilistischen Entwicklung verschiedene Musikstile wie z.B. Menuett, Walzer, folk music oder western art music

hervorbrachten. Die gehörten Muster entsprachen auch ganz jenen Mustern der Monte Carlo Entwicklung.

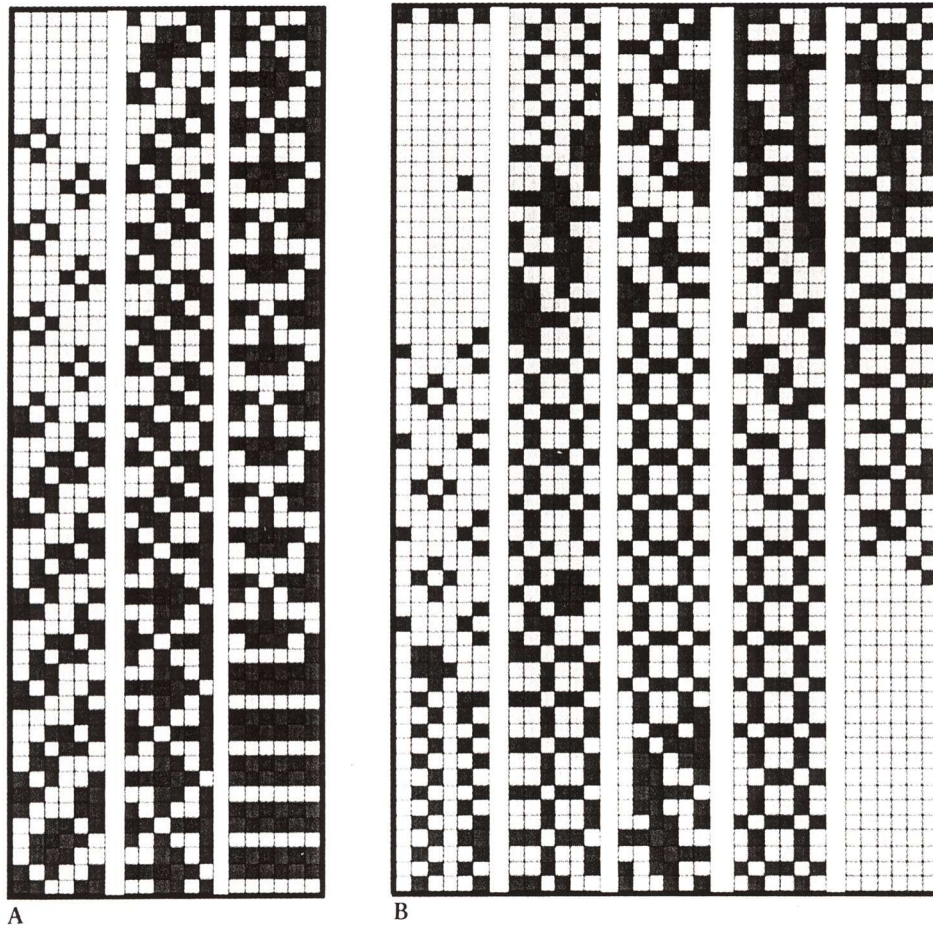


Abbildung 5: Probabilistische Entwicklung der Zündungsaktivität eines modularen Netzwerks von sechs Trions. A „analytic“ mode; B „creative“ mode. Jedes Quadrat repräsentiert den Zündungsstatus eines Trions zu diesem Zeitpunkt. (aus Shaw & Leng, 1990, S.53).

Abbildung 5 zeigt eine probabilistische Entwicklung der Zündungsaktivität von sechs Trions. 5A weist sieben verschiedene Muster auf, die sich mehrmals wiederholen und deren Verbindung einen hohen Grad an Symmetrie aufweist („analytic“ mode). 5B zeigt spezifische Muster, die erscheinen und wieder verschwinden. In der Symmetrie zeigen sich mehr Unterbrechungen („creative“ mode). Es lässt sich jedoch in allen Musterentwicklungen eine symmetrische Beziehung finden.

Silverman et al. (1986) vermuten, dass diese symmetrischen Interaktionen genetisch festgelegt sind und ein einfaches Netzwerk bilden, welches auf verschiedenste Inputsignale reagiert. Erfahrung oder Lernen kann nun mittels Hebb-Regeln Vernetzungen verändern und dadurch die passenden Antworten oder Zündungsmuster (MPs) auswählen. Silverman et al. zeigten, dass bei Berücksichtigung aller möglichen Initialmuster nach durchschnittlich 2 – 5 Zeitschritten sich ein MP entwickelt oder wiederholt und dass auf viele MPs aus tausenden von Initialmustern zugegriffen werden kann.

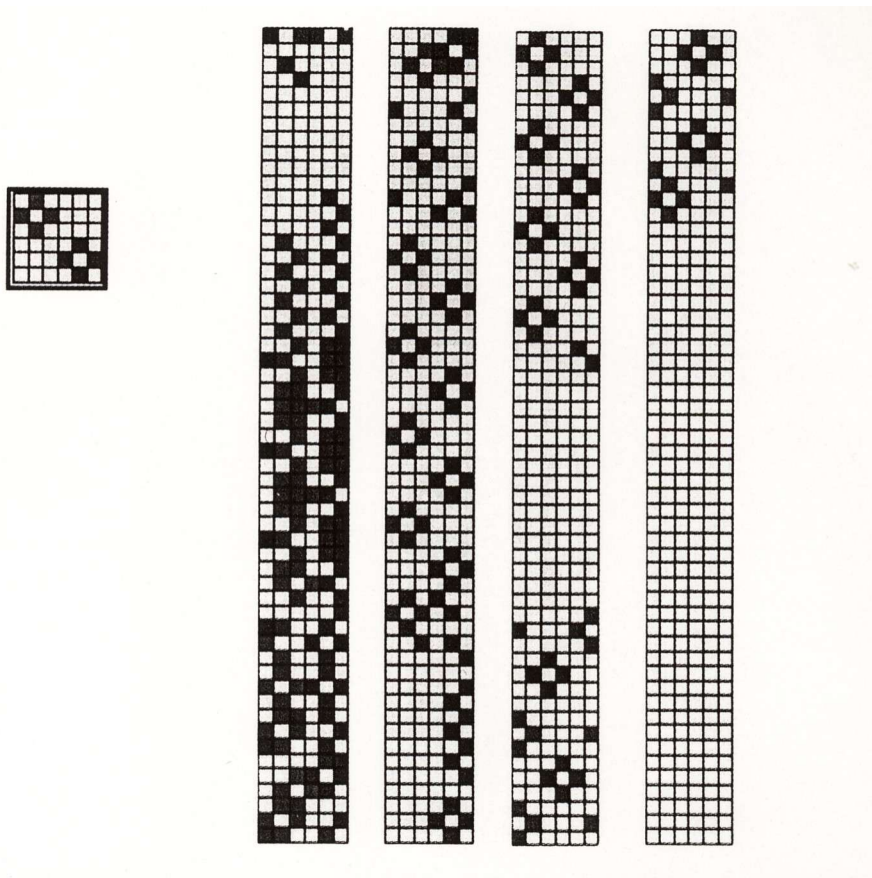


Abbildung 6: Beispiel für eine Monte Carlo Simulation nach dem Lernen eines MPs oder „theme“ (...when mapped onto music“....). Das gelernte „theme“, auch *diamond* Muster genannt, links oben, zeigt sich hier häufig. Es ist jedoch auch in Abbildung 5 in verschiedenen Formen zu sehen.

Abbildung 6 zeigt ein Beispiel einer Monte Carlo Entwicklung eines MP's oder eines „theme“ (bei Übertragung auf Musik)

Weiters wiesen Shaw und Leng darauf hin, dass Emotion und Stimmung bezüglich musikalischer Komposition und musikalischem Verständnisses eine sehr große Rolle spielen. Beide werden über eine Vielzahl von Neuromodulatoren und Neuropeptiden gesteuert und kontrolliert. Die Einführung von „Neuro-modulation“ in die Dynamik einiger Trionnetzwerke führte in den vorliegenden Untersuchungen nicht nur zu einer Steigerung des „Musikreichtums“, sondern auch zu länger währenden interessanten Musikkompositionen. Die Ergebnisse dieser Studie bekräftigten Leng und Shaw in ihrer Meinung, dass sie ein Modell für die Codierung von gewissen Aspekten musikalischer Struktur und Wahrnehmung gefunden hatten.

Da Musik von Geburt an universell zugänglich ist, spielt sie unter den höheren kognitiven Funktionen eine spezielle Rolle (Rauscher et al., 1995).

Leng & Shaw (1991) nahmen nun an, dass komplex strukturierte Musik das räumlich-zeitliche Denken verbessern könnte, da die Struktur dieser gedächtnis-bezogenen neuronalen Aktivierungsmuster und deren in Beziehung stehenden, symmetrische neuronale Muster diversen Musikstilen sehr ähnlich sind. Musik würde demnach kortikale Erregungsmuster stimulieren (Primingeffekt), die auch für andere höhere Hirnfunktionen - im Besonderen räumlich-zeitliche Funktionen - zuständig sind.

Leng & Shaw (1991) sehen in Musik eine Art inhärente Vorsprache, die schon in frühen Jahren verfügbar ist. Deshalb hat sie Zugriff auf die inhärenten Zündungsmuster und trainiert und erhöht somit die Fähigkeit des Kortex, Muster zu entwickeln bzw. zu vervollständigen, sowie Muster und deren symmetrische Beziehung zu erkennen. Die Folge davon ist, dass höhere kognitive Funktionen, insbesondere spatial-temporal reasoning, verbessert werden.

Die kortikalen Prozesse von „musikalischem Denken“ und „räumlich zeitlichem Denken“ sind nach Shaw et al. die gleichen.

Dies erklärt vielleicht, warum gerade früher Musik- bzw. Instrumentalunterricht (siehe Kapitel 4.) eine Generalisierung und Festigung jener neuronalen Verbindungen bewirkt und in der Folge zu einer Leistungssteigerung vor allem im räumlich-zeitlichen Denken führt.

Räumliches Denken und Musikhören teilen sich entsprechend dieser Theorie dieselben neuronalen Pfade (Newman et al., 1995, Rauscher et al., 1997).

Leng et al. (1990) sehen Musik als ein „Fenster“ zu höheren kognitiven Funktionen, sie könnte ihrer Meinung nach benutzt werden, um die neuronale Sprache zu dekodieren.

Rauscher et al. (1995) vermuteten demnach, dass sich eine Leistungssteigerung des spatial-temporalen Denkens auch kurzfristig durch Musikhören erzielen lässt, da das Hören von Musik die kortikalen Zündungsmuster für Verarbeitungsprozesse der rechten Hemisphäre organisieren hilft und durch die Erregung eine Art „Übung und Aufwärmung“ der Trions darstellt. Diese aufgewärmten aktivierten Trions können dann auch von anderen kortikalen Prozessen genützt werden.

Diese neurophysiologischen Zusammenhänge wurden später von Rauscher et al. (1998) auch im Tierexperiment (Ratten) überprüft. Das Ergebnis zeigte zwar eine bessere Leistung der Tiere bei Raumvorstellungsaufgaben im Labyrinth nach Beschallung mit Mozarts Sonate KV 448, es sollte jedoch die Kritik von Steele et al. (2003) zu dieser Studie beachtet werden.

5.2 Original- und Folgeuntersuchung von Rauscher, Shaw und Ky

An der Originaluntersuchung 1993 nahmen 36 StudentInnen teil. Aufgabe war es, im Anschluss an eine Hörbedingung je einen Raumvorstellungstest zu bearbeiten.

Die Versuchspersonen wurden in drei Gruppen aufgeteilt:

- Musikbedingung - Anhören der Mozartsonate KV 448
- Entspannungsbedingung - Anhören einer Kassette mit Entspannungsinstruktion
- Ruhe-Bedingung (Stille wahrnehmen)

Nach 10 minütiger Hörbedingung wurden jeweils drei Subtests der Stanford-Binet intelligence scale (Thorndike, Hagen & Sattler 1986) vorgegeben:

- multiple-choice matrices test,
- pattern analysis test
- multiple-choice paper folding and cutting test

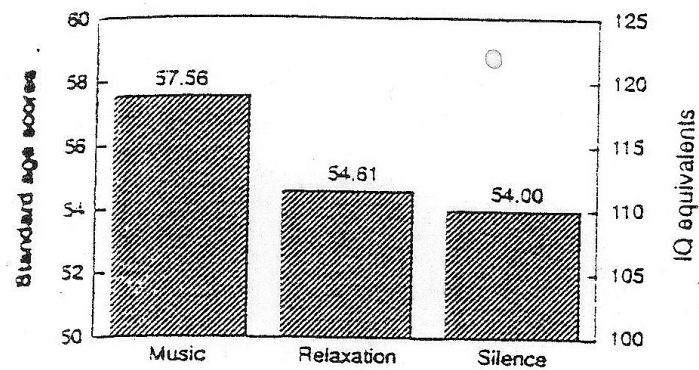


Abbildung 7: Standard age scores und äquivalente IQ-Werte für die drei Hörbedingungen der Originalstudie von Rauscher, Shaw & Ky (1993, S. 611).

Wie man anhand von Abb. 7 sehen kann, zeigte das Ergebnis einer Varianzanalyse mit Messwiederholung, dass die Vpn nach dem Hören der Mozartsonate KV 448 signifikant höhere Werte erzielten als in den anderen beiden Bedingungen.

Durch die Ergebnisse angeregt, testeten Rauscher et al. 1995 mittels sehr komplexem Versuchsdesign 79 StudentInnen an fünf aufeinander folgenden Tagen.

Am 1.Tag wurde den Vpn, um sie auf Grund der Ergebnisse auf drei gleich starke Gruppen aufteilen zu können, der Paper-Folding and Cutting Test (PF&C) vorgegeben. Die PF&C-Aufgaben beruhen auf mental rotation (ein zusammengefaltetes und eingeschnittenes Blatt Papier muss in der Vorstellung wieder auseinandergefaltet werden, damit das aus den Einschnitten resultierende Muster bestimmt werden kann).

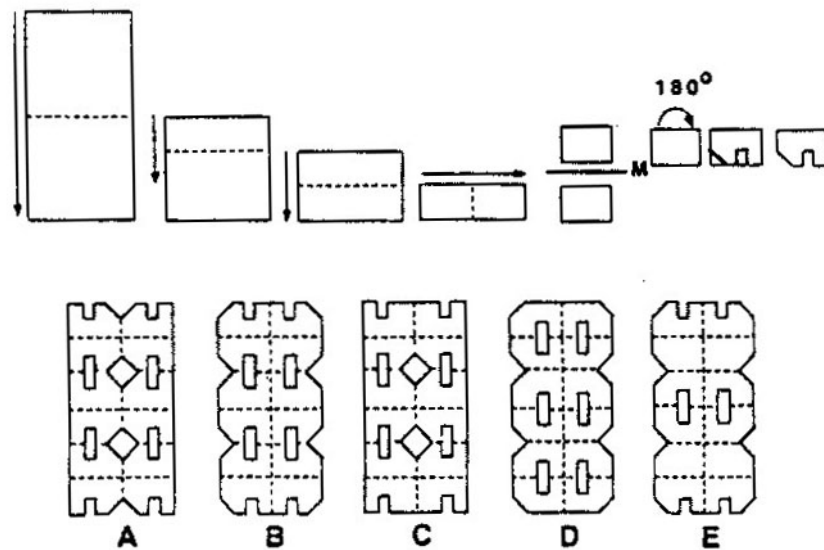


Abbildung 8: Papierfaltaufgaben aus dem Stanford-Binet-Intelligenztest.

Abb. 8 zeigt die Testaufgaben. In der oberen Hälfte sind die einzelnen Schritte der Faltung abgebildet. Die Aufgabe der Versuchsperson besteht darin, das zusammengefaltete Blatt mit den beiden Einschnitten wieder mental auseinander zu falten und dann zu entscheiden, welches Muster (A-E) entstanden ist (nach Rauscher, Shaw und Ky 1993).

Am zweiten bis vierten Tag nahmen die Gruppen an folgenden Bedingungen teil:

- Ruhe- Bedingung (Stille wahrnehmen)
- Mozartsonate KV 448
- Gemischte Gruppe: Musikstück von Philip Glass („minimalist work“)
Kurzgeschichte
Dance-Musik

Im Anschluss an die 10 minütige Hörbedingung wurde diesmal nur der PF&C mit jeweils 16 neuen Aufgaben zur Bearbeitung vorgegeben.

Zusätzlich wurden noch Kurzeitgedächtnisaufgaben eingesetzt.

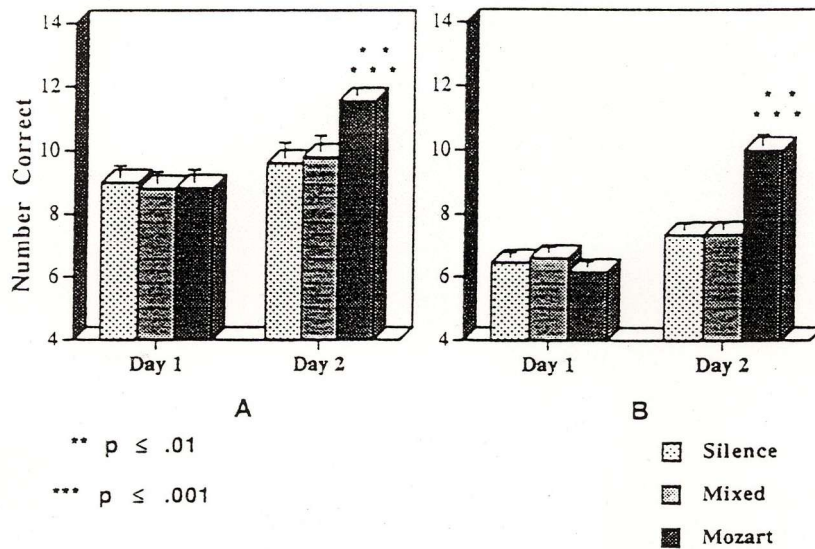


Abbildung 9: Anzahl der richtig gelösten, von insgesamt 16, PF&C-Aufgaben der Gruppen Ruhe, Gemischt und Mozart für die ersten zwei Testtage (aus Rauscher, Shaw & Ky, 1995, S.46).

Die Abbildung.9 zeigt die Resultate für Tag 1 und 2.

Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Tagen und eine signifikante Wechselwirkung. Beide Effekte sind auf die Leistungssteigerung der Mozart-Gruppe zurückzuführen. An den weiteren Tagen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Ruhe- und Mozartbedingung. Nur die gemischte Gruppe hat signifikant schlechtere Ergebnisse. Rauscher et al. erklären dies durch Lerneffekte der Ruhegruppe.

Zusammengefasst stellen sich die Hauptergebnisse wie folgt dar:

- Das Hören der Mozartsonate führt zu einer kurzfristigen Leistungssteigerung bei Raumvorstellungsaufgaben.
- Repetitive bzw. wenig komplexe Musik (Dance-Musik) und Kurzgeschichten haben keine Effekte auf spatial-temporal reasoning.
- Kurzzeitgedächtnisleistungen können durch das Hören der Mozartsonate KV448 nicht gesteigert werden.

Die Dauer des Effektes wird von Rauscher et al. (1993, 1995) mit ca. 10 – 15 Minuten angegeben.

Sarnthein, Stein, Rappelsberger, Petsche, Rauscher & Shaw (1997) konnten in ihrer EEG-Studie einen neurophysiologischen Beweis für die Dauer von mindestens 12 Minuten erbringen.

5.3 Replikationsstudien

Die publizierten Ergebnisse von Rauscher et al. erzeugten reges Interesse bei anderen Forschern und es folgten in den darauffolgenden Jahren zahlreiche Versuche um die Ergebnisse zu reproduzieren.

Kenealy und Monsef (1994) wählten für ihre Untersuchung 24 Vpn im Alter von 14 – 16 Jahren. Unter drei Bedingungen (Mozarts Sonate KV 448, Discomusik und Ruhe) und der Verwendung des PF&C's und des Matrizen – Tests aus der Stanford-Binet-Skala zeigten sich jedoch keine signifikanten Unterschiede.

Auch Stough, Kerkin, Bates und Mangan (1994), konnten bei ihrer Studie mit 30 Vpn keinen „Mozarteffekt“ nachweisen. Sie verwendeten auch ein anderes Testmaterial als Rauscher (1993). Hier kam der Raven's Advanced Progressive Matrices-Test (APM; Raven, 1986) zum Einsatz. Neben Mozarts Sonate KV 448 und einer Ruhebedingung wurde noch Pop-Musik vorgegeben.

Bei Newman et al. (1995) wurden dieselben Hörbedingungen wie bei Rauscher et al. (1993) 114 Vpn vorgegeben. Die räumliche Intelligenz wurde mittels Matritzentests von Raven (1986) erfasst. Die Dauer der Hörbedingung wurde auf acht Minuten verkürzt. Um auch andere Komponenten, die den Effekt begründen könnten mit einzubeziehen, wurde der musikalische Background (Erlernen und Spielen eines Instrumentes, Musikgeschmack) der Vpn mittels Fragebogen erfasst. Keiner der getesteten Effekte war signifikant.

Da in den verschiedenen angewandten Tests unterschiedliche Raumvorstellungsfähigkeiten erforderlich sind, wurde erstmals durch Carstens et al. (1995), darüber nachgedacht, welche räumlichen Fähigkeiten sich verbessern lassen. Bei den bisherigen Untersuchungen wurden Aufgaben, die „Visualization“ messen, verwendet. Carstens et al. benützten den „Revised Minnesota Paper Form Board

Test“, Form AA (Likert&Quasha, 1984), der eher „Spatial-Orientatation“ misst. 51 Vpn wurden zwei Hörbedingungen (Mozart KV 448 und Ruhe) zugeteilt. Die Hörbedingung dauerte 10 Minuten, die Bearbeitungszeit für den Test wurde auf 10 Minuten reduziert.

Die Ergebnisse konnten den Mozart-Effekt nicht bestätigen.

Zur Bestätigung der Ergebnisse Rauschers kam es dann durch die Forschergruppe um Rideout (1996, 1997, 1998). Bei ihren Versuchsdesigns wurden Musik und Entspannungsinstruktionen verwendet, jedoch keine Ruhebedingung.

Rideout und Laubach (1996) versuchten als erste, neben der Replikation der Originalstudie mittels EEG neurophysiologische Hintergründe zu beleuchten.

8 Vpn, die weniger als zwei Jahre musikalische Vorerfahrung hatten und neurologisch nicht auffällig waren, wurden in vier Gruppen geteilt und im Anschluss an die Hörbedingungen (Mozart KV 448, Entspannungsinstruktion) mittels PF&C getestet. EEG Messungen wurden am Anfang („baseline EEG“) und während der Testarbeiten durchgeführt.

Duration:	10 min.	15 min.	10 min.	10 min.	15 min.
Group 1	Relaxation	Test 1 (Form A)	Relaxation	Music	Test 2 (Form B)
Group 2	Relaxation	Test 1 (Form B)	Relaxation	Music	Test 2 (Form A)
Duration:	10 min.	15 min.	20 min.		15 min.
Group 3	Music	Test 1 (Form A)	Relaxation		Test 2 (Form B)
Group 4	Music	Test 1 (Form B)	Relaxation		Test 2 (Form A)

Abbildung 10: Versuchsdesign der Replikationsstudie von Rideout und Taylor (1997, S.113).

Abb. 10 zeigt das von Rideout und Taylor (1997) verwendete Versuchsdesign.

Neben der Leistungssteigerung nach dem Hören der Mozartsonate bei PF&C Aufgaben wurden auch Veränderungen der Hirnaktivität gemessen.

Leistungssteigerung korrelierte mit gesteigerter Hirnaktivität in linken und rechten temporalen und linken frontalen Regionen. Dies führte sie zu der Annahme, dass Musik jene Gehirnareale anregt und aktiviert, die unter anderem auch für räumlich-zeitliche Vorstellung wichtig sind.

Ihre Ergebnisse führten in weiterer Folge zur intensiveren Auseinandersetzung mit den neurophysiologischen Aspekten des Mozart Effektes und zu einer Reihe von Untersuchungen mittels EEG und fMRI.

Rideout und Taylor (1997) konnten bei einer weiteren Untersuchung eine signifikante Leistungssteigerung bei PF&C-Aufgaben feststellen. Der Effekt war allerdings nur schwach. Für ihr Versuchsdesign entwickelten sie 16 weitere Aufgaben, die zusätzlich zu den Items aus der Stanford-Binet-Skala verwendet wurden. 32 Vpn wurden in vier Gruppen aufgeteilt. Diese nahmen in einem balancierten Design (Abb.8), mit zwei Testformen und zwei Treatments, teil. Nach 10 Minuten Mozart bzw. Entspannung, gab es 15 Minuten Bearbeitungszeit für die Testaufgaben. Der Abstand zwischen erster und zweiter Testung betrug 10 Minuten, wobei in dieser Zeit für alle Gruppen die Entspannungskassette zu hören war.

1998 gingen Rideout, Dougherty and Wernert dann der Frage nach, ob Musik, die in ihrer Struktur ähnlich jener Mozarts ist, auch zu einer Steigerung der Raumvorstellungsfähigkeit führen kann. Sie verwendeten zusätzlich zu Mozart KV 448 und der Entspannungsinstruktion Musik des Komponisten Yanni (*Acroyali/Standing in Motion*). Dieses Musikstück war bezüglich Tempo, Struktur, Melodie, harmonischer Übereinstimmung und Vorhersagbarkeit vergleichbar mit Mozart. Bei Yanni kam es - wenn auch geringer - ebenfalls zu einer Leistungssteigerung.

Cash et al. (1997) gingen ebenfalls von der Hypothese aus, dass der Effekt durch komplex strukturierte Musik erzeugt wird. Sie verwendeten den Kanon in D-Dur von Pachelbel und Bartoks „Music for Strings, Percussion, and Celeste, Movement 2“.

Zur Testung wurden drei verschiedene kognitive Aufgaben, darunter Labyrinthaufgaben vorgegeben. Bei 34 Vpn, die in zwei Gruppen aufgeteilt waren, zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

In der Studie von Wilson und Brown (1997) wurden 22 Vpn in drei Gruppen aufgeteilt und an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit Labyrinthtests (Nevins 1989, Phillips 1978) untersucht. Bei den Hörbedingungen (je 10 Minuten) wurde

Mozarts Pianokonzert No.23 in A-Dur, repetitive Entspannungsmusik und Ruhe vorgegeben. Die Abfolge der Treatments variierte unter den Gruppen.

Da die Bearbeitung der Tests verschieden beurteilt wurde, ergaben sich auch hinsichtlich der Effekte unterschiedliche Ergebnisse.

Bei der Beurteilungsform „Anzahl der richtigen Lösungen und Anzahl der Fehler“ zeigte sich ein signifikanter Mozart-Effekt.

Wilson und Brown interpretierten diese Ergebnisse folgendermaßen: Mozarts Musik kann, in Bezug zu Entspannung oder Ruhe, die Genauigkeit bei der Bearbeitung räumlich-zeitlicher Aufgaben verbessern. Dabei ist Genauigkeitsleistung eine additive Funktion aus der Hörbedingung zur Zeit des Tests und der spezifischen Reihenfolge der Hörbedingung – Mozart „...can enhance spatial-task performance under certain circumstances and to a certain point“ (S.369, zit. nach Affenzeller,1999).

In den Folgejahren kam es zu einer kontroversen Diskussion der Ergebnisse von Rauscher et al. (1993 & 1995). Es wurden sowohl die angewandten Methoden wie auch zugrundeliegende Hypothesen kritisiert (Thompson, Schellenberg & Husain, 2001; Nantais & Schellenberg, 1999; Steele, dalla Bella et al., 1999). Es wurde auch zunehmend nach zusätzlichen Erklärungsmodellen und Einflussfaktoren, wie Aktivierung, Stimmung, Musikpräferenz und Musikstruktur geforscht.

Steele, Ball & Runk (1997) widmeten sich diesem Forschungsbereich.

In ihrem Versuchsdesign mussten 36 Studenten, die in drei Hörbedingungen aufgeteilt waren (Mozart KV 448, Regengeräusch und Ruhe), „ backwards digit span tasks“ bearbeiten. Steele et al. wählten diese Aufgaben, da sie „rotation or transformation of a sequence“ erforderten. Im Anschluss an 10 minütige Hörbedingungen konnte keine Steigerung der Leistung nachgewiesen werden.

Steele führte diese Ergebnisse und auch andere vorangegangene, die den Effekt nicht reproduzieren konnten, auf die Verwendung unterschiedlicher Testmaterialien zurück.

Bei Alzheimerpatienten zeigte sich eine Steigerung der Leistung im räumlich-zeitlichen Denken im Anschluss an das Hören von Mozarts Sonate KV 448. Stille oder Popmusik hatten keine Wirkung. Johnson et al. (1998) folgerten daraus, dass Musik ein mögliches Werkzeug wäre, um die funktionale Plastizität der

Alzheimererkrankung zu untersuchen. Dies könnte zu einem besseren Verständnis für deren Pathologie führen.

Affenzeller (1999 unpublished) konnte in seiner Arbeit ebenfalls keinen Mozart-Effekt nachweisen.

Er erhob Daten von 119 SchülerInnen im Alter von 15-18 Jahren. Neben der Mozartsonate KV 448 und der Ruhebedingung verwendete er Schuberts Sonate in B-Dur, Op. 30, D617. Als Testinstrument wählte er den Dreidimensionalen Würfeltest (3DW) von Gittler (1990). Als weitere Einflussfaktoren wurden Geschlecht, Instrumentalspiel, Musikpräferenz und Händigkeit erhoben. Hier zeigten sich keine Wechselwirkungen und Effekte.

Sprache und Treatment als zusätzliche Einflussfaktoren beim Mozart-Effekt blieben bisher noch wenig beachtet. Steele et al. (1999) replizierten eine Studie von Rauscher et al (1998). In der Originaluntersuchung wurde eine verbale Hörbedingung und Mozart KV 448 in verschiedener Reihenfolge vorgegeben.

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Bedingung: Verbal - Mozart: | pretest – verbal – Mozart KV 448 – posttest |
| 2. Bedingung: Mozart – Verbal: | pretest – Mozart KV 448 – verbal – posttest |
| Kontrollbedingung Verbal : | pretest – verbal - posttest |

Es trat in der ersten Bedingung ein signifikanter Effekt auf, wenn eine verbale (gesprochene) Hörbedingung (audio comedy performance Class Clown, by George Carlin) zwischen einem räumlich-zeitlichen pretest (PF&C) und der Mozartsonate KV 448 eingespielt wurde. In der zweiten Bedingung zeigte sich eine bessere Leistung der Probanden im pretest. Scheinbar kam es durch die verbale Einspielung zwischen Musik und posttest zu einer Überlagerung oder Löschung der Aktivierung durch Mozart und somit auch nicht zu einer Steigerung der Leistung im räumlich-zeitlichen Denken. Dieses Ergebnis würde auch die Dauer der Wirkzeit des Mozarteffektes, ca. 10-15 Minuten (Rauscher et al. 1995) bestätigen.

Steele et al. konnten in ihrer Replikationsstudie keine Effekte nachweisen.

Rauscher et al. (1998) versuchten in ihrem Artikel „key components for the Mozart effect“ die widersprüchlichen Ergebnisse zu erklären. Sie machten folgende Komponenten dafür verantwortlich:

- Verwendung unterschiedlicher abhängiger Maße (Tests), nicht alle messen „mentale Vorstellung“ und „zeitliche Abfolge“.
- Die Wahl der Musikstücke und die Kontrollbedingung könnten für signifikante bzw. nichtsignifikante Ergebnisse verantwortlich sein.
- Komplex strukturierte Musikstücke in den Studien besaßen eine höhere Wahrscheinlichkeit den Mozart-Effekt hervorzurufen, als einfach strukturierte und repetitive Musik.
- Die Wahl des passenden Versuchsdesigns sei wichtig. Um mögliche Übungseffekte zu vermeiden, sei ein posttest Design einem pretest-posttest Design vorzuziehen.
- Die Wahl der Stichprobe

McKelvie und Low (2002) zeigten in ihrer Arbeit mit 55 (Experiment 1) und 48 12jährigen Kindern (Experiment 2), dass es zu keiner Leistungssteigerung in der Raumvorstellung kam, unabhängig davon, ob die Kinder die besagte Mozartsonate, ein Stück von Aqua (Cartoon Heroes) oder Entspannungsmusik (Debussy&Gershwin) hörten.

Dies steht im Kontrast zu einer Arbeit von Ivanov und Geake (2003) mit 10 – 12 jährigen Kindern. Diese zeigten eine bessere Raumvorstellungsleistung, nachdem sie die besagte Mozartsonate oder ein Stück von Bach (Toccata in G-Moll, BWV 916), im Gegensatz zu Hintergrundgeräuschen gelauscht hatten.

5.3.1 Stimmung, Aktivierung und Präferenz

Steele et al. (1999) versuchten nun auch unter Berücksichtigung dieser „key components“ erneut den Mozart-Effekt nach Rauscher et al. (1995) zu replizieren. 125 Versuchspersonen wurden den zwei Musikbedingungen, „Mozart KV 448“ und „Philip Glass (Music With Changing Partrs)“ und der Kontrollbedingung „Ruhe“ zugeordnet. Da schon in früheren Untersuchungen (Kenealy, 1997; Westermann, Spies, Stahl & Hesse, 1996 zitiert nach Steele 1999) ein Hinweis

darauf zu finden war, dass die emotionale Stimmung der Testpersonen durch die Musik beeinflusst werden könnte, und damit auch sich kognitive Leistungen verändern könnten, wurde versucht, diese Komponente zu erfassen.

Der Mozart-Effekt könnte indirekt durch unterschiedliche Stimmung und Aktivierungszustände hervorgerufen werden (Steele et al. , 1997).

Die Stimmungsreaktion auf die Musikstücke wurde mittels adaptiertem „65-question Profile of Mood States“(POMS) erfasst.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Rauscher et al. konnte hier zwischen den Bedingungen keine Veränderungen im räumlichen Denken festgestellt werden, sehr wohl aber in der subjektiven Stimmung der Probanden.

Philip Glass's Musik bewirkte eine weniger fröhliche Stimmung.

Steele (2000) folgerte daraus, Unterschiede in der kognitiven Leistung, die indirekt durch unterschiedliche Stimmung und/oder Aktivierung hervorgerufen wurden, strikt von musikbedingten neurophysiologischen Priming Effekten trennen zu können.

Effekte bei manchen Ergebnissen (Rideout et al. 1996, 1997, 1998) könnten durch verstärkte Aktivierungsdifferenzen verursacht sein. Entspannungsinstruktionen führen im Gegensatz zu Musik, die zur Steigerung der Aktivierung beiträgt, eher zu einer Verminderung von Aktivierung.

Dieselbe Testanordnung wurde auch in einem Individualtestverfahren durchgeführt, um einen eventuellen Einfluss anderer Versuchspersonen im Raum auf Stimmung, Aktivierung und Testleistung zu überprüfen. Das Resultat war das gleiche (Steele, Shannon, Kirby & Olmstead, 1998 zitiert nach Steele, 1999).

Anderen Einflussfaktoren waren Nantais und Schellenberg (1999) auf der Spur. Sie vermuteten, dass unterschiedliches Gefallen der Versuchsbedingung mit verschiedenen Stimmungen und Aktivierungsniveaus in Verbindung stehen könnte, und daher auch die kognitive Leistung beeinflussen könnte.

Als Versuchsbedingungen wurden Mozarts Sonate KV 448, Schuberts Fantasie für Klavier, vierhändig in F-Moll, eine erzählte Geschichte und die Kontrollbedingung Stille vorgegeben.

Es zeigte sich, dass die Leistung im räumlich-zeitlichen Denken in derjenigen Bedingung erhöht war, die der Präferenz des jeweiligen Probanden entsprach.

Nantais und Schellenberg folgerten daraus, dass die Verbesserung im räumlich-zeitlichen Denken auf angenehm empfundene Musik generalisiert werden könne.

Weitere Zusammenhänge zwischen Stimmung, Aktivierung und kognitiver Leistung untersuchten Thompson, Schellenberg und Husain (2001, 2002).

Sie verglichen Mozarts Sonate KV 448 mit einem, ihrer Meinung nach, traurigen Musikstück, nämlich Albinonis Adagio in G-Moll für Orgel und Orchester und mit der Kontrollbedingung Stille. Sie erwarteten, dass die unterschiedliche Aktivierung sowie Stimmung (Mozart – hohe Aktivierung und positive Stimmung, Albinoni – niedrige Aktivierung und gedämpfte Stimmung) auch zu unterschiedlichen Leistungen im räumlichen Denken führt. Die räumliche Leistung wurde mittels PF&C Tests erfasst.

Es kam bei jenen Probanden zu einer signifikanten Leistungssteigerung, die vor der Testbearbeitung Mozart gehört hatten. Bei ihnen zeigte sich auch eine deutlich höhere Aktivierung und positivere Stimmung als in den anderen Bedingungen.

2002 beschreiben Husain, Thompson und Schellenberg weiters den Einfluss von variiertem Tempo und variiert Modalität (Dur oder Moll) auf Aktivierung und Stimmung und in der Folge auf die Raumvorstellung.

Es zeigte sich, dass schnelleres Tempo und Musikstücke in Dur Tonarten Veränderungen in der Aktivierung und positivere Stimmung hervorriefen als Musikdarbietungen in Moll Tonarten. Diese Veränderungen korrelierten mit unterschiedlichen Leistungen im räumlich-zeitlichen Denken.

Diese Ergebnisse untermauern die Hypothese, dass der Mozarteffekt durch Veränderungen bezüglich Stimmung und Aktivierung hervorgerufen wird.

Widersprüchlich dazu sind die Ergebnisse von Spitzer (2003). Sie fand keine Zusammenhänge zwischen der Leistung in der Raumvorstellung und der Aktivierung, der Stimmung und der subjektiven Präferenz eines Musikstücks .

Schellenberg und Hallam (2005) untermauerten hingegen mit ihrer Untersuchung die Bedeutung der Präferenz und der Stimmung. Sie zeigten, dass 10- bis 12 – jährige Kinder eine bessere Raumvorstellungsleistung erbrachten, wenn sie ein Stück aus der von ihnen bevorzugten Popmusik hörten, als wenn sie Mozart lauschten.

5.3.2 Stichprobeneffekte

Der Hypothese, dass unterschiedliche Stichproben zu unterschiedlichen Ergebnissen führen könnten (vgl. Rauscher et al., 1998), gingen McKelvie & Low (2002) in zwei Experimenten nach. Die Leistung im räumlichen Denken 11 - 13 jähriger Schulkinder wurde im Anschluss an das Hören von Mozart KV 448 und repetitiver Tanzmusik mittels PF&C Test untersucht. Angelehnt an Steele et al. (1999) wurde für das erste Experiment ein pretest-posttest design, für das zweite Experiment ein within-design nach Rideout et al. (1998) gewählt.

Es konnte in keinem der beiden Experimente ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Den Einfluss von musikalischer Vorerfahrung und musikalischer Tätigkeit im Gegensatz zu „Nichtmusikern“ untersuchten Twomey & Esgate (2002).

Hier zeigte sich eine Verbesserung der kognitiven Leistung nur bei Nichtmusikern. Twomey und Esgate erklärten dies mittels Priming Effekt, demzufolge komplex strukturierte Musik priming in jenen kortikalen Regionen, die für räumlich-zeitliche Prozesse verantwortlich sind, bewirkt. Bei Musikern sind diese Areale durch das musikalische Training und die musikalische Tätigkeit generell höher aktiviert, daher wirkt sich eine Erhöhung der Aktivierung nicht so aus wie bei Nichtmusikern.

Spätere Untersuchungen hatten ebenfalls die Wirkung von Musik auf Musiker und Nicht-Musiker und deren Leistungen bei Raumvorstellungsaufgaben im Blickpunkt.

Laut Adlmann (2005) erzielten Musiker bessere Leistungen in der Bearbeitung von Raumvorstellungsaufgaben als Nicht-Musiker. Eine generelle Verbesserung nach dem Hören der Mozartsonate konnte für die Dauer von 6 Minuten und 53 Sekunden festgestellt werden. Bei männlichen professionellen Musikern hielt der Effekt bis zu 12 Minuten an.

Im Widerspruch dazu stehen die Ergebnisse von Knell (2006). Sie konnte keinen Zusammenhang zwischen musikalischer Begabung und Raumvorstellung finden. Sehr wohl kam es aber zu einer Verbesserung der Leistungen in jener Gruppe, die

die Mozart Sonate als Hörbedingung hatten. Weiters fand sie keinen Zusammenhang zwischen Stimmung und Aktivierung und Leistungen bei räumlichen Aufgaben. Eine Analyse der geschlechtsspezifischen Unterschiede zeigte einen signifikanten Unterschied in der Raumvorstellungsleistung zugunsten der männlichen Probanden.

5.3.3 Musikstruktur

Musikstruktur und spezifische Muster in Musikstücken von Bach und Mozart versuchte Jenkins (2001) mittels Computer zu analysieren. Er entdeckte dabei eine „Langzeitperiodizität“ (das sind Muster die sich in nicht zu knappen zeitlichen Abständen wiederholen). Jenkins führte den Mozart-Effekt unter anderem auf diese Langzeitperiodizität von Mozarts Musik zurück.

Hughes & Fino (2000) fanden bei ihren Computeranalysen in Mozarts Musik allgemeine Merkmale der sogenannten Frühklassik. Dazu gehören Natürlichkeit und Symmetrie. Unter Natürlichkeit ist z.B. die Bevorzugung des Dur-Tongeschlechts oder die Ableitung der Melodik aus dem Durdreiklang gemeint. Die positivere Wirkung auf Stimmung, Aktivierung und kognitive Leistung der Dur-Tonarten haben ja Thompson et al. (2002) dann in ihrer Arbeit beschrieben.

Unter Symmetrie ist z.B. die musikalische Form eines Stückes gemeint, die auf geschlossene Themen, auf sogenannte Perioden, gegründet ist. Die Periodik lässt die Ordnung im klanglichen Geschehen deutlich hervortreten. Manche musikalischen Motive Mozarts (Fanfarenmotive) haben Signalwirkung und wecken dadurch die Aufmerksamkeit. Durch klare Konturen der Melodik kommt es zu Wahrnehmung von Oberflächen- und Tiefenstrukturen.

Hughes & Fino untersuchten Musikstücke von Mozart, J.C. Bach, J.S. Bach und Chopin bezüglich Lang- und Kurzzeitperiodizität und durchschnittlicher Häufigkeit der verwendeten Töne. Es zeigte sich, dass Mozart das C_5 (=c“) wesentlich häufiger als andere Komponisten in seinen Stücken gebraucht. Nur bei J.C. und J.S. Bach bestehen Ähnlichkeiten in der Verwendung von C_5 , aber auch der Töne G_3 , D_4 , A_5 und B_5 .

Table 1													
Notes of greatest average power different composers incidence													
Composer	No.	Notes											
		G ₃	D ₄	D ₄ #	E ₄	F ₄	G ₄ #	A ₅	A ₅ #	B ₅	C ₅	D ₅	F ₅
Mozart	(81)	6	7	6	—	—	—	7	—	6	15	—	—
J.C. Bach	(67)	8	8	—	—	—	—	—	—	9	6	—	8
J.S. Bach	(41)	3	—	—	—	—	—	3	—	4	4	4	—
55 Others	(148)	—	—	—	9	11	23	—	14	12	—	—	—

Abbildung 11: Häufigkeiten gebrauchter Töne (aus Hughes und Fino, 2000, S. 95)

Abb. 11 zeigt die Häufigkeiten der vom jeweiligen Komponisten gebrauchten Töne.

Auch bezüglich Langzeitperiodizität unterschieden sich Bach und Mozart von den anderen Komponisten. Ihre untersuchten Kompositionen wiesen signifikant mehr Langzeit-Periodizitäten auf. Bei den Kurzzeit-Periodizitäten zeigten sich keine Unterschiede.

Hughes & Fino (2000) folgerten daraus, dass die normale Kodierung im Gehirn ebenfalls mit solchen periodischen Veränderungen verbunden sein könnte. Hinweise darauf liefern Phänomene im Gehirn mit entsprechenden Langzeitperiodizitäten wie z.B. das „cycling alternating pattern“ (CAP), welches zwischen Wach- und Schlafstadien auftritt und sich alle 20-40 sec. wiederholt. (Delamont et al. 1999, zitiert nach Hughes&Fino 2000).

5.3.4 Metaanalysen

Im Zuge der sehr kontroversen Diskussion versuchten die zwei Forscher Chabris (1998) und Hetland (2000), durch Metaanalysen Zusammenhänge in den bisherigen Ergebnissen zu erfassen.

In Chabris (1998) Analyse gingen Daten von 16 publizierten Studien mit 714 Versuchspersonen ein. Es zeigte sich nur eine geringe nicht signifikante Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Der Effekt war bei räumlich-zeitlichen Aufgaben (PF&C Test) und im Vergleich zu der Kontrollbedingung „Entspannung“ größer. Chabris stellte die neurophysiologische Erklärungstheorie

für den Mozart Effekt von Rauscher et al. (1993, 1995) in Frage. Er schloss aus seinen Ergebnissen, dass durch Musik veränderte Stimmung oder Aktivierung einen Einfluss auf vor allem rechtshemisphärische Areale ausübt und dies in der Folge auch zu einer verbesserten Leistung im räumlich-zeitlichen Denken führen kann.

Gruhn (2003) geht in seinem Artikel sehr ausführlich auf die interessante Metaanalyse von Winner & Hetland (2000) ein. Sie erfassten dabei publizierte wie auch unpublizierte Untersuchungen zu kognitiven Transfereffekten von Musik. Sie analysierten deren empirische Relevanz und machten sie durch den Einsatz eines Faktors zur Effektstärke untereinander vergleichbar. Insgesamt bearbeiteten sie 67 Untersuchungen mit 4558 Vpn, wovon 36 Studien jegliche Art räumlicher Vorstellung testeten und 31 Studien räumlich-zeitliche Vorstellungen untersuchten.

Bei allen erfassten Studien zeigte sich, dass keine den Mozart-Effekt vollständig replizieren konnte. Im geringen Umfang konnte aber doch ein Effekt nachgewiesen werden. Leistungssteigerungen blieben auf jene Aufgabentypen (spatial-temporal reasoning) beschränkt, bei denen ein Gegenstand in der Vorstellung gedreht werden musste (mental rotation). Hier blieb der Effekt konsistent, beschränkte sich aber nicht nur auf Mozarts Musik.

Gruhn folgerte daraus, dass nach derzeitigem Wissen die Aussage, klassische Musik verbessere im Allgemeinen oder Mozarts Musik im Besonderen die kognitive Leistung generell, nicht zulässig ist. Auch kann generell nicht angenommen werden, dass Musik eine Langzeitwirkung auf das räumliche Denken ausübt (Gruhn, 2003, S.67).

5.3.5 Studien mittels EEG und fMRI und anderen Verfahren

Zur weiteren Klärung der neurophysiologischen Grundlagen nahmen sich dann einige Forschergruppen zum Ziel, Gehirnaktivität im Zusammenhang mit Musikwahrnehmung mittels EEG oder fMRI (Funktionales Kernspintomogramm) zu messen.

Dabei wurden auch Effekte nachgewiesen, die veränderte Hirnaktivitäten in EEG-Korrelaten abbildeten (Rideout & Laubach, 1996) und zu rechts-frontalen und links-temporoparietalen Kohärenzen führten (Sarntheim et al., 1997). Mittels fMRI ließen sich Veränderungen in jenen Hirnregionen (dorsolateraler präfrontaler Kortex, occipitaler Kortex, Cerebellum) nachweisen, die auch für die räumlich-zeitliche Verarbeitung von Bedeutung sind (Bodner & Muftuler, 2001).

Hughes et al. (1998, 1999) zeigten in ihren EEG Studien Auswirkungen der Mozartsonate auf epileptische Aktivität. Die Hirnaktivität von 36 Patienten wurde vor und während der Mozartsonate KV 448, zwischen den Hörbedingungen, während einer Kontrollbedingung (Old Time Pop Piano Tunes, Phillip Glass) und danach gemessen. Signifikante Veränderungen zeigten sich bei 29 Probanden nur während Mozarts Musik. Es kam zu einer Reduzierung klinischer Krampfanfälle und es waren weniger bilaterale Spike- und Wellenkomplexe in der Ableitung zu sehen. Vor der Darbietung von Mozart betrug das Ausmaß der auffälligen Gehirnaktivitäten 62%, während der Darbietung Mozarts sank der Wert auf 21,2 % ab und stieg nach Beendigung der Musik wieder auf 50 % an.

Hughes (2001), wie auch Jenkins (2001) sehen den Ursprung des Mozart-Effektes in bestimmten Merkmalen der Musik, wie z.B. der Langzeitperiodizität oder der mehrmaligen Wiederholung der Leitmelodien bei Mozarts Musik.

Bodner et al. (2001) überprüfte den zerebralen Blutfluss mittels fMRI, während die Versuchspersonen Mozarts Sonate KV 448, Beethovens „Für Elise“ und Pianomusik aus den 1930er Jahren hörten. Im Vergleich mit den anderen Bedingungen zeigten sich bei Mozart jene Gehirnareale aktiviert, die eine fundamentale Rolle in der zeitlichen Verhaltensorganisation und im Zusammenhang mit dem Arbeitsgedächtnis spielen (frontaler und präfrontaler Kortex). Diese Areale können als wichtiger Bestandteil räumlich-zeitlichen Denkens betrachtet werden. Die Ergebnisse sprechen auch für eine neurophysiologische Grundlage des Mozarteffektes (Bodner et al., 2001; D’Esposito et al., 1998)

In einer Studie von Trimmel und Kusmitsch (in Vorbereitung, zitiert nach Goger 2003) wurde der Verlauf von DC-Potentialen als Indikator der kortikalen Aktivität während des Musikhörens erfasst. Die Probanden hörten zwei, bezüglich Struktur und Instrumentierung ähnliche Stücke (30 Sekunden Mozarts Klarinettenkonzert

in A-Dur, KV 662, 2.Satz und Webers Konzert für Klarinette und Orchester in Es-Dur, Nr. 2, 3.Satz) und in der Kontrollbedingung 30 Sekunden Rockmusik. Zusätzlich wurde noch subjektiv empfundene Aktivierung, Gefallen der Musik und empfundene Lautstärke erhoben.

Unabhängig von der subjektiven Aktivierung, Gefallen und Lautstärke, zeigte sich verglichen zu Weber, in der Mozartbedingung, sowohl in den frontalen Arealen beider Hemisphären, als auch zentral rechtshemisphärisch eine signifikant höhere kortikale Aktivierung. Es kann deshalb daraus geschlossen werden, dass es sich bei diesen lokationsspezifischen kortikalen Aktivierungsmustern um eine Modulation von Priming- bzw. Aufmerksamkeitsprozessen handelt (Goger, 2003). Goger (2003) ging in seiner Untersuchung der Frage nach, ob ein auftretender Mozart Effekt als Priming Effekt erklärt werden kann und ob eine eventuell auftretende Negativierung im DC-Potentialverlauf mit Veränderungen in der subjektiven Stimmung, Wachheit oder Ruhe einhergeht, bzw. mit unterschiedlichen Präferenzen der Musikstücke oder empfundener Lästigkeit zusammenhängt. 38 Probanden hörten Mozarts Sonate KV 448, Albinonis Adagio in G-Moll für Orgel und Streicher, Schuberts Fantasie für Klavier vierhändig in F-Moll und Braunes Rauschen. Zur Erfassung des räumlich-zeitlichen Denkens wurde ein eigener Würfel-Computertest entwickelt. Zusätzlich zu dieser Vorgabe wurden noch Diskriminationstasks (Gedächtnisfunktionen) bearbeitet.

Bei den Raumvorstellungsaufgaben und Diskriminationstasks konnten keine Unterschiede beobachtet werden. Es kam beim Hören der Mozartsonate zu einer signifikant höheren Aktivierung der untersuchten Kortexareale. Die Versuchspersonen verfügten über größere kognitive Ressourcen zum räumlich-zeitlichen Denken als bei den anderen Bedingungen.

Warum sich dies nicht in einer Steigerung in der Testbearbeitung manifestierte, erklärte Goger durch einen möglichen „Bodeneffekt“. Die Bearbeitung des Würfelcomputertests stellte höhere kognitive Anforderungen als der PF&C Test. Subjektiv empfundene Aktivierung, Gefallen oder Lästigkeit der Versuchsbedingungen, Stimmung und Ruhe konnten die gefundenen Muster der kortikalen Aktivierung nicht erklären.

Neuere Studien bekräftigen die Theorie des Primingeffektes.

Jausovec und Habe (2005) fanden bei ihrer Untersuchung mittels EEG-Messungen (ERD/ERS und ERCoh) bessere Leistungen bei räumlichen Aufgaben nach dem Hören der Mozartsonate im Vergleich zu einer Ruhebedingung und einer Bedingung in der mathematische Aufgaben gelöst werden mussten. Die Ergebnisse weisen auf den Einfluss von Musik auf die Aktivität spezifischer Gehirnareale hin, die auch für die Bearbeitung der räumlichen Aufgaben notwendig sind. Durch diese Ergebnisse motiviert führten Jausovec et al. 2006 zwei weitere Experimente durch. Die Gehirnaktivitäten wurden wieder mittels ERD/ERS und ApEn (approximated entropy) erfasst. Die Personen aus den Versuchsgruppen mit Musik (Mozart Sonate) erzielten bessere Leistungen als die Vergleichsgruppe (Entspannung). Bei den Personen die die Mozart Sonate hörten, zeigten sich bezüglich Hirnaktivität weniger komplexe Muster und mehr Alpha-wellensynchronisationen. Ein verwendetes Musikstück von Brahms (Ungarische Tänze Nr.5) konnte keine Leistungssteigerung bewirken und führte auch zu anderen Reaktionen im Gehirn.

Noch mehr Bestätigung bezüglich Priming kommt von Suda et al. (2008). In drei Versuchsbedingungen „Mozart (KV 448)“, „Beethoven“ und „Stille“ wurden kognitive Leistungen, Raumvorstellungsleistungen und Aktivierung des Gehirns mittels NIRS (near-infrared-spectroscopy) erhoben. Mozart begünstigte die Leistungen im Vergleich zu den andern Bedingungen. Im NIRS zeigte sich erwartete Aktivierung im temporalen Kortex aber auch im dorsolateralen präfrontalen Kortex und im occipitalen Kortex die beide auch bei der Bearbeitung räumlicher Aufgaben aktiviert sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die große Anzahl an Replikationsstudien keine Sicherheit über die Existenz des Mozarteffektes gebracht haben. Sie führten aber dazu, dass die Wirkung von Musik auf kognitive Fähigkeiten im Blickpunkt musikpsychologischer Forschung große Beachtung findet.

Es wurde auf sehr unterschiedliche Art und Weise versucht, die Ursachen, die letztendlich zur Leistungssteigerung im räumlich-zeitlichen Denken führen, zu beleuchten. Als Erklärungen für den Mozart-Effekt fanden sich in den Studien unterschiedliche Faktoren wie:

- Neurophysiologische und neuroanatomische Aspekte
- Primingeffekte
- Transfereffekte
- Einfluss von Stimmung , Aktivierung und Erregung
- Einfluss von Musikpräferenzen und Musikgefallen
- Motivation und Interesse
- Musikstruktur und spezifische Merkmale von Musik

Noch unzureichend geklärt sind andere Einflüsse wie z.B. Versuchsleitereffekte, Motivation, Lautstärke und Abspielqualität der Musik, Wirkung durch unterschiedliche Versionen und Interpretationen ein und desselben Musikstückes, Effekte durch Versuchsabfolge und Design, stereophone Effekte und Alter der Probanden.

Dieses Thema scheint daher noch lange nicht abgeschlossen zu sein, da sich viele neue interessante Aspekte, die die Bedeutung und Wirkungsweise von Musik auf kognitive Fähigkeiten zeigt, aufgetan haben.

Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen eines jedoch klar auf: Musik hat tatsächlich einen Einfluss auf uns Menschen und auf unsere höheren kognitiven Funktionen. Der Frage nach dem Wie, Wann, Wo und Warum gilt es weiter nachzuforschen.

6 Warum gerade Mozart?

In der Diskussion um den Mozart-Effekt stellt sich auch immer wieder die Frage, warum gerade durch Mozarts Musik in den diversen Untersuchungen und Studien in der Musikpsychologie und der Musiktherapie positive Ergebnisse erzielt werden konnten.

In den vorangegangenen Kapiteln (siehe Kapitel 3 und Kapitel 5.3.3.) habe ich dazu schon einige Überlegungen eingebracht.

Hier soll noch einmal zusammengefasst und ergänzt der derzeitige Erklärungsstand dargestellt werden.

Betrachtet man die Mozartsonate KV 448 im Gesamtschaffenswerk Mozarts, so ist sie ein sehr spätes und reifes Werk, das in einer Zeit entstanden ist, über die relativ wenig in den verschiedensten Monografien geschrieben wird und in der auch wenig andere Kompositionen entstanden sind (Paumgartner, 1993).

Einstein (1945, S. 289) bezeichnet sie als eine der vollkommensten und reifsten Kompositionen Mozarts. Sie sei *„galant von Anfang bis Ende, gebrauche die Form und Thematik einer idealen Sinfonia für eine Opera buffa und kein Schatten trübe ihre Heiterkeit. Die Kunst in der gleichmäßigen Verteilung beider Parte, der spielende Dialog, die Feinheit der Figuration, der Klangsinn in der Mischung und Ausnützung der Lagen des Instruments – all das ist von einer so unheimlichen Meisterschaft, dass dies scheinbar „oberflächliche“ und beglückende Werk zu einem der tiefsten und reifsten wird, die Mozart je geschrieben hat“*.

Rauscher et al. (1995) sahen die sehr frühe musikalische Tätigkeit und Kompositionsfähigkeit Mozarts und seine hoch komplex strukturierte Musik als sehr bedeutend an. Sie bezeichneten ihn als *“magical genius“*. Sie nahmen an, dass Mozart das inhärente Repertoire von spatial-temporalen Zündungsmustern perfekt nutzte.

Die Mozart-Sonate für zwei Klaviere in D-Dur habe diesbezüglich einen besonderen Stellenwert: *„ I believe that there is something extremely special about this Mozart Sonata, and in particular the first movement.....I believe that this first movement offers a ‚goldmine‘ in learning about higher brain function „* (zit. nach Shaw 2000, S.162)

„.....it is composed of a limited number of musical motives which appear in symmetry a number of times. It’s an extremely organized composition. The fact that it’s a two piano sonata made it even more appealing, because there are more opportunities for the motives to involve from one piano to the next.....this one seemed the most appropriate-cerebral.““(zit.nach Shaw, 2000, S. 160).

Tomatis (1995) stellte in seinen musiktherapeutischen Forschungen fest, dass durch die Musik Mozarts die besten und langanhaltendsten Therapieerfolge zu erzielen sind. Er meint, dass die Rhythmen, Melodien, und hohen Frequenzen

seiner Musik die kreativen und motivierenden Gehirnregionen stimulieren und kräftigen. „*Mozarts Noten klingen alle so rein und einfach, seine Musik wirkt aber mit einer Wucht, die andere Komponisten nicht haben*“ (Tomatis 1995, zit. nach Campell, 1997, S.42).

Durch die sehr frühe Konfrontation und Auseinandersetzung Mozarts mit Musik wurde sein Nervensystem auf größtmögliche Empfänglichkeit für Musik sensibilisiert und seine neurovegetativen Reaktionen auf Musik vorbereitet. Die dadurch entstanden inneren Rhythmen spiegeln sich in den charakteristischen Kadenzen, die sein gesamtes Werk kennzeichnen, wider.

Harris (1991) beschäftigte sich mit der Musikstruktur und betonte Besonderheiten in der musikalischen Bauweise in Mozarts Kompositionen. Seine Melodien bestünden aus kurzen Phrasen, welche immer in Kombination mit anderen, ähnlichen Sätzen zu hören sind. So würden im Sinne eines Mosaiks einzelne Teile miteinander verbunden, um ein wundervolles Ganzes zu erzeugen.

Bei romantischen Komponisten, wie z.B. Tschaikowsky, finden sich im Gegensatz dazu großartige Melodiebögen.

Nach Harris gelang es Mozart durch die Raffiniertheit und Komplexität seiner Kompositionen, Einheit und Vielfalt zu erfüllen. Die aneinander gereihten musikalischen Abschnitte werden sowohl als verschieden, als auch aufeinander bezogen erlebt.

Weitere Begründungen, die für Mozart sprechen, finden sich bei Hughes & Fino (2000) und bei Jenkins (2001). Sie glauben, mit der Entdeckung der Langzeit-Periodizität in Mozarts Musik dem Geheimnis seiner Wirkungsweise auf der Spur zu sein (siehe Kapitel 5.3.3.). Ein Zusammenhang zwischen diesen Langzeit-Periodizitäten und der normalen Kodierung im Gehirn wird vermutet.

Nelson (2002) fasste die Überlegungen von Rauscher (1999) bezüglich Musikkwahl zusammen. Demnach wurde die Mozartsonate deshalb ausgewählt, weil sie aus einer beschränkten Zahl von musikalischen Motiven komponiert ist, welche symmetrisch mehrere Male auftreten. Sie ist eine extrem organisierte Komposition und durch die Tatsache, dass sie für zwei Klaviere ist, ergeben sich mehr Gelegenheiten für die Entfaltung der Motive im Raum. Die Komposition hat

eine sehr klare rhythmische Struktur. Vor allem am Beginn des ersten Satzes treten musikalische Abschnitte in regelmäßigen und vorhersehbaren Intervallen auf.

Aus meiner Sicht vermittelt gerade die Klavier-Sonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 ein ausgesprochen räumlich-plastisches Hörerlebnis. So entsteht durch Echoeffekte und durch Ineinandergreifen und Verweben von komplexen Phrasen ein sehr räumlich strukturierter Höreindruck. Der räumliche Effekt wird durch das Spiel zweier Klaviere noch verstärkt.

EXPERIMENTELLER TEIL

7 Fragestellung und Forschungshypothesen

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Wirkung von Musik auf die Raumvorstellungsfähigkeit unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes kritisch zu überprüfen.

Im Kapitel 1 habe ich auf die Komplexität des Faktors Raumvorstellung hingewiesen. Es zeigte sich in den vorgestellten Arbeiten zum Thema „Mozart-Effekt“ (siehe Kap.5), dass sehr unterschiedliche Raumvorstellungstests zur Anwendung kamen, und dass der Effekt auf einen spezifischen Aufgabentypus, nämlich dem Faktor „Visualization“, beschränkt ist. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit ein Raumvorstellungstest verwendet, der weitgehend diesen Faktor misst.

In den meisten Studien, die im ersten Teil dieser Arbeit erwähnt wurden, ist die Musik von Mozart mit Werken anderer musikgeschichtlicher Epochen und Komponisten verglichen worden. Die bisherigen Ergebnisse zeigten, dass „Nicht-klassische“ Musik kaum Wirkung hat. Es kamen nur in einigen wenigen Studien Kompositionen von Zeitgenossen Mozarts zur Verwendung (vgl. Bodner et al., 2001, Pelinka, 2003). Es gibt auch keine Studien, die andere Klavierwerke - im Speziellen Klaviersonaten Mozarts - als Vergleichsbedingung einsetzen. Bisher wurden auch keinerlei Effekte, die z.B. durch den Einsatz zweier Instrumente (zweier Klaviere), oder dem vierhändigen Spiel auf dem Klavier und den dadurch möglicherweise räumlich-stereofonen Auswirkungen berücksichtigt.

Diese Erkenntnisse führten zu dem Entschluss, in dieser Studie bewusst vergleichbare Werke Mozarts zu seiner Klaviersonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 und eine Klaviersonate eines sehr engen, weniger bekannten Zeitgenossen Mozarts, Jan Ladislav Dussek, zu verwenden.

Zu diesem Zweck wurden folgende Kompositionen ausgewählt:

Versuchsbedingung:

Klaviersonate für zwei Klaviere in D-Dur, KV448 von W.A. Mozart

Vergleichsbedingungen:

Klaviersonate für vier Hände in D-Dur, KV381 von W.A. Mozart

Klaviersonate für zwei Klaviere in F-Dur von J.L. Dussek

Ruhebedingung

Da es eine Vielzahl von Faktoren gibt, die einen Einfluss auf das räumliche Denken und auf die Beziehung zwischen Musik und kognitiven Leistungen haben, werden einige dieser Einflussfaktoren (z.B. Musikgefallen, Instrumentalspiel und Musikgeschmack) in dieser Untersuchung miterhoben.

Konkret wurden folgende Fragestellungen bzw. Forschungshypothesen formuliert:

1. Bewirkt die Mozartsonate KV 448 eine Steigerung der Raumvorstellungsleistung im Vergleich zu anderen Klaviersonaten und zur Ruhe?

H0: Es gibt bezüglich der Raumvorstellung keinen Unterschied zwischen den Bedingungen

H1: Das räumliche Vorstellungsvermögen wird durch die Mozartsonate KV 448 gesteigert

2. Wirken sich Musikstücke für zwei Klaviere positiver auf die Raumvorstellung aus als Werke für ein Klavier zu vier Händen und Ruhe?

H0: Es gibt bezüglich der Raumvorstellung keinen Unterschied zwischen den Bedingungen.

H1: Das räumliche Vorstellungsvermögen wird durch Musikstücke für zwei Klaviere gesteigert.

3. Wirken sich generell Musikstücke für Klavier positiver auf die Raumvorstellung aus als Ruhe?

H0: Es gibt bezüglich der Raumvorstellung keinen Unterschied zwischen den Bedingungen.

H1: Das räumliche Vorstellungsvermögen wird durch Musikstücke für Klavier im Vergleich zur Ruhebedingung gesteigert.

4. Haben Musikgefallen und Instrumentalspiel einen Einfluss auf die Leistung in der Raumvorstellung?

H0: Musikgefallen und Instrumentalspiel haben keinen Einfluss

H1: Musikgefallen und Instrumentalspiel haben einen Einfluss.

8 Methode

8.1 Stichprobe

8.1.1 Beschreibung der Versuchspersonen

Als Versuchspersonen (Vpn) stellten sich SchülerInnen dreier niederösterreichischer Schulen im Bereich der Krankenpflege im Rahmen des Unterrichtsfaches Pflegeforschung zur Verfügung. Ein Großteil der SchülerInnen war mir durch meine Unterrichtstätigkeit (ohne Beurteilungsfunktion) an den Schulen persönlich bekannt und somit auch an der Teilnahme der Studie interessiert und damit auch zu einer viermaligen Testung besser motiviert.

Die Stichprobe umfasste 160 Personen im Alter von 17 bis 46 Jahren, wobei das Durchschnittsalter 21,89 Jahre betrug. Siehe dazu Altersverteilung Abbildung 12. Verwertbare Daten für die Studie gab es letztendlich von 139 Personen.

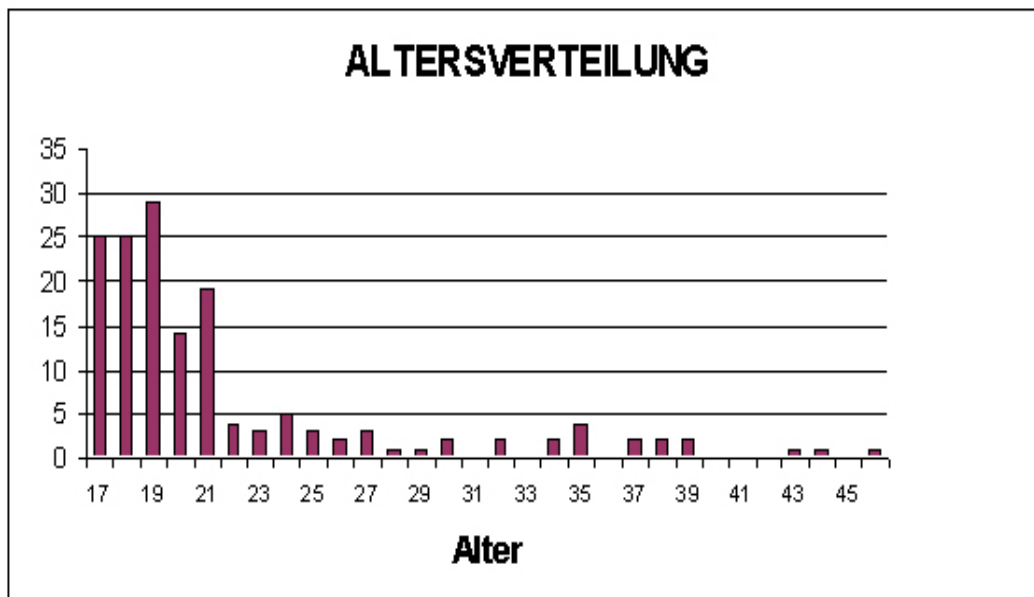


Abbildung 12: Altersverteilung der Testpersonen.

Abb.12 zeigt die Altersverteilung der Versuchspersonen.

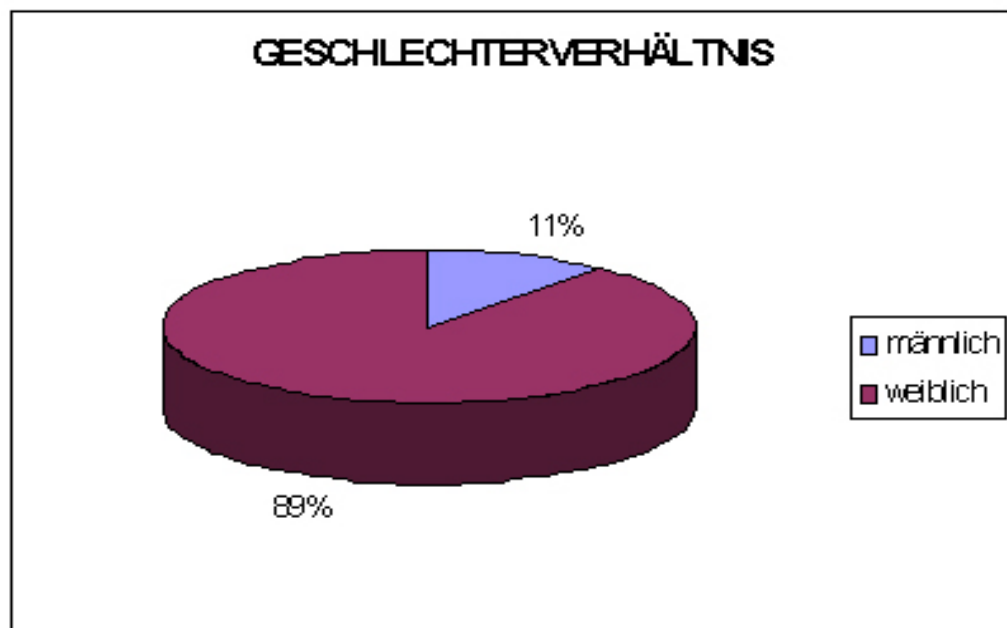


Abbildung 13: Geschlechterverhältnis der Testpersonen.

Abb. 13 zeigt, dass von den 139 Untersuchungsteilnehmern 89% weiblich und 11% männlich waren. Dieses Ungleichgewicht in der Geschlechterverteilung entspricht in etwa dem Geschlechterverhältnis an den Krankenpflegeschulen.

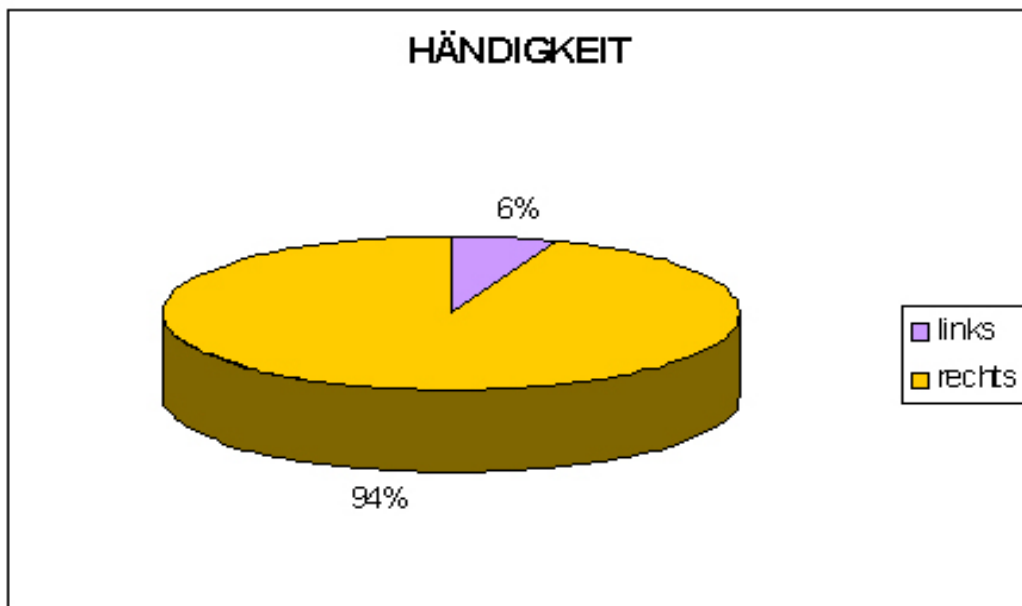


Abbildung 14: Verteilung der Links –und Rechtshändigkeit bei den Versuchspersonen.

Abb. 14 zeigt die Verteilung der Händigkeit. 94% der Stichprobe waren Rechtshänder und nur 6% Linkshänder. Geschlecht und Händigkeit wurden auf Grund des Ungleichgewichtes der Verteilung nicht in die Untersuchung miteinbezogen.

Die Bewilligung und Zustimmung zur Teilnahme erfolgte direkt durch die jeweilige Direktion und bei minderjährigen SchülerInnen zusätzlich durch die Erziehungsberechtigten (siehe dazu Informationsblatt im Anhang).

8.2 Versuchsdesign und Untersuchungsplan

Es kommt ein balanciertes Design mit vier Bedingungen, vier Testformen (A, B, A-gemischt, B-gemischt) und mehreren Treatments in Anlehnung an die Replikationsstudie von Rideout und Taylor (1997) und in Anlehnung an einen Versuchsplan für zweifaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholungen zur Überprüfung von Sequenzeffekten zur Anwendung.

Tabelle 1: Versuchsdesign von Rideout und Taylor (1997)

TABLE 1 SEQUENCE OF PROCEDURES					
Duration:	10 min.	15 min.	10 min.	10 min.	15 min.
Group 1	Relaxation	Test 1 (Form A)	Relaxation	Music	Test 2 (Form B)
Group 2	Relaxation	Test 1 (Form B)	Relaxation	Music	Test 2 (Form A)
Duration:	10 min.	15 min.	20 min.		15 min.
Group 3	Music	Test 1 (Form A)	Relaxation		Test 2 (Form B)
Group 4	Music	Test 1 (Form B)	Relaxation		Test 2 (Form A)

Tabelle 1 zeigt das Versuchsdesign von Rideout und Taylor (1997).

In ihrer Untersuchung wurden keine viermaligen Messwiederholungen, sondern Vergleiche zwischen den ausbalancierten Versuchsgruppen durchgeführt. Für mein Design war jedoch der Versuchsablauf relevant. Es wurden zwei Testungen mit entsprechender Pause dazwischen an einem Testzeitpunkt durchgeführt. Die Dauer des Mozart-Effektes wird in der Literatur mit ca. 10 - 15 Minuten angegeben. (Rauscher et al., 1995; Sarnthein et al., 1997). Eine entsprechende Pause zwischen den Bedingungen ermöglichte somit zwei Testungen an einem Tag, eine raschere Abwicklung der Untersuchung und reduzierte den Aufwand für die Schulen, die Versuchspersonen und die Testleitung.

Tabelle 2: Untersuchungsablauf an den beiden Testzeitpunkten

Testzeitpunkt 1

10 Min.	9 Min.	15 Min.	10 Min.	9 Min.
Musik	Test1 (A)	Pause	Musik	Test2 (B)

Testzeitpunkt 2

10 Min.	9 Min.	15 Min.	10 Min.	9 Min.
Musik	Test3 (A-gem)	Pause	Ruhe	Test4 (B-gem)

Tabelle 2 zeigt den in dieser Studie verwendeten Versuchsplan.

Die Vpn, die auf sieben Klassen aufgeteilt waren, wurden an zwei Testzeitpunkten im Abstand von 4 - 6 Wochen viermal getestet.

Die Ausbalancierung (vgl. Tab. 3) über die 4 Bedingungen bzw. Zeitpunkte war wegen zu vermutender Übungs- und Reihenfolgeeffekte notwendig. Um Übungs- und Erinnerungseffekte beim Raumlagetest weitestgehend zu verhindern, wurden vier Testformen (A, B, A gemischt, B gemischt) verwendet. Die Reihenfolge der Items bei A-gemischt und B-gemischt wurden dafür zufällig verändert. Die Klassen wurden nach Zufallsprinzip den einzelnen Bedingungen zugeordnet.

Tabelle 3: Zuordnung der einzelnen Klassen zu den Hörbedingungen.

Klasse	Zeitpunkt 1		Zeitpunkt 2	
S1	3	2	1	4
S2	2	1	4	3
S3	1	3	4	2
GA	2	4	3	1
A1	3	1	2	4
A2	4	1	2	3
A3	1	4	3	2

Tabelle 3 zeigt die Zuordnung der einzelnen Klassen zu den Hörbedingungen. Die Zahlen 1 – 4 stehen für die einzelnen Hörbedingungen. 1 = Ruhe, 2 = Dussek, 3 = Mozart 381 und 4 = Mozart 448.

8.3 Variablen

8.3.1 Abhängige und Unabhängige Variablen

Aus dem Versuchsdesign ergeben sich folgende Variablen:

- abhängige Variable (AV) = Testleistung im Raumlagetest IST
- unabhängige Variable (UV): Musikbedingungen (Mozart und Dussek)
- unabhängige Variable (UV): Ruhebedingung

8.3.2 Störvariablen

Um den Einfluss von Störvariablen möglichst gering zu halten wurde versucht, bei beiden Testzeitpunkten die Untersuchungsbedingungen weitgehend gleich zu halten.

Es wurde auf folgende Punkte geachtet:

- keine Prüfungen vor und nach der Untersuchung
- ausreichend Zeit für den Testablauf
- selber Sitzplatz für die Vpn bei beiden Testzeitpunkten
- selbes Abspielgerät für die Musik in gleicher Position bei beiden Zeitpunkten
- selbe Lautstärke bei allen Musikbedingungen

Obwohl versucht wurde, den Wochentag und die Uhrzeit über die zwei Testzeitpunkte pro Versuchspersonen konstant zu halten, war dies aus organisatorischen Gründen leider nicht immer möglich. Daraus ergibt sich eine mögliche Störvariable, da die Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit gewissen Tagesschwankungen unterliegt. Auch bezüglich Motivation herrschten bei der Testung nicht dieselben Bedingungen, Es konnte nicht kontrolliert werden, welchen Tätigkeiten (unterrichtsspezifisch) die Versuchspersonen vor bzw. nach der Untersuchung nachgingen.

Bezüglich Testraum, Sitzplatz und Hörposition konnten die Bedingungen für jede einzelne Versuchsperson konstant gehalten werden. Die einzelnen Klassen hatten jedoch unterschiedliche Lichtbedingungen und Platzbedingungen auf Grund ihrer unterschiedlichen Personenanzahl.

Die viermalige Vorgabe und Bearbeitung der Raumvorstellungsaufgaben führte ebenfalls zu Unterschieden im Interesse an der Durchführung, der Motivation und der Bereitschaft zur Mitarbeit. Die Motivation sollte dadurch aufrecht erhalten bleiben, dass jedem Teilnehmer angeboten wurde, sich nach Auswertung der Aufgaben vom eigenen Ergebnis informieren zu lassen. Die Verminderung von Lerneffekten bei der Testung wurde durch die Verwendung von Paralleltestformen A und B und durchmischten Formen A gemischt und B gemischt versucht.

Außerdem wurde den Versuchspersonen gesagt, dass sich die Aufgaben pro Testung unterscheiden.

Die jeweiligen Lehrkräfte wurden gebeten, bei der Untersuchung nicht anwesend zu sein oder stillschweigend daran teilzunehmen. Damit sollte vermieden werden, dass sie als zusätzliche Versuchsleiter fungierten, oder Instruktionen und Erklärungen kommentierten und durch ihre personen- oder situationsgebundenen Eigenschaften (Sympathie, Antipathie, Disziplin, Motivation, Erwartungshaltung.....) die Reaktion der Versuchspersonen beeinflussten.

Um Versuchspersoneneffekte einzuschränken, wurden die TeilnehmerInnen über den genauen Zweck der Untersuchung vorerst im Unklaren gelassen.

Da die Untersuchung im Rahmen des Unterrichtsfaches Pflegeforschung durchgeführt wurde, wurde die gesamte Studie, deren Ergebnis, der Untersuchungsplan und Untersuchungszweck zu einem späteren Zeitpunkt vorgestellt. Gemeinsam mit den Schülern wurde im Nachhinein über Störvariablen, Planung von Untersuchungen, Erstellen von Forschungshypothesen und aktuellen Studien der Musikpsychologie im Bereich der Pflege gesprochen. Im Zuge dieser Gespräche wurden vor allem mangelnde Motivation, unterschiedliches Interesse und die Schwierigkeit der Testaufgaben und daraus entstehende Frustration als Störvariablen angegeben.

8.4 Material

8.4.1 Beschreibung der unabhängigen Variablen: Musikbedingungen

Es gelten folgende Musikbedingungen:

- Mozart - Sonate KV 448
- Mozart – Sonate KV 381
- Dussek – Sonate in F-Dur, op.26
- Ruhe als Kontrollbedingung

Als erste Musikbedingung wurde wie in der Originaluntersuchung von Rauscher et al. (1993) das *Allegro con spirito* (1.Satz) der Sonate für zwei Klaviere in D-Dur, KV 448 von Wolfgang Amadeus Mozart (1756 – 1791) gewählt. Die benützte Aufnahme ist unter dem Label Deutsche Grammophon (1975) mit dem Titel *Mozart – The Music for Piano Duet, Klaviermusik zu vier Händen – Christoph Eschenbach und Justus Franz* erschienen. Bei der Untersuchung wurde nur der 1.Satz verwendet. Da dieser bei der vorliegenden Einspielung nur 8 Minuten dauert und die jeweilige Hörbedingung bei der Testung mit 9 Minuten vorgesehen war, wurde nochmals eine Minute des ersten Satzes gespielt und dann ausgeblendet. So wurde auch - falls erforderlich - bei den anderen Musikstücken, verfahren, um jeweils genau die 9 Minuten einhalten zu können. Somit wurde bei allen Musikbedingungen das musikalische Tempo (Allegro) konstant gehalten.

Auf Grund der besonderen kompositorischen Elemente (Echoeffekte, Ineinandergreifen von komplexen Phrasen, Entstehen eines sehr räumlich strukturierten Höreindrucks) im 1.Satz dieser Sonate, erschien mir die ausschließliche Verwendung dieses besonders wichtig.

Als zweite Musikbedingung wurde ein weiteres Werk Mozarts gewählt, nämlich der 1. Satz *Allegro* aus der Klaviersonate zu vier Händen in D-Dur, KV 381. Die Aufnahme entstammt derselben CD wie die Klaviersonate KV 448.

Ihrer Auswahl liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Es wurden bisher keine weiteren Klaviersonaten Mozarts als Vergleichsbedingung herangezogen.
- Das Stück wurde von denselben Musikern eingespielt und interpretiert.
- Die Tonart D-Dur ist dieselbe wie bei der Sonate KV 448.
- Das Stück wird zu vier Händen auf einem Klavier gespielt. Somit stellte sich die Frage, ob die Verwendung eines Klaviers im Vergleich zum Spiel auf zwei Klavieren zu vier Händen andere Auswirkungen haben könnte.

Als dritte Musikbedingung wurde der 1.Satz *Allegro* aus der Klaviersonate für zwei Klaviere in F-Dur, op.26 von Jan Ladislav Dussek (1761 – 1812) ausgewählt. J.L. Dussek war ein sehr naher Zeitgenosse Mozarts. Er wurde in Böhmen 1761 geboren. Seine Eltern waren beide Musiker. Er selbst spielte Klavier, Orgel und komponierte hauptsächlich Werke für Klavier. Da es von dieser Sonate keine Einspielung auf Tonträger gab, wurde sie für diese

Untersuchung extra von Prof. Dr. Erich Vanecek und seiner Frau Elfriede Vanecek, die beide Pianisten sind, aufgenommen. Bei der Aufnahme wurde auf höchstmögliche tontechnische Qualität geachtet, um mögliche Effekte, die auf unterschiedliche Aufnahmequalität zurückzuführen wären, zu reduzieren.

Der Stückauswahl liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Verwendung eines Musikstückes eines nahen Zeitgenossen Mozarts.
- Die Vergleichbarkeit, da zwei Klaviere eingesetzt werden.
- Sie wurde bisher noch nie in einer Untersuchung verwendet.

Die Ruhe-Bedingung diente als Kontrollbedingung zur Musik. Sie bestand darin, 9 Minuten in Stille bzw. ohne Musik zu verbringen (s. Instruktion, Kap. 8.5.).

Die folgenden Abbildungen zeigen Notenbeispiele aus den ersten Sätzen der angeführten Klaviersonaten. Der Vergleich der Notenbilder zeigt bei der Mozartsonate KV 448 komplexere, ineinandergreifende Tonabfolgen und Echoeffekte im Gegensatz zu den lineareren Abläufen der beiden anderen Beispielen.

SONATE

Komponiert in Wien vermutlich 1781

Allegro con spirito

KV 448 (375a)

Klavier I

(f)

Klavier II

(f)

Vervielfältigungen jeglicher Art sind gesetzlich verboten.
© 1992 by G. Henle Verlag, München.

Abbildung 15: 1.Satz, *Allegro con spirito* aus der Sonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 von W. A. Mozart.

2

8

11

14

Abbildung 16: 1.Satz, *Allegro con spirito* aus der Sonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 von W. A. Mozart.

3

Abbildung 17: 1.Satz, *Allegro con spirito* aus der Sonate für zwei Klaviere in D-Dur KV 448 von W. A. Mozart.

8613

- 1 -

Sonata in F major
for two pianofortes

Mozart.
200M + 108

Edited and revised by
Mary Madden and Olive Rees

J. L. DUSSEK
1761-1812

Allegro

The musical score is written for two pianos (piano and forte) and consists of three systems. The first system is marked 'Allegro' and 'f'. The second system is marked 'pp' and 'p'. The third system is marked 'p' and 'f'. The score is in F major and 3/4 time.

Abbildung 18: 1. Satz *Allegro* aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.

2

f

dolce con espress.

dolce con espress.

f

(f)

S & Co. 6054

Abbildung 19: 1. Satz *Allegro* aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.

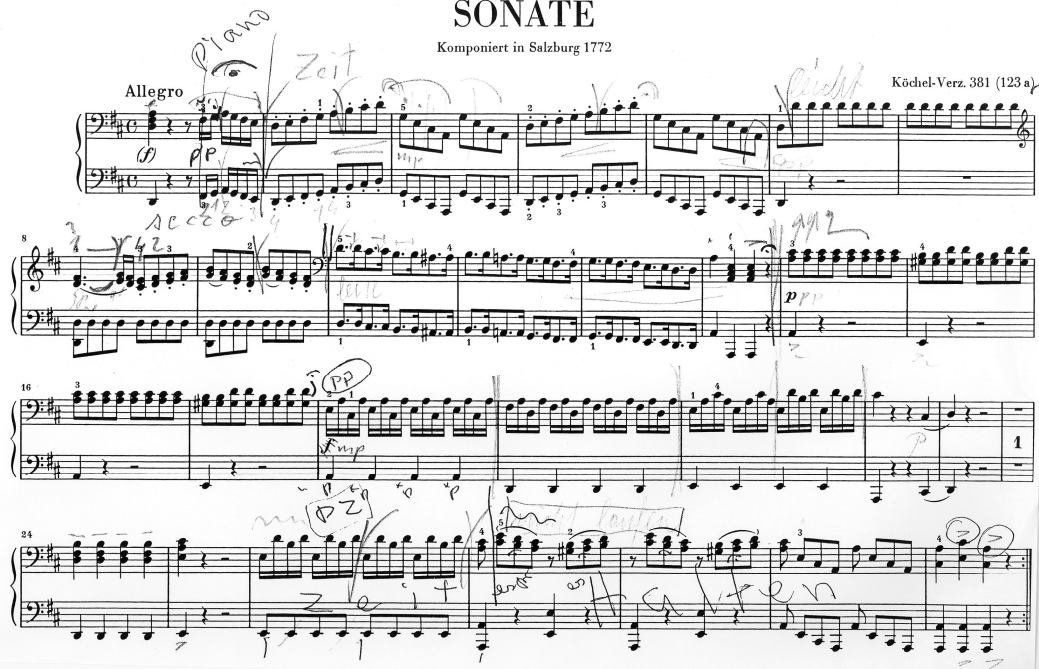
The musical score is for the first movement of a sonata for two pianos by J. L. Dussek, op. 26, in F major. It is written for two pianos (left and right hands) and includes various musical notations such as treble and bass clefs, time signatures, and dynamic markings like 'ff', 'dim.', 'rall.', and 'dolce'. The piece is in 3/4 time and features a variety of rhythmic patterns and melodic lines. The score is published by S & Co. 6054.

Abbildung 20: 1. Satz *Allegro* aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.

Komponiert in Salzburg 1772

Komponiert in Salzburg 1772

Köchel-Verz. 381 (123 a)



SONATE

Komponiert in Salzburg 1772

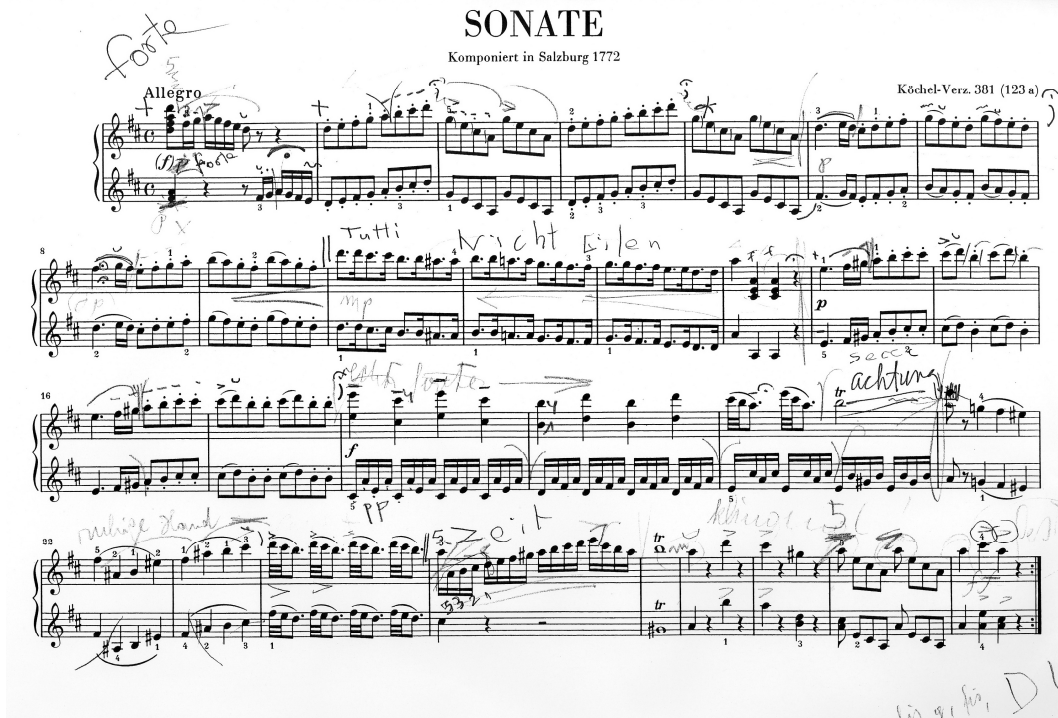
Köchel-Verz. 381 (123 a) 

Abbildung 21: 1. Satz aus der Sonate zu vier Händen in D – Dur KV 381 von W.A. Mozart.

8.4.2 Beschreibung der abhängigen Variable

Der Auswahl des Testmaterials gingen einige grundlegende Überlegungen voraus. In den bisherigen Untersuchungen wurden sehr unterschiedliche Tests verwendet, was zu der Frage führte, ob wirklich in allen Fällen ausschließlich die Raumwahrnehmungsleistung überprüft wurde oder ob nicht auch andere Faktoren, wie z.B. analytisch logisches Denken, allgemeine Aktivierung, Konzentration, usw.....die Leistungssteigerung bewirkten. Es zeigte sich weiters, dass eine Steigerung der Leistung hauptsächlich beim Faktor „Visualization“ zu beobachten war. Aus diesem Grund kamen für mich nur Raumvorstellungstests, die diesen Faktor messen, in die nähere Auswahl. Dazu gehörten der Untertest *Abwicklungen* aus dem WILDE-Intelligenztest WIT, der Untertest *Würfelaufgaben* aus dem Intelligenz-Struktur-Test IST 70 und der Dreidimensionale Würfeltest 3DW.

Der Untertest *Abwicklungen* aus dem WIT hätte sich zwar bezüglich Bearbeitungszeit, Möglichkeit der Gruppentestung, ausreichender Itemanzahl durch zwei Parallelförmungen und ausreichender Motivation zur mehrmaligen Bearbeitung als geeignet erwiesen, da aber auch ältere Versuchspersonen (über 38 Jahren) an der Untersuchung teilnehmen und somit eventuell Deckeneffekte zu erwarten gewesen wären, wurde auf einen Einsatz des WIT – Untertests verzichtet. Eine mehrmalige Vorgabe hätte vermutlich auch zu Übungseffekten, auf Grund von Erinnerung und Wiedererkennung einzelner Items, geführt.

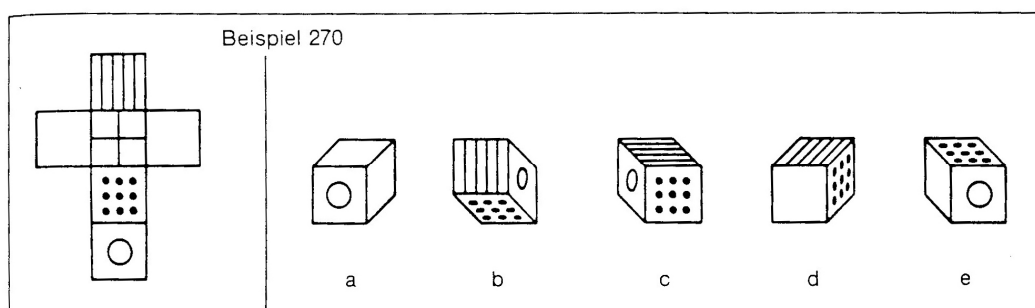


Abbildung 22: Beispielitem aus dem Subtest *Abwicklungen* aus dem WIT.

Abb. 22 zeigt Beispielitems aus dem Subtest „Abwicklungen“ aus dem WIT. Richtige Lösung ist „e“. Jedes Testitem besteht aus einer Faltvorgabe und fünf zusammengefalteten Körpern „a“ bis „e“. An Hand der fünf Körper „a“ bis „e“ soll überprüft werden, welcher aus der Faltvorlage gebildet werden kann. Die Faltvorlage zeigt immer die Außenseite des Körpers.

Der 3DW, der „spezifisch objektive“ Aussagen ermöglicht, stellt im Sinne des Modells von RASCH einen homogenen, ausschließlich die Fähigkeit Raumvorstellung messenden Test dar. Es wird durch die Testaufgaben eine - und zwar bei allen Testpersonen dieselbe - latente Fähigkeitsdimension erfasst. Nach Gittler (1989) erfordert der 3DW auf Grund seines hohen Niveaus ein hohes Maß an Konzentration und Bereitschaft zur Mitarbeit. Eine geeignete Arbeitsatmosphäre mit geringen Störfaktoren sei für eine gute Bearbeitung erforderlich. Da es sich beim 3DW um einen echten Power-Test handelt, d.h. prinzipiell keine Limitierung der Bearbeitungszeit vorgegeben ist, wäre bei meiner Studie eine der verschiedenen Kurzformen (Testverkürzungsmethode, Direkte Testabbruchmethode, Indirekte Testabbruchmethode) zum Einsatz gekommen. Da es keine Parallelförmigkeit gibt und insgesamt nur 17 Testaufgaben zur Verfügung stehen, wäre die verwendete Itemanzahl auf 8 Items gesunken. Da der Test in meinem Versuchsdesign viermal vorgegeben werden müsste, wäre mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Übungseffekten zu rechnen gewesen. Auch die Arbeitsatmosphäre und Reduzierung von Störfaktoren konnte nicht wirklich gewährleistet werden. Bei der mehrmaligen Vorgabe und Bearbeitung des 3DW zeigten sich in einigen Studien auf Grund der Schwierigkeit der Aufgaben. (vgl. Affenzeller, 1999 und Pelinka, 2003) doch große Motivationsprobleme

Beispiel I

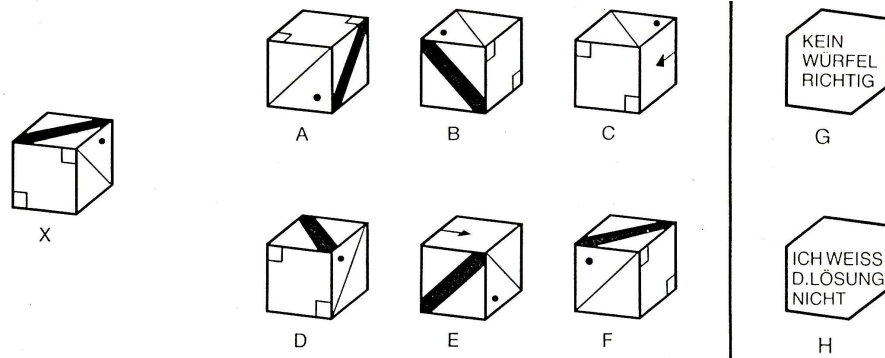


Abbildung 23: Beispieltitem aus dem 3DW.

Abb. 23 zeigt ein Beispieltitem aus dem 3DW-Test. Die richtige Lösung ist B. Jedes Testitem des 3DW besteht aus einem Vorgabewürfel X und sechs Antwortwürfeln A bis F. Auf jedem einzelnen Würfel finden sich sechs verschiedene Muster, wovon drei zu sehen sind. An Hand der Muster soll geprüft werden, ob einer der Würfel A bis F der gleiche Würfel sein kann wie der Würfel X. Zusätzlich gibt es die Antwortmöglichkeit G („kein Würfel richtig“) und die Antwort H („ich weiß die Lösung nicht“). Für jede Aufgabe gibt es nur eine richtige Lösung. Die Antwort G kommt nie vor.

Diese Überlegungen führten zum Entschluss, den 3DW nicht einzusetzen. Da die 3DW Aufgaben aus dem IST 70 entwickelt wurden, galt meine Aufmerksamkeit in weiterer Folge diesem Testmaterial.

8.4.2.1. Beschreibung der Würfelaufgaben aus dem IST 70 und dem IST

Der Intelligenz–Struktur–Test IST 70 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Intelligenz, das besonders für Gruppenuntersuchungen geeignet ist und Einblick in die Struktur der Intelligenz gibt. Er wurde 1953 von Rudolf Amthauer

entwickelt. 1970 wurde der Test überarbeitet, umkonstruiert und verbessert, um den Anwendungsbereich altersmäßig zu erweitern und eine höhere Objektivität zu erreichen. Die statistischen Daten zum Test wurden ebenfalls wesentlich erweitert. Der IST 70 besteht aus 9 Subtests und mehreren Parallelformen. Da für meine Untersuchung nur die Würfelaufgaben verwendet wurden, möchte ich auf die anderen Subtests nicht weiter eingehen.

Da die Parallelform der Raumvorstellungsaufgaben im IST 70 nur in der Vertauschung der Itemvorgabe besteht, sah ich mich veranlasst, die Würfelaufgaben des IST zu verwenden. Hier bestehen zwei Parallelformen mit jeweils 20 unterschiedlichen Items. Somit konnten 40 unterschiedliche Items zur Anwendung kommen.

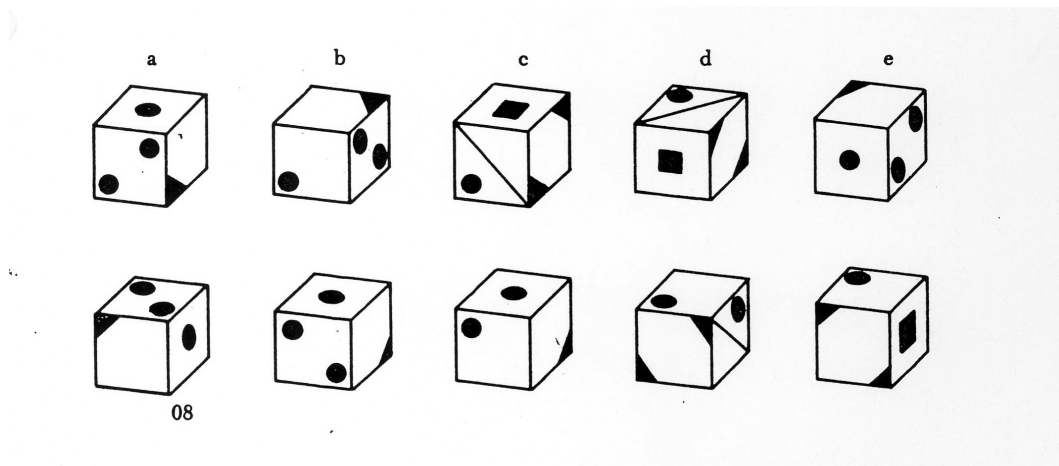


Abbildung 24: Übungsitens aus dem IST 70. Das Beispiel 08 zeigt den Würfel „a“ in veränderter Lage. Beim zweiten Beispiel ist die richtige Lösung „e“, beim dritten „b“, dann „c“ und beim fünften Würfel „d“.

An Hand von Abbildung 24 soll nun die Bearbeitung der Items genauer erklärt werden. Die Instruktionen beim IST und beim IST 70 sind identisch. Es sind 5 verschiedene Würfel vorgegeben, die Würfel „a, b, c, d, e“. Auf jedem Würfel sind sechs verschiedene Zeichen, wovon man drei davon sehen kann. Die Würfel tragen die gleichen Zeichen aber in verschiedener Lage. Jede der Testaufgaben (137 – 156 bzw. 1 – 20) zeigt einen der vorgegeben Würfel in veränderter Lage. Die Testpersonen sollen herausfinden, um welchen der vorgegebenen Würfel es

sich handelt. Der Würfel kann gedreht, gekippt oder gedreht und gekippt werden. Dabei kann auch ein neues Zeichen sichtbar werden.

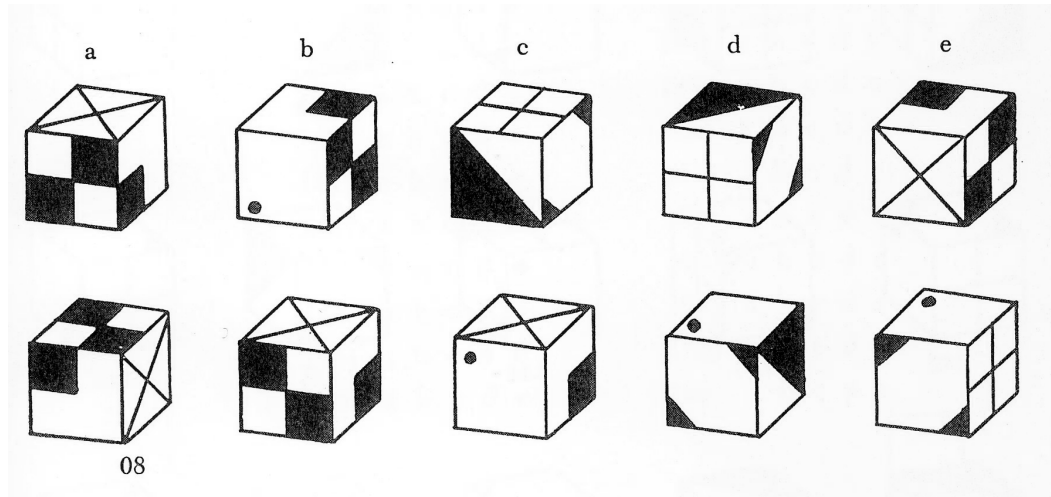


Abbildung 25: Aufwärmitem aus dem IST.

Abb. 25 zeigt ein Übungsitem aus dem IST. Das Beispiel 08 zeigt den Würfel „a“ in veränderter Lage. Beim zweiten Beispiel ist die richtige Lösung „e“, beim dritten „b“, dann „c“ und beim fünften Würfel „d“.

Bei der Entwicklung des 3DW wies Gittler (1989) auf einige Mängel der Aufgaben im IST und im IST 70 hin. Sowohl im IST wie auch im IST 70 können die Testpersonen zwei prinzipiell unterschiedliche Lösungsstrategien einsetzen, wobei jedoch nur eine davon die Raumvorstellungsdimension adäquat erfasst.

Bei der Falsifikationsstrategie wird durch das systematische Ausscheiden aller falschen Antwortalternativen die Testaufgabe richtig bearbeitet. Es bleibt am Ende dieses Vorgehens nur ein einziger Würfel übrig, der dann trivialerweise die Lösung darstellt. Das „Falsifizieren“ eines „Antwortwürfels“ ist einfacher, d.h. mit geringerem kognitiven Aufwand verbunden als die Feststellung der Identität zwischen Vorgabe- und Lösungswürfel.

Bei der Verifikationsstrategie werden die Aufgaben derart bearbeitet, dass eventuell einige falsche Antwortwürfel ausgeschieden werden, ist man jedoch, beim richtigen Würfel angelangt, dieser als Lösung identifiziert wird. Erst bei dieser Strategie kann angenommen werden, dass die von der Itemkonstruktion intendierten Raumvorstellungsprozesse auch tatsächlich ablaufen.

Um diese Problematik zu entschärfen, führte Gittler (1989) die zusätzliche Antwortmöglichkeit „kein Würfel richtig“ bei seinem 3DW ein.

Um die Mängel der IST Aufgaben einigermaßen einzuschränken, erweiterte ich auch bei meiner Untersuchung die Antwortmöglichkeiten . Es wurde den Probanden gesagt, dass es möglich wäre, dass kein Würfel richtig ist. In diesem Fall sollten sie die Itemnummer durchstreichen. Um die Minimierung von Rateeffekten, wie sie bei „Multiple-Choice“-Aufgaben immer zu befürchten sind, zu erzielen, wurde die Antwortmöglichkeit „ich weiß die Lösung nicht“ vorgegeben. In diesem Fall sollten die Testpersonen keine der möglichen Lösungen ankreuzen.

Bei der Instruktion wurde sehr großer Wert darauf gelegt, die richtige Bearbeitungsstrategie zu fördern, die Motivation und die Bereitschaft zu steigern.

Da jede Versuchsperson viermal getestet wurde, wurde Form A und Form B des IST verwendet. Um zwei weitere Testdurchgänge zu ermöglichen, wurde Form A gemischt und Form B gemischt vorgegeben. Form A und B gemischt wurde aus dem Items A und B der Originalform , deren Reihenfolge zufällig durch Ziehung verändert wurde, zusammengestellt. Um Form A und B gemischt miteinander vergleichen zu können, wurden die Reihenfolgeveränderungen bei beiden gleich gehalten. War bei Form A gemischt z.B. das Item 3 jetzt an erster Stelle, so wurde es auch bei Form B gemischt an dieselbe Stelle versetzt. Die Verwendung der Mischformen sollte mögliche Übungs- und Wiedererkennungseffekte minimieren. Bei der Bearbeitung wurden 5 Übungsitems vorgegeben. Im Anschluss daran hatten die Testpersonen - wie im IST vorgegeben - 9 Minuten Zeit, die weiteren Items zu bearbeiten.

Übungsitems, Form A, Form B, Form A gemischt und Form B gemischt und Antwortblatt finden sich im Anhang.

8.5 Zusätzlich erhobene Daten

Folgende Daten wurden auf der Umschlagseite des Aufgabenheftes miterhoben:

- Name
- Klasse
- Alter (Geburtsdatum)
- Geschlecht (männlich, weiblich)

Unter der Voraussetzung, dass es bei beiden Testzeitpunkten ident ist, bestand beim Namen die Möglichkeit ein Pseudonym, Phantasiewort oder ein Symbol, zu verwenden. Die Rubrik Klasse diente nur zur zusätzlichen Zuordnungshilfe bezüglich identer Synonyme und der Mitteilung von Ergebnissen im Anschluss an die Untersuchung.

Ein gesonderter Fragebogen, der nachfolgend abgebildet ist, erhob beim ersten Testzeitpunkt folgende weitere Daten:

FRAGEBOGEN

1. Spielen Sie ein Instrument?: ☐ ja (welches)?.....
☐ nein
wenn ja, wie lange schon (in Jahren u./o. Monaten).....

2. Singen Sie regelmäßig ?(Chor, Ensemble, Gesangsausbildung,...)

☐ ja
☐ nein

3. Bitte rangreihen Sie folgende Musikrichtungen/stile nach ihrer persönlichen Vorliebe

am liebsten=1, 2, 3, 4, am wenigsten=5

Musikrichtungen: Blues/Jazz =

Klassik =

Volksmusik/Schlager =

Pop (Rap, Techno, Austropop, Dance-floor,...Hitparade) =

Rock (Rock´n Roll, Hardrock, New Wave, Heavymetal,...) =

4. Sie haben ein oder zwei Musikstücke gehört, bitte geben Sie an wie sie Ihnen gefallen haben.

1. Stück: ☐ hat mir gefallen
☐ hat mir weniger gefallen
☐ hat mir gar nicht gefallen

2. Stück ☐ hat mir gefallen
☐ hat mir weniger gefallen
☐ hat mir gar nicht gefallen

5. Sind Sie Linkshänder oder Rechtshänder: ☐ Linkshänder
☐ Rechtshänder

Danke für Ihre Mitarbeit!

Abbildung 26: Fragebogen für die Erhebung zusätzlicher Daten.

Beim zweiten Testzeitpunkt wurden nur die Fragen zum Gefallen der Musik- bzw. Ruhebedingung beigelegt.

8.6 Instruktionen und Untersuchungsdurchführung

Die Untersuchung fand von Anfang Dezember 2001 bis Ende Februar 2002 statt und wurde von mir alleine ohne zusätzliche personelle Unterstützung durchgeführt. Der Abstand zwischen den Testzeitpunkten betrug aus organisatorischen Gründen zwischen 4 und 6 Wochen. Für den Ablauf wurde immer ausreichend Zeit, (ca. 100 Minuten), zur Verfügung gestellt.

Vor Beginn der Testungen wurde ein Überblick über den inhaltlichen und zeitlichen Ablauf der Untersuchung gegeben. Wo notwendig, wurde die schriftliche Zustimmung der Erziehungsberechtigten eingeholt. Es wurde die freiwillige Teilnahme betont. SchülerInnen, die nicht teilnehmen wollten, mussten trotzdem anwesend sein und sich anderweitig still beschäftigen, da die Untersuchung ja im Rahmen des Unterrichtsfaches Pflegeforschung stattfand. De facto nahm nur eine Schülerin an der Studie nicht teil.

Auf die anonyme Behandlung der Daten wurde bei jedem Testzeitpunkt hingewiesen.

Bei den Musikbedingungen wurden die SchülerInnen aufgefordert, eine angenehme Sitzposition einzunehmen, eventuell die Augen zu schließen und der Musik bewusst zuzuhören.

Bei der Ruhebedingung waren die SchülerInnen aufgefordert, ebenfalls eine angenehme Position einzunehmen, eventuell die Augen wieder zu schließen und die Ruhe auf sich wirken zu lassen. Da dies einigen SchülerInnen sehr schwer fiel, wurden sie darauf hingewiesen, sich zumindest still zu beschäftigen ohne sich dabei stark konzentrieren zu müssen.

Für die Pausen zwischen den Testzeiten wurden die SchülerInnen um folgende Verhaltensweisen gebeten:

- Sie dürfen aufstehen, herumgehen, trinken bzw. essen und sich unterhalten
- Sie sollen sich nicht mit Tätigkeiten, die hohe Konzentration erfordern, beschäftigen wie z. B. Lernen, Hausaufgaben machen, Vorbereitungen für andere Gegenstände treffen, Fachliteratur lesen, usw.....
- Sie sollen nicht Musik hören
- Sie sollen wenn möglich nicht rauchen

- Sie sollen wenn möglich erst zu einem späteren Zeitpunkt über die Untersuchung sprechen.
- Sie sollen im Untersuchungsraum bzw. draußen am Gang verweilen, um eine pünktliche Fortführung des Testablaufes zu ermöglichen.

Die Instruktion zum IST erfolgte vor Beginn des Untersuchungsablaufes bzw. der ersten Musik- oder Ruhebedingung entsprechend dem Testmanual mittels der Aufwärm- Übungsaufgaben im Testheft. Zur visuellen Unterstützung wurde der Overheadprojektor eingesetzt. Beim zweiten Testzeitpunkt wurde dieses Wissen wieder aufgefrischt.

Auch der Fragebogen wurde vor Beginn der Untersuchung gemeinsam mittels Overheadprojektor präsentiert und besprochen. Es wurde immer darauf geachtet, erst dann im Instruktionsablauf weiterzugehen, wenn alle SchülerInnen keine Fragen mehr hatten.

Die SchülerInnen wurden aufgefordert, nach der Hörbedingung mittels gemeinsamen verbalen Startzeichen „Beginn“ die Bearbeitung der Testitems zu beginnen und beim verbalen Stopzeichen „Stop“ die Testitembearbeitung zu beenden und die anschließenden Fragen zu beantworten.

9 Darstellung der Ergebnisse

Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte mittels SPSS 11.0 (Statistical Package for Social Sciences). Die Hypothesen wurden mittels Varianzanalysen für Messwiederholungen, multivariater Verfahren und Kontrastberechnungen geprüft. Zur Berechnung wurden nur normalverteilte Daten verwendet. Bei den Würfelaufgaben dienten die Rohwerte als Berechnungsgrundlage.

9.1 Deskriptivstatistik

9.1.1 Altersverteilung

Tabelle 4: Altersverteilung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz
ALTER	139	17	46	21,89	6,390	40,836
Gültige Werte (Listenweise)	139					

Tabelle 4 zeigt die Altersverteilung. Die erhobenen Daten zu Händigkeit und Geschlecht finden sich bereits im Kapitel 8.1.1. bei der Stichprobenbeschreibung. Die jüngsten Probanden waren 17 Jahre, die ältesten 46 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Stichprobe betrug 21,89 Jahre

9.1.2 Daten zum Instrumentalspiel

Im Fragebogen wurde weiters erfasst, ob und wie lange die Probanden ein oder mehrere Instrumente spielten.

Tabelle 5: Daten zum Instrumentalspiel

Instrumentenanzahl	Versuchspersonen
0	82
1	40
2	13
3	3
4	1

Tabelle 5 zeigt die Anzahl der Versuchspersonen die ein Instrument spielten. 82 Personen spielten demnach keines, 40 Personen eines, 13 Personen zwei, 3 Personen drei und 1 Person sogar vier Instrumente.

Zusätzlich zur gespielten Instrumentenanzahl wurde auch die Spieldauer, d.h. wie lange aktiv und regelmäßig musiziert wurde, in Jahren erfasst.

Tabelle 6: Spieldauer der Instrumente

Spieldauer	Versuchspersonen
0	82
1	5
3	7
4	6
5	7
6	8
7	3
8	7
9	5
10	3
12	3
15	2
20	1

Tabelle 6 zeigt die Spieldauer des Instrumentes in Jahren. 48 Versuchspersonen spielen ihr bzw. ihre Instrumente ein bis neun Jahre lang. 9 Versuchspersonen gaben eine Spieldauer von bis zu zwanzig Jahren an.

9.1.3 Musikgeschmack – Musikpräferenz

Im Fragebogen wurde weiters der Musikgeschmack bzw. die Musikpräferenz erhoben. Die Probanden konnten die Genres Pop, Rock, Blues, Klassik und Volksmusik nach ihrer Präferenz rangreihen. Wie von mir erwartet, wurden hier die Musikrichtungen Pop und Rock bevorzugt. Die Klassische Musik, der die verwendeten Musikstücke in dieser Untersuchung zuzuordnen sind, wurde auf Platz 4 gereiht und somit nur noch gegenüber der Volksmusik bevorzugt.

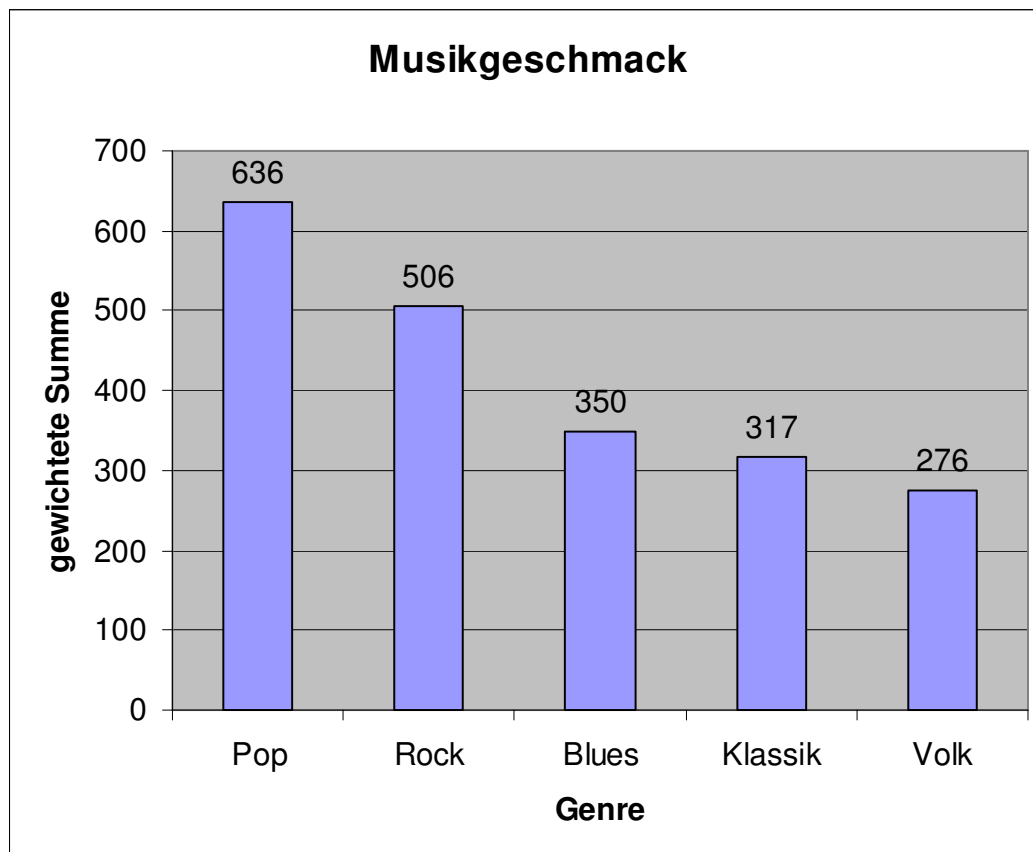


Abbildung 27: Musikpräferenz der Versuchspersonen

Die Abb. 27 zeigt die präferierte Musikrichtung.

Da diese Frage teilweise mangelhaft von den Versuchspersonen beantwortet wurde, wurden die Daten für weitere Berechnungen nicht verwendet.

9.1.4 Musikgefallen

Tabelle 7 und Abbildung 28 zeigen die Ergebnisse über die Bewertung der Musikstücke bezüglich gefallen, weniger gefallen und nicht gefallen. Der Wert 0 bedeutet, dass die Probanden keine Bewertung abgegeben haben. Der Wert 1 entspricht der Bewertung „gefällt“, der Wert 2 der Bewertung „gefällt weniger“ und der Wert 3 der Bewertung „gefällt gar nicht“. Die Ruhebedingung wurde von 44 Probanden nicht bewertet. Im Anschluss an die Untersuchung wurde im Unterrichtsfach Pflegeforschung über den Versuch gesprochen. Als Begründung warum die Ruhebedingung oft nicht bewertet wurde, gaben die Versuchspersonen an, dass sie geglaubt hätten, nur die Musikbedingungen bewerten zu müssen.

Tabelle 7: Musikstückbewertung				
	Hörbedin gungen			
	Ruhe	Dussek	M381	M448
0	44			1
1	55	52	57	47
2	34	69	59	73
3	6	18	22	17

Tabelle 7 zeigt die Bewertung der Musikstücke. Der Wert 0 bedeutet nicht bewertet, 1 gefällt, 2 gefällt weniger, 3 gefällt gar nicht

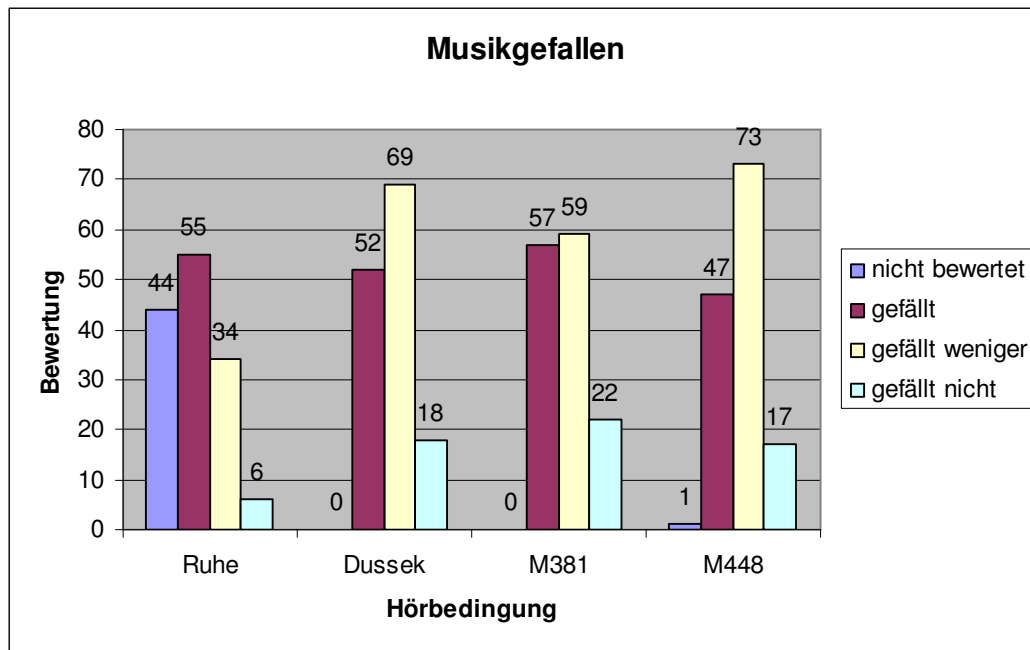


Abbildung 28: Bewertung der Musikstücke

In Abb. 28 wird die Bewertung mittels Balkendiagramm dargestellt.

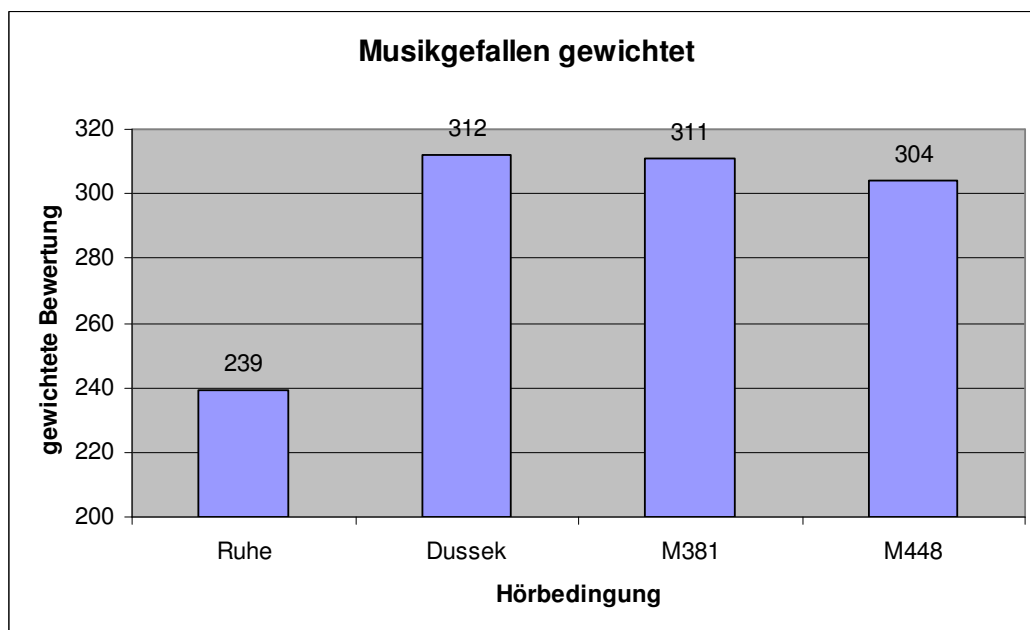


Abbildung 29: Gewichtete Bewertung der Musikstücke.

In Abbildung 29 sind die gewichteten Bewertungen des Musikgefallens dargestellt. Dusseks Sonate und Mozarts Sonate KV 381 gefielen demnach ungefähr gleich gut. Mozarts Sonate KV 448 weniger gut.

9.1.5 Deskriptivstatistik der Leistungen im Raumlagetest I S T nach Zeitpunkten

Tabelle 8: Deskriptivstatistiken nach Zeitpunkten

	Deskriptive Statistik					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz
AUFG1T	139	77	131	103,12	11,107	123,369
AUFG2T	139	86	129	108,71	10,108	102,177
AUFG3T	139	76	131	106,26	11,632	135,309
AUFG4T	139	83	132	110,17	10,557	111,448
Gültige Werte (Listenweise)	139					

Tabelle 8 zeigt Deskriptivstatistiken zu den vier Testzeitpunkten über alle Probanden. Abbildung 30 veranschaulicht die Mittelwerte.

Deskriptive Statistik nach Zeitpunkten

Statistik : Mittelwert

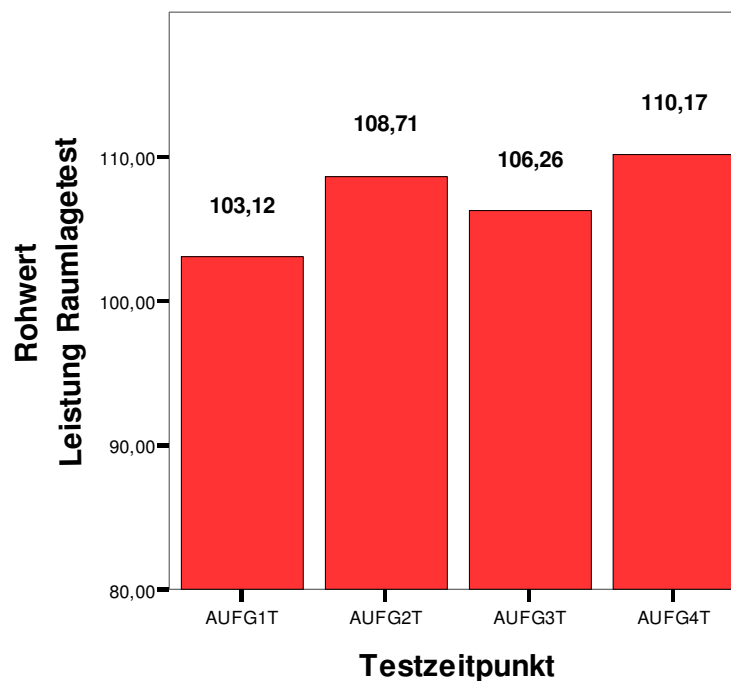


Abbildung 30: Mittelwerte über alle Probanden nach Testzeitpunkten.

Wie aus Abbildung 30 hervorgeht, unterscheiden sich die Leistungen zwischen den zwei Testzeitpunkten und den vier Testungen. Das heißt, dass sich trotz des gewählten Designs, der zeitlichen Distanz zwischen den Testzeitpunkten und der variierten Itemabfolge und Parallelförmigenbenutzung, deskriptiv ein Lerneffekt zeigt. Beim ersten Testzeitpunkt zeigt sich eine Steigerung zwischen erster und zweiter Testung. Beim zweiten Testzeitpunkt ist derselbe Effekt zwischen dritter und vierter Testung erkennbar. Zusätzlich zeigt sich eine Steigerung zwischen erstem und zweitem Testzeitpunkt.

9.1.6 Deskriptivstatistik der Leistungen im Raumlagetest IST unter der Musikbedingungen - Hörbedingungen

Tabelle 9: Deskriptivstatistiken über alle Probanden nach Bedingungen

Deskriptive Statistik						
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz
RUHE	139	76	131	106,03	11,024	121,521
DUSSEK	139	83	131	107,87	10,576	111,853
M381	139	11	132	105,67	14,576	212,469
M448	139	86	132	107,98	10,838	117,456
Gültige Werte (Listenweise)	139					

Tabelle 9 zeigt die Deskriptivstatistiken nach Musikbedingungen – Hörbedingungen.

Deskriptive Statistik nach Hörbedingungen

Statistik : Mittelwert

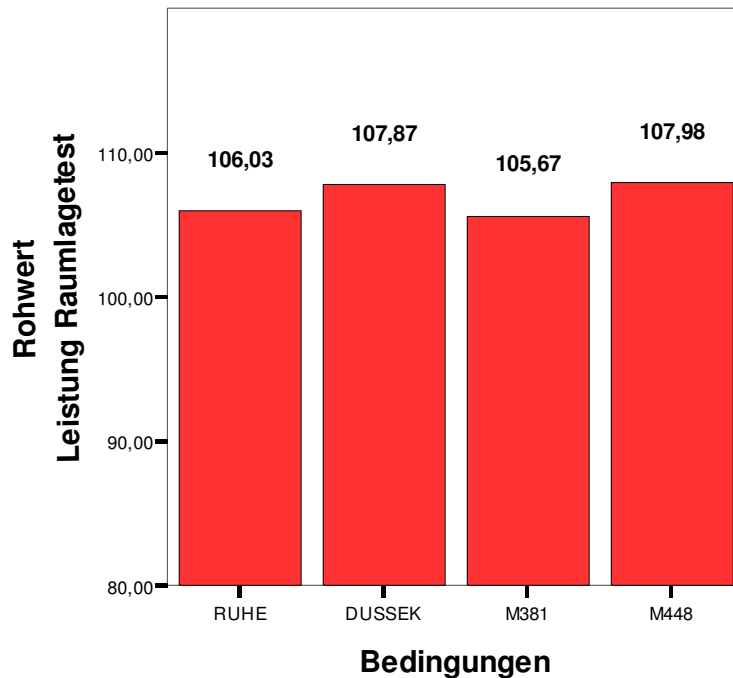


Abbildung 31: Mittelwerte über alle Probanden nach Bedingungen.

In Abb. 31 werden die Mittelwerte nach Hörbedingungen veranschaulicht. Die höchsten Mittelwerte zeigen sich unter der Bedingung „Mozart KV448“ und unter der Bedingung „Dussek“.

9.2 Statistische Hypothesenprüfung

9.2.1 Varianzanalyse nach Zeitpunkten

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen zeigte einen signifikanten Unterschied ($F = 18328,694$, $p = .000$) der Testleistungen zu den vier Testzeitpunkten, das heißt, der Lerneffekt ist statistisch signifikant.

Tabelle 10: Zeitpunkte – Varianzanalyse mit Messwiederholungen

Tests der Zwischensubjekteffekte

1Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifik.
Intercept	6352169,138	1	6352169,138	18328,694	,000
Fehler	47826,612	138	346,570		

alpha = ,05

Tabelle 10 zeigt einen hoch signifikanten Unterschied der Testleistungen zu den Testzeitpunkten.

Um den Lerneffekt vernachlässigen zu können, wurde die VA nach Musikbedingungen und die weiteren Berechnungen mit den Residuen der VA nach Zeitpunkten gerechnet.

9.2.2 Varianzanalyse nach Musikbedingungen

Mit den Residuen wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen gerechnet. Dabei konnte ein signifikanter Unterschied ($F = 4,233$, $p = .006$) zwischen den Bedingungen Ruhe, Dussek, Mozart KV 381 und Mozart KV 448 hinsichtlich der Testleistungen im IST festgestellt werden.

Tabelle 11: Musikbedingungen – Varianzanalyse mit Messwiederholungen

Tests der Innersubjekteffekte

Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
MUSIK	Sphärizität angenommen	541,549	3	180,516	4,233	,006
	Greenhouse-Geisser	541,549	2,985	181,437	4,233	,006
	Huynh-Feldt	541,549	3,000	180,516	4,233	,006
	Untergrenze	541,549	1,000	541,549	4,233	,042
Fehler(MUSIK)	Sphärizität angenommen	17655,107	414	42,645		
	Greenhouse-Geisser	17655,107	411,898	42,863		
	Huynh-Feldt	17655,107	414,000	42,645		
	Untergrenze	17655,107	138,000	127,936		

Tabelle 11 zeigt den signifikanten Unterschied ($F = 4,233$, $p = .006$) zwischen den Bedingungen Ruhe, Dussek, Mozart KV448 und Mozart KV 381.

Demnach ist die Nullhypothese, wonach es keinen Unterschied zwischen den Versuchsbedingungen gibt, zu verwerfen. Um das Ergebnis der Hauptauswertung weiter zu differenzieren wurden Kontrastberechnungen durchgeführt.

9.2.3 Kontrastberechnungen

Tabelle 12: Innersubjekt Kontraste Ruhe im Vergleich mit Musikbedingungen
Test der Innersubjekt Kontraste

Quelle	MUSIK	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
MUSIK	Ruhe - Mozart 448	417,849	1	417,849	4,766	0,031
	Ruhe - Dussek	1027,650	1	1027,650	11,076	0,001
	Ruhe - Mozart 381	360,850	1	360,850	4,307	0,040
	Ruhe - Musik	477,518	1	477,518	7,90	0,006
	Ruhe - Mozart448, Dussek	688,983	1	688,983	9,88	0,002
Fehler (MUSIK)	Ruhe - Mozart 448	12099,598	138	87,678		
	Ruhe - Dussek	12802,521	138	92,772		
	Ruhe - Mozart 381	11520,887	138	83,485		
	Ruhe - Musik	8341,289	138	60,444		
	Ruhe - Mozart448, Dussek	9623,589	138	69,736		

Tabelle 12 zeigt differenzierte Ergebnisse aus der Varianzanalyse mittels Berechnung der Innersubjekt Kontraste zu den Musikbedingungen. Im ersten Schritt wurden die Kontraste für Ruhe und Musikbedingungen im Vergleich berechnet. In allen drei Musikbedingungen wurden im Vergleich zur Ruhebedingung signifikant bessere Leistungen bei den Raumlageaufgaben erzielt ($F = 7,90$, $p = 0,006$).

Der stärkste Effekt ($F = 11,076$, $p = 0,001$) zeigte sich bei Dussek, gefolgt von Mozart KV 448 ($F = 4,766$, $p = 0,0031$) und Mozart KV 381 ($F = 4,307$, $p = 0,040$). Auch die Kontrastberechnung für Ruhe und Musikstücke für zwei Klaviere (Mozart KV 448 und Dussek) zeigte mit $F = 9,88$, $p = 0,002$ ein signifikantes Ergebnis. Ebenfalls signifikant war das Ergebnis der

Kontrastberechnung zwischen Ruhe und Mozart KV381. Wobei die Leistungssteigerung hier geringer war.

Tabelle 13: Innersubjektkontraste der Musikbedingungen

Tests der Innersubjektkontraste

Quelle	MUSIK	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
MUSIK	Dussek - Mozart 448	134,891	1	134,891	1,646	0,202
	Mozart 381 - Mozart 448	54,491	1	54,491	0,664	0,417
	Dussek - Mozart 381	360,850	1	360,850	4,307	0,040
	Dussek - Mozart 381,448	234,247	1	234,247	3,757	0,050
	Mozart 381 - Mozart 448,Dussek	173,947	1	173,947	2,786	0,097
Fehler (MUSIK)	Dussek - Mozart 448	11309,881	138	81,956		
	Mozart 381 - Mozart 448	11326,812	138	82,078		
	Dussek - Mozart 381	11560,730	138	83,773		
	Dussek - Mozart 381,448	8603,602	138	62,345		
	Mozart 381 - Mozart 448,Dussek	8616,301	138	62,437		

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse der Kontrastberechnungen innerhalb der Musikbedingungen.

Zwischen Dussek und Mozart KV 448 ($F = 1,646$, $p = 0,20$) zeigten sich keine Unterschiede bezüglich der Leistungen im IST. Auch beim Vergleich beider Mozartstücke ($F = 0,664$, $p = 0,4$) konnten keine signifikanten Leistungsunterschiede festgestellt werden.

Hingegen wurden unter der Musikbedingung Dussek signifikant mehr Raumlageaufgaben gelöst als unter Mozart 381 ($F = 4,307$, $p = 0,04$). Die Kontrastberechnung zwischen den Komponisten Mozart und Dussek ergab ein knapp signifikantes Ergebnis zugunsten Dusseks ($F = 3,757$, $p = 0,050$). Der Vergleich zwischen Klavierstücken für ein Klavier zu vier Händen und Klavierstücken für zwei Klaviere brachte keine Unterschiede ($F = 2,786$, $p = 0,097$).

Die in Tabelle 13 dargestellten Ergebnisse führen nun zu folgenden Aussagen hinsichtlich der gestellten Hypothesen aus Kapitel 7.

1. *Hypothese: Bewirkt die Mozartsonate KV 448 eine Steigerung der Raumvorstellungsleistung im Vergleich zu anderen Klaviersonaten und zur Ruhe?*

Mozarts Sonate KV 448 bringt eine Leistungssteigerung im Vergleich zur Ruhe. Hier ist die H0 zu verwerfen und H1 beizubehalten. Im Vergleich mit den anderen Musikstücken zeigt sich kein Unterschied. Hier ist die H0 beizubehalten.

2. *Hypothese: Wirken sich Musikstücke für zwei Klaviere positiver auf die Raumvorstellung aus als Werke für ein Klavier zu vier Händen und Ruhe?*

Musikstücke für zwei Klaviere im Vergleich zu Musikstücken mit einem Klavier zu vier Händen wirken sich nicht positiver auf die Raumvorstellung aus. Hier ist die H0 beizubehalten. Im Vergleich zu Ruhe zeigen sich aber sehr wohl signifikant bessere Leistungen. Hier ist die H0 zu verwerfen und die H1 anzunehmen.

3. *Hypothese: Wirken sich generell Musikstücke für Klavier positiver auf die Raumvorstellung aus als Ruhe?*

Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Effekt: Musikstücke für Klavier wirken sich generell positiver auf die Raumvorstellung als Ruhe. Hier ist die H0 zu verwerfen und die H1 beizubehalten.

9.3 Weitere Ergebnisse

9.3.1 Einflussfaktor Instrumentalspiel

Der Einfluss des Instrumentalspieles auf die Testleistung wurde mittels einer multivariaten Varianzanalyse überprüft. Aus dem Fragebogen ging hervor, dass

82 Versuchspersonen kein Instrument und 57 Versuchspersonen ein oder mehrere Instrumente spielten. Das Ergebnis stellt sich in Tabelle 14 dar.

Tabelle 14: Multivariate Varianzanalyse - Einflussfaktor Instrumentalspiel

Quelle	Abhängige Variable	Tests der Zwischensubjekteffekte			F	Signifikanz
		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate		
Korrigiertes Modell	RERUHE	169,572	4	42,393	,351	,843
	REDUSS	437,507	4	109,377	1,110	,355
	RE381	274,318	4	68,580	,502	,734
	RE448	521,089	4	130,272	1,122	,349
Intercept	RERUHE	2,173	1	2,173	,018	,893
	REDUSS	477,798	1	477,798	4,849	,029
	RE381	58,389	1	58,389	,428	,514
	RE448	310,154	1	310,154	2,672	,105
IANZ	RERUHE	169,572	4	42,393	,351	,843
	REDUSS	437,507	4	109,377	1,110	,355
	RE381	274,318	4	68,580	,502	,734
	RE448	521,089	4	130,272	1,122	,349
Fehler	RERUHE	16175,970	134	120,716		
	REDUSS	13204,561	134	98,541		
	RE381	18296,386	134	136,540		
	RE448	15556,993	134	116,097		
Gesamt	RERUHE	16613,547	139			
	REDUSS	13888,078	139			
	RE381	18581,669	139			
	RE448	16094,650	139			
Korrigierte Gesamtvarianz	RERUHE	16345,541	138			
	REDUSS	13642,067	138			
	RE381	18570,704	138			
	RE448	16078,082	138			

a R-Quadrat = ,010 (korrigiertes R-Quadrat = -,019)

b R-Quadrat = ,032 (korrigiertes R-Quadrat = ,003)

c R-Quadrat = ,015 (korrigiertes R-Quadrat = -,015)

d R-Quadrat = ,032 (korrigiertes R-Quadrat = ,004)

Wie aus Tabelle 14 hervorgeht, konnte kein Unterschied zwischen Instrumentalisten und Nicht-Instrumentalisten festgestellt werden ($F = 0,351$, $p = 0,843$; $F = 1,110$, $p = 0,355$; $F = 0,502$, $p = ,734$; $F = 1,122$, $p = ,349$). D.h., die Leistung im Raumvorstellungstest wird nicht durch das Spiel eines Instrumentes (musikalische Vorerfahrung) beeinflusst.

9.3.2 Einflussfaktor Musikgefallen

Die Analyse mittels univariater Varianzanalysen sollte untersuchen, ob das Gefallen oder nicht Gefallen der Hörbedingungen einen Einfluss auf die Leistungen in der Raumvorstellung hat

Tabelle 15: Univariate Varianzanalyse zum Einfluss von Musikgefallen

Quelle	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell				
Re Ruhe	3	165,159	1,407	0,244
Re Dussek	2	156,836	1,6	0,206
Re Mozart 381	2	34,326	0,251	0,779
Re Mozart 448	3	72,664	0,614	0,607

Die Ergebnisse in Tabelle 15 zeigen, dass die Beurteilung über Gefallen oder nicht Gefallen keinerlei Einfluss auf die Raumvorstellungsleistung unter den einzelnen Hörbedingungen hat ($F = 1,407$, $p = 0,244$; $F = 1,600$, $p = 0,206$; $F = 0,251$, $p = 0,779$; $F = 0,614$, $p = 0,607$). Die vollständigen Ergebnislisten finden sich im Anhang unter 15.8.

10 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

10.1 Kann Musik, hier im speziellen Klaviermusik, zu einer Steigerung der Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen führen?

Nach Berücksichtigung des Lerneffektes ist aus den Ergebnissen zu erkennen, dass das Hören bestimmter Musikstücke zu einer signifikanten Verbesserung der räumlichen Fähigkeiten führt. Alle drei in dieser Untersuchung verwendeten Stücke führten zu einer Leistungssteigerung gegenüber der Ruhebedingung. Hierbei zeigten sich Unterschiede zwischen den einzelnen Kompositionen. Der stärkste Effekt wurde unter Dussek festgestellt, gefolgt von Mozart KV 448 und Mozart KV 381.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die von Rauscher et al. (1993, 1995) aufgestellte Theorien, dass neuronale Basisnetzwerke durch bestimmte Musik aktiviert werden und es zu einem Priming höherer Gehirnfunktionen kommt, zutreffen. Neuere Studien (vgl. Goger 2003, Jausovec et al. 2005, Adlmann 2005, Knell 2006, Suda et al. 2008) bekräftigen die Theorie des Primings. Unklar ist jedoch, was genau und welche Art von Musik diese Voraktivierung auslöst und ob diese auch durch andere Höreindrücke verursacht werden könnte. Ob es daher berechtigt ist, von einem „Mozart Effekt“ zu sprechen ist fraglich, da dieses Phänomen nicht nur auf diesen einen Komponisten beschränkt zu sein scheint.

10.2 Welchen Einfluss haben Komponist, Komposition und Instrumentarium auf den Mozart Effekt?

Um diese Fragestellung beantworten zu können, wurden die in der Untersuchung verwendeten Musikstücke gezielt ausgewählt. Die zu Grunde liegenden Überlegungen dazu waren folgende:

Neben der Klaviersonate Mozart KV 448 sollte ein möglichst ähnliches Stück für 2 Klaviere eines anderen Komponisten zum Einsatz kommen. Die Wahl fiel auf die Klaviersonate in F-Dur von J.L. Dussek, weil er einerseits ein Zeitgenosse Mozarts und ebenso wie dieser selbst Pianist war. Weiters sollten alle Stücke in Dur-Tonart gesetzt sein um Stimmungsbeeinflussungen durch das Tongeschlecht zu vermeiden. Alle drei Stücke, so auch die Klaviersonate zu vier Händen in D-Dur, KV 381 sollten eine ähnlich hohe Komplexität aufweisen. Bei diesem Stück wurde bewusst eine Komposition für 4 Hände an einem Klavier verwendet, um allfällige stereofone Effekte der zwei Klaviere auszuschalten und trotzdem eine ähnlich hohe Klangfülle wie bei den Stücken für 2 Klaviere zu erreichen. Da in allen drei Musikstücken stets 4 Hände musizieren, sind unabhängig von der Anzahl der verwendeten Instrumente immer 4 Melodielinien gleichzeitig hörbar. Bisher wurden auch in keiner Studie eine andere Klaviersonate Mozarts und vergleichbare Klaviermusik als Vergleichsbedingungen herangezogen.

Beim Vergleich der Musikstücke untereinander zeigten sich folgende Ergebnisse:

Dussek verglichen mit Mozart KV 448

Bei beiden Musikstücken trat eine Verbesserung der Leistung auf, sie unterschieden sich aber nicht signifikant.

Dussek verglichen mit Mozart KV 381

Anschließend an Dussek wurden signifikant bessere Leistungen erzielt als nach Mozart KV 381.

Mozart KV 448 verglichen mit Mozart KV 381

Bei beiden Musikstücken trat eine Verbesserung der Leistung auf, sie unterschieden sich aber nicht signifikant.

Bei differenzierter Betrachtung zeigt sich hier, dass der Grad der Auswirkung auf die Raumvorstellungsleistung nicht vom Komponisten abhängt, sowie dass die Sonate KV 448 keine Sonderstellung gegenüber den anderen Kompositionen einnimmt.

Um diese Feststellung abzusichern, wurden die beiden Mozart Sonaten mit Dusseks Sonate verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Leistungen nach dem Hören der Dussek Sonate nur geringfügig besser sind als bei beiden Mozartsonaten, was obige Feststellung bekräftigt.

Um einen eventuell vorhandenen Einfluss des eingesetzten Instrumentariums (zwei Klaviere / ein Klavier) auszuschließen, wurden die beiden Stücke für zwei Klaviere von Dussek und Mozart mit dem Stück für ein Klavier von Mozart verglichen. Dabei zeigt sich kein signifikanter Unterschied. Aus diesem Ergebnis kann nicht geschlossen werden, dass Musikstücke für zwei Klaviere eine besonders gute Auswirkung auf die räumliche Vorstellungsleistung ausüben, obwohl bei Betrachtung der Effektgrößen eine Tendenz in diese Richtung weist.

Es wäre interessant, weitere Untersuchungen, die genau diese Fragestellung behandeln, durchzuführen. Es könnten stereofone Effekte, die durch das Instrumentarium hervorgerufen werden, eine wesentliche Einflussgröße darstellen. Diese wären aber nur mit erheblich größerem technischen Aufwand bei Aufnahme, Wiedergabe und Wahrnehmung der Musik zu erfassen. Interessant wäre es auch der Frage nach zu gehen, ob dieser Effekt mit anderem Instrumentarium bei entsprechender räumlicher Anordnung bei der Tonaufnahme und gleichbleibender Komplexität der Musik, ebenso erzielt werden kann. Vielleicht könnten ja sogar nichtmusikalische komplexe stereofone Höreindrücke einen Effekt verursachen.

Da unter allen drei Musikbedingungen eine Verbesserung der räumlichen Fähigkeit festgestellt werden konnte, erscheinen Ergebnisse und Vermutungen zahlreicher früherer Studien, die einen Hinweis auf einen leistungssteigernden Einfluss von Komplexität und Musikstruktur geben, bestätigt (vgl. Rauscher 1998, Hughes 2001, Jenkins 2001,). Twomey und Esgate (2002) wiesen in ihrer Studie darauf hin, dass komplex strukturierte Musik für den Priming Effekt verantwortlich sein könnte. Hughes & Fino (2000) und Husain et al. (2002) konnten eine positive Wirkung des Tongeschlecht, nämlich Dur-Tonarten führen zu positiverer Stimmung und Aktivierung , feststellen.

10.3 Hat das Gefallen bzw. Nicht-Gefallen der Musikstücke einen Einfluss auf das Ergebnis?

Verschiedene Studien kamen zu widersprüchliche Ergebnissen über den Einfluss des Gefallens der Musikstücke auf die Leistung in der Raumvorstellung. Aus diesem Grund wurden die Probanden bezüglich ihrer Präferenz oder ihrer Abneigung gegenüber den gehörten Musikstücken befragt. Affenzeller (1999) und Spitzer (2003) fanden bezüglich Musikpräferenz und Gefallen der Stücke keinen Einfluss. Hingegen betonen Nantais & Schellenberg (1999) und Haalam (2005), dass es einen Zusammenhang zwischen Gefallen der Musik und der Leistung in der Raumvorstellung gibt. Demnach wirkt präferierte Musik besser.

In dieser Untersuchung zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Gefallen des Musikstückes und der Leistungssteigerung auch wenn die Sonate Dusseks am meisten präferiert wurde und durch sie die größte Steigerung erreicht wurde. Die Ergebnisse zu diesem Einflussfaktor sind aber noch nicht ausreichend um ihn abschließend beurteilen zu können.

10.4 Könnten musikalische Vorerfahrungen einen Einfluss auf den Mozart Effekt haben?

Aufgrund vorangegangener Studien (vgl. Affenzeller 1999, McKelvie & Low (2002), welche über den möglichen Einfluss von musikalischer Erfahrung zu keinem einheitlichen Ergebnis gekommen sind, wurde auch dieser Parameter für die vorliegende Arbeit erhoben. Es konnten keine signifikanten Auswirkungen auf das Ergebnis festgestellt werden. Allerdings weisen jüngste Studien in Richtung eines Effektes. Der Grund für die heterogenen Resultate der Studien kann so wohl durch die unterschiedliche Vorgehensweise bei der Erhebung derselben liegen, als auch an den Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit und Bewertung der musikalischen Erfahrungen. Nur bei Studien mit klar abgegrenzten

Propandengruppen wie Berufsmusikern und Nichtmusikern (vgl. Adlmann 2005) konnte ein eindeutiger positiver Einfluss der musikalischen Erfahrung nachgewiesen werden.

11 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit möglichen Einflussfaktoren hinsichtlich der Wirkung von Musik auf die Verarbeitungsleistung räumlicher Aufgaben im Sinne einer Überprüfung des Mozart Effektes.

Die Stichprobe umfasst 139 SchülerInnen im Alter von 17 – 46 Jahren aus dem Gesundheits- und Krankenpflegebereich. Bei dieser Feldstudie wurden die Daten an zwei verschiedenen Terminen im Abstand von mindestens 4 Wochen an den jeweiligen Schulstandorten erhoben. Die Leistungen in der Raumlage wurden mittels adaptierter Raumlageaufgaben aus dem IST ermittelt. Es kamen vier Versuchsbedingungen zur Anwendung, wobei das Versuchsdesign von Rideout und Taylor (1997) eingesetzt wurde. Der Versuchsplan sieht vor dass an zwei Testzeitpunkten jeweils 2 Testbedingungen abgearbeitet werden. Dazu wurde getrennt durch 15 Minuten Pause jeweils 9 Minuten Versuchsbedingungen (Musik oder Ruhe) gefolgt von einer ebenfalls 9 minütigen Testphase vorgegeben. In den Musikbedingungen kamen drei Musikstücke zur Anwendung. Dies waren Mozarts Klaviersonate in D-Dur für 2 Klaviere KV 448, Mozarts Klaviersonate in D-Dur für ein Klavier zu vier Händen KV 381 und die Klaviersonate in F-Dur für zwei Klaviere von Dussek. Als Kontrollgruppe diente eine Ruhebedingung in der die Versuchspersonen angehalten wurden 9 Minuten in Stille, in angenehmer Sitzposition ohne Gespräche zu verbringen. Mittels selbstverfasstem Fragebogen wurden zusätzlich Daten zu Händigkeit, Geschlecht, Musikgefallen, Musikpräferenz und musikalischer Vorerfahrung erhoben um eventuelle Einflüsse auf die Leistung überprüfen zu können.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen nach Berücksichtigung des festgestellten Lerneffektes ein statistisch signifikantes Ergebnis zugunsten der Wirkung der in dieser Studie verwendeten Musik auf die Raumvorstellungsfähigkeit im Vergleich zur Ruhebedingung ($F = 4,233$, $p = 0,006$). Unter allen drei Musikbedingungen kam es im Vergleich zur Kontrollgruppe zu einer Leistungssteigerung. Es zeigten sich Unterschiede zwischen den einzelnen Kompositionen. Der stärkste Effekt

wurde unter der Versuchsbedingung Dussek festgestellt ($F = 11,076$, $p = 0,001$), gefolgt von Mozart KV 448 ($F = 4,766$, $p = 0,0031$) und Mozart KV 381 ($F = 4,307$, $p = 0,040$). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die von Rauscher et al. (1993, 1995) aufgestellte Theorie, dass neuronale Basisnetzwerke durch bestimmte Musik aktiviert werden und es zu einem Priming höherer Gehirnfunktionen kommt, zutrifft. Um den Einfluss von Komponist, Komposition und Instrumentarium untersuchen zu können wurden die Musikstücke untereinander mittels Kontrastberechnung verglichen. Bei differenzierter Betrachtung zeigt sich, dass der Grad der positiven Auswirkung auf die Raumvorstellungsleistung nicht vom Komponisten abhängt, sowie dass die Sonate KV 448 von Mozart keine Sonderstellung gegenüber den anderen Kompositionen einnimmt. Um diese Feststellung abzusichern, wurden die beiden Mozart Sonaten mit Dusseks Sonate verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Leistungen nach dem Hören der Dussek Sonate nur geringfügig besser sind als bei beiden Mozartsonaten ($F = 3,757$, $p = 0,050$), was obige Feststellung bekräftigt. Bezüglich des Einflusses des eingesetzten Instrumentariums konnte kein signifikanter Unterschied ($F = 2,786$; $p = 0,097$) zwischen Musikstücken für zwei Klaviere und vierhändigem Spiel auf einem Klavier festgestellt werden. Bei Betrachtung der einzelnen Effektgrößen zeigt sich eine Tendenz zugunsten von Musikstücken für zwei Klaviere (Dussek ($F = 11,076$, $p = 0,001$), Mozart KV 448 ($F = 4,766$, $p = 0,0031$) und Mozart KV 381 ($F = 4,307$, $p = 0,040$)). Stereofone Effekte könnten hier eine mögliche Einflussgröße darstellen. Untersuchungen zu diesen stereofonen Effekten und der Einsatz anderer Instrumentarien könnten hier weiterführend Aufschluss geben.

Zusammengefasst weisen die Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Musikstücke bestätigend auf Erkenntnisse früherer Studien hin, die einen positiven Einfluss von Komplexität, Struktur und Tongeschlecht (Dur-Tonart) der verwendeten Musik festgestellt haben.

Ob Musikgefallen und musikalische Vorerfahrung in einem Zusammenhang mit der räumlichen Leistung stehen, konnte in dieser Arbeit nicht nachgewiesen werden. Frühere Studien zu diesem Einflussfaktor erbrachten sehr unterschiedliche Ergebnisse. Zwischen dem Gefallen der Musikstücke und der

Leistungssteigerung konnte hier kein signifikanter Zusammenhang (Ruhe: $F = 1,407$, $p = 0,244$; Dussek: $F = 1,6$, $p = 0,206$; Mozart 381: $F = 0,251$, $p = 0,779$; Mozart 448: $F = 0,614$, $p = 0,607$) festgestellt werden, auch wenn die Sonate Dusseks am meisten präferiert und durch sie auch die größte Steigerung erreicht wurde.

Bei den Daten zur musikalischen Vorerfahrung wurde erhoben, ob und wie lange die Versuchspersonen ein Musikinstrument gespielt haben. Es ergaben sich die Gruppen Instrumentalisten und Nicht-Instrumentalisten. Mittels multivariater Varianzanalyse konnte kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen festgestellt werden ($F = 0,351$, $p = 0,843$; $F = 1,110$, $p = 0,355$; $F = 0,502$, $p = 0,734$; $F = 1,122$, $p = 0,349$). d.h. in dieser Untersuchung hat die musikalische Vorerfahrung keinen Einfluss auf die Leistungssteigerung bei Raumlageaufgaben.

12 LITERATURVERZEICHNIS

- Adlmann, E.M. (2005) *Unterschiede in der Raumvorstellung bei professionellen Musikern und Nicht-Musikern unter Berücksichtigung des „Mozart-Effekts“ und der psychologischen Androgyniemessung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit der Universität Wien.
- Affenzeller, A. (1999). *Musik und spatiale Leistungsfähigkeit: eine kritische Überprüfung des „Mozart-Effektes“*. Unveröff. Diplomarbeit der Uni. Wien.
- Altenmüller, E. & Jung, R. (1986). *Großhirndominanz und Musikausbildung: Langsame Hirnpotentiale bei Musikaufgaben und Musikhören*. Vortrag am 3. Herbert von Karajan-Symposium, Wien.
- Althof, K. & Jäger, A. O. (1983). *Der WILDE – Intelligenz – Test (WIT)*. Ein Strukturdiagnostikum. Verlag für Psychologie. Dr. C. J. Hogrefe. Göttingen.
- Amthauer, R. (1970). *Intelligenz – Struktur – Test IST 70*. Verlag für Psychologie. Dr. C.J. Hogrefe. Göttingen.
- Amthauer, R. (1953). *Intelligenz – Struktur – Test IST*. Verlag für Psychologie. Dr. C.J. Hogrefe. Göttingen.
- Anastasi, A. (1988). *Psychological testing*. New York: Macmillan. (zit. nach Stouth, Kerkin, Bates & Mangan 1994).
- Barrat, E.S. (1955). The space-visualization factors related to temperament traits. *Journal of Psychology* 39, S.279-287.
- Bastian, H-G. (1997). Beeinflusst intensive Musikerziehung die Entwicklung von Kindern. In *Persönlichkeitsentfaltung durch Musikerziehung*. Hrsg. Scheidegger J. & Eiholzer H. Musikedition Nepomuk.
- Behne, K-E. (1989). Musik- und Raumwahrnehmung. In *Musik und Raum*. Vier Kongressbeiträge und ein Seminarbericht. Hrsg. Morawska-Büngeler M. Schott.

- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (1995). Lernen und Gedächtnis. In R.F. Schmidt & G. Thews (Hrsg.), *Physiologie des Menschen* (S. 154–166). Berlin: Springer–Verlag.
- Bever, T., Chiarello, R. (1974). Cerebral Dominance in Musicians and Nonmusicians, in: *Science*, 185/1974, S.137-139.
- Böhm, G. (1992). *Der Einfluss des Instrumentalspiels auf die räumlich-abstrakte Vorstellungsfähigkeit*. Unveröffentlichte Diplomarbeit der Univ. Wien.
- Bridgett, D.J., Cuevas, J. (2000). Effects of listening to Mozart and Bach on the performance of a mathematical test. *Perceptual Motor Skills*. 2000 Jun; 90 (3Pt 2):1171-5.
- Brown, W. & Stephenson, W. (1933). A test of the theory of two factors. *British Journal of Psychology*, 23, S. 352-370. (zit. nach McGee, 1979).
- Bruhn H., Oerter R., Rösing H. (1997). *Handbuch der Musikpsychologie*. rororo
- Brüderlin, R. (1995). *Akustik für Musiker*. bosse musik paperback
- Burt, C. (1967). The structure of the mind. In: S. Wiesenman (Hrsg.): *Intelligence and ability*. Harmondsworth: Penguin, S.193-217.
- Bodner, M., Muftuler, L.T., Nalcioglu, O. & Shaw, G.L. (2001). FMRI study relevant to the Mozart effect: brain areas involved in spatial-temporal reasoning. *Neurobiological Research*, 23(7), 683-690.
- Bodner, M., Peterson, M., Shaw, L. et al. (2002). Music Spatial-Temporal Math Programm for 2nd Graders Enhances ADVANCED Math Concepts and Stanford 9 Math Scores . (Gordon Shaw, unpublished).
gshaw@MINDinst.org.
- Caplan, P.J., McPherson, G.M. & Tobin, P. (1985). Do Sex-Related Differences in Spatial Abilities Exist?. *American Psychologist*, 40 (7), S. 786-799.
- Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carstens, C.B., Huskins, E. & Hounshell, G. W. (1995). Listening to Mozart may not enhance performance on the Revised Minnesota Paper Form Board Test. *Psychological Reports*, 77, 111-114.

- Cash, A.H., El-Mallakh, R.S., Chamberlain, K., Bratton, J.Z. & Li, R. (1997). Structure of Music may influence Cognition: *Perceptual and Motor Skills* 1997, 84, 66.
- Chabris, C.F. (1999). Prelude or requiem for the Mozart effect? *Nature*, 400, 826-827.
- Costa-Giomi, E. (1998). *The McGill piano project: Effects of the three years of piano instruction on children's cognitive abilities, academic achievement, and self-esteem as presented at the meeting of the Music Educators National Conference (MENC)*. Phoenix, Arizona.
- David, E. (1989). Musikwahrnehmung und Hirnstrombild. In Petsche, H. (Hrsg.); *Musik-Gehirn-Spiel* (S. 91-102). Basel: Birkhäuser.
- D'Esposito, M., Aguirre, G.K., Zahran, E., Ballard, D.H., Shin, R.K., & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cognitive Brain Research*, 7, 1-13.
- Deegener, G. (1978). Neuropsychologie und Hemisphärendominanz: Beziehungen zwischen Händigkeit, Sprache und funktioneller Hemisphärenasymmetrie. Stuttgart: Enke (*Klinische Psychologie und Psychopathologie; Bd.3*).
- Deutsch, D. (1999). *The Psychology of Music*. Second Edition. Academic Press.
- Dinter, H., Pichler, H. & Zankl, G. (1989). Geschlechtsunterschiede bei der Körper-Raum- Wahrnehmungs- und Vorstellungsfähigkeit im Pflichtschulalter. Wien: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Sport.
- Douglas, S. & Willats, P. (1994). *Journal of research in Reading*, 17: 91-107.
- El Koussy, A.A.H. (1935). The Visual Perception of Space. *British Journal of Psychology* (Monograph Supplement), 20, S.1-80 (zit. nach Eliot, 1983).
- Einstein, A. (1945). *Mozart. Sein Charakter – sein Werk*. Fischer.
- Eliot, J. (1987). *Models of Psychology Space*. New-York-Berlin- Heidelberg: Springer-Verlag.
- Emmet, W.C. (1949). Evidence of a space factor at eleven and earlier. *British Journal of Psychology*, Stat. Sec., 2, S.3-16.
- French, J.W. (1951). Description of Aptitude and Achievement Tests in Terms of Rotated Factors. *Psychometric Monographs*, 5. Chicago: University of ChicagoPress. (zit. nach Eliot, 1983).

- Forman, A. & Pirkner, P. (1991). *Methodenlehre*. (Skriptum zur Vorlesung)
Wien: Universität, Institut für Psychologie.
- Gilleta, K.S., Vrbancic, M.I., Elias, L.J. & Saucier, D.M. (2003). A Mozart effect for women on a mental rotations task. *Perceptual Motor Skills*, 96 (3 PT 2): 1086-92.
- Gittler, G. (1984). Entwicklung und Erprobung eines neuen Testinstruments zur Messung des räumlichen Raumvorstellungsvermögens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 5 (2), S.141-165.
- Gittler, G. (1990). *Dreidimensionaler Würfeltest (3DW): ein Rasch-skaliertes Test zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. Weinheim: Beltz Test.
- Goger, C. (2003). *Untersuchung des Mozart Effektes anhand von Gleichspannungspotentialen und ereigniskorrelierten Potentialen*. Diplomarbeit Univ. Wien.
- Goldstein, D., Haldane, D. & Mitchell, C. (1990). Sex differences in visual-spatial ability: The role of performance factors: *Memory & Cognition*, 18(5), S.546-550.
- Graziano, A., Peterson, M. & Shaw, G. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21, S.139-152.
- Gruhn, W. (2003). Gibt es kognitive Transfereffekte der Musik? Der Mozart-Effekt – Wunsch und Wirklichkeit. In Landau, A. & Stulz, P. (Hrsg.). *Musik und Medizin*. Chronos Verlag, S.61-70.
- Gstättner, R. (1996). *Raumvorstellung und Lateralisation. Intersexueller Vergleich, sowie leistungsspezifische Differenzen in Lokalisation und Quantität der corticalen Aktivität im DC-EEG*. Diplomarbeit der Univ. Wien.
- Guilford, J.P. & Lacey, J.I. (1947). *Printed Classification Tests, A.A.F. (Aviation Psychological Progress Research Rep.No.5)*. Washington, D.C.: U.S.Government Printing Office. (zit. nach McGee, 1979).
- Guilford, J.P. (1965). *Persönlichkeit*. Weinheim: Beltz. (zit. nach Böhm, 1992).

- Guilford, J.P., Fruchter, B. & Zimmerman, W.S. (1952). Factor analysis of the army air forces Sheppard Field Battery of Experimental Aptitude Tests. *Psychometrika*, 7 (1), S. 45-63.
- Gustaffson, J-E. (1984). A unifying Model for the Structure of Intellectual Abilities. *Intelligence*, 8, S. 179-203.
- Guttman, R., Epstein, E., Amir, M. & Guttman, L. (1990). A Structural Theory of Spatial Abilities. *Applied Psychological Measurement*, 14 (3), S. 217-236.
- Hamburg, D.A. & Lunde, D.T. (1976). Sex hormones in the development of sex differences in human behavior. In: *Maccoby, E.E. (Hrsg.): The development of sex differences*. London: Tavistock Publ., S.1-24.
- Hassler, M. (1990). *Androgynie. Eine experimentelle Studie über Geschlechtshormone, räumliche Begabung und Kompositionstalent*. Göttingen: Hogrefe.
- Hassler, M. (1991). Maturation rate and spatial, verbal and musical abilities: a seven-year-longitudinal study. *International Journal of Neuroscience*, 58, S.183-198.
- Hassler, M. & Birbaumer, N. (1984). Musikalisches Talent und räumliche Begabung. *Archiv für Psychologie*, 136, S. 235-248.
- Hassler, M., Birbaumer, N. & Feil, A. (1985). Musical talent and visual-spatial abilities: a longitudinal study. *Psychology of Music*, 13, S.99-113.
- Hassler, M. (1998) *Musikalische Begabung in der Pubertät: Biologische und psychologische Einflüsse*. Augsburg: Wißner Verlag.
- Hebb, D.O. (1949). *The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory*. New York: Wiley.
- Helscher, R. (1994). *Neue Methoden zur Diagnostik und Rehabilitation von Störungen der Raumwahrnehmung*. Dissertation der Univ. Wien.
- Hesse, H.P. (2003). *Der Mozart-Effekt – Mythos oder Realität?* Forschungsnetz Mensch und Musik: Online: www.mensch-und-musik.at/forschung/mozarteffekt 06.07.03
- Hilton, T. (1985). National changes in spatial-visual ability from 1960 to 1980. Princeton, NJ, *Educational Testing Service*. zit. in Eliot, 1987.

- Hiscock, M. (1986). On Sex differences in Spatial Abilities. *American Psychologist*, 41 (9), S. 1011-1012.
- Hosenfeld, I., Strauss, B. & Köller, O. (1997). Geschlechtsdifferenzen bei Raumvorstellungsaufgaben - eine Frage der Strategie?. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 11(2), S.85-94.
- Hughes, J.R. & Fino, J.J. (2000). The Mozart effect: distinctive aspects of the music-a clue to brain coding? *Clinical Electroencephalography*, 31, 94-103.
- Hughes, J.R., Daaboul, Y., Fino, J.J. & Shaw, G.L. (1998). The „Mozart Effect“ on epileptiform activity. *Clinical Electroencephalography*, 29(3), 109-119.
- Hughes, J.R., Fino, J.J., & Melyn, M.A. (1999). Is there a chronic change of the „mozart effect“ on epileptiform activity? A case study. *Clinical Electroencephalography*, 30, 44-45.
- Husain, G., Thompson, W.F., & Schellenberg, E.G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171.
- Ivanov, V.K. & Geake, J.G. (2003). The Mozart effect and primary school children. *Psychology of Music*, 31, 405-413.
- Jenkins, J.S. (2001). The Mozart effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(4), 170-172.
- Jausovec, N. & Habe, K. (2005). The influence of Mozart's sonata K.448 on brain activity during the performance of spatial rotation and numerical tasks. *Brain Topogr.* 17(4):207-18.
- Jausovec, N., Jausovec, K. & Gerlic, I. (2006). The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning. *Clinical Neurophysiological* 117 (12): 2703-14.
- Jäncke, L. (2001). Was ist so Besonderes an den Gehirnen von professionellen Musikern? *Zeitschrift für Medizinische Psychologie*, 10, 2001, 3, 107-114.
- Jirasko, M. (1996). Bearbeitungsstrategien bei Raumvorstellungstests: SFT und 3DW im Vergleich. In: Jirasko, M., Glück, J. & Rollet, B. (Hrsg.), *Perspektiven psychologischer Forschung in Österreich* (S.91-94). Wien: WUV-Verlag.

- Johnson, E.S. & Meade, A.C. (1987). Developmental Patterns of Spatial Ability: An Early Sex Difference. *Child Development*, 58, S. 725-740.
- Johnson, J.K., Cotman, C.W., Tasaki, C.S., & Shaw, G.L. (1998). Enhancement of spatial-temporal reasoning after a Mozart listening condition in Alzheimer's disease: A case study. *Neurological Research*, 20, 666-672.
- Jourdain, R.(1998). *Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg-Berlin.
- Kail, R. & Carter, P. & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. *Perception & Psychophysics*, 26(3), S. 182-186.
- Kelley, T.L. (1928). *Crossroads in the mind*. Stanford, Calif.: Stanford University Press. (zit. nach McGee, 1979).
- Kenealy, P. & Monsef, A. (1994). Music and IQ tests. *The Psychologist*, 7, 346.
- Klemm, G. (1987). *Untersuchungen über den Zusammenhang musikalischer und sprachlicher Wahrnehmungsfähigkeit*. Frankfurt: Peter Lang.
- Klöppel, R. (1997). *Die Kunst des Musizierens. Von den physiologischen und psychologischen Grundlagen zur Praxis*. Schott, Mainz.
- Knell, U. (2006). *Zum "Mozart-Effekt": Stellen musikalische Begabung und Befindlichkeit Einflussfaktoren dar?* Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Wien.
- Kolb, B. & Wishaw, I.Q. (1985). *Fundamentals of human neuropsychology 2 ed*. NewYork: W.H. Freeman & Company.
- Kosslyn, J.M. (1987). Seeing and Imaging in the cerebral Hemispheres: a computational approach. *Psychological Review*, 94, S. 148-175.
- Kosslyn, S.M. (1990). Mental Imagery. In: Osheron, D.N., Kosslyn, S.M. & Hollerbach, J.M. (eds): *Visual cognition and action*. Cambridge-Massachusetts-London: The MIT Press.
- Kucian, K., Loeneker, T., Dietrich, T. Martin, E. & von Aster, M. (2005). Gender differences in brain activation patterns during mental rotation and number related cognitive tasks. *Psychology Science*, 47, 112-131.
- La Motte-Haber, H. (1990). *Musik und Bildende Kunst: von der Tonmalerei zur Klangskulptur*. Laaber-Verlag.

- Landsdell, M. (1962). A sex difference in effect of temporal lobe neurosurgery on design preference. *Nature*, 194, S.852-854.
- Leng, X. Shaw, G.L. & Whright, E.L. (1990). Coding of Musical Structure and the Trion Model of Cortex. *Music Perception*, 8, 49-62.
- Leng, X. & Shaw, G.L. (1991). Towards a neural theory of higher brain function using music as a window. *Concepts in Neuroscience* 2, 229-258.
- Linn, M.C. & Peterson, A.C. (1985). Emergence and characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child development*, 56, S. 1479-1489.
- Maccoby, E.E. & Jacklin, C.N. (1974). *The Psychology of sex differences*. Stanford: Stanford University Press
- Macfarlane Smith, I. (1983). Some Points of Evaluation. In J. Eliot & I. Macfarlane Smith (eds), *An International Directory of Spatial Tests* (pp. 443-451).
- Maier, P.H. (1994). *Räumliches Vorstellungsvermögen*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- McCutcheon, L.E. (2000). Another failure to generalize the Mozart effect. *Psychological Reports*, 87(1), 325-330.
- McGee, M.G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences. *Psychology Bulletin*, 86, S.889-918.
- McGee, M.G. (1982). Spatial Abilities: The Influence of Genetic Factors. In: Potegal, M. (ed): *Spatial Abilities. Development and Physiological Foundations*. New York: Academic Press.
- McGlone, J. (1980). Sex Differences in Human Brain Asymmetric. *Behavioral and Brain Sciences* 3, S. 215-263.
- McKelvie, P., & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve childrens spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. *British Journal of Development Psychology*, 20, 241-258.
- Merz, F. (1979). Geschlechtsunterschiede und ihre Entwicklung. *Lehrbuch der Differentiellen Psychologie*, Bd 3. Göttingen-Toronto-Zürich: Hogrefe.

- Merriman, W. E., Keating, S.P. & List, J.A. (1985). Mental Rotation of Facial Profiles: Age- Sex-, and Ability-Related Differences. *Developmental Psychology*, 21 (5), S.888-900.
- Money, J. & Alexander, D. (1966). Turner's syndrom: further demonstration of the presence of specific cognitional deficiencies. *Jour. Med. Genetic*, 3, S.42-48.
- Nantais, K. & Schellenberg, E.G. (1999). The Mozart Effect: An Artifact of Preference. *Psychological Science*, 10, 370-373.
- Nelson, D. (2002). *From Brain Research to Mass Marketed Compact Discs – Some Aspects of Mozart in the United States at the Turn of the Millenium*. (Online im Internet). URL: http://www.satchmoz.at/nelson_paper.htm (23.09.2006)
- Newcombe, N. (1982). Sex –Related Differences in Spatial-Ability: Problems and Gaps in Current Approaches. In: Potegal, M. (ed): *Spatial Abilities. Development and Physiological Foundations*. New York: Academic Press.
- Newman, J., Rosenbach, J.H., Burns, K.L., Latimer, B.C., Matocha, H.R. & Vogt, E. (1995). An experimental test of „the Mozart effect“: does listening to his music improve spatial ability? *Perceptual and Motor Skills*, 81, 1379-1387.
- O`Dalin (1745), zit. in: A.L. Benton, R.J. Joynt: Early Descriptions of Aphasia, in: *Archives of Neurology*, 3/1960,S.205-222.
- Orsmond, G. & Miller, L.(1999). Cognitive, Musical and Environmental Correlates of Early Music Instruction. *Psychology of Music*, 27, S.18-37.
- Petsche, H. (Hrsg.) (1989). *Musik-Gehirn-Spiel. Beiträge zum 4. Herbert von Karajan-Symposium*. Basel: Birkhäuser.
- Petsche, H., Lindner, K., Rappelsberger, P.& Gruber, G.(1988). The EEG- an adequate Method to concretize brain processes elicited by music. *Music Perception*, 6, 133-159.
- Petsche, H., Rappelsberger, P., Filz, O. & Gruber, G.H. (1991). EEG studies on the perception of simple and complex rythms. In Sundberg, J., North, L. & Carlson, R.(Hrsg.), *Music, Language, Speech and Brain* (S: 318-326). London: MacMillan.

- Raven, J.C. (1986). *Raven's Progressive Matrices*. San Antonio, TX: The Psychological Corp.
- Rauscher, F.H., Shaw, G.L. & Ky, K.N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature* 365, 611.
- Rauscher, F., Shaw, G. & Ky, K. (1995). Listening to Mozart Enhances Spatial-temporal Reasoning: Towards a Neurophysiological Basis. *Neuroscience Letters*, Vol: 185, Issue: 1, February 6, 1995pp. 44-47.
- Rauscher, F., Shaw, G., Levine, L., Whright, E., Dennis, W., Newcomb, R. (1997). Musictraining causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, S.2-8.
- Rauscher, F. & Shaw, G. (1998). Key components of the Mozart Effect. *Perceptual and Motor Skills* 86, 835-841.
- Rauscher, F., Robinson, K. & Jens, J.J. (1998). Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurological Research*, 20, 427-432.
- Rauscher, F.H. (1999). Music exposure and the development of spatial intelligence in children. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 142, 35-47.
- Rauscher, F. & Zuppan, M. (2000). Classroom Keyboard Instruction Improves Kindergarten Children's Spatial-Temporal Performance: A Field Experiment. In: *Early Childhood Research Quarterly*, 15/2, S.226.
- Rauscher, F.H. (2002). Mozart and the mind: Factual and fictional effects of musical enrichment. In J.Aronson (Ed.), *Improving academic achievement: Impact of psychological factors on education* (pp.269-278). New York: Academic Press.
- Rauscher, F.H. (2003). Effects of piano, rhythm and singing instruction on the spatial reasoning of at-risk children. *Proceedings of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*, Hannover : Hannover University Press.
- Rauscher, F.H. (2006). The Mozart effect: Music Listening is Not Music Instruction. *Educational Psychologist*, 41(4), 233-238.
- Rideout, B.E. & Laubach, C.M. (1996). EEG correlates of enhanced spatial performance following exposure to music. *Perceptual and Motor Skills*, 82: 427-432.

- Rideout, B.E. & Taylor, J. (1997). Enhanced spatial performance following 10 minutes exposure to music: a replication. *Perceptual and Motor Skills*, 85:112-114.
- Rideout, B.E., Dougherty, S. & Wernert, L. (1998). Effect of music on spatial performance: a test of generality. *Perceptual Motor Skills*, 86:512-514.
- Roll, J.P., Roll, R. & Velay, J.L. (1991). Proprioception as a link between body space and extra-personal space. In: Paillard, J.(ed): *Brain and Space*. S.112-133. Oxford-New York-Tokyo: Oxford University Press.
- Römer, C. (1994). *Schall und Raum. Eine kleine Einführung in die Welt der Akustik*. Berlin und Offenbach.
- Sarnthein, J., Stein, A., von Rappelsberger, P., Petsche, H. Rauscher, F.R. & Shaw, G.L.(1997). Persistent patterns of brain activity: an EEG coherence study of the positive effect of music on spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 107. (zitiert nach Shaw, o.J.).
- Schellenberg, E.G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8).
- Schellenberg, E.G. & Hallam, S. (2005). Music listening and cognitive abilities in 10 and 11 year olds: The Blur effect. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060.
- Schellenberg, E.G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98 (2), 457-468., 511-514.
- Shaw, G.L. (1986). Donald Hebb: The Organization of Behavior. In G. Palm & A. Aertens (Eds.), *Brain Theory. Proceedings of the First Trieste Meeting on Brain Theory*, October 1-4, 1984 (pp.231-233). Berlin: Springer-Verlag.
- Shaw, G.L., Silverman, D.H. & Pearson, J.C. (1985). Model of cortical organization embodying a basis for a theory of information processing and memory recall. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 82, 2364-2368.
- Shaw, G.L., Silverman, D.H. & Pearson, J.C. (1986). Associative recall properties of the trion model of cortical organization. *Biological Cybernetics*, 53, 259-271.

- Shaw, G.L., Silverman, D.H. & Pearson, J.C. (1986). Trion Model of Cortical Organization: Towards a Theory of Information Processing and Memory. In G. Palm & A. Aertens (Eds.) *Brain Theory. Proceedings of the First Trieste Meeting on Brain Theory, October 1-4, 1984* (pp.177-191). Berlin: Springer-Verlag.
- Shaw, G.L., Silverman, D.H. & Pearson, J.C. (1988). Trion model of cortical organization and the search for the code of short-term memory and of information processing. In J. Levy & J.C.S. Delacour (Eds.), *Systems with learning and memory abilities*. New York: Elsevier.
- Shuter-Dyson, R. (1982). Psychologie musikalischen Verhaltens. *Angloamerikanische Forschungsbeiträge (Musikpädagogik. Forschung und Lehre, Bd. 14. Hrsg. Sigrid Abel-Struth)*, Mainz 1982, S.222.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, S. 701-703.
- Silverman, D.H., Shaw, G.L. & Pearson, J.C. (1986). Associative recall properties of the trion model of cortical organization. *Biological Cybernetics*, 53, 259-271.
- Sloboda J.A.(1993). *The Musical Mind. The cognitive psychology of music*. Clarend Press-Oxford
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, S.201-293. (zit. nach Gustaffson 1984).
- Spitzer, M. (2002). *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Schattauer-Stuttgart.
- Spitzer, U. (2003). *Psychophysiologische Korrelate der autonomen Aktivierung beim Mozart-effekt und bei induzierten Emotionen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit Universität Wien.
- Springer, Sally P., Deutsch, G. (1995): *Linkes-rechtes Gehirn* (3.Auflage). Heidelberg-Berlin-Oxford: Spektrum, Akad. Verlag.
- Steele, K.M., Ball, T.N. & Runk, R. (1997). Listening to Mozart does not enhance backwards digit span performance. *Perceptual Motor Skills*, 84, 1179-1184.

- Steele, K.M., Bass, K.E. & Crook, M.D. (1999). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. *Psychological Science*, 10, 366-369.
- Steele, K.M., Dalla Bella, S., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L.A., Humphrey, G.K., et al. (1999). Prelude or requiem for the Mozart effect? *Nature*, 400, 827.
- Steele, K.M. (2000). Arousal and mood factors in the „Mozart effect“. *Perceptual Motor Skills*, 91, 188-190.
- Steele, K.M. (2003). Do Rats Show a Mozart Effect.? *Music Perception*, Vol.21, No.2, 251-265, Winter 2003.
- Stöger, A. (1999). *Konstruktvalidierung des Würfel-Kipp-Tests für Kinder: Ein neues Verfahren zur Raumvorstellungsmessung*. Diplomarbeit an der Univ. Wien.
- Stough, C., Kerkin, B., Bates, T. & Mangan, G. (1994). Music and spatial IQ. *Personality and Individual Differences*, 17, 695.
- Suda, M., Morimoto, K., Obata, A., Koizumi, H. & Maki, A. (2008). Cortical responses to Mozart's sonata enhance spatial – reasoning ability. *Neurolog. Research*. 15.Juli (Epub ahead of print).
- Thompson, W.F., Schellenberg, E.G. & Husain, G. (2001). Arousal, mood and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12, 248-251.
- Thurstone L.L. & Thurstone, T.G. (1941). Factorial studies of intelligence. Psychometric Monographs 2. Chicago: *University of Chicago Press*. (zit. nach Gustaffson 1984).
- Thurstone, L.L. (1957). *Multiple –Factor Analysis. A Developmental and Expansion of the Vectors of Mind*. Chicago: *University of Chicago Press*.
- Twomey, A., & Esgate, A. (2002). The Mozart effect may only be demonstrable in nonmusicians. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3 Pt 1), 1013-1026.
- Vernon, P.E. (1950). *The structure of human abilities*. London: Methuen. (zit. nach Gustaffson 1984).
- Viadero, D. (1998). Music on the mind: A musical inclination. (Online). Available: <http://www.edweek.org>.
- Vitouch O.& Gittler G. (1994). Empirical Contribution To The Question Of Sex-Dependent Inheritance Of Spatial Ability. *Perceptual and Motor Skills*, 78. S. 407-417.

- Vitouch, O. (1994) *Raumvorstellung und funktionelle Asymmetrie*. Diplomarbeit der Univ. Wien.
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M.P. (1995) Magnitude of sex differences in spatial performance. *American Journal of Psychology*, 110, 259-276.
- Waber, D.P. (1977). Sex Differences in Mental Abilities, Hemispheric *Lateralization, and Rate of Physical Growth at Adolescence. Developmental Psychology*, 13(1), S. 29-38.
- Werdelin, I. (1961). *Geometrical Ability and the Space Factor*. Lund: Gleerup.(zit. nach Eliot, 1983).
- Winkler, B. (1998). *Haptisch & visuell evozierte Raumvorstellungsprozesse*. Diplomarbeit der Univ. Wien.
- Winner, E. & Hetland, L. (2000b). The arts in education: Evaluating the evidence for a causal link. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4), 3-10.

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsdesign von Rideout und Taylor (1997)	85
Tabelle 2: Untersuchungsablauf an den beiden Testzeitpunkten.....	85
Tabelle 3: Zuordnung der einzelnen Klassen zu den Hörbedingungen.....	86
Tabelle 4: Altersverteilung	108
Tabelle 5: Daten zum Instrumentalspiel.....	109
Tabelle 6: Spieldauer der Instrumente	109
Tabelle 7: Musikstückbewertung	111
Tabelle 8: Deskriptivstatistiken nach Zeitpunkten.....	113
Tabelle 9: Deskriptivstatistiken über alle Probanden nach Bedingungen.....	114
Tabelle 10: Zeitpunkte – Varianzanalyse mit Messwiederholungen.....	116
Tabelle 11: Musikbedingungen – Varianzanalyse mit Messwiederholungen.....	116
Tabelle 12: Innersubjektkontraste Ruhe im Vergleich mit Musikbedingungen.....	117
Tabelle 13: Innersubjektkontraste der Musikbedingungen	118
Tabelle 14: Multivariate Varianzanalyse - Einflussfaktor Instrumentalspiel.....	120
Tabelle 15: Univariate Varianzanalyse zum Einfluss von Musikgefallen	121

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel für eine grafische Notation aus dem 9. Jahrhundert mehrstimmiger Musik aus der <i>Musica enchiriadis</i> (aus La Motte-Haber, 1990, S. 48)	39
Abbildung 2: Beispiel für eine grafische Notation von James Tenney, Anfang des 4. Satzes der <i>Textures for String Quartet and Bass</i> (1972). (aus La Motte-Haber, 1990, S. 51).....	40
Abbildung 3: Mehrfach gewundene Spiralen als Modelle der Tonhöhenrepräsentation (nach Shepard 1982, aus Behne 1989, S.73)	42
Abbildung 4: Das Sechseck stellt eine kortikale Kolumne dar. Die Untereinheiten (Minicolumns), sogenannte <i>Trions</i> werden durch die Dreiecke dargestellt. Die Trions bestehen aus hunderten von Neuronen, die relevante Parameter eines Stimulus enkodieren. Jedes Trion verfügt über drei Zündungsstufen, die unterschiedlich stark feuern: überdurchschnittlich, durchschnittlich und unterdurchschnittlich (aus Rauscher, Shaw & Ky, 1995, S. 45).....	53
Abbildung 5: Probabilistische Entwicklung der Zündungsaktivität eines modularen Netzwerks von sechs Trions. A „analytic“ mode; B „creative“ mode. Jedes Quadrat repräsentiert den Zündungsstatus eines Trions zu diesem Zeitpunkt. (aus Shaw & Leng, 1990, S.53).....	54
Abbildung 6: Beispiel für eine Monte Carlo Simulation nach dem Lernen eines MP's oder „theme“ (...when mapped onto music“....). Das gelernte „theme“, auch <i>diamond</i> Muster genannt, links oben, zeigt sich hier häufig. Es ist jedoch auch in Abbildung 5 in verschiedenen Formen zu sehen.	55
Abbildung 7: Standard age scores und äquivalente IQ-Werte für die drei Hörbedingungen der Originalstudie von Rauscher, Shaw & Ky (1993, S. 611).	58
Abbildung 8: Papierfaltaufgaben aus dem Stanford-Binet-Intelligenztest.	59
Abbildung 9: Anzahl der richtig gelösten, von insgesamt 16,PF&C-Aufgaben der Gruppen Ruhe, Gemischt und Mozart für die ersten zwei Testtage (aus Rauscher, Shaw & Ky, 1995, S.46).....	60
Abbildung 10: Versuchsdesign der Replikationsstudie von Rideout und Taylor (1997, S.113).	62
Abbildung 11: Häufigkeiten gebrauchter Töne (aus Hughes und Fino, 2000, S. 95)	71
Abbildung 12: Altersverteilung der Testpersonen.	83
Abbildung 13: Geschlechterverhältnis der Testpersonen.....	83
Abbildung 14: Verteilung der Links –und Rechtshändigkeit bei den Versuchspersonen.	84
Abbildung 15: 1.Satz, <i>Allegro con spirito</i> aus der Sonate für zwei Klaviere in D–Dur KV 448 von W. A. Mozart.	91

Abbildung 16: 1.Satz, <i>Allegro con spirito</i> aus der Sonate für zwei Klaviere in D–Dur KV 448 von W. A. Mozart.....	92
Abbildung 17: 1.Satz, <i>Allegro con spirito</i> aus der Sonate für zwei Klaviere in D–Dur KV 448 von W. A. Mozart.....	93
Abbildung 18: 1. Satz <i>Allegro</i> aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.	94
Abbildung 19: 1. Satz <i>Allegro</i> aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.	95
Abbildung 20: 1. Satz <i>Allegro</i> aus Sonate für zwei Klaviere in F – Dur, op. 26 von J. L. Dussek.	96
Abbildung 21: 1. Satz aus der Sonate zu vier Händen in D – Dur KV 381 von W.A. Mozart.	97
Abbildung 22: Beispielitems aus dem Subtest Abwicklungen aus dem WIT.	98
Abbildung 23: Beispielitem aus dem 3DW.....	100
Abbildung 24: Übungsitems aus dem IST 70. Das Beispiel 08 zeigt den Würfel „a“ in veränderter Lage. Beim zweiten Beispiel ist die richtige Lösung „e“, beim dritten „b“, dann „c“ und beim fünften Würfel „d“.	101
Abbildung 25: Aufwärmitems aus dem IST.....	102
Abbildung 26: Fragebogen für die Erhebung zusätzlicher Daten.....	105
Abbildung 27: Musikpräferenz der Versuchspersonen	110
Abbildung 28: Bewertung der Musikstücke.....	112
Abbildung 29: Gewichtete Bewertung der Musikstücke.....	112
Abbildung 30: Mittelwerte über alle Probanden nach Testzeitpunkten.	113
Abbildung 31: Mittelwerte über alle Probanden nach Bedingungen.....	115

15 Anhang

15.1 Instruktionen

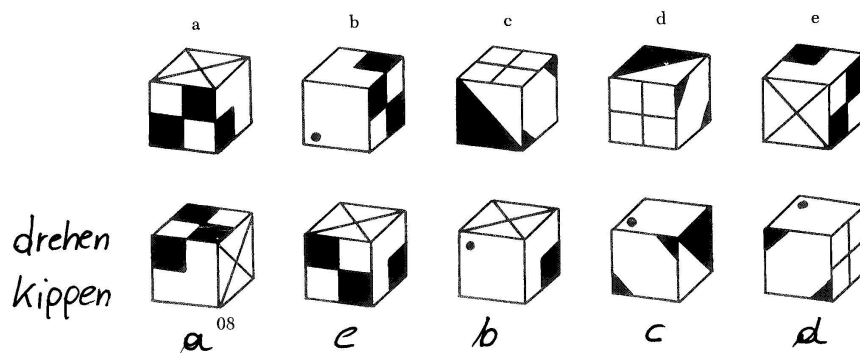
Seite 17

Beschreibung und Beispiele für die Aufgabengruppe 8 (Aufgaben 137–156)

Jetzt werden Ihnen 5 Würfel vorgegeben, die Würfel a, b, c, d, e. Auf jedem Würfel sind sechs verschiedene Zeichen. Drei davon kann man sehen.

Jede der Aufgaben 137–156 zeigt einen der vorgegebenen Würfel in veränderter Lage. Sie sollen herausfinden, um welchen der vorgegebenen Würfel es sich handelt. Der Würfel kann gedreht, gekippt oder gedreht und gekippt worden sein. Dabei kann natürlich auch ein neues Zeichen sichtbar werden.

Dazu noch der Hinweis, daß die vorgegebenen Würfel a, b, c, d, e verschiedene Würfel sind. Sie tragen zwar die gleichen Zeichen aber in verschiedener Lage.



- 08 Dieses Beispiel zeigt den Würfel a in veränderter Lage, deshalb ist auf Ihrem Antwortbogen unter Beispiel 08 das a durchgestrichen. Bei dem zweiten Beispiel handelt es sich um den Würfel e, bei dem dritten Beispiel um den Würfel b. Das vierte Beispiel zeigt den Würfel c, das fünfte den Würfel d.

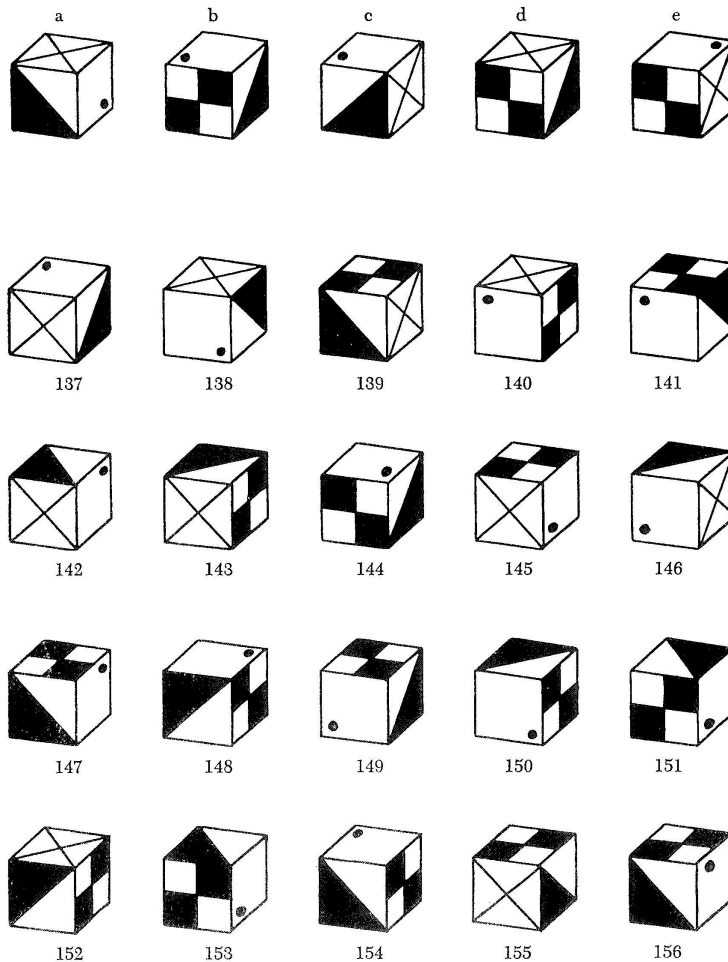
137) ~~a~~ c d e
138) a b c d e
139) a b c d e

Warten Sie bitte, bis das Zeichen zum Umblättern und Anfangen gegeben wird!

15.2 Testitems IST Form A

Seite 18: Aufgaben 137—156

I-S-T. Form A

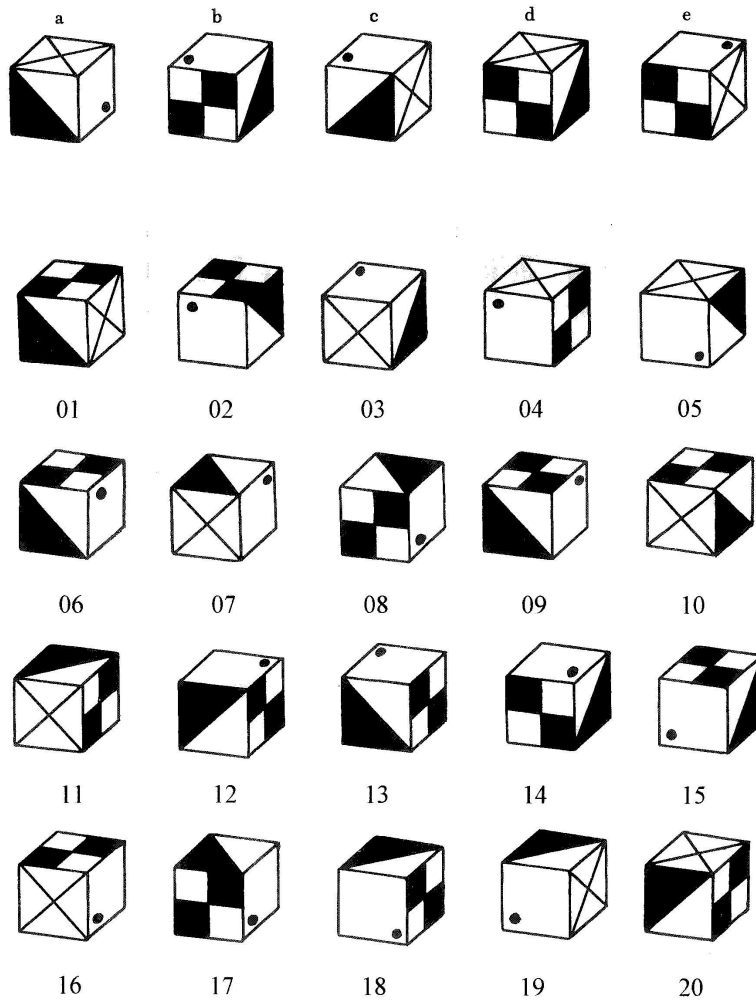


Halt! Überprüfen Sie die Aufgaben auf dieser Seite noch einmal und warten Sie auf neue Anweisungen!

15.3 Testitems IST Form A gemischt

Aufgaben 1-20

I-S-T. Form A

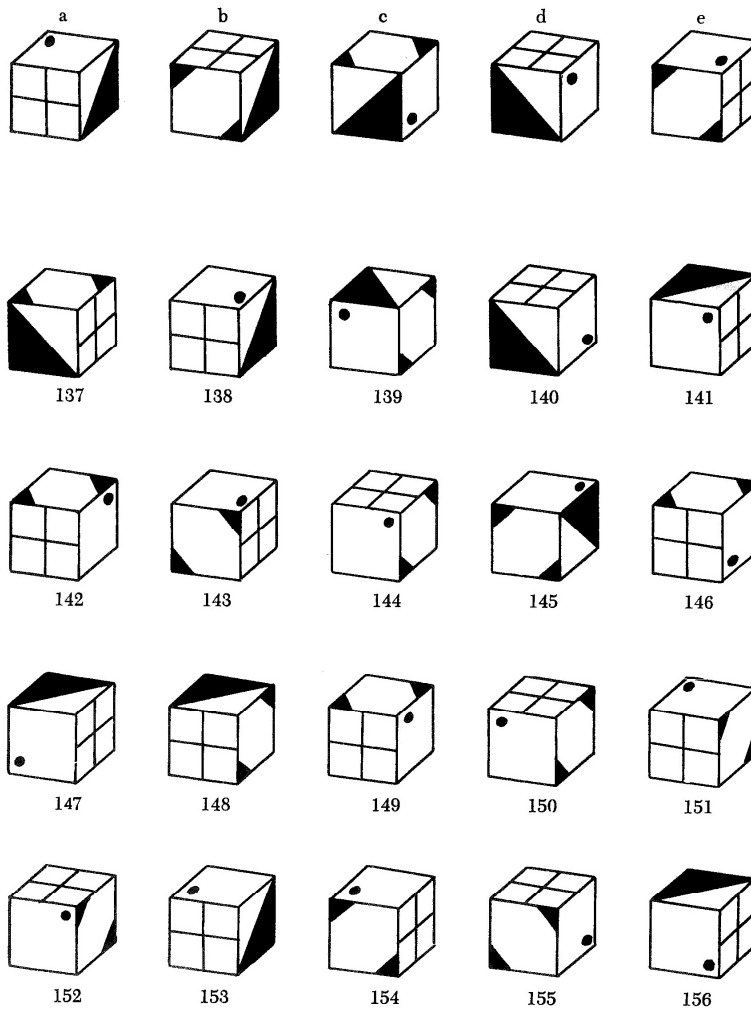


Überprüfen Sie die Aufgaben auf dieser Seite noch einmal und warten Sie auf neue Anweisungen!

15.4 Testitems IST Form B

Seite 18: Aufgaben 137—156

I-S-T. Form B

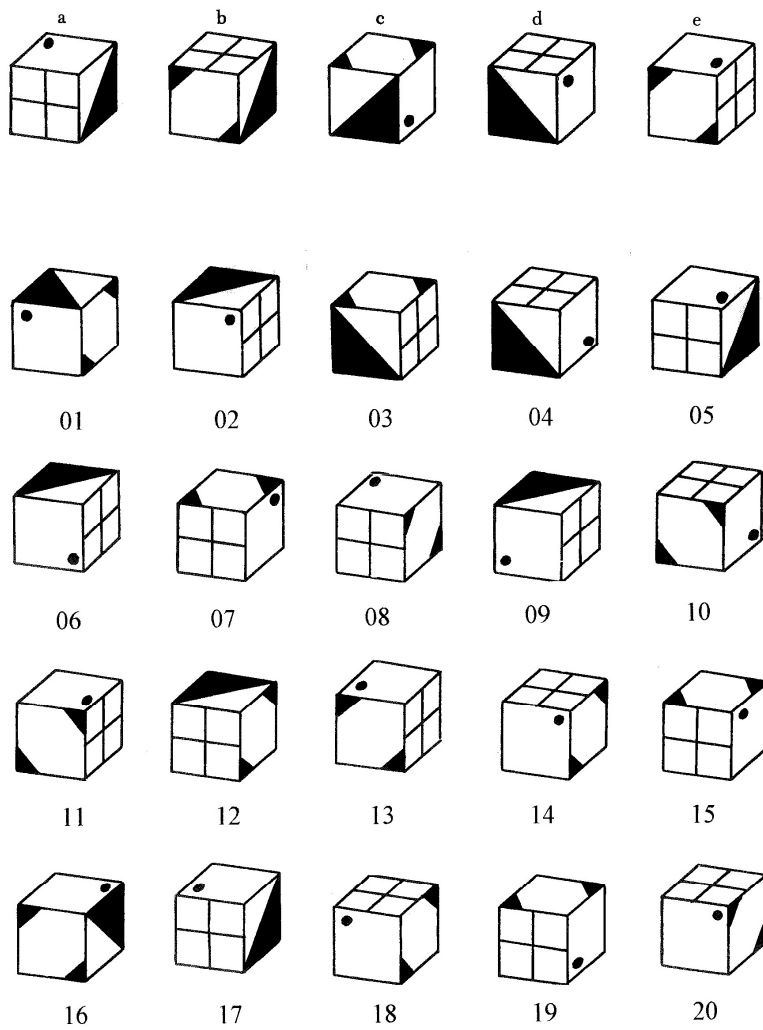


Halt! Überprüfen Sie die Aufgaben auf dieser Seite noch einmal und warten Sie auf neue Anweisungen!

15.5 Testitems IST Form B gemischt

Aufgaben 1-20

I-S-T. Form B



Halt! Überprüfen Sie die Aufgaben auf dieser Seite noch einmal und warten Sie auf neue Anweisungen!

15.6 Antwortbogen

08) ~~a~~ b c d e

Aufgaben Seite 18

- | | |
|----------------|----------------|
| 137) a b c d e | 147) a b c d e |
| 138) a b c d e | 148) a b c d e |
| 139) a b c d e | 149) a b c d e |
| 140) a b c d e | 150) a b c d e |
| 141) a b c d e | 151) a b c d e |
| 142) a b c d e | 152) a b c d e |
| 143) a b c d e | 153) a b c d e |
| 144) a b c d e | 154) a b c d e |
| 145) a b c d e | 155) a b c d e |
| 146) a b c d e | 156) a b c d e |



15.7 Fragebogen

FRAGEBOGEN

1. Spielen Sie ein Instrument?: ☐ ja (welches)?.....
☐ nein
wenn ja, wie lange schon (in Jahren u./o. Monaten).....

2. Singen Sie regelmäßig ?(Chor, Ensemble, Gesangsausbildung,...)

☐ ja
☐ nein

3. Bitte rangieren Sie folgende Musikrichtungen/stile nach ihrer persönliche Vorliebe

am liebsten=1, 2, 3, 4, am wenigsten=5

Musikrichtungen: Blues/Jazz =

Klassik =

Volksmusik/Schlager =

Pop (Rap, Techno, Austropop, Dance-floor,...Hitparade) =

Rock (Rock'n Roll, Hardrock, New Wave, Heavymetal,..) =

4. Sie haben ein oder zwei Musikstücke gehört, bitte geben Sie an wie sie Ihnen gefallen haben.

1. Stück: ☐ hat mir gefallen
☐ hat mir weniger gefallen
☐ hat mir gar nicht gefallen

2. Stück ☐ hat mir gefallen
☐ hat mir weniger gefallen
☐ hat mir gar nicht gefallen

5. Sind Sie Linkshänder oder Rechtshänder: ☐ Linkshänder
☐ Rechtshänder

Danke für Ihre Mitarbeit!

15.8 Ergebnisse zur univariaten Varianzanalyse zum Einfluss von Musikgefallen

Musikgefallen – Ruhe

Zwischensubjektfaktoren

		N
MGEF1	0	44
	1	55
	2	34
	3	6

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: RERUHE

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikan z
Korrigiertes Modell	495,476	3	165,159	1,407	,244
Konstanter Term	253,413	1	253,413	2,158	,144
MGEF1	495,476	3	165,159	1,407	,244
Fehler	15850,065	135	117,408		
Gesamt	16613,547	139			
Korrigierte Gesamtvariation	16345,541	138			

a R-Quadrat = ,030 (korrigiertes R-Quadrat = ,009)

Musikgefallen - Dussek

Zwischensubjektfaktoren

		N
MGEF2	1	52
	2	69
	3	18

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: REDUSS

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikan z
Korrigiertes Modell	313,671	2	156,836	1,600	,206
Konstanter Term	17,618	1	17,618	,180	,672
MGEF2	313,671	2	156,836	1,600	,206
Fehler	13328,396	136	98,003		
Gesamt	13888,078	139			
Korrigierte Gesamtvariation	13642,067	138			

a R-Quadrat = ,023 (korrigiertes R-Quadrat = ,009)

Musikgefallen – Mozart 381

Zwischensubjektfaktoren

		N
MGEF3	1	57
	2	59
	3	22

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: RE381

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikan z
Korrigiertes Modell	68,651	2	34,326	,251	,779
Konstanter Term	38,965	1	38,965	,284	,595
MGEF3	68,651	2	34,326	,251	,779
Fehler	18497,565	135	137,019		
Gesamt	18578,321	138			
Korrigierte Gesamtvariation	18566,216	137			

a R-Quadrat = ,004 (korrigiertes R-Quadrat = -,011)

Musikgefallen – Mozart 448

Zwischensubjektfaktoren

		N
MGEF4	0	1
	1	47
	2	73
	3	17

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: RE448

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikan z
Korrigiertes Modell	217,991	3	72,664	,614	,607
Konstanter Term	76,289	1	76,289	,645	,423
MGEF4	217,991	3	72,664	,614	,607
Fehler	15857,778	134	118,342		
Gesamt	16093,282	138			
Korrigierte Gesamtvariation	16075,769	137			

a R-Quadrat = ,014 (korrigiertes R-Quadrat = -,009)

Lebenslauf

Geboren am 08.07.1961 in Wien

Ausbildungen

- 1967 – 1971 Volksschule
- 1971 – 1975 Hauptschule
- 1975 – 1979 Bundesbildungsanstalt für Kindergartenpädagogik und Horterzieherin
- 1979 – 1981 Ausbildung zur Heilpädagogischen Kindergärtnerin
- 1988 – 1989 Ausbildung zur Gesundheitsgymnastin
- 1991 – 1994 Ausbildung zur diplomierten Supervisorin an der Bundesakademie für Sozialarbeit in St. Pölten
- 1995 – 1996 Absolvierung der Studienberechtigungsprüfung, Beginn des Psychologiestudiums
- 2005 – 2006 Ausbildung zur diplomierten Legasthenietherapeutin an der Akademie für Entwicklungsstörungen und emotionalen Störungen im Kindes- und Jugendalter

Beruflicher Werdegang und berufliche Tätigkeit

- 1981- 1982 Heilpädagogische Kindergärtnerin für geistig schwerstbehinderte Kinder in Wien
- 1982 – 1987 Leitende Angestellte in der Privatwirtschaft
- 1988 – 1994 Mobile heilpädagogische Kindergärtnerin beim Land NÖ
- Seit 1994 Eigene Praxis für Supervision und Organisationsberatung (Trainings, Einzel-, Gruppen-Teamsupervisionen, Ausbildungssupervision, Coaching, Organisationsentwicklung), Tätigkeit als Trainerin im Bereich der Erwachsenen und Familienbildung (Elternabende, Vorträge, Kommunikationstrainings, Beratung, Lernförderung,...)

- Seit 1998 Unterrichtstätigkeit an der Gesundheits- und Krankenpflegeschule Scheibbs und in der Ausbildung zum SozialfachbetreuerIn in Gaming (Unterrichtsfächer: Kommunikation, Ausbildungssupervision, Konflikt- und Stressmanagement, Psychohygiene und Soziologie).
- Seit 1996 Unterrichtstätigkeiten als Instrumentalpädagogin an den Musikschulen Lunz/See und Göstling/Ybbs (Johann – Heinrich Schmelzer Musikschulverband)
- Seit 2006 Freiberufliche Tätigkeit als Legasthenietherapeutin