

**Requiem oder Ouvertüre -
Physiologische Effekte durch Mozartsche Klaviersonaten
bei schwerstkranken Intensivpatienten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie
an der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

Dr. med. Claudius Conrad

aus

Landsberg am Lech

Referent: Prof. Dr. Dr. Lorenz Welker

Korreferent: Prof. Dr. med. Wolfgang Hartl
PD. Dr. med. Christiane Bruns

Tag der mündlichen Prüfung: 09.05.06

Meinen Lehrern

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
I Theoretischer Hintergrund.....	3
1.1. Kunst und Kunst – Musik und Medizin.....	3
1.2. Musik in der modernen Medizin.....	8
1.2.1. Allgemeines.....	8
1.2.2. Intensivmedizin.....	8
1.2.3. Frauenheilkunde.....	11
1.2.4. Kinderheilkunde.....	14
1.2.5. Chirurgie.....	19
1.2.6. Psychiatrie/Neurologie.....	22
1.2.7. Unerwünschte Wirkung durch Musik.....	30
1.3. Kognitive Transfereffekte durch Musik.....	36
1.3.1. Mozart Effekt.....	36
1.3.2. Anfänge der naturwissenschaftlichen Untersuchungen von Musik: Hermann von Helmholtz.....	46
1.4. Kompositorische Elemente von Entspannung.....	51
1.4.1. Anamnese des Patienten Mozart, Johannes Chrysostomus Wolfgangus Theophilus, 27.01.1756.....	51
1.4.2. Wirkungsforschung von Mozartscher Musik.....	63
II FRAGESTELLUNG.....	67
III PATIENTENGUT UND METHODIK.....	68
2.1. Patientengut und Einschlusskriterien.....	68
2.1.1. APACHE II Score.....	68
2.1.2. Postoperative Periode.....	70
2.1.3. Beatmung.....	70
2.1.4. Sedierung.....	70
3.2. Versuchsablauf.....	73
3.2.1. Elektroenzephalogramm.....	73
3.2.2. Sedierung.....	75
3.2.3. Musik.....	76
3.2.4. Laborparameter.....	79
3.2.5. Abbruchkriterien.....	80
3.3. Statistik.....	80
IV ERGEBNISSE.....	82
4.1. Allgemeines.....	82
4.2. Kreislaufparameter.....	83
4.2.1. Herzfrequenz.....	83
4.2.2. Mitteldruck.....	84
4.3. Sedierung.....	85
4.3.1. Narkosemittelreduktion.....	85
4.3.2. Ramsay Sedation Scale.....	86
4.4. Serologische Parameter.....	89
4.4.1. Interleukin 6.....	89
4.4.2. Dehydroxyepiandrosteron (DHEAS).....	90
4.4.3. Prolaktin.....	90
4.4.4. Monomeres Prolaktin.....	91

4.4.5. Humanes Wachstumshormon (hGH)	92
4.4.6. Adrenocorticotropes Hormon (ACTH)	93
4.4.7. Cortisol	94
4.4.8. Adrenalin	95
4.4.9. Noradrenalin	96
4.5. Elektroenzephalographische Messungen	97
4.5.1. Elektroenzephalogramm 1	98
4.5.1.1. EEG1 Alpha	98
4.5.1.2. EEG1 Beta	99
4.5.1.3. EEG1 Delta	100
4.5.1.4. EEG1 Theta	101
4.5.2. Elektroenzephalogramm 2	102
4.5.2.1. EEG2 Alpha	102
4.5.2.2. EEG2 Beta	103
4.5.2.3. EEG2 Delta	104
4.5.2.4. EEG2 Theta	105
4.5.3. Elektroenzephalogramm 3	106
4.5.3.1. EEG3 Alpha	106
4.5.3.2. EEG3 Beta	107
4.5.3.3. EEG3 Delta	108
4.5.3.4. EEG3 Theta	109
4.5.4. Elektroenzephalogramm 4	110
4.5.4.1. EEG4 Alpha	110
4.5.4.2. EEG4 Beta	111
4.5.4.3. EEG4 Delta	112
4.5.4.4. EEG4 Theta	113
V. DISKUSSION	115
VI. ZUSAMMENFASSUNG	120
VII GLOSSAR	122
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	134
DANKSAGUNG	151
LEBENS LAUF	153

I THEORETISCHER HINTERGRUND

1.1. Kunst und Kunst – Musik und Medizin

Die stressreduzierende Wirkung von Musik ist lange bekannt und hat einige herausragende Protagonisten. Johann Wolfgang von Goethe ruft zu Felix Mendelssohn Bartholdy, als er ihm auf dem Klavier vorspielt:

“Ich bin Saul und du bist mein David, wenn ich traurig und trübe bin, so komm und erheitere mich durch dein Saitenspiel“ (Sebastian Hensel (Hg.): Die Familie Mendelsohn. 1729-1847, 18. Aufl., Bd 1, Leipzig 1924, S152.).

Die aus dem alten Testament (1. Sam. 16,23) überlieferte Szene einer Musiktherapie des Kinnor spielenden Davids, der den depressiven König Saul behandelt, wird auf etwa das 1. Jahrtausend vor Christus zurückdatiert. Die therapeutische Funktion der Musik wird in der Bibel einige Male angedeutet. Beispielsweise wenn Elischa mit Hilfe eines Harfenspielers das Heer vor dem Verdursten rettet (2. Kön. 3), wenn unter dem Lobgesang der Gefangenen Paulus und Silas die Ketten bersten und die Gefängnistüren aufspringen (Apg. 16, 25-27), oder auch wenn Paulus den Ephesern schreibt, sie sollten, anstatt sich am Wein zu berauschen, einander mit Psalmen und Liedern ermuntern, die ihnen der Geist eingebe (Eph. 5,18f.).

Im 2.Chron. 20 wird uns von König Joschaphat folgende, wohl symbolische Geschichte berichtet: Dieser führte die Sänger auf das Schlachtfeld und ließ dort ein Danklied anstimmen, woraufhin sich die feindliche Übermacht selbst vernichtete. Diese Geschichte verdeutlicht, daß seit Jahrtausenden eine therapeutische Funktion der Musik und eine solche, die das Böse vertreibt, im Bewusstsein der Menschheit verankert ist.

Im 4. Jahrtausend vor Christus sind harfenspielende Priester und Beschwörungsmusiker in Fresken dargestellt worden und gelten als die wohl ältesten Zeugnisse eines Einsatzes von Musik als Therapie. Das älteste medizinische Dokument, in dem explizit auf musikalische Therapie hingewiesen wird, ist auf das 2. Jahrtausend vor Christus datiert. In Mesopotamien wurde in assyrischer Keilschrift festgehalten, dass medizinische Heilung durch Bannung böser Geister durch heilende Musik herbeigeführt wurde (Spintge et Droh, 1992). Ein Loblied (Codex Hammurabi) des Genesenden auf den Arzt wurde als Entlohnung angestimmt.

Zur etwa gleichen Zeit wurden in Indien liturgische Gesänge und Hymnen als Anrufung von Indra und Rudra, den Göttern der Heilkunst, als Teil des Behandlungszeremoniells verwendet. Ende des 2. Jahrtausends vor Christus empfiehlt Asklepios, Beherrschung der Leidenschaft durch Musik herbeizuführen. Als zentrales Therapieverfahren wurde damals jedoch der Tempelheilschlaf, die Inkubation angewandt. Daneben diente das Instrumentenspiel den Priestern der kleinasiatischen Göttin Rea dazu, psychisch Kranke in Ekstase zu versetzen. Hippokrates von Kos, der moralische Urvater der heutigen Medizin, mit dessen Eid noch heute jeder approbierte Arzt gerechte Heilung schwört, schien nicht viel von Musik zu Heilzwecken zu halten. Zumindest spielte sie bei ihm keine bedeutende Rolle (Behr, C.A. 1968.).

Nach dem Philosophen Platon wirken der Wohlklang der Musik und auch der Rhythmus dem Zwiespalt der Seele entgegen. Die Pythagoräer waren die ersten, die die mathematischen Beziehungen, die die musikalischen Töne bedingen, untersuchten. Sie empfanden eine Art heiligen Schauer vor dem Unendlichen und allem, was nicht in Grenzen gehalten werden kann, wozu auch die Musik zählt. Deswegen bestimmten sie die Proportionen der Intervalle, indem sie die Länge einer Saite und die Tonhöhe in Beziehung setzten. Auch Anicius Boethius (480-526), der um 500 selbst durch die unterschiedlichen Töne, die ein auf einen Amboss fallender Hammer erzeugt, die Proportion von Tonhöhe und Hammergewicht erkannte, berichtet darüber, dass die Pythagoräer die Wirkung von Tonarten und Rhythmus auf die menschliche Psyche untersucht haben (Eco, 2004). Er beschreibt in seinem Werk *De Musica*, I,1 (Übersetzung Friedländer):

Denn es ist ganz besonders die Eigenschaft der menschlichen Natur, durch weiche Tonweisen beruhigt, durch entgegengesetzte erregt zu werden, und dies liegt nicht nur bei einzelnen Individuen in ihrem Studium oder Lebensalter, sondern es ist über alle Studien verbreitet. Kinder, Jünglinge, sowie auch Greise werden so durch einen gewissen freien, natürlichen Affect von den Weisen der Musik ergriffen, dass es überhaupt kein Alter gibt, welches der Ergötzlichkeit einer süßen Melodie sich entziehen kann. Hieraus kann auch erkannt werden, was nicht unrichtig von Platon gesagt worden ist, dass die Weltseele aus einer musikalischen Harmonie bestehe. Wenn wir nämlich mit dem, was in uns verbunden und angemessen geordnet ist, das vergleichen, was in den Tönen schön und geschmackvoll verbunden ist und wodurch wir ergötzt werden, so erkennen

wir, dass wir selbst auch mit dieser Ähnlichkeit gewissermaßen einen Vertrag geschlossen haben. Denn Ähnlichkeit ist sich freund, Unähnlichkeit aber ist sich verhaßt und feindlich.

Boethius beschrieb, dass die Pythagoräer harte, maßvolle, weiche und laszive Rhythmen hatten und solche, die sich für die Kindererziehung eigneten (De institutione musica). Sie ließen sich durch Musik in den Schlaf wiegen, um die Unruhe des Tages in sich zu besänftigen, andere Musik ließ sie die Benommenheit des Schlafes abschütteln. Pythagoras soll einen betrunkenen jungen Man mit einer Melodie in hypophrygischer Tonart und spondäischem Rhythmus beruhigt und wieder zu sich gebracht haben. Die phrygische Tonart habe ihn übererregt, doch hypophrygische Tonart und spondäischer Rhythmus befreiten ihn von der Agitiertheit.

In Gymnasien wurde Gymnastik und sportliches Training zu rhythmischen Klängen einer Flöte ausgeführt, eine Praktik, durch die noch heute gestresste Menschen in Aerobic Centern Entspannung suchen.

Die Römer haben die Musik als Möglichkeit der therapeutischen Intervention von den Griechen übernommen. Zu Zeiten Senecas, im 4. Jahrhundert vor Christus, hatte jeder römische Bürger einen Hausarzt. Cato (3. Jahrtausend vor Christus) hatte Ärzte noch als Nichtskönner und Scharlatane bezeichnet, was vermutlich den Tatsachen entsprach. Erst durch die Einverleibung Griechenlands in das römische Reich kamen erfolgreich praktizierende Ärzte nach Rom. Aulus Cornelius Celsus (2. Jahrhundert nach Christus) beschrieb in seiner, das damalige medizinische Wissen zusammenfassenden „De Medicina“ nicht nur die bis heute gültigen Symptome von Entzündung (Rubor, Calor, Tumor, Dolor), sondern riet auch zum Einsatz von Musik bei Geisteskrankheit.

Die christliche Kirche versuchte sich während des Mittelalters von heidnischen Kulturen zu distanzieren, weswegen es primär im arabischen Kulturraum zu einer Bewahrung und auch Fortentwicklung der Medizin kam. Vom Mittelalter bis in das 16. Jahrhundert war Musik Pflichtfach im Medizinstudium. Nicht nur psychische Gebrechen, auch Fieberdelirien oder Schlaganfälle wurden mit Musik behandelt. Zum Beispiel wurde die Gicht mit Harfenspiel therapiert (Escher, 2003).

Der Einsatz von Musik zur Heilung Kranker ist in der Renaissance durch eine Vielzahl von Literaturstellen belegt. Hatten die Pythagoräer noch die Musik abstrakt als sich durch

Planetenbewegung entstehende Sphärenmusik gesehen, wird in der Renaissance die der Musik zugrunde liegende Zahlenordnung als Modell für die einzelnen Körperfunktionen gesehen. Spintge schreibt in *Musik und Medizin*, dass umgekehrt der menschliche Puls Leitbild und Richtmaß für die Gestaltung von Musik sei (*Musik Medizin*. Ralph Spintge und Roland Droh. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1992. S.10). Dies ist ein Gedanke, der sich bis in den Jazz fortgesetzt hat. Noch im 19. Jahrhundert gilt Musik als mystisches Heilelement, dem ein besonderer Zauber innewohnt. Hermann Hesse schreibt (Michels, 1986):

Der Musik ist eine Urkraft und tiefer Heilzauber eigen. Mehr als jede andere Kunst vermag sie an die Stelle der Natur zu treten und sie zu ersetzen.

Aber auch im vergangenen Jahrhundert wird Musik als etwas mystisch Heilbringendes thematisiert. Theodor W. Adorno hebt hervor, dass

gegenüber der meinenden Sprache Musik eine von ganz anderem Typus ist. In ihm liegt ihr theologischer Aspekt. Was sie sagt, ist als Erscheinendes bestimmt und zugleich verborgen. Ihre Idee ist die Gestalt des göttlichen Namens. Sie ist entmythologisiertes Gebet, befreit von der Magie des Einwirkens; der wie immer auch vergebliche menschliche Versuch, den Namen selbst zu nennen, nicht Bedeutungen mitzuteilen. (Fragment über Musik und Sprache, ges. Schr. Band 16, S. 252).

Die lange Kulturgeschichte der Musik und die Heilpraktiken der Ethnomedizin führen zu einer häufig von Anhängern der Esoterik geführten Argumentationsweise, wenn auch Musik schon vor 4000 Jahren und im Amazonas-Becken von den dort stämmigen Indianern verwendet wurde, dann muss sie heilend und gut sein. Diese eigentlich aus der klassischen Antike stammende Vorstellung, dass man um das Gute (*agathós*) zu erreichen, sich nur an das Schöne (*kalós*) halten müsse, wird als Kalogathie (*kalós kai agathós*) bezeichnet. Eine ästhetische Empfindung (Musik) wird mit einer ethischen Funktion (Heilung) verknüpft. Dies basiert auf einer Hoffnung und Hoffnung allein heilt selten. Johann Gottfried Seumes reimte noch in diesem Sinne (Drews, 1993):

*Wo man singt, da lass dich ruhig nieder,
Ohne Furcht, was man im Lande glaubt,*

Wo man singet, wird kein Mensch beraubt:

Böse Menschen haben keine Lieder!

Leider wissen wir, dass böse Menschen sehr wohl ihre Lieder haben. Wir müssen im Sinne der Aufklärung, aber vielmehr noch im Sinne des Patienten den wissenschaftlichen und durch Experimente gestützten Beweis führen, dass Musik heilend wirken kann. Diesen Anspruch müssen wir haben und grenzen uns dabei mit beiliegender Arbeit von der Kalogathie der Esoterik ab, deren Heilmusik nicht immer nur dem Wohl des Menschen dient, sondern manchmal auch dem des Kommerzes.

- **Musik als Medizin hat in der Kulturgeschichte eine lange Tradition**
- **Abgrenzung der vorliegenden Arbeit von der Esoterik, die sich des antiken Gedankenkonstrukts der Kalogathie bedient: Man müsse sich nur an das Schöne halten, um das Gute zu erreichen.**
- **Wissenschaftliche Nachweise über die Wirkung von Musik bei Patienten dringend nötig.**

1.2. Musik in der modernen Medizin

1.2.1. Allgemeines

Warum hat Musik eine Bedeutung in der modernen Medizin?

Ein Grund liegt sicherlich in den „Empfangsorganen“ von Musik, dem Ohr und den verarbeitenden Gehirnteilen. Hörzellen reagieren auf eine Reizschwelle, die 10 Millionen Mal kleiner ist als die bei Berührung. Auch das Sehvermögen wird von der Empfindlichkeit des Gehörs deutlich übertroffen. Eine durch einen Maler gemischte Farbe aus drei Farben wird als eine wahrgenommen. Ein Klang von drei verschiedenen Instrumenten wird als Klangmischung erkannt und die drei Instrumente können differenziert werden. Ein Säugling erkennt seinen Vater aus 60 Probanden allein an der Stimme und ein Säugling, dessen Mutter während der Schwangerschaft kleine Mikrophone in utero platziert hatte und dem das Aufgenommene wieder vorgespielt wird, fällt in einen Schlaf. Das Ohr ist nicht nur mit dem →thalamischen limbischen System, dem Gefühlszentrum im Gehirn eng verbunden, sondern es hat auch direkte Verbindungen über das Corpus geniculatum mediale zur Großhirnrinde, wo ein bewusstes Hörerlebnis entsteht. Dass Musik eine Sache von Leben und Tod ist, beweisen nicht nur die dramatischen Biographien von Musikern und Komponisten, sondern auch die Tatsache, dass im alten China Musik als Todesstrafe eingesetzt wurde. Musik und Medizin sind „zwei Künste im Angesicht des Todes“ (Sander 2003). Die Wirkung der Musik wird in einer Medizin, die immer unpersönlicher und weniger menschlich wird, immer wichtiger. Es liegt jedoch auch in unserer Verantwortung, nach den wissenschaftlichen Grundlagen der Wirkung von Musik in der Medizin zu forschen, denn Musik als Therapeutikum muss den Ansprüchen an ein solches genüge tragen, wenn es als ein solches gelten soll.

1.2.2. Intensivmedizin

Ein Ort, an dem wie an keinem anderen in der modernen Medizin Sterben und Leben zusammenfallen ist die Intensivstation. Besonders hier sind Patienten hohem Stress durch fehlenden Tag-/Nachtrhythmus, die eigene schwere Erkrankung, die Reanimation am Bett nebenan, das Fehlen von Ruhe und Privatsphäre, die soziale Isolation, den Lärm durch Alarme der technischen Geräte und die intensivmedizinische Behandlung (z.B. Beatmung) ausgesetzt. Dies führt zu Müdigkeit, aber auch zu Konfusion und Agitiertheit (Bergboom-

Engbert 1989, Fontaine 1994, Granberg-Axèll 2001). Negative Gefühle, über die Patienten berichten, sind Bedrohung und Kontrollverlust. Intensivstationen haben konstant einen hohen Lärmpegel, der oft über 60 dB liegt (Almerud et Petersson, 2003). Ein normalerweise sich in Verwendung befindlicher Apparat produziert einen Alarmton, der über 90 dB liegt. Die Tatsache, dass Lärm eine Stressreaktion mit einhergehendem erhöhtem Herzschlag produziert, wurde von Fontaine 1994 nachgewiesen. An erster Stelle der stresserzeugenden Faktoren stehen jedoch bei Patienten auf Intensivstationen die mechanische Beatmung, der Beatmungsschlauch und die Absaugung. Trotz der Notwendigkeit dieser Maßnahme für das Überleben führt eine mechanische Beatmung zu Angst, Konfusion, Atemnot, Durst, Kommunikationsschwierigkeiten und der Unfähigkeit sich zu Entspannen. (Fontaine 1994, Bergboom-Engbert, 1989, Fitch, 1989, Gries, 1988, Johnson, 1990, Knebel, 1994).

Viele Intensivpatienten, ca. 20-60%, entwickeln ein „Intensive Care Syndrome“, das durch Wahrnehmungsstörungen, visuelle und akustische Halluzinationen, Aggression, Konfusion und Paranoia charakterisiert ist. Die Ursache ist unbekannt, doch ist es wahrscheinlich, dass die Erkrankung des Patienten, die Behandlung, das nicht vertraute Umfeld und die normale Routine der Intensivstation dazu beitragen (Almerud und Petersson, 2003). Nach Patientenbefragungen kann dieser Entwicklung am ehesten durch menschliche Zuneigung entgegengewirkt werden (Klapp et Neuhof, 1984). Doch die immer knapper werdenden Ressourcen im Gesundheitssystem lassen dies nicht immer zu. Weiterhin sind schmerzlindernde Medikamente und Sedativa verantwortlich für Angst und Konfusion (Granberg-Axèl, 2001). Patienten berichten, dass sie die Gabe von Sedativa als eine Art der chemischen „Fessel“ empfinden. Hinzu kommt, dass bisher nicht gezeigt werden konnte, dass Sedierung mit einem besseren Überleben oder schnelleren Verlassen der Intensivstation verbunden ist. Direkte und indirekte Nebenwirkungen von Sedativa sind Übelkeit, Erbrechen, Muskelschwäche und -atrophie, Verlängerung der Beatmungszeit, erhöhte Infektanfälligkeit, Juckreiz, verlangsamte Motilität des Magen-Darmtraktes, Harnverhalt, Blutdruckabfall, Blutflussverlangsamung im venösen Gefäßsystem, Druckstellen mit dramatischen Wunden (Cheng 1995), Veränderungen des zentralen Nervensystems (McCartney 1994, Hansen-Flaschen, 1991, Stolfus 1995) und sogar Tod (Ledingham 1988, Chlan, 1998). Diese lange Liste an Nebenwirkungen verdeutlicht die Notwendigkeit, nach Alternativen zu den herkömmlichen Verfahren der Sedierung zu suchen.

Auf Neugeborenen-Intensivstationen wurde bereits Musik mit positiver Wirkung eingesetzt. Bei schwersten Schädelhirnverletzungen wurde eine dreidimensionale akustische Umwelt erzeugt, die natürliche Umweltgeräusche nachahmte und auch Musik beinhaltete. In diesen Fällen konnte Kontakt mit Patienten hergestellt werden, die zuvor ohne Geräuschkulisse nicht auf Kontaktversuche reagierten (Formisano, 2001).



Abb.1 Schwerstkrankte beatmete Patientin auf einer Intensivstation, die unter anderem durch Beatmung hohem Stress ausgesetzt ist. Die Patientin verstarb kurze Zeit nach dieser Aufnahme an ihrer schweren Grundkrankheit.

Doch was ist Musiktherapie? Biley definiert Musiktherapie 1992 als:

Kontrollierte Form des Musikhörens und deren psychologischer, physiologischer und emotionaler Einfluss auf eine Person während der Behandlung von Krankheit oder Verletzung.

1999 beschreiben Chlan und Tracy Musiktherapie als effiziente Form der Therapie für bestimmte Intensivpatienten (Reduktion von Qualen und Angst ohne die Verwendung von Medikamenten) und stellen für die Anwendung auf Intensivstationen Richtlinien auf (Chlan et Tracy, 1999; Chlan et al., 2001). Amir beschreibt im selben Jahr Musiktherapie als eine Möglichkeit, die intrinsische Gefühlswahrnehmung einer Situation zu verändern. Dennoch ist die physiologische Wirkung von Musik auf Patienten nicht en detail geklärt. Man weiß, dass es durch Musik zu einer erhöhten Endorphinausschüttung, den körpereigenen Morphinen kommt. Die Folgen sind langsamere Herzfrequenz, eine ruhigere und regelmäßige Atemfrequenz und ein niedrigerer Blutdruck (Bonny 1978, Chlan 1998, Updike 1990). Auch der Nachweis von reduzierten Adrenalinspiegeln in einem relativ „gesunden“ Patientengut wurde erbracht (Almerud und Petersson, 2003).

1.2.3. Frauenheilkunde

Besonders in der Frauenheilkunde sind medizinische Maßnahmen, einschließlich diagnostischer Untersuchungen und Eingriffe, mit besonderen Patientinnenängsten behaftet. Zu diesen Ängsten gehört neben Scham auch häufig eine extreme Krebsangst. Der Einsatz von Musik als so genannte „funktionelle Hintergrundmusik“, also Musik ähnlich der in Kaufhäusern und Supermärkten, beginnt schon im Wartezimmer. Paczek untersuchte 1989 die Wirkung von Musik an 90 Patientinnen, denen er Klassik, flotte Schlager oder leichte Schlager vorspielte. Die Auswertung von Fragebögen ergab, dass 64% der Patientinnen Schlager, 13% Pop, 12% Klassik und 1% Ruhe bevorzugten. Die Wirkung der Musik wurde in den drei Gruppen etwa gleich beschrieben: 83% beruhigend, 4% anregend, 2% störend, 76% Geborgenheit, 11% keine Wirkung und 24% keine Meinung. In dem Studiendesign war es nicht vorgesehen, sich bestimmte Musik zu wünschen. Die Befragung ergab jedoch einen Zusammenhang zwischen Musikgeschmack und Wirkung der jeweiligen Musik. So empfanden Klassikliebhaber beim Anhören von klassischer Musik zu 100%, beim Anhören von Schlagermusik nur zu 60% ein Gefühl von „Geborgenheit“. Ein ebenfalls interessantes Ergebnis dieser Studie war, dass sich nur etwa zwei Drittel der Frauen vorstellen konnten, dass Musik während der Geburt entspannend wirken könnte.

Auch während eines Schwangerschaftsabbruchs wurde bei einer sehr hohen Fallzahl getestet, ob Musik entspannend wirke und ob ein Einfluss auf die Schmerzempfindung bestehe

(Shapiro und Cohen, 1980). Ein Schwangerschaftsabbruch ist ein emotional besonders belastender Eingriff für die Patientinnen, während der Eingriff körperlich kaum belastend ist. Die Patientinnen, die eine Saug-Curettage als Methode des Schwangerschaftsabbruchs erhielten, wurden in drei Gruppen randomisiert:

1. Stereo-Musik nach Wunsch per Kopfhörer (Klassik, Country, Disco).
2. Einatmung eines Sauerstoff-Methoxyfluran-Gemisches nach Bedarf.
3. 10mg Diazepam (Valium) per os eine Stunde vor dem Eingriff (Kontrollgruppe).

Nach dem Eingriff wurde ein Schmerz-Score über die relative Stärke der Schmerzempfindung von Ärzten und Pflegepersonal ausgefüllt:

		Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
Kontrollgruppe (Diazepam)	Anzahl	78	40	29	11
	%	49	25	18	6
Methoxyfluran	Anzahl	96	31	26	16
	%	57	18	15	9
Musik	Anzahl	142	17	12	2
	%	82	10	7	1

Schmerz-Summen-Score. 0=kein Schmerz und 3=sehr starker Schmerz bei n=167 in jeder Gruppe.

Zusammenfassend waren die Patientinnen der Gruppe, die Musik gehört hatte, entspannter und kooperationsbereiter.

Auch in der Geburtshilfe stellt die Reduktion von Stress ein Einsatzgebiet für die Musik als Behandlungsmethode dar. Eine große Anzahl von Stressoren wirken auf die Frau ein und beeinflussen das Geburtserleben. Folgende Faktoren wurden von Spintge unter anderem identifiziert:

1. Erwünschte oder unerwünschte Schwangerschaft
2. Alter
3. Kinderzahl, berufliche Stellung
4. Sexualität
5. Zeitmangel der Hebamme und des Arztes, die meist gleichzeitig mehrere Gebärende betreuen

6. Gefühl des Alleinseins

7. Schmerz

Heute wird mittels einer kontinuierlichen Infusion ein Lokalanästhetikum in die Hirnhaut um das Rückenmark (Periduralanalgesie) eingebracht, das den Schmerz des Geburtsvorgangs lindern soll. Bei einem Teil der Fälle kommt es zu einer Fehllage des Katheters, über den das Anästhetikum abgegeben wird, was zur Folge hat, dass es zu keiner Schmerzblockade kommt. Auch ein gut platzierter Katheter hat nicht nur Vorteile, denn das Geburtsrisiko für das Kind kann durch Verlängerung des Geburtsvorgangs erhöht sein. Auch die Frau kann aufgrund des fehlenden Schmerzes, wobei häufig der antizipierte Schmerz die Gebärende psychologisch stärker belastet als der tatsächliche, im Nachhinein den Geburtsverlauf als unbefriedigend empfinden. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, dass die Gegenwart des Ehemanns für die Frau nur eine bedingte Hilfe ist.

Schon recht früh in der Menschheitsgeschichte werden Musik und akustische Reize im weiter gefassten Sinn Gebärenden zur Erleichterung des Geburtsvorgangs zugeführt. Spintge berichtet, dass einige Indianerstämme im Amazonasbecken bis heute mit den Gebärenden einen Fluss aufsuchen. Der Grund ist nicht nur die Erleichterung der Reinigung, sondern auch, dass das Rauschen des Wassers als entkrampfend und schmerzlindernd empfunden wird. Im 17. Jahrhundert schreibt der Stadtphysikus Paullini (1692) über folgende Begebenheit (Kümmel, 1977):

Eines Dorfpredigers Weib hatte geraume Zeit in Kindesnöten gezappelt und es erschien nirgendwo Hülf und Erleichterung. Da kam der Schulmeister mit seinem Buben ... vors Haus und sang zum Neuen Jahr ... ein Lied. Darüber erfreute sich die Kreißende herzinniglich, dass sie noch unter währendem Musizieren glücklich gebar.

Der peripartale Einsatz von anxiolytisch wirkender Musik wurde von Spintge et al. bei 200 Gebärenden hinsichtlich subjektiv und objektiv beobachtbarer Kriterien untersucht. Neben der kognitiv-verbale Bewertung durch schriftliche Befragungsbögen, psychologische Tests (prä-/postpartaler Fragebogen zum subjektiven Befinden (State-Trait-Angst-Inventar STAI, Thematischer Apperzeptions-Test)) und Messung physiologischer Parameter (Herzfrequenz, Blutdruck, ACTH, β -Endorphin, Glucose, Lactat und Eiweiß im Serum) kam ein

standardisiertes Verhaltensbeobachtungsverfahren zum Einsatz. Die darin enthaltenen Meßpunkte waren:

1. Aufnahme
2. Eintritt in den Kreißsaal
3. Muttermundweite 4-6 cm
4. Übergang von Eröffnungs- zu Presswehen
5. unmittelbar postpartal
6. am ersten Tag postpartum jeweils um 11:30 Uhr

Das frei wählbare Musikprogramm wurde in folgenden Gruppen angeboten:

1. Schlager im Happy Music Party Sound
2. Schlager als ruhige Hintergrundmusik
3. Pop (aktuelle Hits)
4. Klassik (Romantik und Barock)
5. Wiener Walzer/Volksmusik
6. Eigenes Programm der Patientinnen (meist Pop)

Das Ergebnis der Studie ist eine deutliche Reduktion der Angst nach dem STAI Angst Inventar ($p < 0,01$). Auch die objektiv messbaren Parameter entwickelten sich in der Musikgruppe günstig. In der Musikgruppe lagen sowohl die β -Endorphin- wie auch die ACTH-Werte unter denen der Kontrollgruppe.

Mullooly et al. untersuchten den Effekt von Musik auf den postoperativen Stress und fanden bei gynäkologischen Patientinnen, die eine abdominelle Hysterektomie erfahren hatten, einen geringeren Stresslevel nach Applikation von Musik im Vergleich zu Patientinnen, denen keine Musik vorgespielt wurde (Mullooly et al., 1988).

1.2.4. Kinderheilkunde

Das Interesse am kindlichen musikalischen Verständnis und der Frage, in wieweit es angeboren oder durch das Umfeld erworben ist, ist groß. Friedrich II (1194-1250) glaubte,

dass Kinder, die man in Stille aufwachsen ließe, letztendlich Deutsch sprechen würden, da Deutsch Gottes natürliche Sprache sei. Die Kinder wuchsen auf und konnten gar keine Sprache sprechen.

Kinder sind Patienten, bei denen die Kommunikation schwierig sein kann. Gerade deshalb kann Musik ein Mittel zur Kommunikation, zur Entspannung und zur Anxiolyse sein. Die Grundlage für die Verarbeitung musikalischer Informationen in sehr früher Jugend wurde an 7 Monate alten Kindern erforscht, die schon nicht-metrische Melodien von metrischen Melodien unterscheiden können (Hannon, 2004). 6 Monate alte Kinder zeigen noch eine kulturübergreifende Antwort auf Rhythmus, während 12 Monate alte Kinder schon eine durch kulturelle Einflüsse geprägte Antwort auf Musik zeigen. Interessant ist, dass 12 Monate alte Kinder noch das rhythmische Verständnis einer ausländischen Kultur verinnerlichen können, während Erwachsene dies nicht mehr können. Insgesamt zeigt die Studie, dass rhythmisches Verständnis in einer sensiblen Periode in frühen Lebensjahren erworben wird (Hannon, 2005). In weiteren Studien konnte gezeigt werden, dass die Reaktionen auf Musik bei gesunden Kindern zwischen 9 und 69 Monaten mit der allgemeinen Entwicklung korrelieren. Aus diesem Grund können standardisierte Musiktests auch bei Kindern verwendet werden, die kein ausreichendes verbales Verständnis haben oder an einer Behinderung leiden. Bei Frühgeborenen kann der Einsatz von Musik ebenfalls sinnvoll sein. Bei dieser Patientengruppe besteht das Problem, dass sich einerseits das Konzept des „minimal handlings“ als positiv gezeigt hat, da häufig übergroßes schädliches Therapie-Engagement an den Tag gelegt wird, andererseits soll die psychische und sensomotorische Entwicklung während der oft langen stationären Aufenthalte gefördert werden. Dies wurde anhand des Einzelfalles eines Kindes, das in der 23.+3 Woche der Schwangerschaft geboren wurde, beschrieben (Haus und Hennecke, 2003).

Es konnte gezeigt werden, dass das aktive Musizieren in der Jugend einige sehr positive Einflüsse auf Jugendliche und später auch auf die jeweiligen Erwachsenen hat. Es wurden Faktoren des sozialen Kontextes identifiziert, die diese Entwicklung positiv beeinflussen. Faktoren, die musikalisch erfolgreiche Kinder heranwachsen lassen, die dann auch im Erwachsenenalter noch davon profitieren, wurden von Moore und Kollegen im Jahr 2003 identifiziert. Zu diesen Faktoren, die im Laufe der Entwicklung verschieden stark von Eltern, Lehrern und Gleichaltrigen beeinflusst werden, gehören (Moore et al., 2003):

1. Beginn in einem sehr frühen Alter
2. Unterstützung durch die Eltern beim Unterricht

3. Freundliche Lehrer, deren eigene technische Fähigkeiten nicht zu sehr entwickelt sind, wobei ein Mittelmaß zwischen entspanntem und forderndem Verhalten des Lehrers günstig ist
4. Viel Übezeit, wobei die, die am meisten übten, nicht die waren, die im Erwachsenenalter am erfolgreichsten ein Instrument spielten
5. Teilnahme an Konzerten
6. Improvisationen in einem frühen Alter
7. Mutter im frühen Kindesalter zu Hause

Der positive Einfluss der Musik auf Kinder, der Auswirkungen bis ins Erwachsenenalter hat, bezieht sich auf erhöhte Denkgeschwindigkeiten, was an standardisierten Tests, wie dem Kaufman's ABC und dem Gordon's PMMA, die mit Elektrookulogrammen verglichen wurden, gezeigt werden konnte (Gruhn et al., 2003). Elektrookulogramme zeigen sakkadische Augenbewegungen auf, was Rückschlüsse auf die Lesegeschwindigkeit und Denkgeschwindigkeit zulässt. Eine erhöhte Denkgeschwindigkeit korreliert mit erhöhten mentalen Fähigkeiten („Intelligenz“).

Weitere positive Auswirkungen von Musik auf Kinder wurden bei der →Dyslexie festgestellt. Dyslexie bedeutet erschwertes Lesevermögen (oft kombiniert mit Sprachschwäche), das von stockendem Lesen (d.h. mit „Häsitieren“) über völlige Lesehemmung nach anfänglich fließendem Lesen bis zur Dysanagnosie (Nichterkennen von Wortbedeutungen) reichen kann. Als ein Problem dabei wurde mangelnde Fähigkeit zur zeitlichen Einordnung identifiziert, die sich auf Sprache, Musik, Wahrnehmung, Denkleistung und motorische Leistungen erstreckt. Das Musizieren und das Hören von Musik konnte dabei positive Effekte erzeugen (Overy, 2003).

→Attention-Deficit-Hyperactivity-Disorder (neue Klassifikation nach DSM: Attention-Deficit-Disorder (ADD) mit und ohne Hyperaktivitätssyndrom) ist eine Erkrankung, die die Leitsymptome Aufmerksamkeitsstörung und motorische Unruhe hat. Die Inzidenz und Prävalenz dieser Erkrankung wächst bedingt durch die modernen sozialen Umwelteinflüsse und erhält hohe Aufmerksamkeit von Fachkreisen und der Presse. Der Einsatz von Musik kann äquilibrierend auf Kinder wirken; durch das Spielen eines Instrumentes kann ihre Aufmerksamkeit gesteuert werden (Jackson, 2003).

Beim →Autismus kommt es zum Sichabsondern von der Außenwelt unter Einkapselung in die eigene Gedanken- und Vorstellungswelt. Man unterscheidet bei dieser Erkrankung zwei Formen: Der frühkindlicher Autismus (Kanner) ist eine schon im Säuglingsalter erkennbare

Kontaktstörung, während der kindliche Autismus (Asperger) erst im Schul- und Adoleszentenalter und meist bei Knaben auftritt und durch eine personale Beziehungsarmut bei meist hoher Intelligenz charakterisiert ist (s. S. 14). In einer Metaanalyse von 12 abhängigen Variablen in 9 quantitativen Studien konnte Whipple im Vergleich von Therapien mit und ohne Musik an Kindern und Jugendlichen zeigen, dass alle Musikinterventionen erfolgreich waren, unabhängig vom Ziel und von der Durchführung der Intervention (Whipple, 2004).

In einer weiteren Studie wurden Kinder bezüglich der durch die Narkose einer bevorstehenden Operation erzeugten Angst untersucht. Dabei wurden Kinder in die Gruppen interaktive Musiktherapie (n=51), Beruhigungsmittel Midazolam (n=34) und Kontrolle (n=38) randomisiert. Es konnte mit einem $p < 0,05$ gezeigt werden, dass die Kinder in der Midazolamgruppe am wenigsten Angst hatten. Die Kinder in der interaktiven Musiktherapiegruppe, die nicht wie in anderen Studien das passiv-rezeptive Hören von Musik beinhaltete, hatten mehr Angst als die Kinder, die Midazolam erhalten hatten. Die Autoren konnten einen Therapeuteneffekt nicht ausschließen, was die Abhängigkeit der musiktherapeutischen Wirkung vom durchführenden Therapeuten beschreibt. Zusammenfassend empfehlen die Autoren interaktive Musiktherapie eher für den Eingang in den Operationbereich, um Trennungsängste zu reduzieren (Kain et al., 2004).

Dass der Einsatz von Musik Kosten reduzieren kann wurde anhand einer Analyse von pädiatrischen Patienten gezeigt. Dabei wurde untersucht, ob bei Kindern, die eine Computertomographie (n=57), ein Echokardiogramm (n=92) oder eine andere Untersuchung (n=17) erhielten, mit Hilfe von Musik das Sedierungsmittel, die Zeitdauer der Maßnahme und die Anzahl an Personal reduziert werden kann. Dabei wurde besonders betont, dass die persönliche Vorliebe des Kindes eine wichtige Rolle spielt. Die Kostenersparnis bezüglich der Durchführung eines Echokardiogramms ist in folgender Tabelle zusammengefasst:

	Zeit des Personals in h	Costen pro Untersuchung	Gesamtkosten pro Patient
Ohne Musiktherapie			
Schwestern	2	\$55.00	
Sonographeur	1	\$23.00	
Medikamente		\$9.45	
			\$87.45
Mit Musiktherapie	0	0	
Schwestern	1/3	\$7.66	
Sonographeur	1/3	\$5.55	
Medikamente		0	
			\$13.21
Gesamtersparnis			\$74.24

Die Gesamtersparnis pro Patient beträgt \$74,24, die Gesamtersparnis für alle in der Studie eingeschlossenen Patienten beträgt \$6830.00. Bei einer Gesamtstundenzahl an Schwesternzeit von 184h bei einem Stundenlohn von \$27.50/h entspricht das \$5060.00. Die Gesamtersparnis bei 62h ärztlicher Arbeitszeit bei einem Stundenlohn von \$23.00/h entspricht \$1426.00.

Erstaunliche Ergebnisse lieferte eine Arbeitsgruppe, die die Durchführbarkeit eines EEG bei pädiatrischen Patienten verglich (Lowey et al., 2005). EEG Untersuchungen erfordern bei Kindern Sedierung oder Schlafentzug oder beides. Chloralhydrat wird dafür routinemäßig bei Kindern verwendet. Es wurde gezeigt, dass der Anteil an Kindern, die ohne weitere Maßnahmen das EEG durchführen ließen in der Musikgruppe 97,1% und in der Chloralhydratgruppe nur 50% betrug. Das Zeitintervall bis zum Einschlafen der Kinder war in der Musikgruppe 23 Minuten und in der Chloralhydratgruppe 32 Minuten. Die Zeitdauer der Untersuchung war mit 66 Minuten in der Musikgruppe deutlich kürzer als in der Chloralhydratgruppe.

1.2.5. Chirurgie

Im perioperativen Umfeld wird Musik erfolgreich als Mittel der Anxiolyse eingesetzt (Cowan, 1991; Updike & Charles, 1987; Hodge & Thompson, 1990; Cork et al., 1995; Pickrell, 1950; Gullledge & Kline, 1981, Kaempf & Amodei, 1989). Perioperative Angst korreliert direkt mit der Furcht vor ungewohnter Umgebung, Kontrollverlust und Tod. Die erste Beschreibung datiert aus dem Jahr 1914 und wurde von Kane unter dem Titel *The phonograph in the operating room* in der medizinischen Fachzeitschrift *JAMA* publiziert (Kane, 1914). Kane hatte die Absicht, den Patienten durch intraoperative Musik vom „horror of surgery“ abzulenken. In den späten 30er Jahren setzte sich Farr für den Gebrauch von intraoperativer Musik für Patienten in Regionalnarkose ein (Farr, 1929). Erst um 1960 begannen Zahnärzte, Musik routinemäßig während Zahnoperationen einzusetzen. 65% bis 90% ihrer Patienten brauchten entweder kein oder nur wenig Anästhetikum (Gardner & Licklider, 1959; Gardner et al., 1960).

Die Tatsache, dass diese Periode nicht nur physisch traumatisierend ist, sondern auch einen Grund für signifikante Angst darstellt, wurde unter anderem von Moermann 1996, Weins 1998, Calvin und Lane 1999 und Leach et al. 2000 gezeigt.

Konventionell werden sedierende Medikamente vor und während des operativen Eingriffs eingesetzt, um den Patienten zu beruhigen. Dass Musik hier als beruhigendes Element durchaus seine Berechtigung hat, haben einige Autoren für stationär durchgeführte Operationen gezeigt. Updike zeigte dies 1987 für Patienten, die auf eine plastische Operation warteten und Heiser für den Zeitraum des unmittelbaren Wachwerdens aus der Narkose (Heiser, 1997). Heitz zeigte 1992 für Patienten im Aufwachraum, also dem Ort, in den Patienten unmittelbar nach einer Operation zur Überwachung hinverlegt werden, dass Musik angstreduzierend wirkt. Palakanis zeigte 1994 für Patienten, die sich einer Sigmoidoskopie (Spiegelung des Sigmaabschnittes des Dickdarms) unterzogen, dass Musik ihren Zustand der Angst reduziert. Besonders die Bronchoskopie, das Spiegeln der Atemwege, wird von Patienten als sehr belastend empfunden. Doch auch hier konnte von Dubois 1995 in der in dem Fachblatt *Chest* veröffentlichten Studie gezeigt werden, dass sich das Wohlfühl von Patienten mit Musik verbessert.

Ambulant durchgeführte Operationen verhindern oft den Einsatz von für das Wohlfühl des Patienten notwendigen, sedierenden Medikamenten. Die Ursache liegt darin, dass die Patienten oft erst kurz vor dem Eingriff vom Anästhesisten gesehen werden, was die Gabe der Medikamente schwierig macht. Außerdem kommt es durch den Druck zur Kostenreduktion

zu einer immer früheren Entlassung, was dazu führt, dass von der Anästhesie sedierende Medikamente zurückgehalten werden. Bedingt durch chirurgische und anästhetische Fortschritte werden jedoch in Zukunft ca. 60% der Operationen ambulant durchgeführt werden. Besonders die Regionalanästhesie, die nicht nur als so genannte peridurale Anästhesie in der Geburtshilfe ihren Einsatz findet (s.o.), sondern auch zum Beispiel bei Eingriffen an den Extremitäten oder an der Leiste, ist für den ambulanten Einsatz geeignet. Hier kann Musik intraoperativ eingesetzt werden, nachdem dies zu einem bewussten Hörerlebnis beim Patienten führt.

Bezüglich der starken Zunahme an ambulanten Operationen liegen Daten für die Länder Australien (Roberts 1997, Cleary 1999, Williams 2003), Nordamerika und Großbritannien vor (Bernier 2003, Elliott 2003). Deren Gesundheitssysteme sind mit dem der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar. Auch in Deutschland werden verstärkt ambulante Operationen durchgeführt, was unter dem Stichwort „Fast Track Surgery“ zusammengefasst wird. Durch kürzere Liegezeiten werden Kosten reduziert und es wird aufgeräumt mit überholten Vorstellungen, die den Patienten nur plagten, ihm aber keinen Vorteil brachten (z.B. postoperative Nüchternheit).

Besonders das ambulante Umfeld ist jedoch Ursache für Angst, denn es erfordert eine schnelle Orientierung des Patienten in einem sterilen Umfeld, das ihm nicht vertraut ist. Dass Angst einen bedeutenden Grund zur Beunruhigung bei ambulanten chirurgischen Patienten darstellt, haben einige Autoren gezeigt (Goldman 1988, Markland und Hardy 1993). Wie oben für Intensivpatienten beschrieben, führt die Angst, die vom Unwohlsein bis zur behindernden Panik reichen kann, zu einem schlechteren Erholen und Verständnis der postoperativen Therapie (Orr 1986, Kulik 1996, Shuldham 1999). Einige Studien haben gezeigt, dass das ausführliche Informieren von Patienten die präoperative Angst zumindest zum Teil reduzieren kann (Bedows 1997, Shuldham 1999, Hodgkinson 2000, McDonald 2004).

Dass in diesem Umfeld Musik als geeignet angesehen werden kann, konnte durch Lepage und seine Kollegen 2001 gezeigt werden. Nach dem Studienprotokoll wurden Patienten in einem perioperativen Umfeld mit einer Pumpe ausgestattet, mit der sie sich selbstkontrolliert intravenös ein sedierendes Medikament zuführen konnten. Dann wurden sie in Gruppen mit und ohne Musik randomisiert. Als Ergebnisparameter wurden der Verbrauch des sedierenden Medikamentes und der Grad der Angst nach den oben schon erwähnten STAI- und VAS-

Fragebögen ermittelt. Der Gesamtverbrauch in der Gruppe mit Musik ($1,2 \text{ mg} \pm 1,3 \text{ mg}$) war im Vergleich zu der Gruppe ohne Musik ($2,5 \text{ mg} \pm 2,0 \text{ mg}$) deutlich geringer ($p < 0,05$). Der Grad der Angst nach den standardisierten Fragebögen war in beiden Gruppen gleich. Die Schlussfolgerung aus dem Experiment war, dass im ambulanten Umfeld die Anwendung von Musik zu einem geringeren Verbrauch von sedierenden Medikamenten führt, bei gleichem Grad der Entspannung. Weitere Studien, die eine Reduktion von Narkosemittel bei leicht sedierten Patienten gezeigt haben, sind die von Nilsson 2003, Good 2001 und Allen 2001.

Ein weiterer günstiger Effekt von Musikintervention für ambulante Patienten ist, dass es zu einem erhöhten Maß an Autonomie und Selbstverantwortlichkeit führt, wenn die Patienten die Musik abhängig vom Protokoll selbstbestimmt beginnen und beenden können. Hyde und seine Kollegen haben 1998 gezeigt, dass 50% aller ambulanten Patienten gerne Musik hören würden, während sie auf eine Operation warten.

Einige physiologische und biochemische Erklärungen wurden für den beruhigenden und analgetischen Effekt von Musik beschrieben. Als Konzept dafür wurde schon 1960 in der wissenschaftlichen Zeitschrift *Science* beschrieben, dass sich Schmerz- und auditorische Bahnen im Gehirn gegenseitig inhibieren (Gardner 1960). Die optimale Aktivierung von auditorischen Bahnen durch Musik würde somit zu einer Inhibition der zentralnervösen Transmission von nozizeptiven (schmerzassoziierten) Stimuli führen (Brunges 2003). Einige Studien haben gezeigt, dass dieser Effekt nicht nur bei wachen Patienten im perioperativen Umfeld oder während der Operation bei Patienten in Regionalanästhesie der Fall ist, sondern auch bei Patienten, die während der so genannten Allgemeinnarkose nicht bei Bewusstsein sind (Nilsson 2001 und 2003, Lewise 2004). Es wurde gezeigt, dass eine Musik- oder eine allgemeine Tonintervention den intraoperativen sedativen und analgetischen Medikamentenbedarf, rasche hämodynamische Schwankungen (Blutdruckschwankungen) und postoperative Schmerzen reduzieren kann und allgemein die postoperative Erholung verbessert (Koch 1998, Wang 2002). Unterstützend haben einige Studien darauf hingewiesen, dass auch unter adäquater Narkose auditorische Informationen prozessiert werden. Auf diese Untersuchungen aufbauend wurde Patienten intraoperativ die Musik vorgespielt, die sie selbst präoperativ wählen konnten. Der Effekt war eine Reduktion des psychologischen Stresses, der durch das unvertraute Umfeld des Operationssaals unterbewußt auf den Patienten wirkt (Nilsson 2003, Allen 2001).

Ein Patient profitiert aber nicht nur direkt durch die Musik während einer Operation, sondern auch durch die Tatsache, dass von Chirurgen selbstgewählte Musik deren Konzentrationsfähigkeit und deren Aufmerksamkeit erhöht (Allen & Blaskovich 1994). Dabei scheint ein wichtiger Faktor die Vertrautheit des Chirurgen mit der Musik zu sein (Fontaine und Schwalm, 1979). Weitere Evidenz kommt von Untersuchungen an Chirurgen bezogen auf ihre mentalen Leistungen. Allen und Blascovitch fanden heraus, dass Chirurgen mentale Substraktionsaufgaben schneller und genauer mit bekannter und selbst gewählter Musik als mit durch den Experimentator ausgewählter oder überhaupt keiner Musik ausführen konnten (Allen und Blaskovich, 1994). 46 der 50 Musikstücke in dieser Studie, aus denen die Chirurgen auswählen konnten, waren Klassikstücke. Aus diesem Grund diskutieren die Autoren, dass die bessere Testleistung mit der selbst gewählten Musik auch daher stammen kann, dass es sich um klassische Musik handelte und nicht weil sie bekannt war. Des Weiteren wurden die Chirurgen ausgewählt, die gerne Musik im Operationsaal hörten, was einen gewissen Bias bezüglich des Testergebnisses darstellt.

1.2.6. Psychiatrie/Neurologie

Der Einsatz von Musik als Therapieform in der Neurologie und in der Psychiatrie ist akzeptiert und weit verbreitet. In einer Studie aus Deutschland konnte gezeigt werden, dass Musik in 37% aller psychiatrischen und psychosomatischen Einrichtungen angewendet wird (Andritzky, 1996). Insgesamt kann der Einsatz von Musik in der Psychiatrie in drei Bereiche gegliedert werden:

1. Aktive versus passive Musiktherapie
2. Grad der Strukturierung der Musiktherapie
3. Fokus der therapeutischen Aufmerksamkeit innerhalb der musiktherapeutischen Intervention

Die *aktive Musiktherapie* beinhaltet verschiedene Formen der musikalischen Interaktion, wie zum Beispiel die freie Improvisation und Reproduktion von Liedern. *Passive oder rezeptive Musiktherapie* bedeutet das Hören von aufgenommener Musik, die entweder vom Patienten oder vom Therapeuten ausgewählt wird. Die häufigsten Therapieansätze bestehen aus einer Mischung von aktiver und passiver Musiktherapie.

Der *Grad der Strukturierung* der therapeutischen Sitzung kann sich zum Beispiel bei freier Improvisation auf harmonische oder rhythmische Strukturierung beziehen. Der Grad der Strukturierung hängt von den Bedürfnissen des Patienten ab und schwankt zwischen den einzelnen musiktherapeutischen Modellen. Es wurde beobachtet, dass besonders bezogen auf den Grad der Strukturierung, ein deutlich unterschiedlicher Ansatz in Europa und in Amerika existiert (Wigram, 2002).

Der *Fokus der Aufmerksamkeit des Therapeuten* kann sich mehr auf den Prozess konzentrieren, der innerhalb der musikalischen Interaktion entsteht, oder er kann sich auf die verbale Reflexion der Patientenprobleme beziehen, die durch die Musikintervention hervorgebracht wird.

Der Schwerpunkt des Einsatzes der Musik in der klassischen psychiatrischen Therapie bezieht sich auf die Krankheitsbilder aus dem neurotischen und psychotischen Formenkreis. In diesen Bereichen wird sie, wie oben geschildert, nicht nur therapeutisch, sondern auch diagnostisch eingesetzt.

Erst kürzlich erschien eine umfangreiche „gepoolte“ Metaanalyse bestehend aus 34 Studien, die die Wirksamkeit von Musik bei der Behandlung der Schizophrenie beleuchtete. Dabei teilten die Autoren die Ergebnisse in die drei Bereiche *Patienten, Kliniker und Verwaltungsangestellte* ein:

Es ist demnach als gesichert anzusehen, dass *Patienten* mit Schizophrenie ihren globalen Status, ihren mentalen Status und ihre sozialen Funktionen durch Musiktherapie über einen kurzen bis mittelfristigen Zeitraum verbessern können. Um von der Musiktherapie zu profitieren ist es wichtig, dass die Patienten die musiktherapeutischen Sitzungen über einen gewissen Zeitraum besuchen. Eine Mindestanzahl kann aber dafür nicht angegeben werden. Die aktive Teilnahme ist der entscheidende Faktor für den Erfolg der Studie und ist vermutlich patientenabhängig. Eine musikalische Vorbildung ist nicht notwendig, Motivation aber sehr wohl.

Ärzten wird empfohlen, musiktherapeutische Techniken wie Improvisation und die Diskussion von persönlichen Belangen mit Bezug auf die musikalische Intervention zu beherrschen. Besonders die Negativ-Symptome der Schizophrenie (z.B. Antriebsarmut, Gefühlsflachheit, schlechte soziale Integration) sprechen gut auf Musiktherapie an und sollten vom Arzt als Indikation für Musiktherapie gesehen werden. Besonders bei den Negativ-Symptomen sind andere therapeutische Strategien häufig frustan.

Verwaltungsangestellten wird aufgezeigt, dass es eine gewisse Anzahl an Bereitstellungen von Sitzungen geben soll, damit Effekte erzielt werden können. Jedoch kann, wie bereits

erwähnt, aus den gewonnenen Daten nicht auf eine genaue Mindestanzahl an benötigten Sitzungen geschlossen werden. Vermutlich sollte eine Anzahl von 20 Sitzungen nicht unterschritten werden.

Die Studie hat zusätzlich aufgezeigt, dass es in einigen Ländern einen Mangel an qualifizierten Therapeuten und Ausbildungskursen gibt (Gold et al., 2005).

Die →Demenzerkrankungen sind ein Formenkreis von Erkrankungen, die eine starke Assoziation mit dem Lebensalter besitzen. Aufgrund der zunehmenden Lebenserwartung und der daraus resultierenden Tatsache, dass die am stärksten wachsende Bevölkerungsgruppe die der alten Menschen ist, nehmen altersassoziierte Demenzerkrankungen in der westlichen Welt stark zu. Der Einsatz von Musik bei Demenzerkrankungen und deren Wirkung auf Verhalten und soziale Interaktion wurde untersucht und umfasst die Bereiche des Musikhörens als Gruppenaufgabe oder Einzelintervention und des Musizierens in Form von Instrumental- oder Vokalmusik (Brotons et al., 1997; Koger et al., 1999; Lou et al., 2001, Vink et al., 2003, Sherratt et al., 2004). Dabei wird die Musikauswahl dahingehend getroffen, dass sie den individuellen Vorlieben vor der Demenzerkrankung angepasst wird (Gerdner & Swanson, 1993; Gerdner 2000; Ragneskog et al., 2001). Als ein wichtiges Problem bei der Demenzerkrankung wurde identifiziert, dass eine Inkongruenz in den Patienten dadurch entsteht, dass ihnen ihr Umfeld nicht (mehr) vertraut ist und als Folge negative psychosoziale Auswirkungen, Angst und Agitation entstehen. Musik kann bei diesen Patienten Vertrautheit in einem ihnen nicht vertrauten Umfeld schaffen. Bei alten Menschen mit Demenz kann Musik Erinnerungen an ein familiäres Umfeld wecken. Auf diese Weise kann also etwas Gewohntes in ein für die Patienten neues und dadurch oft einschüchterndes Umfeld eingeführt werden (Mirotznik & Ruskin 1985).

Obwohl bei Patienten mit Demenzerkrankung das explizite Gedächtnis gestört ist, können diese Patienten ein erhaltenes implizites Gedächtnis haben (Randolph et al., 1995; Fleischman et al., 1998, Knight 1998). Zum expliziten Gedächtnis wird die Erinnerung an Ereignisse und Tatsachen gerechnet. Zum impliziten Gedächtnis werden Emotionen, motorische Fähigkeiten, Konditionierung und die Fähigkeit eine Handlung einzuleiten gerechnet.

Dabei ist Musik besonders geeignet, positiv assoziierte Erinnerungen wieder hervorzurufen. Besonders Musik, die in der Jugend der Patienten populär war, religiöse Musik oder patriotische Musik hat für diese eine besondere Bedeutung und scheint dafür besonders

geeignet zu sein. Dabei scheint besonders der Grad der Vertrautheit der Musik mit der Effektivität einer Musikintervention zu korrelieren (Clarl et al., Gerdner 2000).

Nicht nur bei der verbreiteten, so genannten senilen Demenz wird Musik erfolgreich eingesetzt, auch bei einer kindlichen Form der Demenz, dem →Rett* Syndrom, bedient man sich der Musik. Beim Rett* Syndrom handelt es sich um eine nur bei weiblichen Kindern beschriebene, frühkindlich beginnende und langsam fortschreitende Enzephalopathie (z.B. Hirnatrophie) mit Demenz, autistischen Verhaltensweisen, Stereotypien (z.B. „Handwaschbewegungen“), zurückbleibendem Kopfwachstum, später mit epileptischen Anfällen, Apraxie und extrapyramidalen Symptomen sowie Muskelschwund und Spastik. Da es hierbei nicht nur zu einer Demenz, sondern auch zu einer Spastik der Hände kommt, wird Musik neben den oben schon erwähnten Wirkungen zur Verbesserung der kommunikativen Fähigkeiten, der Aufmerksamkeit und der Motivation auch zur Verbesserung der Handbeweglichkeit im Rahmen der Spastik eingesetzt (Cass et al., 2003; Kerr et al., 1985; Wesecky et al., 1986, Wigram et al., 1991; Yasuhara et al., 2001).

Eine weitere Form der Demenzerkrankung ist die Demenzerkrankung vom →Alzheimer Typ, die von dem Münchner Neurologen Alois Alzheimer (1864-1915) erstbeschrieben wurde. Alzheimer ließ das Feld mit der Diagnose auf dem Krankenblatt noch offen, doch posthum wurde diese verbreitete Erkrankung nach ihm benannt. Bei der Erkrankung handelt es sich wahrscheinlich um eine dominant, eventuell aber multifaktoriell erbliche, präsenile, im 5. bis 6. (3. bis 4.) Lebensjahrzehnt auftretende, unaufhaltsam fortschreitende Großhirnrindenatrophie, die meist temporal, aber auch parieto-okzipital lokalisiert ist. Prädominantes Merkmal ist die zunehmende Demenz (Merkfähigkeits- und Denkstörungen) bei relativ lang erhaltener Gemütsansprechbarkeit. Ferner treten als verwaschene Herdsymptome →Logoklonie, →Aphasie, →Apraxie, motorische Unruhe in Form sinnloser Bewegungen und auch agnostische Symptome auf. Bei der Demenzerkrankung vom Alzheimer Typ werden Zusammenhänge mit einer Slow-virus-Infektion diskutiert. Interessant ist die Tatsache, dass Patienten, die die modernen Kriterien für eine möglicherweise oder wahrscheinlich vorliegende Demenzerkrankung vom Alzheimer Typ erfüllen, weiterhin ein Instrument geschickt spielen konnten (Beatty et al., 1988; 1994; 1999; Crysal et al., 1989, Polk and Kertesz, 1993). Patienten, die in einem standardisierten Test der Gedächtnisleistung (Mini Mental State Exam, MMSE) nur minimale Punktzahlen erreichten (5 Punkte), besaßen trotzdem noch die Fähigkeit, ihre Instrumente zu spielen. Dies gilt sogar

für Patienten, die an Apraxie, also der Unfähigkeit zur Ausführung erlernter zweckmäßiger Bewegungen oder Handlungen trotz erhaltener Wahrnehmungs- und Bewegungsfähigkeit, litten (Beatty et al., 1988, 1994; 1999). Bei den Fallbeschreibungen dieser Patienten wird betont, dass die erhaltenen musikalischen Fähigkeiten sich nur auf das kompetente Vortragen von solchen Liedern oder Kompositionen beschränkt, die lange vor der Erkrankung erlernt wurden und die vor der Erkrankung zahllose Male geübt wurden (Crysal et al., 1989; Polk und Kertesz, 1993). Bei zwei klavierspielenden Patienten mit Demenzerkrankung vom Alzheimer Typ wurde beschrieben, dass sie trotz schwerster Erkrankung Stücke vom Klavier auf das Xylophon übertragen konnten, obwohl sie sonst kaum noch motorische Fähigkeiten hatten.

Durch funktionelle Darstellung von Gehirnaktivität bei gesunden Probanden wurde eine Lateralisation der musikalischen Gedächtnisleistung in die rechte temporale und ventrolateral-frontale Gehirnregion erkannt. Patienten, denen durch chirurgische Maßnahmen oder durch Schlaganfall diese Regionen funktionell abhanden gekommen sind, haben die Fähigkeit, sich an Musik zu erinnern, verloren. Der Themenkomplex der so genannten Amusie, also der Unfähigkeit Musik zu erfassen oder sie aufzuführen, wurde von Clemens Becker unter der Leitung von Lorenz Welker umfassend bearbeitet (Becker, 1998).

Altenmüller et al. beschreiben den Fall eines Patienten, der beim Vorspielen einer Klaviersonate diese nicht mehr als durch das Klavier, sondern durch das Xylophon vorgetragen empfand. Der Patient hatte eine Läsion in einer bestimmten rechts-temporalen Gehirnregion, die offensichtlich wichtig ist für die Zuordnung von Musik zu dem gespielten Instrument.

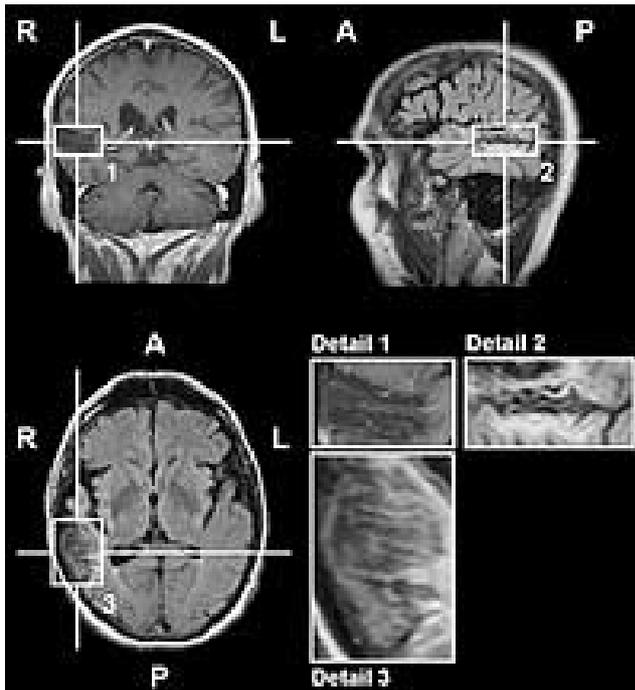


Abb.2 Läsion in der rechts-temporalen Gehirnregion des Patienten führte zu einer Umkodierung einer durch das Klavier vorgetragenen Mozart Klaviersonate. Er hörte diese als wie durch Xylophon vorgetragen. (Quelle: Altenmüller www.ghst/neurowissenschaften)

In weiteren Fallbeschreibungen, Berichten und sogar eigenen Erfahrungsberichten von Ärzten wurde die Beziehung von Gehirnläsionen zu der Aufnahme von Ton und Musik beschrieben. Ein Arzt berichtet nach seiner Kopfverletzung:

Eine Sache, die ich in den ersten Tagen zu Hause bemerkte, war mein Desinteresse am Musikhören. Ich hörte die Musik. Ich wusste, dass es Musik war. Ich wusste auch, wie sehr ich es geliebt hatte Musik zu hören. Es war immer eine unerschöpfliche Quelle, die meinen Geist ernährte. Ich war gegenüber Musik indifferent. Ich wusste, etwas war sehr daneben. (Kapur S. The Injured Brains of Medical Minds: Views from Within, London: Oxford University Press; 1997)

Ein Arzt mit bilateralem →Astrozytom (Geschwulst des zentralen Nervensystems; bilateral auf beiden Gehirnhälften auftretend) unter Steroidtherapie klagte, dass er beim Singen die Töne nicht mehr treffen könne, ohne dass er in der Lage war, dies in Beziehung zu einem neurologischen Symptom zu bringen. Kapur beschreibt diese Amelodie als assoziiert zu einer rechts inferioren frontalen oder rechts anterioren parietalen Läsion des Gehirns (Benson, 1997).

Neurologische Störungen waren vor allem dann offensichtlich, wenn die Patienten vorher Musik sehr geschätzt hatten. Vor allem bei im temporalen Bereich (Schläfenlappenbereich) lokalisierten Schlaganfällen oder Pathologien kommt es zu Einschränkungen von

musikalischen Fähigkeiten. Dabei ist die Fähigkeit die Töne zu treffen, eine Melodie zu erkennen, zu singen oder einem Rhythmus zu folgen eher im rechten Schläfenlappen lokalisiert (Wieser und Wittlieb-Veerport, 1995; Leenox 1960). Von Ravel, der einen linksseitigen Schlaganfall erlitten hatte, wird beschrieben, dass er offensichtlich weiter Musik hören und Stücke erkennen konnte, aber unfähig war Musik zu komponieren, obwohl er einen kreativen Impuls verspürte.

Nicht nur das Auslöschen von musikalischen Fähigkeiten durch Läsionen in definierten Hirnregionen wird von Neurologen beschrieben, sondern auch das Auslösen von Epilepsien kann durch Musik verursacht sein. Lennox, nach dem auch eine kindliche Epilepsieform benannt ist, schreibt von Berlioz, dass er an einer musikogenen Epilepsie litt. Kaplan interpretiert folgende Stelle in Shakespeares Kaufmann von Venedig, in der Lord Cohen of Birkenhead sagt: (Akt. IV, Szene 1) (Kaplan PW. Musicogenic epilepsy and epileptic music: a seizure's song).

*Some men there are, love not a gaping pig;
Some are mad, if they behold a cat;
And others, when the bagpipe sings i' th' nose
Cannot contain their urine*

Der Begriff der musikogenen Epilepsie stammt aus Critchley und Hensons Buch über den Zusammenhang von neurologischen Störungen, Gehör, Emotionen, Ton und Musik (Critchley & Henson; 1977).

Die Erstbeschreibung und Begründung des Begriffs der musikogenen Epilepsie publizierte sie 1937 in der Fachzeitschrift *Brain* (Critchley, 1937). Dabei betonte er die bedeutende Wirkung von Musik auf das autonome und das →limbische System (Gehirnsystem, das für Emotion und Belohnung zuständig ist), wie auch die Lateralisation von Gehirnfunktionen, die für die Verarbeitung von Musik zuständig sind auf die nicht-dominante Gehirnhälfte. Auslöser für musikogene Epilepsien können spezifische Stücke sein, wie zum Beispiel das Stück *1000 und eine Nacht* von Johann Strauss, oder auch banale akustische Reize, wie z.B. ein Knall oder leises Glockenklingen. In diesem Zusammenhang schreibt Berman über musikogene Epilepsien, was auch für das folgende Kapitel über unerwünschte Wirkung von Musik gilt:

Jede gute Musik wird zu Lärm, wenn sie zu laut gespielt wird. (Berman IW. Musicogenic epilepsy. (1981) S Afr Med J. 59: Seiten 354-64)

Musik wird in den letzten Jahren verstärkt verwendet, um die Gehirnfunktionen, die durch verschiedene neurologische Erkrankungen gestört werden, zu verstehen. Die Verarbeitung von Musik ist eine komplexe Gehirnleistung, die akustische Analyse, auditorisches Gedächtnis, auditorische Analyse eines zeitlichen Ablaufs, Verarbeitung von musikalischer Syntax und Semantik beinhaltet. Musik beeinflusst Emotionen, das autonome Nervensystem, das Hormon- und das Immunsystem und Reflexbahnen. Insgesamt wird die Verarbeitung von Musik als modulares System verstanden, von dem die Lokalisation einiger Module im Gehirn bekannt ist. Die folgende Graphik zeigt die aktuelle modulare Vorstellungsweise von musikalischer Verarbeitung im Gehirn (Koelsch & Siebel, 2005).

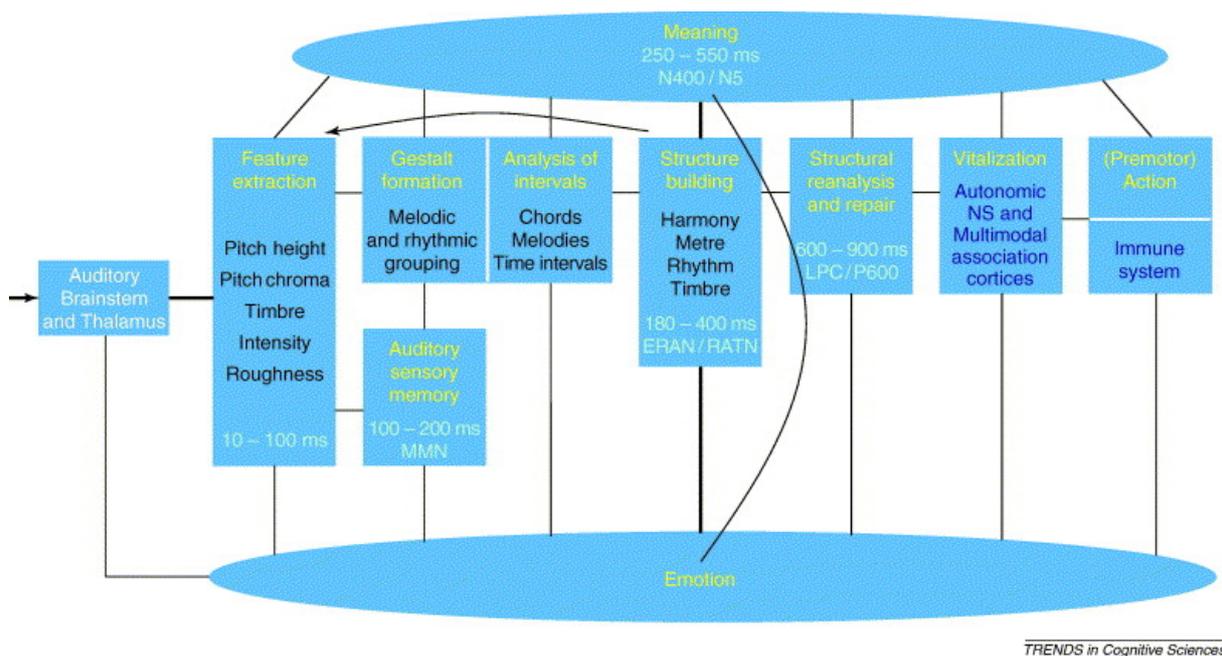


Abb.3 Neurokognitives Modell der Verarbeitung von Musik. Es zeigt die verschiedenen Module, denen die verschiedenen Aspekte der musikalischen Wahrnehmung zugeordnet werden können. (Quelle: Koelsch & Siebel, 2005)

Nach neuronaler Übersetzung von akustischer Information in neuronale Aktivität in der Cochlea des Ohrs, wird diese Aktivität durch verschiedene neuronale Antwortmuster auf Tonhöhe, Stimmung, Gleichmäßigkeit, Intensität und Unterschiede zwischen den Eingängen über die Ohren im oberen Olivenkomplex und dem unteren kleinen Hügel transformiert (Gebiete des Hirnstamms). Diese frühe Verarbeitung hat die biologische Funktion

auditorische Inputs, die u.U. Gefahrensignale kodieren können, möglich früh schon auf Hirnstammebene und auf Höhe des →Thalamus zu entschlüsseln. Der Thalamus, der eng mit der Amygdala und dem medialen orbitofrontalen Kortex verbunden ist führt zu der emotionalen Bewertung und der emotionalen Reaktion. Im auditorischen Cortex (Großhirn) und in angeschlossenen Arealen kommt es zur Extrahierung von spezifischeren akustischen Informationen wie Tonhöhe, Tonlage, Stimmung, Intensität und Gleichmäßigkeit. Diese Aktivitäten des Gehirns können mittels Antwortlatenzen (ERP) und der „Mismatch Negativity“ (MMN) aufgezeichnet werden und haben eine Latenz bis zu 100 Millisekunden. Nach der Extrahierung von auditorischen Informationen gelangen diese in das auditorische, sensorische Gedächtnis.

Zusammenfassend kann man für die Fächer Psychiatrie und Neurologie sagen:

1. Musik ist ein in der Psychiatrie schwerpunktmäßig eingesetztes Therapeutikum, dessen Wirksamkeit für viele Indikationen bewiesen ist.
2. Die unterschiedliche Verarbeitung und Wiedergabe von Musik, bedingt durch Gehirnerkrankungen und chirurgische Eingriffe am Gehirn, hat in der Neurologie zu einem besseren Verständnis von mentaler Verarbeitung von Musik im Gehirn und deren anatomischen Korrelaten geführt.

Eine umfassende Beschreibung ist im Rahmen dieser Arbeit natürlich nicht möglich. Es wurde deshalb nur cursorisch auf die erwähnten Erkrankungen eingegangen.

1.2.7. Unerwünschte Wirkung durch Musik

Der medizinische Einsatz von Musik zeigt nicht nur positive Wirkung.

Akustische Reize im Hintergrund eines Operationssaals können Anästhesisten von ihren Grundaufgaben ablenken und verhindern, dass sie wichtige auditorische Informationen aufnehmen. Dies haben Hodge 1990 im *Lancet* unter dem Titel „*Noise pollution in the operating theatre*“ und Weiniger und Englund ebenfalls 1990 in *Anesthesiology* unter dem Titel „*Ergonomic and human-factor affecting anesthetic vigilance and monitoring performance in the operating-room environment*“ beschrieben. Sie haben Musik als spezifische Form eines Hintergrundreizes identifiziert, der eine Gefahr darstellen kann. In

einer Umfrage in Großbritannien haben Anästhesisten angegeben, dass zu 72% regelmäßig Musik in Operationssälen gespielt wird (Hawksworth 1997). Dabei empfanden 26% der befragten Anästhesisten, dass Musik ihre Aufmerksamkeit reduziert und 11,5% der befragten Narkoseärzte meinten gar, dass ihre Fähigkeit zum Wahrnehmen und Erkennen von Alarmtönen dadurch vermindert sei. In einer weiteren Studie wurde gezeigt, dass 51% der befragten Anästhesisten Musik während einer anästhetischen Notfallsituation als ablenkend empfanden und 26% der Befragten gaben zu, lieber in Stille zu arbeiten. Radocy und Boyle fanden im Widerspruch dazu heraus, dass Musik die so genannte Aufweckreaktion und die Aufmerksamkeit während Wachsamkeitsaufgaben erhöht.

Es wurde erkannt, dass Musik in einigen Situationen auf den Chirurgen entspannend wirkt, dass jedoch aufgrund der hohen Zahl der an einer Operation beteiligten Personen (Schwestern, Anästhesisten, Reinigungspersonal etc.) der Effekt auf diese unkalkulierbar sei. Insgesamt wurde bei der Untersuchung von Hawksworth herausgefunden, dass Konversation im Hintergrund mehr Ablenkung erzeugt als andere Hintergrundgeräusche. Der genaue Schalldruckpegel während einer Operation, bei der Musik gespielt wird, ist nicht bekannt, doch wird er von Gloag mit etwa 87 dB L_{eq} (equivalenter Lautstärkegrad) angegeben.

	Positiver oder kein ungünstiger Effekt	Negativer oder ungünstiger Effekt	Kein Effekt oder Effekt möglich	Keine Daten vorhanden
Vigilanz	10 (9,6)	27 (26,0)	67 (66,4)	0 (0,0)
Kommunikation mit dem Personal	16 (15,4)	25 (24,0)	62 (59,6)	1 (1,0)
Ablenkung von Alarmen	66 (63,5)	12 (11,5)	26 (25,0)	0 (0,0)
Ablenkung während Notfällen	17 (16,3)	53 (51,0)	30 (28,8)	4 (3,8)

Meinungen zu Musik während Eingriffen unter Anästhesie (Quelle: Hawksworth et al., 1997). Angaben in Anzahl und (%).

	Kein Effekt	Ablenkender Effekt	Möglicher ablenkender Effekt	Fehlende Daten
Effekt auf den Chirurgen	64 (61,5)	4 (3,8)	36 (34,6)	0(0,0)
Effekt auf das Anästhesiepflegepersonal	68 (65,4)	6 (5,8)	29 (27,9)	1 (1,0)

Fähigkeit von Musik, Chirurgen und Anästhesiepflegepersonal abzulenken (Quelle: Hawksworth et al., 1997) Angaben in Anzahl und (%).

	Was lenkt am meisten ab?	Was lenkt am meisten ab?
Musik, die man gerne mag	9 (8,7)	58 (55,8)
Musik, der man gleichgültig gegenüber steht	3 (2,9)	35 (33,7)
Musik, die man hasst	81 (77,9)	2 (1,9)
Keine Daten	11 (10,6)	9 (8,7)

Ablenkung in Abhängigkeit vom Musikgeschmack (Quelle: Hawksworth et al., 1997). Angaben in Anzahl und (%).

Basierend auf den derzeit vorliegenden Studien zu unerwünschten Wirkungen von Musik hat man folgende Faktoren identifiziert:

1. Schalldruckpegel (Lautstärke)
2. Vokalmusik
3. Vertrautheit mit dem Stück
4. Bevorzugung einer musikalischen Stilrichtung

Nur wenige empirische Tests wurden durchgeführt um zu untersuchen, wie Lärm allgemein auf die Leistungsfähigkeit von Anästhesisten wirkt. Hawksworth und Kollegen untersuchten den Effekt von Stille, Lärm, Pachelbels Kanon und selbst gewählter Musik auf von Anästhesisten durchgeführte allgemeine, manuelle Kontrollaufgaben und fanden keinen Unterschied in der Testleistung.

Eine mit hoher Validität (statistische Power) durchgeführte Studie von Moorthy et al. zeigte, dass Chirurgen mit unterschiedlicher laparoskopischer Operationserfahrung laparoskopische Aufgaben gleich gut in Stille, bei aufgenommenem Operationssaallärm von 80-85 dB und bei durch die Experimentatoren ausgewählter klassischer Musik in einer durch den Chirurgen selbst gewählten Lautstärke ausführen.

Die neueste Studie zu diesem Thema wurde von Sanderson 2005 in *Anesthesia* publiziert. Er hat untersucht, welchen Effekt Musik, die zusätzlich zu anderen Aufgaben gespielt wurde, auf die Überwachungsleistung hat und ob es eine Rolle spielt, welche Musik gespielt wird. In dieser Studie wurde Klassik mit Rock Musik verglichen. Denn vorhergehende Studien hatten gezeigt, dass diese zwei Genres am häufigsten in Operationssälen gespielt werden (Hawksworth 1997). In der Studie hat die Mehrzahl der Anästhesisten angegeben, sie würde lieber, auch bei geringerer Arbeitsbelastung, ohne Hintergrundmusik arbeiten. Bezogen auf die Testleistung wurde jedoch gezeigt, dass, obwohl kein Unterschied in der Beurteilungsfähigkeit von abnormalen Situationen vorlag, eine starke Verbesserung bezüglich des Erkennens einer abnormalen Entwicklung in der Musikgruppe bestand. Diese Studie zeigte zum ersten Mal eine verbesserte Leistung durch Musik, die von den Experimentatoren ausgesucht wurde. Hierbei war, konkordant zu vorherigen Studien, beschrieben worden, dass die Mehrzahl der befragten Anästhesisten angab, ihre Fähigkeit, die ihnen anvertrauten Aufgaben zu erfüllen, würde durch Musik verschlechtert. In dieser Studie wurde auch die Rolle von individuellen Unterschieden in der Überwachungsgenauigkeit in Abhängigkeit von musikalischer Vorbildung untersucht, denn Teilnehmer mit hoher musikalischer Fähigkeit wurden mit Teilnehmern mit normaler Fähigkeit verglichen. Fitch und Kramer haben schon 1994 gezeigt, dass Musiker besser als Nichtmusiker in einem simulierten Patienten einen Status epilepticus in einer auditorischen Anzeige von Vitalparametern identifizieren. Die Inspektion von Monitoren und das Verinnerlichen von Vitalparametern betreffend bestand kein Unterschied zwischen der Gruppe mit und ohne musikalischer Ausbildung. Jedoch konnte in der Studie gezeigt werden, dass Testpersonen mit musikalischem Training besser sind im Erkennen von abnormalen Entwicklungen, was nicht durch das Betrachten einer punktuellen Information auf einem Monitor möglich ist, sondern vor allem durch die wiederholte Integration von Informationen in eine zeitliche Abfolge. Außerdem konnten Testpersonen mit musikalischer Ausbildung besser einen Vorteil aus akustisch wiedergegebenen Vitalparametern ziehen, was ein akustisches Gedächtnis über die vergangenen 30 Sekunden voraussetzt.

Während großer operativer Eingriffe wurden Lärmbelastungen im Operationssaal gemessen. Die durchschnittlichen Lärmdruckpegel lagen im annehmbaren Bereich, wobei es aber erhöhte Lärmbelastungen bis 108 dB gab, die vor allem durch Absaugungen und Alarmsignale ausgelöst wurden. Die höchste Lärmbelastung herrschte während der Vorbereitung zur Operation. Dennoch waren auch während der Operation die Lärmpegel höher, als dies bei normaler Unterhaltung durch das Personal der Fall ist. Auch wurde gezeigt, dass Lärmpegel, in deren Rahmen ein verbales Eingreifen in eine Situation noch möglich wäre, häufig überschritten werden, was Kommunikation insgesamt schwierig oder sogar unmöglich macht. Kommunikation und Konzentration wurden auch durch unnötige Hintergrundgeräusche unterbrochen, bei denen Musik aber keine Rolle spielte (Hodge B, Thompson JF. Noise pollution in the operating theatre. *Lancet* (1990) 335: 891-4).

Im Rahmen von Untersuchungen von Lärmpegeln auf Intensivstationen ist das Thema Musik in folgender Weise bedeutsam: Studien ergaben, dass der Lärmpegel auf Intensivstationen über einen Zeitraum von 15 Minuten bis zu 16 Mal über 80 dB lag. Das entspricht dem Lärmpegel einer sehr lauten U-Bahn oder sehr laut gespielter Musik. In Amerika hat die US Environmental Protection Agency empfohlen, dass der Schalldruckpegel nicht über 45 dB liegen sollte. Das entspricht dem leichten Verkehrslärm einer ruhigen Strasse. Nachts sollte der Grenzwert von 35 dB nicht überschritten werden. Der Lärmpegel auf Intensivstationen wird zu einem nicht geringen Teil durch festgelegte Alarmerzeugung erzeugt. Eine Modifikation des Lärms ist hier ausgeschlossen. Über 50% des Lärms aber wird durch das Personal verursacht, so unter anderem auch durch zu laut gespielte Musik. Trainingsprogramme für Personal, die u.a. das Reduzieren von zu lauter Radiomusik, das Einschalten von Vibrationsalarmen bei Funkern und das Einführen von Besuchszeiten beinhalteten, führten zu einer Reduktion der gemessenen Maximallautstärken um 28% (Millman, Chest 1998). Als Folge der zu lauten Musik wurde Schlafentzug mit negativen Auswirkungen auf die Atemmuskulatur und die Atemkontrolle beobachtet, was das Abtrainieren von der Beatmungsmaschine bei beatmeten Patienten erschwert. Weitere Maßnahmen zur Lärmreduktion können bauliche Maßnahmen oder die Verabreichung von Gehörstöpseln an Patienten sein.

- **Musik wird in der modernen Medizin unter anderem in den Fachbereichen Intensivmedizin, Frauenheilkunde, Kinderheilkunde, Chirurgie, Neurologie und Psychiatrie eingesetzt.**
- **Musik ist in der modernen Medizin als Therapeutikum zu verstehen. Sie unterliegt damit den Anforderungen eines jeden Therapeutikums, welches Patienten verabreicht wird.**
- **Es sind unerwünschte Wirkungen von Musik in der modernen Medizin bekannt.**

1.3. Kognitive Transfereffekte durch Musik

1.3.1. Mozart Effekt

Als kognitiven Transfereffekt bezeichnet man:

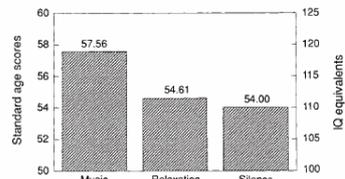
Die Übertragung von durch Musik ausgelösten Wirkungen auf rein kognitive (Anm.: das Wahrnehmen und das Erkennen betreffende) Leistungen. (Gibt es kognitive Transfereffekte in der Musik. In: Musik und Medizin. Zwei Künste im Dialog. Anette Landau, Peter Stulz (Hg.) Chronos Verlag Zürich (2003).

Grosse Breitenwirkung rief ein 1993 in *Nature* publizierter Artikel hervor, in dem berichtet wird, dass Studenten nach dem Anhören eines Ausschnitts aus der Sonate für zwei Klaviere von Wolfgang Amadeus Mozart deutliche Leistungssteigerungen in einem Intelligenztest zeigten, bei dem es auf das räumliche Vorstellungsvermögen ankam (Rauscher F, Shaw G, Ky KN. Music and Spatial Task Performance, in *Nature* 365 (1993), S611 (Scientific Correspondence)).

SCIENTIFIC CORRESPONDENCE

Music and spatial task performance

SIR—There are correlational¹, historical² and anecdotal³ relationships between music cognition and other 'higher brain functions', but no causal relationship has been demonstrated between music cognition and cognitions pertaining to abstract operations such as mathematical or spatial reasoning. We performed an



Standard age scores for each of the three listening conditions.

Testing procedure. In the music condition, the subject listened to 10 min of the Mozart piece. The relaxation condition required the subject to listen to 10 min of relaxation instructions designed to lower blood pressure. The silence condition required the subject to sit in silence for 10 min. One of three abstract reasoning tests taken from the Stanford-Binet intelligence scale⁴ was given after each of the listening conditions. The abstract/spatial reasoning tasks consisted of a pattern analysis test, a multiple-choice matrices test and a multiple-choice paper-folding and cutting test. For our sample, these three tasks correlated at the 0.01 level of significance. We were thus able to treat them as equal measures of abstract reasoning ability.

Scoring. Raw scores were calculated by subtracting the number of items failed from the highest item number administered. These were then converted to SAS using the Stanford-Binet's SAS conversion table of normalized standard scores with a mean set at 50 and a standard deviation of 8. IQ equivalents were calculated by first multiplying each SAS by 3 (the number of subtests required by the Stanford-Binet for calculating IQs). We then used their area score conversion table, designed to have a mean of 100 and a standard deviation of 16, to obtain SAS IQ equivalents.

experiment in which students were each given three sets of standard IQ spatial reasoning tasks; each task was preceded by 10 minutes of (1) listening to Mozart's sonata for two pianos in D major, K488; (2) listening to a relaxation tape; or (3) silence. Performance was improved for those tasks immediately following the first condition compared to the second two.

Thirty-six college students participated in all three listening conditions. Immediately following each listening condition, the student's spatial reasoning skills were tested using the Stanford-Binet intelligence scale⁴. The mean standard age scores (SAS) for the three listening conditions are shown in the figure. The music condition yielded a mean SAS of 57.56; the mean SAS for the relaxation condition was 54.61 and the mean score for the silent condition was 54.00. To assess the impact of these scores, we 'translated' them to

spatial IQ scores of 119, 111 and 110, respectively. Thus, the IQs of subjects participating in the music condition were 8–9 points above their IQ scores in the other two conditions. A one-factor (listening condition) repeated measures analysis of variance (ANOVA) performed on SAS revealed that subjects performed better on the abstract/spatial reasoning tests after listening to Mozart than after listening to either the relaxation tape or to nothing ($F_{2,35} = 7.08$; $P = 0.002$). The music condition differed significantly from both the relaxation and the silence conditions (Scheffe's $t = 3.41$, $P = 0.002$; $t = 3.67$, $P = 0.0008$, two-tailed, respectively).

The relaxation and silence conditions did not differ ($t = 0.795$; $P = 0.432$, two-tailed). Pulse rates were taken before and after each listening condition. A two-factor (listening condition and time of pulse measure) repeated measures ANOVA revealed no interaction or main effects for pulse, thereby excluding arousal as an obvious cause. We found no order effects for either condition presentation or task, nor any experimenter effect.

The enhancing effect of the music condition is temporal, and does not extend beyond the 10–15-minute period during which subjects were engaged in each spatial task. Inclusion of a delay period (as a variable) between the music listening condition and the testing period would allow us quantitatively to determine the presence of a decay constant. It would also be interesting to vary the listening time to optimize the enhancing effect, and to examine whether other measures of general intelligence (verbal reasoning, quantitative reasoning and short-term memory) would be similarly facilitated. Because we used only one musical sample of one composer, various other compositions and musical styles

should also be examined. We predict that music lacking complexity or which is repetitive may interfere with, rather than enhance, abstract reasoning. Also, as musicians may process music in a different way from non-musicians, it would be interesting to compare these two groups.

Frances H. Rauscher

Gordon L. Shaw*

Katherine N. Ky

Center for the Neurobiology of Learning and Memory,
University of California,
Irvine, California 92717, USA

* Also at Department of Physics.

- Hassler, M., Birbaumer, N. & Feil, A. *Psychol. Music* **13**, 99–113 (1985).
- Altman, G. J. *Greek Geometry from Thales to Euclid*, 23 (Arno, New York, 1976).
- Cranberg, L. D. & Albert, M. L. In *The Exceptional Brain* (eds Obler, L. K. & Fein, D.) 156 (Guilford, New York, 1988).
- Thomson, R. L., Hagen, E. P. & Sattler, J. M. *The Stanford-Binet Scale of Intelligence* (Riverside, Chicago, 1986).

MyoD and c-fos expression

SIR—Touche et al.¹ have reported that the down regulation of *c-fos* expression during muscle cell differentiation may result from the binding of the helix-loop-helix (HLH) proteins to a CANNITG motif, or E-box, that occurs within the *c-fos* serum response element (SRE), thereby excluding the binding of the serum response factor (SRF) to this element. We investigated the interaction of HLH proteins with the *c-fos* SRE when molecular clones for E12 were first isolated by screening a phage expression library with the SRE probe². We estimated that the dissociation constant for the myogenin/E12-SRE complex was 10^{-8} – 10^{-9} M⁻¹ by comparing the relative effectiveness of E-box elements from different genes to compete for binding in the electrophoretic mobility-shift assays. The relatively low affinity of myogenin/E12 for the SRE could result from differences in nucleotide identities at the internal dinucleotide and flanking sequences between the *c-fos* E-box and the consensus HLH binding site^{3,4}. By contrast, the dissociation constants for the SRE-SRF or the SRE-SRF/p62^{TCF} complexes have been reported to be 5×10^{-10} and $\leq 10^{-11}$ M⁻¹, respectively⁵. Collectively, these data indicate that it is unlikely that HLH proteins alone can significantly compete with SRF for binding to DNA *in vivo*.

It has been reported in other studies that the *c-fos* SRE is either equally active in muscle and non-muscle cells⁶, or that it activates muscle-specific expression⁷ when situated upstream from a minimal promoter. Further, a comparison of the

Scientific Correspondence

Scientific Correspondence is intended to provide a forum in which readers may raise points of a scientific character. They need not arise out of anything published in *Nature*. In any case, priority will be given to letters of fewer than 500 words and five references.

Abb. 4 Ein Artikel, der wissenschaftlich Furore gemacht hat. Quelle: Rauscher F, Shaw G, Ky KN. Music and Spatial Task Performance, in Nature 365 (1993), S611 (Scientific Correspondence).

Die Presse und die Öffentlichkeit prägten den Begriff des „Mozart-Effekts“, dem man allgemeine und umfassende Gültigkeit für den Effekt der Intelligenzsteigerung zuwies. Schnell kam es zu einer Kommerzialisierung und der Mozart-Effekt wurde als eingetragenes Warenzeichen vermarktet (Vergleiche zum Beispiel www.Mozarteffect.com). Einige CDs und Bücher wurden seitdem mit Versprechungen zur Gesundheitspflege, Intelligenzsteigerung und generellem positivem Effekt angeboten. Es wurde daraufhin sogar 1997 ein Institut gegründet, das sich in Irvine, Kalifornien, befindet und den Titel trägt: „*Music Intelligence Neural Development Institut (M.I.N.D.)*“. Die Absicht des Instituts ist es, die

Zusammenhänge von höheren Hirnfunktionen zu verstehen und innovative Verhaltensforschungsstudien durchzuführen (www.MINDinst.org).

Frances Rauscher und ihre Mitarbeiter berichten 1993 über den Versuch, einen Zusammenhang von höherer Hirnleistung und musikalischer Wahrnehmung herzustellen. Studenten wurde über 10 Minuten die Mozart Sonate in D-Dur für zwei Klaviere (KV448) in einer Einspielung von Murray Perahia und Radu Lupu (Produzent: Andrew Kazdin, Ingenieur: Bob Auger & Andrew Kazdin. The Maltings, Snape Suffolk, UK, June 21, 25 & 26, 1984) vorgespielt. Gleichzeitig wurde eine Testaufgabe mit Bezug zum räumlichen Denken gestellt.

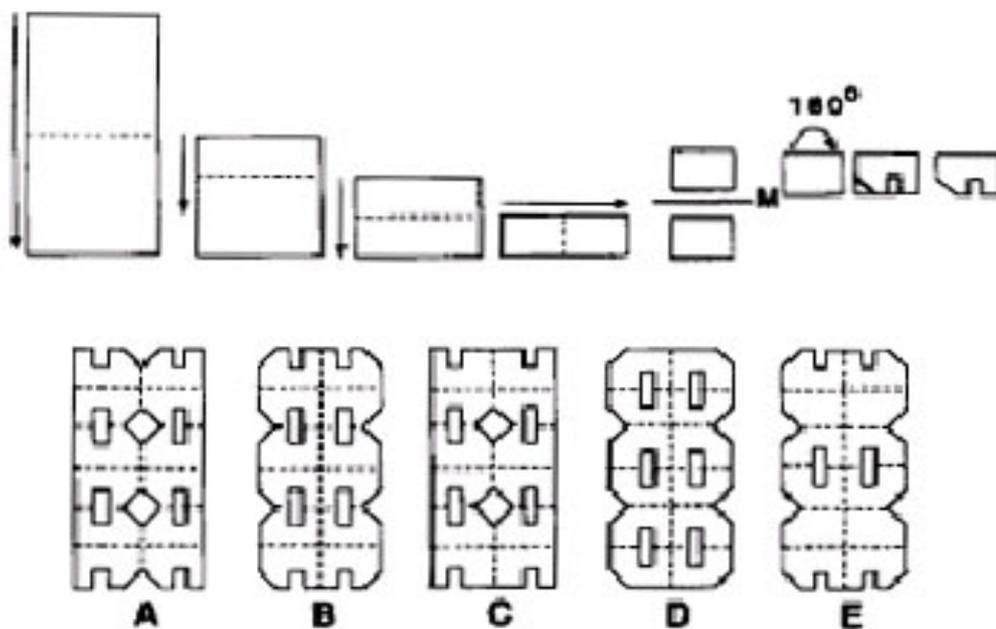


Abb. 5 Papierfaltaufgabe aus dem Stanford-Binet-Intelligenztest, wie sie den Studenten in dem Experiment von Rauscher, Shaw und Ky gestellt wurde. Die obere Bildausschnittshälfte zeigt die einzelnen Schritte der Faltung. Die Aufgabe der Versuchspersonen ist es, das zusammengefaltete Blatt mit den beiden Einschnitten mental auseinander zu falten. (Quelle: Rauscher/Shaw/Ky Nature 1993)

Das Ergebnis war verblüffend, denn die Gruppe derjenigen Studenten, die die Mozart Sonate gehört hatten, erbrachte bessere Testleistungen im Vergleich zu den Gruppen, die von Entspannungsmusik oder Stille umgeben waren. Der Effekt hielt nur etwa zehn bis fünfzehn Minuten an. An den folgenden Tagen wurde im Anschluss an dieses Experiment ein möglicher Zusammenhang des Hörens von Mozartscher Musik mit räumlicher Vorstellung systematisch überprüft. 79 Studenten wurden an fünf aufeinander folgenden Tagen beobachtet. Alle Studenten mussten zunächst 16 Faltaufgaben lösen, die auf dem Standfort-

Binet-Intelligenztest beruhten und das mentale Rotieren von eingeschnittenen Blättern beinhalteten. Die ausgeschnittenen Papierblätter mussten in der Vorstellung wieder auseinandergefaltet werden, um das eingeschnittene Muster identifizieren zu können. Anschließend erfolgte eine Aufteilung in drei leistungsgleiche Gruppen, die vor den Testaufgaben an den Tagen 2 bis 4 entweder jeweils 10 Minuten Mozart KV448 hörten oder sich durch Stille im Ruheraum entspannen konnten. Dabei zeigte sich von Tag 1 zu Tag 2 eine signifikante Leistungsverbesserung in der Gruppe, die die Mozart Sonate gehört hatte. Diese fiel am deutlichsten aus (Steigerung um 62%), wenn man nur die Versuchspersonen mit acht oder weniger richtigen Lösungen im Papierfalttest zusammenfasste. Demnach erlangten die schlechtesten Probanden den höchsten Erfolg aufgrund der Mozartschen Sonate. Die Mozart Gruppe erreichte ihre besten Ergebnisse an den Tagen 3 und 5, wobei es keinen Unterschied zu der Gruppe gab, die nur Stille erfahren hatte.

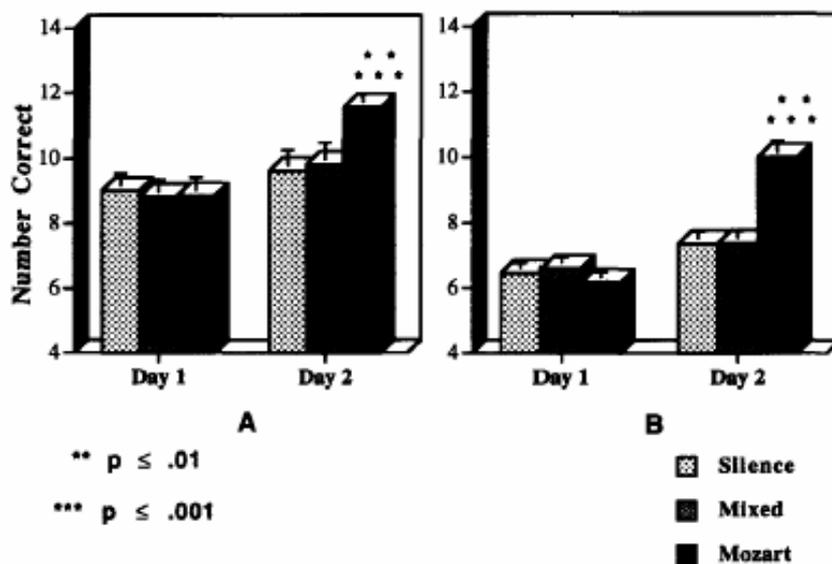


Abb. 6 Verbessertes Abschneiden der Gruppe B durch Mozart Musik. Gruppe A entspricht der Gesamtgruppe und B entspricht Studenten, die weniger als 8 Punkte erzielten. (Rauscher et al., *Neurosci Lett.* Feb 6;185(1):44-7. (1995)).

Zusammenfassend schlossen Rauscher und ihre Mitarbeiter aus den Ergebnissen, dass wegen der unmittelbaren Leistungssteigerung in der Mozart Gruppe am Tag 2, diese durch die Musik Mozarts hervorgerufen wurde und die verbesserte räumliche Intelligenzleistung an den folgenden Tagen, welche auch in den anderen Gruppen festgestellt werden konnte, durch einen Lerneffekt.

Fances Rauscher und Gordon Shaw boten als Erklärung für diesen Effekt das auf Vernon Mountcastle zurückgehende Modell der zerebralen Organisation der Reizübertragung an (Vernon Mountcastle: An Organizing Principle for Cerebral Function: The unit Module and the Distributed System, In: G. Edelman, V. Mountcastle (Hg.): The Mindful Brain, Cambridge: MIT 1987, S. 1-50). Das Organisationsprinzip des Gehirns wird unter dem Begriff Trion Modell zusammengefasst. Nach diesem Modell löst Musikhören dieselben Aktivierungsmuster (Firing Patterns) in neuronalen Säulen aus, die auch für eine räumlich-zeitliche Organisation zuständig sind. So komme es durch Musik zu einer gemeinsamen kortikalen (Großhirn-betreffenden) Erregung, wobei Gehirnregionen aktiviert werden, die auch für andere Hirnfunktionen als Musikhören zuständig sind.

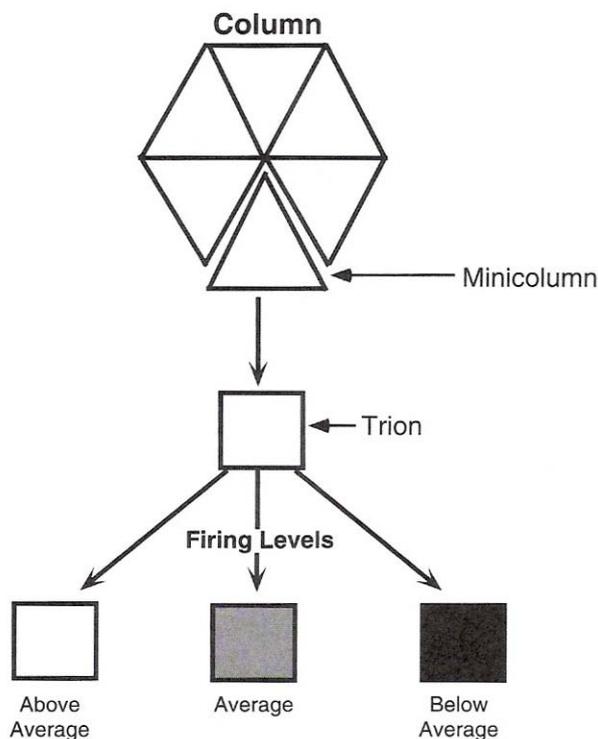


Abb. 7 Eine Minisäule mit einem idealisierten Trion and den vernetzten Säulen als Mountcastle Organisationsprinzip des Säugetiergroßhirns. Das Bild zeigt, dass das Trion drei Feuerungsstufen hat: überdurchschnittlich, durchschnittlich und unterdurchschnittlich.

Dieser beschriebene neurophysiologische Zusammenhang ist in einem Tierexperiment überprüft worden. Ratten wurden vor und nach der Geburt mit Mozart, aber auch mit anderer Musik beschallt und dann einem Orientierungstest im Käfiglabyrinth unterzogen (Rauscher et al., 1998). Die Tiere, die Mozart Musik erhielten, konnten die Aufgaben in kürzerer Zeit und mit weniger Fehlern lösen. Anatomisch-pathologische Untersuchungen an den Gehirnen von Versuchstieren zeigten biochemische und Markscheiden/Nervenzellen-assoziierte Veränderungen.

Zusammenfassend gilt der Mozart-Effekt bis heute als wissenschaftlich äußerst umstritten. In folgender Tabelle werden die Studien aufgeführt, die das Vorhandensein eines Mozart-Effekts zeigen bzw. diesen widerlegen:

Pro Mozart Effekt	Contra Mozart Effekt
Schreiber 1988	Stough et al., 1995
Rauscher et al., 1993	Newman et al., 1995
Rauscher et al., 1995	Carstens et al., 1995
Rideout und Laubach, 1996	Steele et al., 1997
Rideout und Taylor, 1997	McCutcheon 2000
Wilson und Braun 1997	McKelvie und Low, 2002
Rideout et al., 1998	

Auswahl an Studien, die das Vorhandensein eines Mozarteffekts bestätigen oder widerlegen.

Im Folgenden wurden dem Mozart-Effekt einige weitere Wirkungen zugeschrieben, die sich vor allem auf elektroenzephalographische Veränderungen des Gehirns gesunder Probanden berufen. Dabei wurden vorwiegend das elektroenzephalographische Powerspektrum und die Kohärenzmessung untersucht. Pesche und seine Kollegen berichten über Veränderungen in der elektroenzephalographischen Power und der Kohärenz der Gehirnentladungen in der rechten temporalen Gehirnhälfte (Pesche 1996, Pesche et al., 1986, 1993). Diese Veränderungen in der neurophysiologischen Aktivität sprechen für eine durch Mozartsche Musik induzierbare Gehirnleistung. In einer anderen Studie entdeckte man, dass in drei von sieben Probanden die rechts frontale und links temporoparietale Kohärenzaktivität, die durch das Hören der Mozart Sonate KV 448 erzeugt worden war, in die Lösung einer zeitlichen/räumlichen Aufgabe übertragen wurde (Sarnhein et al., 1997). Dieser Effekt stellte sich nicht ein, als die Probanden einen Text anhören mussten. Weiterhin wurde gezeigt, dass diese Mozart Sonate signifikant die epileptiforme Gehirnaktivität in Patienten mit Epilepsie verringert (Hughes et al., 1998). In einer Folgestudie wurde die Musik von Mozart mit der von Haydn, Liszt, Bach, Chopin, Beethoven und Wagner verglichen. Die Mozartsche Musik zeigte bessere Ergebnisse als die Auswahl an Stücken von den anderen sechs Komponisten. Die von Rauscher und ihren Kollegen 1993 und 1995 präsentierten Studien bezüglich der

Mozartspezifität kamen zu dem Ergebnis, dass komplex strukturierte Musik, die in Tempo, Melodie, Organisation und Vorhersagbarkeit der kommenden musikalischen Entwicklung ähnlich zu der Mozartschen Sonate sei, eine ähnliche Wirkung erzeuge. In verschiedenen Arbeiten haben Shaw und Koautoren obig erwähntes Trion Modell der kortikalen Organisation, das den Zusammenhang in der neuronalen Aktivierung von Musikhören und zeitlich/räumlichen Denkaufgaben umschreibt, als mögliches Erklärungsmodell vorgeschlagen. (Leng und Shaw, 1991; McGrann et al., 1994; Shaw et al., 1985, Shenoy et al., 1993). Musik wirke in diesem Zusammenhang als Übung und Instruktor angeborener neuronaler Verbände für höhere Hirnfunktionen. In diesem Zusammenhang schlugen Leng und Shaw 1991 als Erklärungsmodell für die verbesserten Testleistungen durch Mozartsche Musik vor, dass Musik als frühe Sprache, die schon in sehr jungen Jahren vorhanden ist, vererbte neuronale Aktivitätsmuster erregen und das Großhirn zur Bildung neuer neuronaler Aktivitätsmuster anregen könne. Die Folge ist eine insgesamt verbesserte Funktion höherer Hirnleistungen. Dieses Konzept wurde von Bhattacharya und Pesche 2001 unterstützt. Einige Autoren haben dies bezweifelt, denn es existiert bis dato keine Evidenz, dass Stimuli, die nicht in zeitlicher Verbindung stehen, die gleiche Aktivität auslösen können (Husain et al., 2002). Studien haben gezeigt, dass visuelle Ereignisse nicht durch vorherige Exposition zu auditorischen Reizen gebahnt werden, selbst wenn diese Stimuli in Verbindung miteinander gebracht werden (Grenn et al., 2001). In folgender Tabelle werden die wichtigsten, durch elektroenzephalographische Untersuchungen belegten Studien zusammengefasst.

Mozart Effekt	Studie
Verbesserte Testleistung von 8-9 Punkten in einem zeitlich-örtlichen Intelligenztest an Studenten	Rauscher et al., 1993
Erhöhte Kohärenz im Elektroenzephalogramm	Sarnthein et al., 1997
Erhöhte Korrelation von neurophysiologischer Aktivität an dem temporalen und linken frontalen Hirnarealen	Rideout, 1996
Verbesserte Testleistung an Vorschulkindern nach Klavierunterricht	Rauscher et al., 1997
Veränderungen in der Amplitude des Alparhythmus und Erhöhte Kohärenz zwischen den Gehirnhälften	Iwaki et al., 1997
Veränderungen im Power-Spektrum des Elektroenzephalogramms und erhöhte Kohärenz des rechten temporalen Gehirnareals	Pesche et al., 1986
Akute und chronische Effekte auf epileptiforme Gehirnaktivität	Hughes et al., 1996

Elektroenzephalographische Wirkungen und die dazugehörigen Studien, die bis heute dem Mozart Effekt zugeschrieben werden.

Auf der Basis der Erkenntnisse der Studien zum „Mozart-Effekt“ wurde bereits Mitte der neunziger Jahre in Montreal eine Langzeituntersuchung mit neunjährigen Schülern durchgeführt, die zwei Jahre Klavierunterricht erhielten und zur gleichen Zeit regelmäßig hinsichtlich ihrer kognitiven Entwicklung getestet wurden (Eugenia Costa-Giomi. The McGill Piano Project. Effect of Piano Instruction on Children’s Cognitive Abilities, In: Proceedings of the Third Triennial ESCOM Conference, Uppsala 1997, S 446-450). Gegenüber der Kontrollgruppe, also gleichaltrigen Kindern ohne Klavierunterricht, zeigten die klavierspielenden Kinder signifikant bessere Leistungen bezüglich räumlicher Fähigkeiten. In weiteren Tests wurde untersucht, ob die praktischen Musikübungen des Klavierspiels Computerkursen oder Singen überlegen sind. Das Ergebnis wurde mit dem *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence* WPPSI, einem weiteren Test für das räumliche Vorstellungsvermögen, gemessen (Frances Rauscher, Gordon L. Shaw, Linda J. Levine. Music Training Causes Long-Term Enhancement of Preschool Children’s Spatial-Temporal Reasoning, in *Neurological Research* (1997) S. 2-8). Wichtig hierbei ist die Ableitung, dass nicht die Musik an sich, in diesem Beispiel das Singen, einen positiven Einfluss auf die Entwicklung des Kindes hat, sondern dass erst die Kombination komplexer

Koordinationsleistungen motorischer Handbewegungen mit präziser Hörkontrolle zu erkennbaren Effekten führt. Auch an deutschen Schulen gibt es eine entsprechende Untersuchung (Maria Spychinger: Mehr Musikunterricht an den öffentlichen Schulen? Hamburg 1995; Hans Günther Bastian: Musik(erziehung) und ihre Wirkung. Eine Langzeituntersuchung an Berliner Grundschulen, Mainz (2000)).

Insgesamt gelten für fast alle Studien, die sich mit diesem Thema befassen, dass das Ergebnis der Studien einen umso geringeren kognitiven Transfereffekt nachweist, umso gründlicher die Studie durchgeführt wurde. Besonders bei den Langzeitstudien ist nie ausgeschlossen, dass ein Treatment-Effekt vorliegt. Ein Treatment-Effekt bedeutet, dass verbesserte Testleistungen nicht durch einen kognitiven Transfereffekt bedingt sind, sondern primär durch die erhöhte Zuwendung, die die Probanden erfahren. Allein durch die Tatsache, dass sie eine Intervention erhalten, erfahren die Probanden mehr Aufmerksamkeit, mit ihnen wird häufiger interagiert oder sie werden unbewusst durch den Untersucher gefördert.

Die vermutlich umfassendste Studie zu diesem Thema ist die erste Metaanalyse, die alle publizierten Studien zum Thema kognitiver Transfereffekt von Musik zusammenfasst (Ellen Winner, Lois Hetland: The Arts in Education. Evaluating the Evidence for a Causal Link, In: Journal of Aesthetic Education (2000) 34: Seite 3-10 (special issue: The arts and academic achievement. What the evidence shows)). Darin wird deren empirische Relevanz analysiert und mit dem Faktor einer definierten Effektstärke, die die Studien vergleichbar macht, versehen. Es werden Korrelationen nur dann berücksichtigt und als signifikant gewertet, wenn noch kein ursächlicher Zusammenhang mittels Hinweis auf die Ursache angegeben wird. Es wurden zur Untersuchung des Mozart-Effekts 67 Studien herangezogen, was eine „gepoolte“ Probandenzahl von 4558 Versuchspersonen ergibt. Davon untersuchten 36 Studien mit 2469 Versuchspersonen das rein räumliche Vorstellungsvermögen und 31 Studien mit 2089 Versuchspersonen das zeitlich/räumliche Vorstellungsvermögen.

Keine der untersuchten Studien konnte den Mozart-Effekt vollständig replizieren. Dennoch kann abgeleitet werden, dass es den Mozart-Effekt in bescheidenem Umfang gibt. Er scheint aber auf den Aufgabentyp, der das zeitlich/räumliche Vorstellungsvermögen testet, also Aufgaben, bei denen ein Gegenstand in der Vorstellung mehrfach gedreht werden muss, beschränkt zu sein.

Zusammenfassend gibt die Studie folgende Analyse zum Mozart-Effekt:

1. Aus den Studien kann nicht abgeleitet werden, wie oder ob überhaupt musikalische Erziehung zu besseren akademischen Leistungen führt.
2. Es gibt den Mozart-Effekt. Er besteht aber nur zu einem geringen Maß und bezieht sich nur auf räumliches Vorstellungsvermögen, das das mentale Drehen von Objekten bei Nichtvorhandensein eines physischen Objekts anbelangt. Es ist ein moderater, doch robuster Effekt.
3. Ist die verbesserte Testleistung nur auf Mozartsche Musik beschränkt? Vermutlich nein. Einige Arten von Musik führen zu einer Verbesserung, während andere das nicht tun, wobei bis heute nicht geklärt ist, welche Formen der Musik tatsächlich das zeitlich/räumliche Vorstellungsvermögen verbessern.
4. Die Tatsache, dass es sich bei dem Mozart-Effekt um einen sehr kurzfristigen Effekt handelt, bei dem Musik das zeitlich/räumliche Vorstellungsvermögen in Erwachsenen verbessert, lässt nicht den Schluß zu, dass die Exposition von Kindern zu klassischer Musik ihre Intelligenz, ihre akademischen Leistungen oder langfristig ihr zeitlich/räumliches Vorstellungsvermögen verbessert.

Der „Mozart-Effekt“ an sich ist zu einem Forschungsobjekt geworden und dient als Beispiel für eine wissenschaftliche Legende. Die soziale Psychologie hat sich damit befasst, wie sich Ideen, die ein gemeinsames Gedankengut beinhalten (z.B. soziale Repräsentationen, Gerüchte, Legenden) als wissenschaftliche Tatsache verbreiten können, da sie die Bedürfnisse oder Bedenken einer sozialen Gruppe ansprechen. Wissenschaftliche Legenden sind weit verbreitete Überzeugungen, die aus der Wissenschaft abgeleitet sind, in die Kultur und in die Bevölkerung diffundieren und sich dort stabilisieren (Fraser & Gaskell, 1990; Moscovici, 1990).

Eine Gesamtstudie mit dem Titel „The Mozart effect: tracking the evolution of a scientific legend“ zeigte anhand von drei Einzelstudien, dass der Mozart-Effekt mehr Medienaufmerksamkeit erhalten hat als andere wissenschaftliche Berichte und dass die Aufmerksamkeit auf den Mozart-Effekt sich erhöhte, als der Mozart-Effekt außerhalb des wissenschaftlichen Umfelds festgestellt wurde. Die zweite Studie zeigt, dass die Verbreitung der Idee auf einer Antwort auf kollektive Angst beruht. Die dritte Studie zeigt, wie der Inhalt des Mozart-Effekts während der Verbreitung eine Entwicklung durchmachte (Bangerter & Heath, 2004).

Eher in den Bereich der Kuriositäten muss eine Studie zu kognitiver Transferleistung von Musik gerechnet werden, die in *Social Forces* 1992 veröffentlicht wurde. Diese von Steven Stack der Wayne State University, Michigan und James Gundlach von der Auburn University, Alabama unter dem Titel *The Effect of Country Music on Suicide* veröffentlichte Studie hatte folgenden Zusammenhang entdeckt: Städte, in denen viel Country Music gespielt wird, haben eine über dem Durchschnitt liegende Suizidrate. Dabei sollen besonders Kaukasier von der Country Music in den Selbstmord getrieben werden. Afroamerikaner seien davon nicht betroffen. Die Harvard University verlieh den beiden Forschern für diese Arbeit einen Preis bei der 14. Verleihung des Ig Nobel Prize (ignoble = engl.: unedel, niedrig, gemein) durch die *Annals of Improbable Research*. Nachdem die beiden Forscher von der Zeitschrift *Newsweek* als wissenschaftliche „Coneheads“ (engl.: Trottel) bezeichnet wurden, legten diese beim *British Medical Journal* Protest dagegen ein mit der Begründung, dass ihre Daten wissenschaftlich fundiert seien.

1.3.2. Anfänge der naturwissenschaftlichen Untersuchungen von Musik: Hermann von Helmholtz

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz wurde am 31. August 1821 als Sohn eines Gymnasial-Oberlehrers in Potsdam geboren. Er studierte an der Berliner Militärakademie und erhielt 1842 die Doktorwürde in Medizin. Zunächst trat Helmholtz einen Posten als Militärarzt in Potsdam an und wirkte anschließend als Anatomielehrer an der Berliner Kunstakademie.

In Königsberg erhielt er auf Empfehlung Alexander von Humboldts 1849 eine Professur für Physiologie und Pathologie, die er bis 1855 innehatte. Weitere Professuren folgten in Bonn (1855 bis 1858) und Heidelberg (1858 bis 1871). Ab 1871 lehrte Helmholtz als Professor für Physik an der Universität Berlin. Ende der achtziger Jahre wurde er Gründungspräsident der von ihm selbst und Werner von Siemens ins Leben gerufenen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg, die bis heute – als Physikalisch Technische Bundesanstalt – der Wissenschaft der exakten Messtechnik dient.

Hermann von Helmholtz starb am 8. September 1894 in Berlin-Charlottenburg.



Abb. 8 *Hermann von Helmholtz. (1821-1894).*

Der sehr vielseitig begabte Helmholtz war einer der ersten, der die Akustik, aber auch die Wirkung von Musik auf den Menschen genauer erforschte (Werner Lottermoser: Hermann von Helmholtz. Art. in MGG, Bd. 6, 1957, Sp. 125-127.). Dafür entwickelte er Forschungsgeräte, zu denen Kugelresonator, Tonvariator, Doppelsirene, Helmholtz-Resonator, Monochord und Stimmgabel gezählt werden.

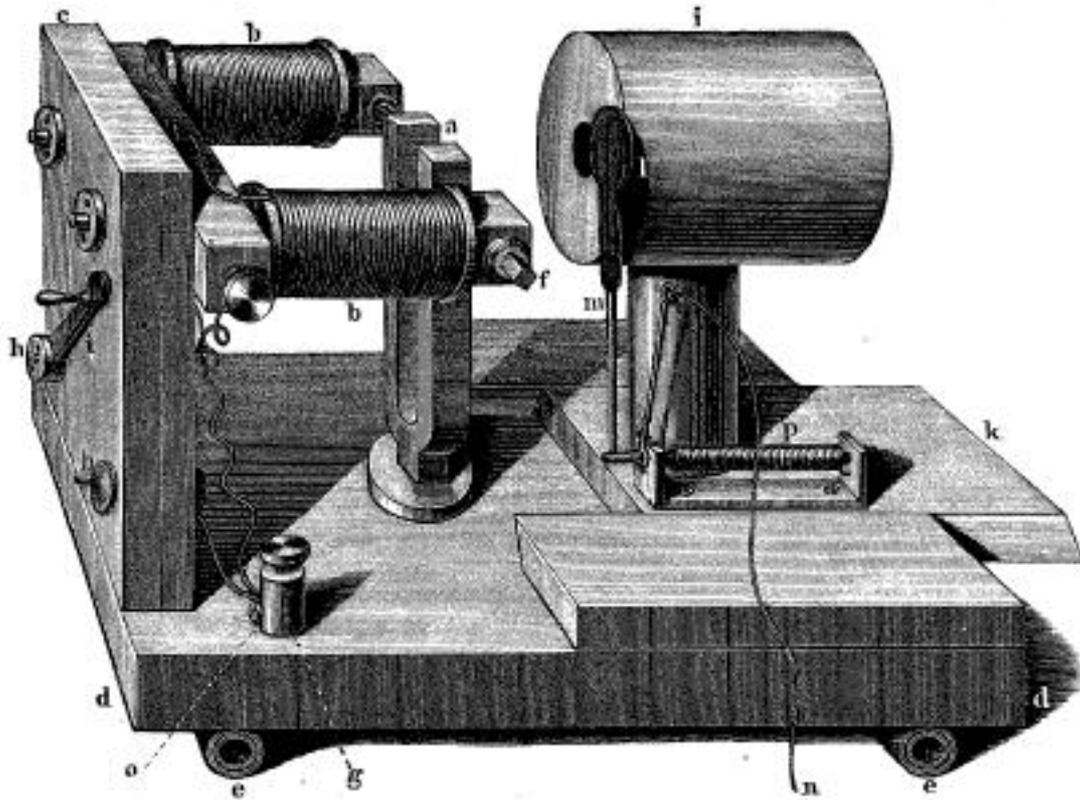


Abb. 9 Elektrisch definierbar erregbare Stimmgabel. Erste Abteilung. Sechster Abschnitt. Fig. 32 aus dem Werk „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ von H. von Helmholtz.

1863 erschien sein grundlegendes Buch „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ (Vorrede 1862). Bereits 1857 hält von Helmholtz einen Vortrag „Über die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonien“, worin er sich mit den kognitiven Wirkungen von Musik beschäftigt (Fritz Krafft 1971). Er schreibt:

Die Musik hat sich bisher mehr als jede andere Kunst der wissenschaftlichen Behandlung entzogen. Dichtkunst, Malerei und Bildhauerei entnehmen wenigstens das Material für ihre Schilderungen aus der Welt der Erfahrungen; sie stellen Natur und Menschen dar. [...] In der Musik dagegen behalten, wie es scheint, vorläufig noch diejenigen recht, welche die kritische >Zergliederung ihrer Freuden< von sich weisen. Diese Kunst, die ihr Material nicht aus der sinnlichen Erfahrungen nimmt, die nicht die Aussenwelt zu beschreiben, nur ausnahmsweise sie nachzuahmen sucht, entzieht dadurch der wissenschaftlichen Betrachtung die meisten Angriffspunkte, welche die anderen Künste darbieten,

und erscheint daher in ihren Wirkungen ebenso unbegreiflich und wunderbar, wie sie mächtig ist. Wir müssen und wollen uns deshalb vorläufig auf die Betrachtung ihres künstlerischen Materials, der Töne oder Tonempfindungen, beschränken.

In seinem Werk „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“, an dem von Helmholtz sieben Jahre gearbeitet hatte, wird u.a. die Analyse von Klangfarben, die Theorie der Kombinationstöne und die Resonanztheorie dargestellt. Das Werk fasst die meisten nerven- und alle akustophysiologischen Untersuchungen zusammen, die von Helmholtz seit 1850 erarbeitete. Den Ausgangspunkt hatten die Königsberger Untersuchungen zu Nervenleitgeschwindigkeit geliefert, in denen zum ersten Male nachgewiesen werden konnte, dass es sich bei dieser um eine endliche und von physikalischen Bedingungen, wie etwa der Temperatur, abhängige Größe handle. Du Bois-Reymonds Hypothese von der molekularen Fortleitung des elektrischen Nervenimpulses schien bestätigt und die überkommenen Theorien des Vitalismus widerlegt. Unmittelbar im Anschluss an diese Untersuchungen wandte sich der physikalische Physiologe der Akustik zu und konnte bald mathematisch belegen, dass der „musikalische Teil des Klanges auf der Existenz der Obertöne“ und vor allem auf der sensorischen Wahrnehmbarkeit dieser Obertöne beruhen muss. Dadurch wurde das bis dahin akzeptierte akustische Gesetz des Physikers Georg Simon Ohm (1789-1854) über die Fähigkeit des akustischen Sensoriums, nur einfache harmonische Schwingungen rezipieren zu können, widerlegt.

Schließlich war es von Helmholtz gelungen, unter Einbeziehung auch fremder anatomischer Untersuchungen den eigentlichen Resonanzkörper der akustischen Perzeption zu erforschen und eine erste Resonanztheorie des Hörens zu entwickeln, die bis zur Jahrhundertwende nahezu unverändert bestehen bleiben sollte. Elektrische Nervenleitphysiologie, wellentheoretische Resonanzphysik, die resonanzphysikalische Deutung der Innenohranatomie und die physikalisch-physiologische, integrative Deutungskompetenz und schließlich ästhetische Erklärungsmomente waren auch hier zusammengefloßen.

Zusammenfassend konnte von Helmholtz in seiner bereits erwähnten akademischen Festrede des Jahres 1862 den Gelehrten Heidelbergs über seine aktuellsten akustischen Forschungen berichten:

Ist es mir erlaubt, eigener neuester Arbeiten hier zu gedenken, so will ich noch erwähnen, dass es möglich ist, durch die Physik des Schalls und die Physiologie der Tonempfindungen

die Elemente der Construction unseres musikalischen Systems zu begründen, welche Aufgabe wesentlich in das Fach der Aesthetik hineingehört.

Dabei sieht von Helmholtz Verbindungen von Musik und Mathematik, was er auch in dem, seiner Meinung nach den Geist besonders forderndem, Generalbass sieht. Denn als Physiologe und Physiker interessiert ihn besonders die Zahlengrundlage der Musik, aber auch deren kognitive Verarbeitung. Eine Frage, die er sich stellte, war, warum der Mensch Musik als konsonant empfinden kann („Frage nach dem Grunde der Consonanz“). Von Helmholtz versuchte, die Grenzgebiete von Musik und Naturwissenschaft zu vereinigen.

Hermann von Helmholtz, ein Genie seiner Zeit mit Talenten auf vielen Gebieten, war einer der ersten, der sich mit den mit Mitteln der Naturwissenschaft erklärbaren Wirkungen von Musik befasste. Die Ursache bei von Helmholtz lag weniger in einem übertriebenen Selbstverständnis der Naturwissenschaften, als vielmehr einem reflektierten und ausgewogenen Interesse an den Zusammenhängen von Akustik und physiologischer Wirkung von Musik.

- **Kognitive Transferleistung von Musik bezeichnet die Übertragung von durch Musik ausgelösten Wirkungen auf rein kognitive, also das Wahrnehmen und das Erkennen betreffende Leistungen.**
- **Die Arbeiten von Rauscher und Shaw begründeten die Verbreitung des Mozart-Effekts.**
- **Dieser in der Literatur umstrittene Effekt bezeichnet die Verbesserung des zeitlich-räumlichen Vorstellungsvermögens durch das Vorspielen den Mozart Sonate KV448.**
- **Hermann von Helmholtz begründete die Musikphysiologie und war einer der ersten Wissenschaftler, der versuchte, die Wirkungen von Musik beim Menschen mit naturwissenschaftlichen Methoden zu erforschen.**

1.4. Kompositorische Elemente von Entspannung

1.4.1. Anamnese des Patienten Mozart, Johannes Chrysostomus Wolfgangus Theophilus, 27.01.1756

Die folgende Anamnese Mozarts mit einigen kurzen Verweisen auf seine Lebensumstände soll verdeutlichen, dass sein Leben von Krankheit geprägt war. Seine Musik, als Ausdruck des Erfahrenen und Erlebten, gibt dies sicherlich wieder. Möglicherweise kann dies eine der Ursachen dafür sein, dass seine Musik von Kranken als wohltuend aufgenommen wurde und immer noch wird. Es folgen nun Beschreibungen, die versuchen, positive Wirkungen von Musik anhand von kompositorischen Elementen zu untersuchen.

Die Lyrikerin Rose Ausländer kündigt vom Mozartlicht. In Operationssälen ertönt Mozart. Moribunde hören am liebsten Mozart. Er war diesbezüglich wortkarg und im Gegensatz zu seinem Zeitgenossen Johann Wolfgang von Goethe weder wehleidig, noch hypochondrisch. (Nager F. Sterben und Tod bei Mozart. In: Musik und Medizin. Zwei Künste im Dialog Landau A., Stulz P (Hg.) Chronos Verlag Zürich 2003)



Abb. 10 *Wolfgang Amadeus Mozart. Quelle: Barbara Kraft, 1819. Gesellschaft der Musikfreunde. Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin.*

Dass Mozartsche Musik als besonders geeignet scheint, Kranke zu entspannen, was auch durch einige vergleichende Forschungsarbeiten unterstützt wird, liegt möglicherweise in seiner Biographie begründet, die von Krankheit geprägt ist. Erklärungen dafür können sein, dass Mozart versucht hat, sich durch die Mittel seines Ausdrucks, also der Komposition, Linderung seiner geistigen aber auch körperlichen Gebrechen zu verschaffen. Im Folgenden soll eine cursorische Anamnese über den Patienten Mozart erhoben werden, nachdem wir für unsere Studie langsame Sätze aus einigen speziell ausgewählten Klaviersonaten von Mozart verwandt haben. Anschließend folgen einige Studien, die sich mit dem Entspannungseffekt bei Kranken durch Mozartsche Musik beschäftigt haben. Außerdem soll aufgezeigt werden, welche entspannenden kompositorischen Elemente Mozart verwendet haben könnte.

Johannes Chrysostomus Wolfgangus Theophilus wird am 27. Januar 1756 um 8 Uhr in Salzburg geboren. Seine Chancen, das Säuglingsalter zu überleben, sprachen statistisch gesehen gegen Mozart. Fünf seiner Geschwister verstarben, wie auch vier seiner eigenen Kinder, als Ausdruck der hohen Säuglingssterblichkeit zu der damaligen Zeit.

Der erste Krankheitsbericht von Mozart stammt von seiner zweiten Reise nach Wien am 19. September 1762, die er unternahm, um vor der Kaiserin Maria Theresia zu spielen. Dabei

erkältet sich Mozart schwer, was bei den damaligen strapaziösen Reisen nicht sehr verwundert. Am 30. Oktober 1762 schreibt sein Vater Leopold Mozart:

... den 21. waren wir abends um 7 Uhr abermals bei der Kaiserin ... unser Wolferl war aber schon nicht recht wie sonst, und ehe wir dahin fuhren, wie auch, da er zu Bette ging, klagte er S.(chmerzen) v.(on) den Hintern und den Füßen. Als er im Bette war, untersuchte ich die Orte, wo er die Schmerzen zu fühlen vorgab; ich fand etliche Flecken in der Größe eines Kreuzers, die sehr rot und etwas erhaben waren, auch bei dem Berühren ihm Schmerzen verursachten. Es waren aber auch nur an beiden Schienbeinen, an beiden Ellenbogen und ein paar am Podex. Er hatte Hitzen und wir gaben ihm Schwarz Pulver und Margrafen Pulver ... Er bekam zur gleichen Zeit einen Stockzahn, das ihm eine Geschwulst an den linken Backen verursachte ... Doch danke ich Gott unendlich, dass es so abgelaufen; denn diese Scharlachflecke sind hier an den Kindern als eine Modekrankheit gefährlich: und ich hoffe, dass sich der Wolferl nun naturalisiert hat, denn die Luftveränderung war daran die Hauptursache (Kerner. Krankheiten großer Musiker. Friedrich-Karl Schattauer-Verlag, Stuttgart 1963).

Die von dem Arzt der Gräfin v. Zinzendorf gestellte Diagnose Scharlach ist nach heutigen Erkenntnissen falsch, denn es handelte sich wohl um eine Knotenrose (Erythema nodosum), die zum rheumatischen Formenkreis gehört.

Kurz nach seiner Heimkehr von Wien, am 5. Januar 1763, erkrankte Wolfgang wieder an einem fieberhaften Infekt. Auch bei seinen weiteren Reisen durch Europa erkrankte Wolfgang schwer. Bei diesen Reisen wurde Wolfgang von seinem Vater Leopold an den Höfen als Wunderkind präsentiert, womit er deutlich durchschlagenderen Erfolg beim Publikum hatte, als dies nach dem Verlassen des Kindheitsalters der Fall war. Im September 1763 berichtet der Vater aus Koblenz von einem katarrhalischen Infekt der oberen Luftwege und 1764 in Paris machte Wolfgang eine schwere Angina durch. Am 24. Juli 1765 begann Mozart seine so genannte Londoner Reise, die ihn und seine Familie über Canterbury, Dover, Lille, Gent und Antwerpen nach Den Haag führte. Seine späteren Reisen und vor allem die künstlerisch prägenden Italienreisen sollte er später nur mit dem Vater ohne Schwester und Mutter unternehmen. Dieser schrieb, vermutlich um nicht den Neid der daheimgebliebenen Frauen zu wecken, von schlechten hygienischen und strapaziösen Umständen.

In Den Haag erkrankten Wolfgang und seine Schwester an einem grippeähnlichen Krankheitsbild, das bald den klassischen Symptomen von Typhus Platz machte. Leopold schrieb, dass die Tochter bis auf „Haut und Knochen“ abmagerte (Brief vom 5. November 1765). Vor seiner Heimkehr nach Salzburg, kurz vor dem Endziel dieser langen Reise, erkrankte Wolfgang in München an Gelenkrheuma, das er in ähnlicher Form schon 1763 durchgemacht hatte. Sein Vater beschrieb, dass er vor Schmerzen fast nicht mehr auf den Beinen stehen konnte. Doch der ehrgeizige Vater zog aus dieser ersten großen Reise nicht die entsprechenden Konsequenzen und brach mit seinem Sohn 1767 erneut nach Wien auf, um die Gelegenheit wahrzunehmen, bei einer Hochzeit am kaiserlichen Hof aufzutreten.

Doch die Hochzeit fiel aus, denn die Prinzessin erkrankte an Blattern, die sich damals in Wien endemisch ausbreiteten. Der Adel flüchtete aufs Land. Mozart stand vor verschlossenen Türen und reiste mit seinem Vater wieder nach Olmütz ab. Doch zu spät, denn beide Kinder erkrankten dort an den Pocken. Mozart bekommt ein pockennarbiges Gesicht, was seiner Karriere als Interpret nicht hilfreich gewesen sein dürfte (Piero Melograni. Wolfgang Amadeus Mozart – Eine Biographie. (2005) Siedler Verlag, München).

Tieck sollte später über Mozarts Äußeres schreiben, als er diesen 1789 in Berlin sah:

Klein, rasch beweglich und blöden Auges, eine unansehnliche Figur.

Auch seine Schwester schrieb am 4. August 1799, nach seinem Tod, eher nüchtern:

Erst nach den Blattern hatte er sich so verunstaltet, und noch mehr, wie er von Italien zurückgekommen, bekam er die welsche gelbe Farbe, die ihn ganz unkenntlich machte.

Mozart hatte zart blaue Augen, sehr blonde Haare und einen etwas unsteten und zerstreuten Blick, der von einer Myopie herrührte. Ursache hierfür ist ein, auch auf den frühen Kinderbildern dargestellter →Exophthalmus (W.A. Mozart in seinem 8. Lebensjahr, Kupferstich von T. Cook wiedergegeben in den Miscellanies von D. Barrington (1781)). Ein Exophthalmus ist eine Vorwölbung der Augen, die entweder idiopathisch (angeboren) zu Fehlsichtigkeit führt oder ein Symptom einer zugrunde liegenden Erkrankungen sein kann.

Hierzu gehören entzündliche Infiltrationen, retrobulbäre Geschwülste oder Blutungen, Sinus-cavernosus-Thrombosen, Parasitenbefall, Okulomotoriuslähmung, Hand-Schüller-Christian Krankheit oder das Crouzon Syndrom. Mozart trug das Haar immer lang, was eine Fehlbildung im Bereich der äußeren Gehörmuscheln verdecken sollte. Er hatte ein fehlendes Ohrläppchen und einen massiven Wulst, welcher die Muschel durchzog und die Öffnung des äußeren Ohres schlitzförmig verkleinerte. Anomalien des äußeren Gehörs sind die häufigsten Fehlbildungen des Menschen, was in der embryonalen Entwicklung des Ohrs begründet liegt. Übrigens vererbten sich die Anomalien des äußeren Ohrs auch auf seinen jüngsten Sohn Franz. Mozart war sich seiner äußerlichen Wirkung bewusst und unterschreibt einen Brief an die Baronin Waldstätten am 2. Oktober 1782 mit:

Mozart magnus, corpore parvus.

Nach seiner Heimkunft von der von den Blattern befallenen Stadt Wien nach Salzburg folgte seine Reise über Mannheim nach Paris. Auch bei dieser ersten Reise ohne Vater, aber noch mit der Mutter, die bei jener Reise in Paris verstarb und wofür Leopold seinem Sohn die Schuld gab, erkrankt er in Mannheim. Er schreibt am 22. Februar 1778:

Ich bin jetzt schon 2 Tage zu Hause geblieben und habe antispasmodisch und schwarzes Pulver und Holunderblütentee zum Schwitzen eingenommen, weil ich Katarrh, Schnupfen, Kopfweh, Halsweh, Augenweh und Ohrenweh gehabt habe; nun ist es Gott sei Dank besser, und morgen hoffe ich wieder auszugehen, weil Sonntag ist.

Wie schon erwähnt, stirbt seine Mutter am 3. Juli 1778 im Alter von 57 Jahren an einem fieberhaften Infekt, wobei sie letztlich einer Herzschwäche erlegen sein dürfte (Knauer, 1967).

Aus München, wo er den Auftrag zur Komposition von Idomeneo erhalten hat, schreibt er am 22. November 1780 an seinen Vater:

Ich habe dermalen einen Katarrh, welcher bei dieser Witterung hier sehr Mode ist; ich glaube und hoffe aber, er wird sich bald flüchten und denn die zwei leichten Kürassier-Regimenter Rotz und Schleim gehen so nach und nach weg.

Von Wolfgang's Vater schreibt Piero Melograni, dass Leopold, der seiner Meinung nach ein verhinderter Arzt war, Wolfgang daraufhin mit Ratschlägen überschüttete. Leopold schreibt an Wolfgang, der zur Komposition des Idomeneo von November 1780 bis März 1781 in München weilte, dass die Ursache seines Katarrhs klar sei, denn:

Alle Kopfnerven werden durch das scharfe Hören und Sehen erhitzt und angespannt und diese Anspannung erstreckt sich durch den Eifer und die Aufmerksamkeit bis auf die Brust. (Piero Melograni. Wolfgang Amadeus Mozart – Eine Biographie. (2005) Siedler Verlag, München, Seite 167)

In diesem Brief folgen lange Ausführungen über die Pathogenese seiner Krankheit und darüber, welche therapeutischen Maßnahmen, zu denen „Veiglsaft, *Mandlöhl*, *Schwarzes Pulver und margrafen Pulver*“, aber auch diätetische Empfehlungen und physikalische Maßnahmen gehören, zu ergreifen seien. Leopold war ein großer Freund des Aderlasses und Mozart konnte von Glück sagen, dass er dieser Prozedur bei diesem Infekt nicht unterzogen wurde. Seine Schwester Nannerl hingegen, die zur gleichen Zeit in Salzburg erkrankt war, wurde auf die Empfehlung Leopolds zur Ader gelassen.

Durch die Hochzeit mit Konstanze Weber kam es zwischen Leopold und Wolfgang zu einem sich nicht wieder bereinigenden Zerwürfnis. In seinem Brief vom 4. April 1787 schreibt Wolfgang die berühmten Worte, die seine Einstellung zu Sterben und Tod offenbarte:

Da der Tod (genau zu nehmen) der wahre Endzweck unseres Lebens ist, so habe ich seit ein paar Jahren mit diesem wahren, besten Freund des Menschen so bekannt gemacht, dass sein Bild allein nichts Schreckendes mehr für mich hat, sondern recht Beruhigendes und Tröstendes. Und ich danke meinem Gott, dass er mir das Glück gegönnt hat, mir die Gelegenheit (Sie verstehen mich) zu verschaffen, ihn als den Schlüssel zu unserer wahren Glückseligkeit kennen zu lernen.

Ab dem Jahr 1787, das noch von Mozarts ungeheurer Schaffenskraft geprägt war, kommt es in den darauffolgenden Jahren zu einem deutlichen Rückgang seiner regen Tätigkeit, ohne dass die genaue Ursache dafür bekannt ist. Die letzten 1800 Tage vor seinem Tod bleiben in der Mozartforschung unklar. Deswegen ist auch die wissenschaftliche und soziale

Betrachtung seiner Krankheiten aus dieser Zeit vage. Mozart geht nur noch selten in Konzerte und tritt auch nur noch selten auf. Sein Einkommen bezieht er immer mehr aus Unterricht, dies aber bei abnehmenden Schülerzahlen. Ab 1788 gerät Mozart in einen wirtschaftlichen Ruin, was aus seinen Bettelbriefen an den befreundeten Kaufmann Michael Puchberg aus dem Juni des gleichen Jahres hervorgeht. Am 8. April 1789 tritt er mit dem Fürsten Karl Lichnowsky eine Reise nach Prag, Dresden, Leipzig und Berlin an, die auch keinen Erfolg und keine wirtschaftliche Verbesserung seiner Situation bringt und dies trotz eines großzügigen Geldgeschenks des Königs in Berlin. Bei seiner Rückkehr erkrankt seine Frau an einem Beingeschwür und muss mehrere Monate zur Kur nach Baden. Anfang Mai des Jahres 1790 schreibt er:

Allein seine Zahn- und Kopfschmerzen sind noch so groß, und ich fühle überhaupt eine starke Alteration.

Am 14. August schreibt Mozart an den bereits erwähnten Puchberg:

So leidentlich als es mir gestern war, so schlecht geht es mir heute; ich habe die Nacht nicht schlafen können vor Schmerzen. Ich muß mich gestern vom vielen Gehen erhitzt und dann unwissend erkältet haben. Stellen Sie sich meine Lage vor: krank und voller Kummer und Sorge. Eine solche Lage verhindert meine Genesung um ein merkliches. In 8 oder 14 Tagen wird mir geholfen werden; sicher, aber gegenwärtig habe ich Mangel. Können Sie mir denn nicht mit einer Kleinigkeit an die Hand gehen? Mir wäre für diesen Augenblick mit allem geholfen...

Mozart bedient sich hier der Coping-Strategie des primären Krankheitsgewinns, indem er versucht, aus einem banalen Infekt finanziellen Vorteil zu ziehen. Die Wende bleibt aus und es ist auch nicht auszuschließen, dass Mozart Wucherern in die Hände gefallen ist, denn um (ohne Einladung) zur Kaiserkrönung Leopold II nach Frankfurt fahren zu können, versetzt er sein Tafelsilber.

Ab dem 4. März 1791 gibt Mozart kein öffentliches Konzert mehr. Bereits im Sommer fühlte sich Mozart unwohl und mehr und mehr wuchs der Verdacht, dass ihm jemand nach dem Leben trachtete. Das britische Verleger-Ehepaar Vincent und Mary Novello besucht im Jahre 1829 die Hinterbliebenen Mozarts, unter anderem auch die Witwe. Mozarts Witwe schreibt

folgende Notiz in ihr Tagebuch, das erst im Jahre 1945 aufgefunden und 1955 gedruckt wurde:

Ungefähr sechs Monate vor seinem Tod kam Mozart der furchtbare Gedanke, dass ihn jemand ... vergiften wollte – er kam eines Tages zu Konstanze und klagte über grosse Schmerzen in den Lenden und allgemeine Mattigkeit – einer seiner Feinde habe ihm die verderbliche Mixtur beigebracht, die ihn töten würde, und sie könnten den Zeitpunkt seines Todes genau und unweigerlich berechnen.

Im Juli 1791 erschien erstmals bei Mozart ein merkwürdiger „Grauer Bote“, der ihn um eine Totenmesse gebeten haben soll. F.X. Niemetschek, Mozarts erster Biograph schreibt:

Schon in Prag kränkelte und medizinierte Mozart unaufhörlich, seine Gesichtsfarbe war blaß.

Am 7. September verfasst Mozart in Prag folgenden Brief, der wohl an den in London weilenden Dichter Da Ponte gerichtet war:

Verehrter Herr! Gerne möchte ich ihrem Rate folgen. Wie soll ich es aber machen? Mein Kopf ist verwirrt. Mehr mit Mühe halte ich mich gesammelt. Das Bild jenes Unbekannten will nicht von meinen Augen weichen. Immer sehe ich ihn vor mir, er bittet, er drängt mich, ungeduldig fordert er die Arbeit von mir. Ich setzte die Arbeit fort, weil mich das Komponieren weniger ermüdet als Ruhe. Sonst habe ich ja vor nichts mehr zu zittern. Ich fühle es, mein Zustand sagt es mir: Die Stunde schlägt! Ich werde sterben müssen. Ich bin zu Ende, ehe ich mich meines Talenten erfreuen durfte. Das Leben war doch so schön! Meine Laufbahn begann so glückverheißend! – Aber man vermag sein zugemessenes Geschick nicht ändern. Keiner vermag seine Lebensstage zu umgrenzen. Ergeben muß man sich in den Willen der Vorhersehung schicken. – Und so beende ich meinen Grabgesang. Ihn darf ich nicht unvollendet lassen. (Bauer W, Deutsch OE (Hg.) Mozart. Briefe und Aufzeichnungen. Gesamtausgabe, Bd. 4 [1787-1857] 1963, S. 156.)

Diese letzten Worte wurden auf das Requiem bezogen und zeigen deutlich den angegriffenen Gesundheitszustand Mozarts. In Mozarts eigenhändigem Werkverzeichnis besteht kein Eintrag über das Requiem. Über die Echtheit desselben als präfinales Werk, aber auch oben genannter Zeilen an Da Ponte ist man sich bis heute noch nicht einig. Es wird auch vermutet, dass sich obiger Hinweis auf die Zauberflöte beziehen könnte. Diese vollendete er nach seiner Rückkehr aus Prag Mitte September. Die letzten Stücke schrieb er unter rekurrierenden Ohnmachtsanfällen und Erschöpfungszuständen. Nissen schreibt, dass er während des Besuchs Konstanzes anlässlich der Uraufführung der Zauberflöte am 30. September zu ihr gesagt haben soll:

Gewiss, man hat mir Gift gegeben! (Nissen, G.N. v. Biographie W.A. Mozart, Leipzig 1828)

Während der letzten vier Wochen seines Lebens litt Mozart an Wahnideen. Es traten wiederholt Schwindelanfälle, Ohnmachten, Erbrechen und progredienter Gewichtsverlust auf. Er hatte Weinkrämpfe und einen schleichenden Kräfteverfall. In einem undatierten Brief an einen unbekanntem Empfänger, vermutlich ein Mitglied der Freimaurer, denen er seit 1784 angehörte, schreibt er entschuldigend von starken Kopfschmerzen und Magenkrämpfen. In einem Gespräch mit dem Hausdiener Joseph in dem Stammlokal „Zur Silbernen Schlange“, das zum ersten Mal am 28. Januar 1856 in der Wiener Morgenpost abgedruckt wurde, sagt dieser zu Mozart, dass er ganz krank und miserabel aussehe und er vermutlich in Böhmen zu viel Bier getrunken habe, worauf Mozart nur meinte, dass es sich bald „ausmusiziert“ habe (Paumgartner B, Mozart, Zürich 1940 S. 585).

Ab dem 20. November konnte Mozart das Bett nicht mehr verlassen. Die Hände und Füße begannen anzuschwellen und es kam plötzliches Erbrechen hinzu. Ohnmachtsanfälle traten zwar nicht mehr auf, aber der Gesang eines Kanarienvogels bereitete ihm physische Schmerzen. Seine Frau Konstanze schreibt über seine Todeskrankheit, dass er wohl ein hitziges Frieselfieber habe, zu dem plötzliches Erbrechen hinzukam und dass Wolfgang bis zwei Stunden vor seinem Verscheiden völlig bei Verstand blieb. Dr. Sallaba diagnostizierte am 28. November hitziges Frieselfieber und führte am 3. Dezember einen Aderlass durch. Unter Frieselfieber verstehen wir symptombezogen heute am ehesten Gehirnhautentzündung. Mozarts Schwägerin Sophie Haibel sollte später die sinnlosen Aderlässe rügen. Am Abend des 4. Dezembers bekam Mozart hohes Fieber und litt unter unerträglichen Kopfschmerzen,

woraufhin Dr. Closset, der im Theater weilte, nach der Vorstellung vorbeikam. Mozart sagte zu Süßmayer,

es gäbe jetzt keine Hilfe mehr und keine Hoffnung!

Im Auftrag von Dr. Closset wurden noch kalte Umschläge auf die Stirn verabreicht. Mozart trug seiner Frau noch auf, dass die Stelle als Kapellmeister von St. Stephan nach seinem Tod mit einem Freund zu besetzen sei. Zwei Stunden vor seinem Tod verliert Mozart das Bewusstsein und stirbt am 5. Dezember um 0.50 Uhr. Die Diagnose der behandelnden Ärzte war uneinheitlich hitziges Frieselfieber bzw. Gehirnhautentzündung. Bedingt durch die postmortale Anschwellung der Leiche, was aber einen physiologischen Prozess durch Fäulnisgase darstellt, kommen Gerüchte eines Giftmordes auf, die auch von Aleksandr Puschkin verbreitet wurden. Die Diagnose auf dem Totenschein ist offen gelassen, wobei der so genannte Totenschein nur das Attest der Totenschau der Pfarrei St. Marx ist, die keinen dokumentarischen Wert hat. Eine Sektion gab es nicht. Mozart wird in einem Armengrab am Friedhof St. Marx beigesetzt. Über 30 Jahre nach Mozarts Tod schreibt der Pathologe Guldner von Lobes aus dem Gedächtnis eine Epikrise nieder:

Mozart erkrankte im Herbst 1791 an einem rheumatischen Entzündungsfieber, welches damals fast allgemein herrschte und viele Menschen dahinraffte. Mozart starb mit den gewöhnlichen Symptomen der Gehirnentzündung, und unter denselben Symptomen sind mehrere Menschen gestorben.

Dies entspricht nicht den Tatsachen, denn aufgrund der von Weizmann 1956 durchgeführten Untersuchungen an Wiener Sektionsprotokollen ist bekannt, dass 1791 keine Epidemie stattgefunden hatte. Das Totenregister enthält keinen Fall von rheumatischem Entzündungsfieber. Unter hitzigem Frieselfieber verstand man im 18. Jahrhundert eine mit Hautausschlag, Fieber und Schüttelfrost einhergehende Krankheit. Die Spekulationen bezüglich seiner Todesursache sind bis heute nicht geklärt und die Zahl der Verdachtsdiagnosen ist lang:

1. Akutes rheumatisches Fieber
2. Akute Infektionskrankheit mit Sepsis
3. Quecksilbervergiftung durch Mord

4. Quecksilbervergiftung durch Therapie
5. Chronische Nephritis
6. Purpura Schönlein-Henoch (toxisch-allergische → Purpura nach Infektionen)
7. Aderlässe
8. Subduralhämatom (Blutung unter die harte Hirnhaut)
9. Syphilis
10. Trichinose

(Quelle: Frank Nager. Der Streit um die Todeskrankheit. In: Musik und Medizin-Zwei Künste im Dialog. Chronos Verlag Zürich, 2003)

Theorien zu Mozarts Todesursache werden von einigen Autoren mit äußerster Inbrunst vertreten. Zu diesen gehören auch sehr detaillierte Diagnosen wie zum Beispiel:

„Streptokokkeninfektion, gefolgt von → Purpura Schönlein-Henoch mit assoziiertem Nierenversagen durch proliferative Glomerulonephritis und Glomerulosclerosis mit schließlich Hirnblutung oder Schlaganfall und Bronchopneumonie“ (Baroni, 1997).

Als widerlegt muss die Vergiftungstheorie gelten, denn Antonio Salieri, der als Hauptopfer der Giftmordlegende gilt, war zu Lebzeiten deutlich erfolgreicher als Mozart und ein gütiger Mensch, der Lehrer von Ludwig van Beethoven, Franz Schubert und Franz Liszt war. Die Symptome passen nach heutiger Sicht am ehesten zu einem akuten rheumatischen Fieber. Die drei Krankheitsschübe in seiner Jugend sowie das klinische Bild mit hohem Fieber, schmerzhafter Gelenkschwellung und Hautausschlägen weisen auf ein rheumatisches Fieber hin. Der Medizinstudent lernt heute noch: *das rheumatische Fieber sticht ins Knie (Gelenkschwellung) und beißt ins Herz (akute Herzmuskelentzündung)*. Was die Todesursache gewesen sein könnte, bleibt im wissenschaftlichen Graubereich. Hoch oben auf der Liste der zum Tode führenden Ursachen stehen auch die Ärzte, die mit den damaligen Praktiken des Purgierens, Klistierens, Erbrecheninduzierens und vor allen des Aderlassens die Kranken nach heutigen Erkenntnissen schwächten. In den letzten Wochen vor seinem Tod wurden Mozart bis zu 3 Liter Blut abgezapft, was etwa 3/5 seines zirkulierenden Blutvolumens entspricht. Vermutlich waren die ärztlichen Maßnahmen nicht die alleinige Todesursache, aber es ist wahrscheinlich, dass sie dazu beigetragen haben. Letztendlich bleibt die Todesursache bis heute ungeklärt.

- **Mozarts Leben war von zahlreichen, seine psychische und physische Integrität beeinflussenden Krankheiten geprägt.**
- **Seine Todesursache gilt trotz vieler wissenschaftlicher Arbeiten über dieses Thema als ungeklärt.**
- **Mozarts Krankheiten haben sicherlich auch seine Kompositionen beeinflusst, was eine Erklärung für die besondere Wirkung seiner Musik auf Kranke sein könnte.**

1.4.2. Wirkungsforschung von Mozartscher Musik

Die Wirkungsforschung von Musik beschäftigt sich mit der Frage, warum welche Musik auf welche Menschen unter welchen Bedingungen wann und wo welche Wirkungen ausübt (Rauhe, 1978). Die Forschungsergebnisse haben bis heute nur Hinweise geliefert, welche Elemente anxiolytisch wirken könnten.

Die Wirkung von Musik kann als Kommunikation non-verbaler Art angesehen und in vier Bereiche gegliedert werden (Kaden):

1. Informationserzeugung durch den Komponisten und Interpreten nach einem persönlichen Code.
2. Informationsübertragung/-mitteilung durch die Interpretation in Abhängigkeit von persönlichen Eigenschaften und Erfahrungen des Komponisten und Interpreten.
3. Informationsaufnahme in Abhängigkeit von individuellen neuroanatomischen und neurophysiologischen Begebenheiten und Prozessen beim Hörer.
4. Informationsverarbeitung in Abhängigkeit von Musikart, Hörgewohnheit, Persönlichkeit, Geschmack und aktueller Hörsituation.

Dabei ist die Wirkung abhängig von Bildungsgrad, Erziehung, Alter, sozialem Status und Hörgewohnheit (Kümmel, 1977). Dies hat zur Folge, dass, um gewünschte Patientenwirkung zu erzeugen, der Geschmack, die Vertrautheit mit der Musik und die Vorlieben des Patienten wichtiger sind als die des Arztes. Für entspannende Wirkung ist Instrumentalmusik der Vokalmusik vorzuziehen, da das gesungene Wort analytische Aufmerksamkeit weckt. Gewünscht ist aber beim Wecken von Entspannungseffekten das passiv-rezeptive Zuhören. Tasten- und Streichinstrumente sind Blechblasinstrumenten vorzuziehen, da diese eine Weckreaktion durch ihren Signalcharakter erzeugen (Wilms 1975; Sutermeister, 1951 Mooreland & Zajonc 1974).

Eine mögliche Einteilung in unterscheidbare Elemente, aus denen sich ein Komponist zur Erzeugung entspannender Effekte bedienen kann, ist folgende (Eibl-Eibesfeldt, 1984, Hughes 2001):

1. Tempo
2. Rhythmus

3. Tonhöhe
4. Dynamik
5. Klangfarbe
6. Frequenz
7. Dauer
8. Einbettung in das musikalische Gesamtwerk

Tempo ist definiert als melodische und harmonische Informationsdichte pro Zeiteinheit.

Veränderungen des Tempos können den Charakter eines Stückes wesentlich verändern. Zur Erzeugung von anxiolytischen Effekten hat sich ein langsames Metrum als günstig erwiesen. Jedoch kann auch schnelle Musik, z.B. die Wirkung von Rockmusik auf Jugendliche, im Sinne einer Katharsis angstlösend und entspannend wirken (Svebak S, Stoyva J. High arousal can be pleasant and exciting. Biofeedback and Selfregulation. 5/4 Seiten 493-444).

Rhythmus ist uneinheitlich definiert und beinhaltet die geregelte Aufeinanderfolge metrischer, melodischer und harmonischer Informations-/Reizeinheiten innerhalb eines Musikstücks. Die affektive Wirkung von Musik ist dabei auch vom Tempo abhängig.

Tonhöhenempfindung ist vom Gesamtklang abhängig (Warnke, 1983). Dabei nimmt nicht nur die Reinheit der Sinusschwingung Einfluss (Synthesizer erzeugen reine Sinusschwingungen und werden schlechter wahrgenommen), sondern auch die in der Perilymphe des Ohrs entstehenden Schwingungen. Es entstehen so genannte Kombinationstöne im Ohr als Differenz- und Summationstöne der Schwingungszahldifferenz und –summe. Tonhöhenempfindung wird in Mel gemessen (1000 mel = 1000 Hz bei 0,002 Pa (40dB)). Obertonreiche Musik, wie sie durch qualitativ hochwertige Tasten- und Saiteninstrumente erzeugt wird, gilt als entspannend.

Das Ohr kann 325 Lautstärkestufen unterscheiden. Die subjektive Lautstärke wird in Phon gemessen (bei 0 Phon ist der Normalton von 1000 Hz gerade nicht mehr hörbar). Die Phonskala ist logarithmisch zur Schallstärke. Die Schmerzschwelle liegt bei 130-140 Phon. Die Einhörzeit bis zur vollen Lautstärke beträgt 0,2 Sekunden, die Aufhörzeit 0,14 Sekunden. Der Lautheitseindruck sinkt nach 2 Minuten um 10 dB (Adaptation) und bleibt dann nahezu konstant. Leise Musik und durch den Patienten regulierbare Lautstärke haben sich als entspannend erwiesen.

Die Klangfarbe eines Stückes wird durch Volumen, Gewicht und Dichte bestimmt (Michels, 2001).

Der Frequenzgang, der von der Musikanlage, dem Instrument und den musikalischen Substrukturen bestimmt ist, ist von den Faktoren Volumen, Dichte und Gesamthöreindruck abhängig. Ist dieser geradlinig, erzeugt er einen positiven Höreindruck. Tiefe Frequenzen wirken euphorisierend, zu hohe Frequenzen wirken disharmonisierend (Kötter 1983).

Die Dauer eines einzelnen Musikstückes sollte 8 Minuten nicht überschreiten und nicht kürzer als 2 Minuten sein. Die Pause zwischen zwei Stücken sollte nicht länger als 8 Sekunden sein. John R. Hughes hat sich mit der Periodizität von Mozartscher Musik, zwar unter dem Aspekt der antiepileptischen Wirkung (Epilepsie als pathologische Synchronisation der elektrischen Aktivität des Gehirns) beschäftigt (Hughes JR, 2001), konnte aber ein hohes Maß an entspannender Periodizität feststellen. Hughes kodierte Mozartsche Musik nach Umwandlung der Noten in das wav-Dateiformat und in das midi-Dateiformat. Die Maximalpunkte wurden mathematisch verbunden, um einen elektronischen „Umschlag“ zu erzeugen. Daraus berechnete er einen Periodizitätsindex, der die Vergleichbarkeit mit anderen Stücken erlaubte. Faktoren, die in die Berechnung eingingen waren Wiederholungen von Tönen, Intervallen, Konturen, Dauer, Kadenzen, Schwingungen und deren Umkehrungen. Es wurden 330 Stücke von Mozart, 155 von J.S. Bach, 61 von Beethoven, 58 von Chopin und 23 von Wagner ausgewählt, was einer analysierten Notenzahl von 1 918 000 entspricht. Den Hauptteil bei der Mozartschen Musik machten die 76 Klaviersonaten aus. Hughes fand nicht nur eine Abnahme der elektrischen Entladung während des Anfalls zweier Patienten bei der Mozartmusik, sondern auch eine Abnahme der Amplitude und der Anzahl der Anfälle. Bezüglich der Periodizität fand er die höchste bei Mozart und die geringste bei Chopin. In einem Nachfolgeprojekt analysierte Hughes auch 119 Stücke von Haydn und 31 von Liszt. Dabei zeigte sich wieder Mozarts Musik als am stärksten periodisch, wobei der insgesamt sehr große Abstand zu den anderen Komponisten bei Haydn, einem Bekanntem Mozarts, am geringsten war.

Jausovec und Habe untersuchten an 18 Probanden mit Mozarts Sonate KV 448, Brahms Ungarischem Tanz Nr. 5 und Haydns Symphonie Nr. 94. die Aufweckreaktion mittels Elektroenzephalographen. Sie konnten zeigen, dass Mozart unabhängig von der Stimmung des Stückes, dem Tempo und der Komplexität den höchsten Effekt auf die neurophysiologische Aktivität hatte. Ein Kritikpunkt dieser Studie könnte sein, dass die Auswahl der Stücke zu unterschiedlich getroffen wurde.

In einer weiteren Studie wurde das Adagio in g-moll für Orgel und Streicher von Albinoni mit der Mozartschen Klaviersonate für zwei Klaviere in D-Dur, KV 448, die schon bei den

Studien von Rauscher und Shaw zum Einsatz kam, miteinander verglichen. Dabei schlossen die Probanden, die Mozart hörten, bei den mentalen, räumlichen Tests des Vorstellungsvermögens besser ab als die Probanden, die Albinoni hörten. Die Autoren führten dies nicht auf einen spezifischen Mozart-Effekt zurück, sondern vielmehr auf eine erhöhte Aufweckreaktion durch das „energischere“ Mozart Stück (Thompson et al., 2001).

In einer Vergleichsstudie zwischen Mozarts Kleiner Nachtmusik, New Age Entspannungsmusik (Steven Halpern, Serenity Suite) und dem Lesen populärer Entspannungsmagazine an jeweils 14 Probanden in der Musikgruppe und 35 in der Lesegruppe, hatte die Mozartgruppe im Smith's Relaxation States Inventory den höchsten Entspannungsgrad (Smith & Joyce, 2004). In einer Untersuchung zum Thema, wann Entspannung innerhalb von Stücken auftritt, wurden 12 Musiker und 12 Nichtmusiker bezüglich Atemfrequenz, Ventilation, Kohlendioxidgehalt, Intervall zwischen zwei Herzschlägen, Blutdruck, Fluss in der mittleren Gehirnarterie und Baroreflex verglichen. Die Untersucher fanden, dass die Aufweckreaktion vor allem mit dem Tempo korreliert. Der Entspannungseffekt wurde besonders evident bei den Musikern, die durch schnellere Rhythmen eine erhöhte Aufmerksamkeit und während Pausen und langsameren Rhythmen starke Entspannung zeigten (Bernardi et al., 2005).

- **Die Wirkung von Musik unterliegt Parametern der Informationserzeugung, Informationsübertragung/-mitteilung, Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung.**
- **Die Wirkung entspannender Effekte durch ein Musikstück ist abhängig von Tempo, Rhythmus, Tonhöhe, Dynamik, Klangfarbe, Frequenz, Dauer und Einbettung in das musikalische Gesamtwerk.**
- **Mozartsche Musik scheint in vergleichenden Untersuchungen mit Musik anderer Komponisten besonders hohe entspannende Effekte erzielen zu können.**

II FRAGESTELLUNG

Im Einzelnen sollen mit Hilfe der vorliegenden Studie folgende Fragen beantwortet werden:

1. Kann bei schwerstkranken, beatmeten, chirurgischen Intensivpatienten durch langsame Sätze aus Mozartschen Klaviersonaten ein Entspannungseffekt anhand von physiologischen Parametern nachgewiesen werden?
2. Kann bei schwerstkranken, beatmeten, chirurgischen Intensivpatienten durch langsame Sätze aus Mozartschen Klaviersonaten ein Entspannungseffekt anhand von molekularen, serologischen Meßparametern nachgewiesen werden?
3. Kann bei schwerstkranken, beatmeten, chirurgischen Intensivpatienten durch langsame Sätze aus Mozartschen Klaviersonaten ein Entspannungseffekt anhand von elektroenzephalographischen Meßparametern nachgewiesen werden?
4. Kann mit Hilfe eines verblindet erhobenen Scores zur Evaluierung der Sedierungstiefe ein durch die Musik erzeugter, erwünschter Grad der Sedierung trotz des Fehlens von Narkosemittel nachgewiesen werden?
5. Gibt es einen Unterschied in den genannten Parameter von Entspannung innerhalb der Verumgruppe vor im Vergleich zu nach der Musikintervention?
6. Gibt es einen unterschiedlichen Grad der Entspannung in der Verumgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, der messbar ist?
7. Kann durch die Musikintervention Narkosemittel eingespart werden?

III PATIENTENGUT UND METHODIK

2.1. Patientengut und Einschlusskriterien

Zusammenfassend wurden folgende Einschlußkriterien für das Patientengut n=15 gewählt:

1. APACHE II Score >16
2. Postoperative Periode II
3. Beatmungspflichtigkeit bei erhaltener Spontanatmung
4. Sedierung mit dem Kurzwirksamen Narkotikum Propofol

2.1.1. APACHE II Score

Es wurden 15 beatmete, chirurgische Intensivpatienten in der unmittelbaren postoperativen Periode zufällig ausgewählt, die einen *Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II Score* von mindestens 16 hatten (Knaus WA et al., APACHE - Acute physiology and chronic health evaluation: a physiology based classification. Crit Care Med. 1981; 9: 591-597). Der APACHE II Score ist ein Klassifikationssystem für Patienten auf der Intensivstation und gilt als Prognosemaß für die Mortalitätsrate basierend auf akuten physiologischen Parametern (Herzfrequenz, Blutdruck...) und chronischen Gesundheitszuständen (Alter, Voroperation als Notfall oder als elektive Operation...). Entsprechend dem Score, in den die folgenden Parameter aus 8 physiologischen Klassen mit 34 Variablen eingehen, hat der Patient mit einem APACHE II Wert >16 eine Mortalitätsrate von mindestens 16,4%.

Physiologische Parameter	Anzahl an Variablen
HerzKreislauf	7
Atmung	3
Nieren	3
Magen-, Darmtrakt	6
Blutsystem	4
Blutvergiftung	4
Metabolik	6
Neurologie	1

APACHEII Score: Gruppierung nach physiologischen Parametern und Variablen innerhalb der einzelnen Gruppen.

Score	Mortalität
0 - 5	2,30%
6 - 10	4,30%
11 - 15	8,60%
16 - 20	16,40%
21 - 25	28,60%
26 - 30	56,40%
31*	70,00%

Aus dem APACHE II Score abgeleitete Mortalitätsrate. Das untersuchte Patientengut hat eine Mortalität von über 16%.

2.1.2. Postoperative Periode

Die Patienten wurden für die Studie in der Phase II der postoperativen Periode rekrutiert, d.h. sie befanden sich mindestens am postoperativen Tag 2 und höchstens am postoperativen Tag 14.

2.1.3. Beatmung

Eine weitere Voraussetzung für die Rekrutierung war die Beatmungspflichtigkeit. Aufgrund von respiratorischer Insuffizienz wurden die Patienten endotracheal mit einem Beatmungsschlauch und einem Beatmungsgerät beatmet. Die Patienten wurden alle mit einem unterstützenden Beatmungsverfahren beatmet. D.h. sie waren in der Lage selbst zu atmen, benötigten aber zwingend ein Beatmungsgerät zur Unterstützung. Das Beatmungsschema, das bei den Patienten angewendet wurde, war eine Kombination aus Biphasic Positive Airway Pressure und Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (BIPAP-SIMV, auch PC-SIMV genannt). Dabei wird von dem Beatmungsgerät ein oberes (p_e) und ein unteres Druckniveau (p_i) erzeugt. Der Patient atmet bei erhaltener Spontanatmung auf dem unteren Druckniveau. Mehrmals pro Minute wird aber ein druckbegrenztes oberes Niveau während der Inspiration erzeugt, wobei der Zeitraum für die Ausatmung (t_e) deutlich länger eingestellt wird als für die Inspiration (t_i). Der Patient atmet also vorwiegend auf dem unteren Druckniveau spontan.

2.1.4. Sedierung

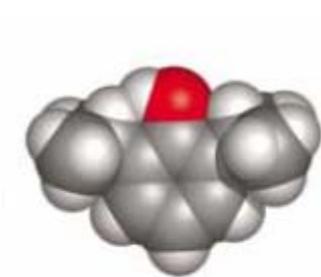


Abb. 11 Propofol-Molekül als raumfüllendes Modell (Quelle: Franks, 2006)

Eine weitere Voraussetzung für die Rekrutierung war die Sedierung mit \rightarrow Propofol (Disoprivan®), das kontinuierlich mittels Perfusor infundiert wurde. Propofol ist ein kurzwirksames Sedativum, das als Substanz zur Narkoseeinleitung eingeführt wurde und sich zur Kurzzeitsedierung auf Intensivstationen eignet (Barr et al., 1993). Propofol ist eine fettlösliche Substanz (deswegen schnelle Anflutung und Verteilung im unpolaren Gehirn) mit raschem Wirkungseintritt und kurzer Wirkdauer. Nach einer

intravenösen Propofol-Einzeldosis tritt innerhalb einer Minute die sedierende Wirkung ein. Sie ist nach zwei Minuten maximal ausgeprägt und hält vier bis acht Minuten an. Die sedierende Wirkung lässt innerhalb von ca. zehn Minuten nach. Dies gilt auch für längerfristige Verabreichung. Propofol wird in der Leber rasch in unwirksame Metabolite verwandelt. Propofol ist nicht analgetisch wirksam. Die sedierende Wirkung kann eine deutliche Atemdepression und Vasodilatation bewirken. Nach Bolusgabe kann es deshalb zum Blutdruckabfall bei Patienten mit geringer Gefäßfüllung oder labilem Blutdruck kommen.

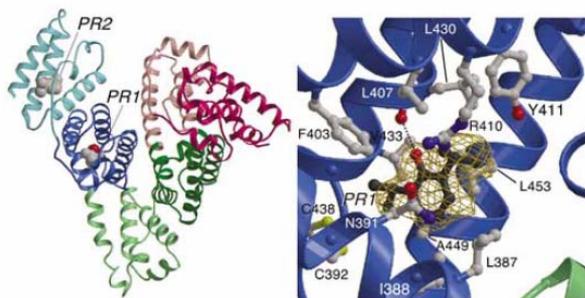


Abb. 12 Propofol-Bindungsstellen an humanes Serum-Albumin (Quelle: Bhat-tacharya et al., 2006)

98% von Propofol binden nach der i.v. Verabreichung an Blutbestandteile. Meistens bindet Propofol an das Blutträger Protein Albumin. Eine crystallographische Analyse zeigt zwei Bindungsstellen (PR1 in der Subdomäne IIIA und PR2 in der Subdomäne IIIB), wobei vermutlich nur PR1 unter physiologischen Bedingungen

besetzt wird, da Fettsäuren stark an PR2 binden. Die gestrichelten Linien zeigen hydrogenne Bindungen. Propofol bindet in die vorgeformte Höhle mit sehr wenig Störung der lokalen Struktur.

Propofol wird wegen der genannten Eigenschaften zur Sedierung in der frühen postoperativen Phase angewendet. Es gibt Berichte, die zeigen, dass mit Propofol sedierte Patienten im Vergleich zu dem häufig verwendeten Midazolam (Dormicum®) schneller von der Beatmung abtrainiert werden können. Dies wird jedoch kontrovers diskutiert (Higgins et al., 1993). Propofol ist sehr teuer (78 € / 24h bei 150 mg/h), weswegen häufig Midazolam (30,3 € / 24h bei 5 mg/h) mit deutlich langsamerer Steuerbarkeit eingesetzt wird. Propofol ist nicht wasserlöslich und als ein- und zweiprozentige Lösung (10 bzw. 20 mg/ml) in Intralipid® 10% (Sojabohnenöl, Glycerol und Phosphatidylcholin aus Hühnereigelb) erhältlich. Wegen der kurzen Wirkdauer wird es als kontinuierliche Infusion angewendet. Wegen seiner hohen lipophilen Eigenschaft neigt es bei sehr adipösen Patienten zur Akkumulation. Aus diesem Grund wird bei diesen Patienten die Dosierung am idealen Körpergewicht orientiert. Bei den Patienten, die für unsere Studie rekrutiert wurden, wurden mindestens 40mg/h infundiert.

Die Patienten wurden nach Information der Angehörigen und Eruiierung des mutmaßlichen Patientenwillens durch diese in die Studie eingeschlossen. Die Studie wurde mit der Projekt-Nummer 389/04 versehen. Nach eingehender Prüfung der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Dr. Gustav Paumgartner wurde der Studie am 12.01.2005 die ethisch-rechtliche Unbedenklichkeit zuerkannt.

- **Patienten wurden nach genau definierten Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie rekrutiert.**
- **Zu den Einschlusskriterien gehören APACHE II Score >16, Postoperative Periode II, Beatmungspflichtigkeit bei erhaltener Spontanatmung und Sedierung mit dem kurzwirksamen Narkotikum Propofol.**

3.2. Versuchsablauf

Der Versuchsablauf ist in folgender Graphik schematisch als Übersicht wiedergegeben.

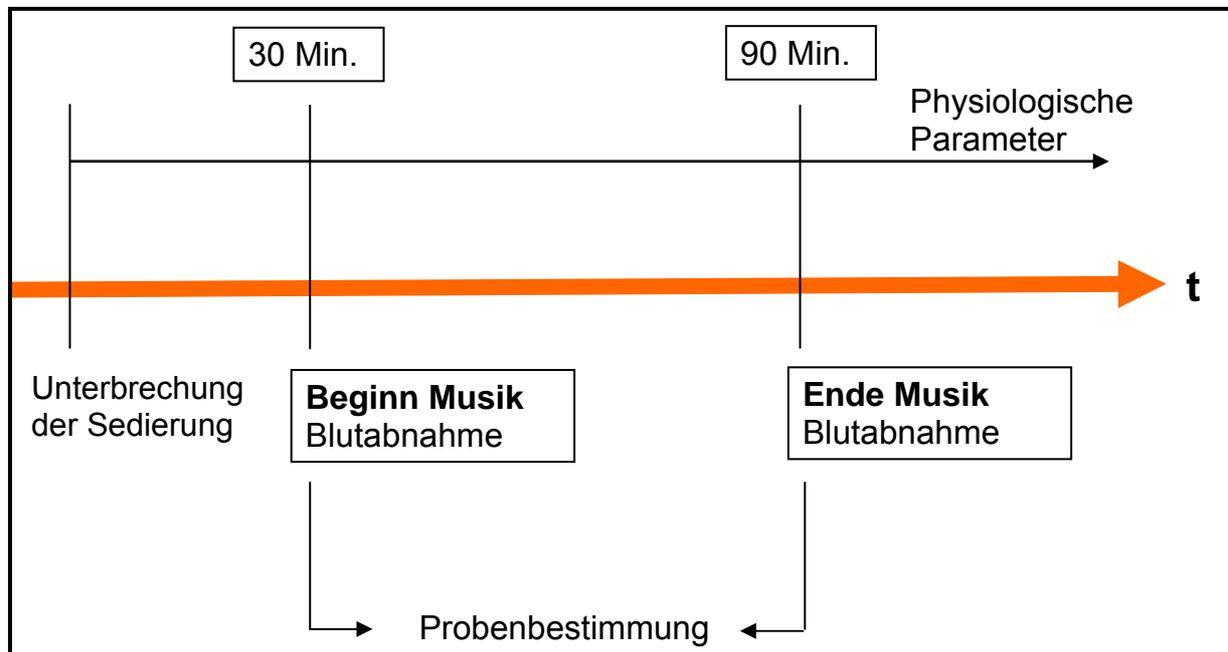


Abb. 13 Zeitliche Abfolge des Studiendesigns. Nach Ausschalten der Sedierung mit \rightarrow Propofol erfolgt nach 30 Minuten der Beginn der Musik und die erste Blutentnahme. Die Musik wird über einen Zeitraum von etwa 60 Minuten gespielt. Danach erfolgt die zweite Blutentnahme. Über den gesamten Zeitraum werden kontinuierlich die physiologischen Parameter bestimmt.

3.2.1. Elektroenzephalogramm

Mit Hilfe der EEG-Untersuchung lassen sich die Hirnströme darstellen. Dabei werden mehrere Elektroden auf die Kopfhaut geklebt, welche die schwache elektrische Aktivität der Gehirns durch den Schädelknochen hindurch registrieren. Die Untersuchung ist nicht schmerzhaft oder gefährlich.

Die Hirnströme beim Gesunden zeigen regelmäßige Schwankungen, die sich in Form von verschiedenen Wellen-Typen in Abhängigkeit von der Frequenz darstellen:

- Alpha-Wellen (8-12 Hz) sind Ausdruck der Gehirnaktivität bei wachen, entspannten Personen.

- Beta-Wellen (13-30 Hz) lassen sich über einzelnen Hirnregionen nachweisen, sie zeigen aktive Hirnaktivität an und können auch Ausdruck einer Medikamentenwirkung sein.
- Theta- Wellen (4-7 Hz) und Delta-Wellen (1-3 Hz) sind häufig im EEG von Kindern zu sehen, außerdem auch bei Erwachsenen während des Schlafes.

In unserem Versuchsansatz wird zu Beginn des Experiments bei den Patienten, die sich noch in Narkose befinden, das →Elektroenzephalogramm angelegt. Die speziellen Goldelektroden werden mittels Spezialkleber direkt an der Kopfhaut befestigt, um eine optimale Qualität der Aufzeichnung zu gewährleisten. Hierbei wird folgendes Applikationsschema verwendet:

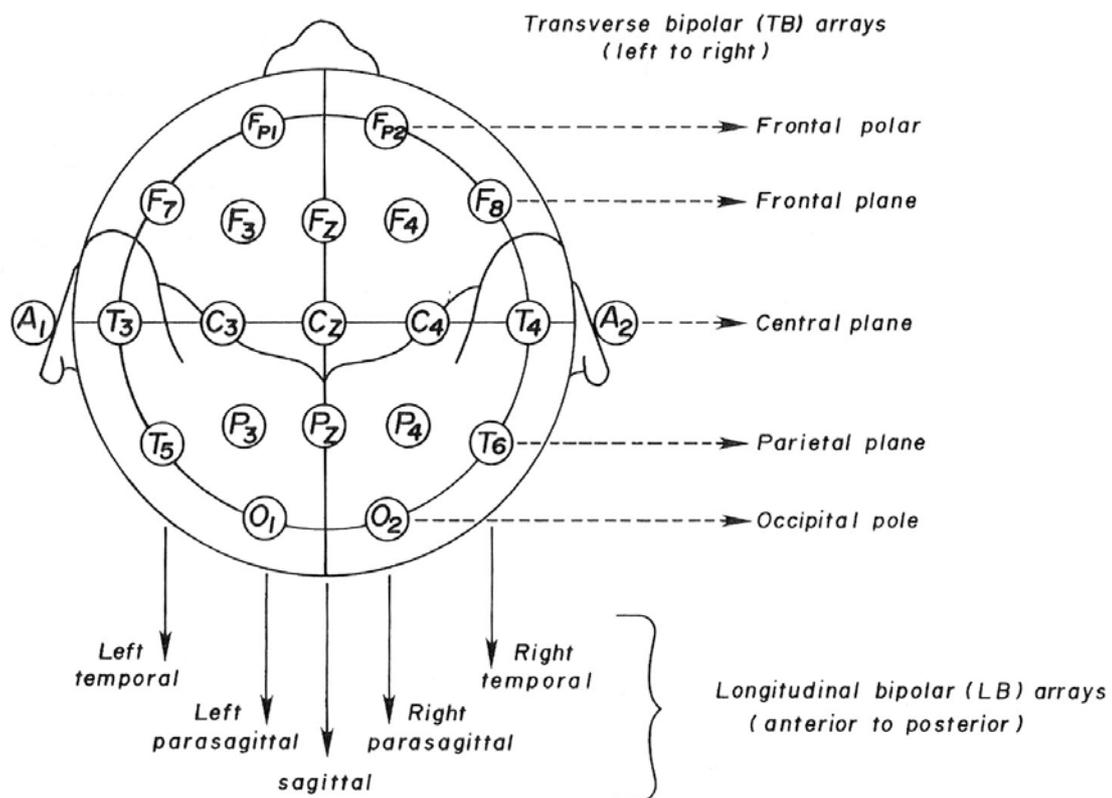


Abb. 14 Quelle: Tyner FS, Knott JR, Mayer Jr. WB. *Fundamentals of EEG Technology. Basic Concepts and Methods Vol.I.* Raven Press, New York, 1983.)

Abgeleitet werden die Elektroden Okzipital 1 (O1) und 2 (O2) und Temporal 3 (T3) und 4 (T4). Diese werden zur Referenzelektrode, die am Apex des Kopfes angebracht ist (Cz) verschaltet. Die Erdungselektrode wird an der Stirn angebracht (Fz).

Nach dem Anbringen des EEGs, das ebenso wie der Blutdruck und die Herzfrequenz kontinuierlich aufgezeichnet wird, wird die kontinuierliche Propofolinfusion gestoppt.

3.2.2. Sedierung

Die Sedierung wird auf Intensivstationen routinemäßig täglich unterbrochen, da der neurologische Zustand des Patienten beurteilt werden muss und weil gezeigt wurde, dass das tägliche Unterbrechen der Sedierung das Überleben verbessert (Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF & Hall JB. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *The New England Journal of Medicine* 2000; 342: 1471 - 1477.).

Vorher werden die Menge der kontinuierlichen Propofolinfusion und der durch das Pflegepersonal erhobene Ramsay Sedation Scale Score notiert. Der Ramsay Sedation Scale gibt den Grad der Sedierungstiefe nach dem unten stehendem Schema an (Ramsay et al., 1999).

Grad der Sedierung	Score
Patient ist ängstlich, agitiert oder beides	1
Patient ist kooperativ, orientiert und ruhig	2
Patient antwortet nur auf Aufforderung	3
Patient hat eine schnelle Antwort auf leiches Klopfen auf die Stirn oder einen lauten auditorischen Stimulus	4
Patient hat eine träge Antwort auf leiches Klopfen auf die Stirn oder einen lauten auditorischen Stimulus	5
Patient zeigt keine Aufwachreaktion	6

Ramsay Sedation Scale. Quelle: Ramsay MAE, Savege TM, Simpson BRJ & Goodwin R. Controlled sedation with alpaalone-alphadolone. British Medical Journal 1974; 2: 656 – 659

Dem Patienten werden nun Kopfhörer mit dem angeschlossenen Wiedergabegerät angelegt. Dann wird 30 Minuten lang bis zum Beginn der Musik gewartet, um dem Narkosemittel genügend Zeit zu geben abzuklingen. Nach 10 Minuten ist wegen der schnellen An- und Abflutung im Gehirn kein Effekt mehr zu erwarten. Den Kontrollpatienten wird ebenfalls der Kopfhörer aufgesetzt und das Wiedergabegerät angeschlossen, es erfolgt jedoch kein Abspielen der Musik. Von außen kann nicht unterschieden werden, ob Musik abgespielt wird oder nicht. Dies ist besonders für das Erheben des Wertes auf der Ramsay Sedation Scale wichtig, denn das Pflegepersonal, das den Ramsay Score erhebt, ist somit verblindet. Es hat

routinemäßig vor Beginn der Musik und am Ende der Musik den Ramsay Score erhoben und kann bis zur Erhebung des Endwertes nicht sagen, ob Musik gelaufen ist oder nicht.

3.2.3. Musik

Nun beginnt das Abspielen der Musik. Wir verwendeten dabei eine Auswahl von langsamen Sätzen von Mozartschen Klaviersonaten, die uns, wie in Abschnitt 1.4.2. *Wirkungsforschung Mozartscher Musik* geschildert, als besonders geeignet erschienen. Die Dauer der Stücke, das Instrument Klavier, ihr langsames Tempo, die Gesamtsymmetrie und Periodizität, die leise Dynamik, das Wiederkehren von vorgestellten einfachen Motiven, die Wiederkehr dieser Motive in geschickt veränderter Harmonik, die Rhythmik und die Tonhöhe ließen sie uns als besonders geeignet erscheinen. Außerdem machten wir innerhalb der getroffenen Auswahl eine musikalische Entwicklung aus, die auch auf den hörenden Patienten übergeht und diesen eine eigene Entwicklung erfahren lässt. Wir haben folgende Auswahl an langsamen Sätzen aus Mozarts Klaviersonaten getroffen, was eine Gesamtzeit von etwa 60 Minuten ausmacht:

1. KV283 – Andante (1775)
2. KV311 – Andantino con espressione (1777)
3. KV330 – Andante cantabile (1783)
4. KV332 – Adagio (frühe 1780er-Jahre)
5. KV333 – Andante cantabile (1783)
6. KV545 – Andante (1788)
7. KV570 – Adagio (1789)
8. KV576 – Adagio (1789)

Wir wählten für unsere Untersuchungen eine Einspielung von Daniel Barenboim (Sämtliche Klaviersonaten und Variationen – Daniel Barenboim. EMI Records Ltd.).

Während des Abspielens war das Pflegepersonal angehalten, keine Maßnahmen an den Patienten durchzuführen, es sei denn ein Notfall machte dies notwendig.

KV283 – Andante (1775)

Kanne fand, dass dieses Andante mit *einer Idylle ganz zu vergleichen* sei (Kanne, 1821). Es vermeidet scharfe Zäsuren, obwohl es formal die Sonatensatzform streng einhält. Die Modulation in die Kontrasttonart verläuft sehr unauffällig. Es fällt deshalb schwer, das Seitenthema auszumachen. Eine Begleitung ist aus klingenden Sechzehnteln komponiert und Mozart verwendet hier deutlich ein bereits erwähntes kompositorisches Element von Entspannung: Bausteine von wiederkehrenden Elementen, die in leicht veränderter Form immer wieder im Stück auftauchen. Sechs der vierzehn Expositionstakte gehen harmonisch den Weg von Stufe I zu Stufe V, drei enden auf der Harmonie, mit der sie begonnen haben, Takt 3 ist fast komplett gleich mit Takt 1 und Takt 10 mit Takt 9 und zwei beginnen mit der gleichen Kadenzformel. Das Thema der Durchführung beginnt mitten in Takt 16 in d-Moll, zwei Takte später folgt C-Dur und ab Takt 19 durch die Harmonisierung des Tones f ist klar, dass es sich um eine Scheinreprise handelt. Der Schluss endet phrygisch. Die Reprise wirkt wieder umso idyllischer, indem der Baustein des Taktes 1 harmonisierend aufgegriffen wird.

KV311 – Andantino con espressione (1777)

Die Poetik dieses Andantinos hat zu einiger Spekulation Anlass gegeben. Einstein (1953) und Gruber (1990) halten es für möglich, dass es in seiner vokalen Anlage Rosa Cannabich porträtiert. Es hat eine einfache ABABA + Coda Form. Dennoch sehen Caplin (1998) und Hertz (1995) formal hier eine Sonatensatzform ohne Durchführung.

KV330 – Andante cantabile (1783)

Dieses Andante wirkt durch seine Einfachheit sehr entspannend. Es ist formal nur in ABA + Coda gegliedert. Nach Ratner zeigt sich hier der Einfluss der DaCapo-Arie, der Satz besteht nur aus Viertaktern. Er steht in der pastoralen einfach geführten Tonart F-Dur. Der Satz ist im Prinzip homophon geschrieben. Der Melodie liegt ein Quinario zugrunde: fast immer trägt der vierte Ton die Hauptbetonung und auch die Tonwiederholung auf den ersten drei Silben ist, so Strohm (1978), dafür typisch. Der Mittelteil ist in f-Moll geschrieben und zeigt Instrumentierung eines Bläsertrios. Der Kontrast zum Anfang ist trotz der veränderten Instrumentierung nicht zu groß, weil der Quinario als Tronco manchmal als längere Verse erhalten bleibt. Dadurch werden die bereits analysierten klassischen Elemente der Entspannung bedient. Auch die Coda greift auf den Mittelteil zurück, was zu einem beruhigenden Wiedererkennen des Hörers führt.

KV332 – Adagio (frühe 1780er-Jahre)

Kanne schreibt 1821 von diesem B-Dur Adagio, dass es sehr figuriert und blühend gehalten sei, die Phantasie des Tonsetzers schwimme in lyrischer Wonne und erfreue sich in dem sanften Wogen seiner Empfindung. Der Satz steht in Sonatensatzform ohne Durchführung und wirkt viel einheitlicher als die Außensätze, weil es durchgehend als Melodie mit Begleitung konzipiert ist und sehr vokal wirkt. Über einer Albertibassbegleitung liegt zunächst ein Quinario sdrucchiolo, der variiert und in einem weiteren Zweitakter ergänzt wird. Diese viertaktige Gliederung (1+1+2) besteht fast im ganzen Stück und trägt zu dem ruhigen und entlastenden Gesamteindruck bei.

KV333 – Andante cantabile (1783)

Kanne schreibt von dem Andante cantabile, dass das „tiefe und gemüthvolle“ eine auffallende Ähnlichkeit mit einer Ballett-Pastorale in Christoph Willibald Glucks Orfeo, II. Akt, unmittelbar vor der Orpheus-Arie im Elysium habe. Das ebenfalls im 3/4 Takt geschriebene Andante stehe anstelle der nicht mehr üblichen Vorzeichnung 6/4. Tonwiederholungen, Wiederholungen von Quinari und Wechsel in Taktmetren tragen zu der Entstehung einer beruhigenden Atmosphäre bei.

KV545 – Andante (1788)

Dieses Andante ist in einfacher Rondoform A(a1a2)-B-A-(a2)-C-A(a1a2)+Coda geschrieben. Aus einfachen Modulen, Zwei-, Vier- und Achttaktern, wird wie bei Menuetten durch reine Addition und Wiederholung eine größere Form gebildet. Durch Verzierungen und Variantenbildung wird verhindert, dass stressinduzierende Langeweile entsteht. Verse verschiedener Länge werden an Phrasen gleicher Länge angepasst. Früh wird durch Wiederholung von Kadenzwendungen in kurzem Abstand signalisiert, dass es zum Ende des Satzes kommt und der Hörer kann sich darauf einstellen.

KV570 – Adagio (1789)

„Romantische Freude am Hörerklang webt im Es-Dur Adagio. Edle Einfalt spricht aus den Naturklängen der Terzen, Quinten und Sexten. Reizvoll sind Lied- und Rondoform miteinander verwoben“, so Dennerlein 1951. Diese Sonate war vermutlich für Unterrichtszwecke bestimmt. Hätte Mozart sie publiziert, wären vermutlich dynamische Hinweise und Verzierungen hinzugekommen, wie in einigen sehr ähnlichen langsamen Sätzen

der Klavierkonzerte. Die vielen Wiederholungen verleihen dem Stück trotz gelegentlicher Eintrübungen eine ruhevollere Klarheit.

KV576 – Adagio (1789)

Dennerlein schreibt das vor 50 Jahren vermutlich größte denkbare Lob: „Dieses Juwel Mozartscher Kantabilität gehört zu den Wegbereitern Beethovenscher Adagios. Herrlicheres hat auch er nicht geschaffen. (1951). Trotz erhabener Einfachheit ist es kompliziert, denn grundsätzlich viertaktig aufgebaut, nur gerade nicht bei den Zitaten und es enthält sehr avancierte Harmonien und seltsam archaische Wendungen. Trotzdem besteht es aus einer grundsätzlichen Einheit. Es ist dreiteilig aufgebaut: 16 Takte A-Dur, die ab Takt 44 mit einer Coda wiederholt werden. Dazwischen findet sich ein Mittelteil in fis-Moll. Durch die Modifikationen entsteht eine Gliederung in A-B-C-D-B1-C1-D1-A+Coda.

3.2.4. Laborparameter

Vor dem Einschalten der Musik und am Ende der Musik wurden Blutproben zur Bestimmung der zu messenden Laborparameter abgenommen. Da alle Patienten mit einem Dauerkatheter zur kontinuierlichen, so genannten invasiven Blutdruckmessung ausgestattet sind, kann über diesen Zugang die Probe abgenommen werden, ohne den Patienten für eine Blutabnahme stechen zu müssen. Das Experiment wurde immer gegen 9:00 Uhr begonnen, da einige Hormone wie →Adrenocorticotropes Hormon oder →Cortisol einer circadianen Rhythmik unterliegen. Das bedeutet, dass ihr Spiegel im Plasma über den Tagsverlauf durch eine zeitgesteuerte Triggerung eines Kerngebietes im Gehirn (Nucleus suprachiasmaticus) schwankt. Durch die Blutabnahme zur immer gleichen Uhrzeit kann man von einem gleichen Grundwert ausgehen, was die gemessenen Werte vergleichbar macht.

Die Proben wurden unmittelbar nach der Abnahme auf Eis gelegt und sofort mit der hauseigenen Rohrpost in das Institut für klinische Chemie, Klinikum Grosshadern, versandt. Folgende Parameter wurden mittels der Routineassays des Instituts für Klinische Chemie bestimmt:

1. Dehydroepiandrosteron (DHEAS)
2. Adrenocorticotropes Hormon (ACTH)
3. Prolaktin
4. Monomeres Prolaktin

5. Wachstumshormon (GH)
6. Adrenalin
7. Noradrenalin
8. Cortisol
9. Interleukin 6 (IL-6)

Nach Ablauf der 60-minütigen Musik und der Blutabnahme wurde der Patient für weitere 30 Minuten ohne Sedierung belassen um zu testen, ob die Musik auch einen kurz anhaltenden Effekt haben würde. 30 Minuten nach Ende der Musik wurde wieder mit der Sedierung begonnen. Das →Elektroenzephalogramm wurde wieder abgebaut.

Die Gesamtzeit ohne das Narkosemittel →Propofol betrug also insgesamt 120 Minuten.

3.2.5. Abbruchkriterien

Das Experiment wurde vorzeitig abgebrochen, wenn der Patient den wachen Zustand bei Beatmung sichtbar nicht tolerierte. Dabei wurden neben Agitiertheit, Aggressivität und Selbstgefährdung durch Diskonnektion oder Entfernung von Kathetern, Beatmungsschlauch oder Gefäßzugängen auch folgende physiologische Parameter als Abbruchkriterium gewertet:

1. Herzfrequenz > 150 Schläge pro Minute
2. Blutdruck systolisch > 180 mmHg und Mittlerer Arterieller Druck > 100 mmHg
3. Starke Perspiration
4. Häufiger Druckalarm der Beatmungsmaschine wegen des Dagegenatmens
5. Häufiges Husten

Die Abbruchschwelle wurde niedrig gewählt. Zusätzlich wurde eine verblindete Beurteilung des Patienten durch das Pflegepersonal zur Entscheidungsfindung des Therapieabbruchs in die Studie mit einbezogen.

3.3. Statistik

Zur Bestimmung der Signifikanz wurden die Daten mittels der Statistiksoftware SPSS 12.0G für Windows Version 12.0.1. (11. November 2003) analysiert.

Das Signifikanzniveau aller Daten, mit Ausnahme der Ramsay Sedation Scale, wird mit dem Mann-Whitney-U Test, einem statistischen Test für nicht parametrische, unverbundene Stichproben errechnet. Da es sich bei der Ramsay Sedation Scale um so genannte nicht stetige, nicht parametrische Werte handelt, haben wir für die Analyse dieser Werte den Chi Quadrat Test verwendet. $p < 0,05$ wird als signifikant, $p < 0,005$ als hoch signifikant angesehen.

Die verwendeten Labordaten, die zum einen dem Vergleich von Verum- und Kontrollgruppe dienen, zum anderen aber auch aus dem gleichen Datensatz einen Vergleich vor und nach dem Interventionszeitraum zulassen, sind transformiert. Die Transformation der Werte wird durchgeführt, indem der Endwert (90 Minuten nach Arretierung der Narkose) durch den Ausgangswert (30 Minuten nach Arretierung der Narkose) geteilt wird. Dadurch erreicht man, dass starke Schwankungen in den Rohwerten prozentual adjustiert werden. Somit können Werte, die sich auf einem unterschiedlich hohen Grundniveau befinden, miteinander verglichen werden.

Des Weiteren kann somit nicht nur der Unterschied zwischen Kontrollgruppe und Verumgruppe miteinander verglichen werden, sondern es kann auch der Unterschied eines Probanden zwischen vor Beginn der Musik und nach Abspielen der Musik beurteilt werden. Ein Wert, der kleiner ist als 1,00 bedeutet einen Abfall des Parameters bezüglich des Ausgangswertes. Ein Wert, der größer ist als 1,00 bedeutet, dass es zu einem Anstieg des Parameters nach Beginn der Musik kommt.

- **Der Versuchsablauf wurde zur Gewinnung von möglichst reproduzierbaren Daten stark standardisiert.**
- **Die eingesetzten langsamen Sätze der Mozartschen Klaviersonaten wurden nach den Kriterien der kompositorischen Elemente von Entspannung ausgewählt.**
- **Die Laborparameter wurden anhand von aktuellen Studien zur Stressforschung ausgewählt.**
- **Die Ergebnisse wurden nach ihrer statistischen Validität beurteilt.**

IV ERGEBNISSE

4.1. Allgemeines

Im Ergebnisteil wird nun die Gruppe, die Musik (langsame Sätze aus Mozartschen Klaviersonaten) erhalten hat mit der Kontrollgruppe verglichen. Der Kontrollgruppe wird nur der Kopfhörer aufgesetzt und das Wiedergabegerät angeschlossen. Es erfolgt kein Abspielen von Musik.

Bei der Darlegung der Ergebnisse werden nicht nur die Verumgruppe (die Gruppe, die Musik gehört hat) und die Kontrollgruppe (die Gruppe, die keine Musik gehört hat) miteinander verglichen, sondern auch die Patienten innerhalb der Gruppe. Dies wird erreicht, indem die Werte, ausgenommen die der Ramsay Sedation Scale, transformiert werden. Der Endwert wird durch den Ausgangswert geteilt, was zum einen die Werte miteinander vergleichbar macht, zum anderen aber auch bewirkt, dass Werte $> 1,00$ als Zunahme und Werte $< 1,00$ als Abnahme des Wertes innerhalb eines Patienten gesehen werden können. Jede Graphik, wiederum ausgenommen die Werte der Ramsay Sedation Scale, enthält demnach drei Informationen:

1. Änderung des Wertes im Vergleich vor Musik und nach Musik in der Verumgruppe (Abweichung von der roten Linie in der Graphik nach oben oder nach unten).
2. Änderung des Wertes im Vergleich vor Musik und nach Musik in der Kontrollgruppe (Abweichung von der roten Linie in der Graphik nach oben oder nach unten).
3. Vergleich der adjustierten Werte zwischen Verum und Placebo (Vergleich der beiden Balkendiagramme zueinander).

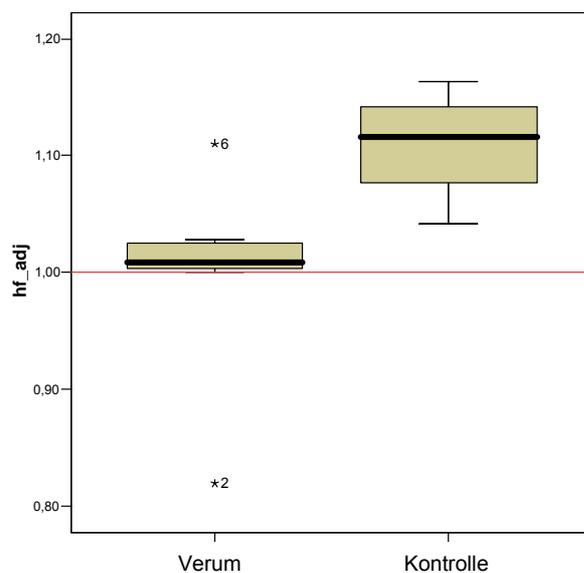
Die Signifikanz wird mit dem Mann-Whitney-U Test errechnet. Eine Ausnahme bildet hier, wie bereits beschrieben, die Ramsay Sedation Scale. Bei dieser verwenden wir den Chi Quadrat Test. Im Folgenden wird $p < 0,05$ als signifikant und $p < 0,005$ als hoch signifikant angesehen.

4.2. Kreislaufparameter

4.2.1. Herzfrequenz

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Herzfrequenzmessung dargestellt. Hierbei handelt es sich um den Vergleich von transformierten Werten der Verumgruppe (Patienten, die Musik erhielten) mit der Kontrollgruppe (Patienten, die keine Musik erhielten). Bei der Transformierung wurden die Werte dahingehend adjustiert, dass immer der prozentuale Anstieg der Parameter miteinander verglichen wurde, indem der Endwert durch den Ausgangswert dividiert wurde. Die Adjustierung der Rohdaten führt dazu, dass starke Schwankungen in den Ausgangswerten egalisiert und die Patienten miteinander vergleichbar werden.

Man erkennt einen deutlich stärkeren Anstieg der Herzfrequenz der Patienten aus der Kontrollgruppe im Vergleich zu den Patienten, die Musik erhalten haben. Der Unterschied ist signifikant (asymptotische Signifikanz $p = 0,014$).



Statistik für Test^b

	hf_adj
Mann-Whitney-U	1,000
Wilcoxon-W	29,000
Z	-2,457
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,014
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,012 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

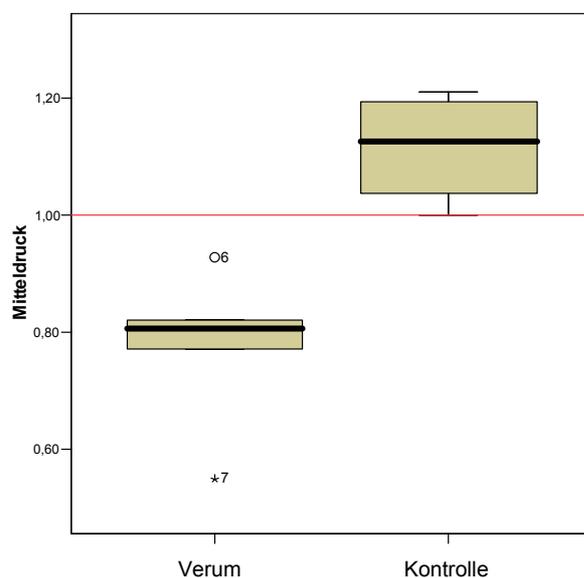
	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
hf_adj	,00	5	4,14	29,00
	1,00	5	9,25	37,00
	Gesamt	10		

Abb. 15 Die Graphik zeigt ein Gleichbleiben der Herzfrequenz in der Verumgruppe und einen Anstieg in der Kontrollgruppe. $p=0.012$.

4.2.2. Mitteldruck

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Blutdruckmessung dargestellt. Die Werte wurden mittels einer so genannten invasiven Druckmessung erhoben. Hierbei wird über einen Katheter, der in einer großen Arterie platziert wird, kontinuierlich und damit sehr exakt der Blutdruck bestimmt. Der →Mitteldruck, der sich aus systolischem (gr. Zusammenziehung) und diastolischem (gr. Auseinanderziehung) Wert zusammensetzt, ist der Durchschnitt aller während der Pulsdauer auftretenden Arteriendruckwerte und wird durch das Integral aus Pulsdruckkurve/Pulsdauer berechnet. (ROCHE Lexikon Medizin, 3. Auflage © Urban & Schwarzenberg). Auch hierbei handelt es sich um den Vergleich von transformierten Werten der Verumgruppe (Patienten, die Musik erhalten haben) mit der Kontrollgruppe (Patienten, die keine Musik erhalten haben). Es wurde also wieder der prozentuale Anstieg oder Abfall der Parameter miteinander verglichen, indem der Endwert durch den Ausgangswert dividiert wurde.

Bei der Messung des Blutdrucks erkennt man einen Anstieg bei den Patienten aus der Kontrollgruppe, wohingegen es bei den Patienten, die Musik erhalten haben, zu einem Abfall des Blutdrucks kommt. Der Unterschied ist signifikant (asymptotische Signifikanz $p = 0,014$).



Statistik für Test^b

	Mitteldruck
Mann-Whitney-U	,000
Wilcoxon-W	15,000
Z	-2,449
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,014
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,016 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Mitteldruck	,00	5	3,00	15,00
	1,00	5	7,50	30,00
Gesamt		10		

Abb. 16 Die Graphik zeigt einen deutlichen Abfall des Blutdrucks in der Verumgruppe und einen Anstieg des Blutdrucks in der Kontrollgruppe. $p=0,016$.

4.3. Sedierung

4.3.1. Narkosemittelreduktion

→ Propofol (2,6-Di-isopropylphenol, Disoprivan®) ist ein kurz wirksames Narkotikum, das eine kurze Halbwertszeit von etwa 15 Minuten hat und dadurch gut steuerbar ist.

Entsprechend dem Versuchsprotokoll (siehe Material und Methoden) wurde das Narkotikum als kontinuierliche Infusion gegeben, ausgesetzt und 30 Minuten bis zum Abklingen der Wirkung gewartet. Danach wurde die Musik abgespielt. Einige Patienten aus der Kontrollgruppe tolerierten die Beatmung ohne Musik nicht. Bei diesen wurde die Propofolnarkose wieder begonnen und die Dosis bis zu dem vom Patienten benötigten Wert gesteigert. Auch hierbei wurden adjustierte Werte verwendet. Da der Endwert in der Verumgruppe 0 entspricht, ist eine Adjustierung Endwert/Ausgangswert wegen Division durch 0 nicht möglich. Deswegen wurden die Werte nach der Formel $[(\text{Ausgangswert} - \text{Endwert}) / \text{Ausgangswert}]$ adjustiert. Es handelt sich also um den Vergleich von Angstiegs- oder Abfallsdifferenzen. Ein Wert, der von 1,00 verschieden ist bedeutet, dass die Narkose nicht ausgeschaltet werden konnte, was bei 4 der 5 Placebopatienten der Fall war. Bei diesen musste eine gewisse Menge an Propofol zugeführt werden, damit die Patienten die Beatmung und den Stress der Intensivstation ertragen, ohne sich selbst zu gefährden.

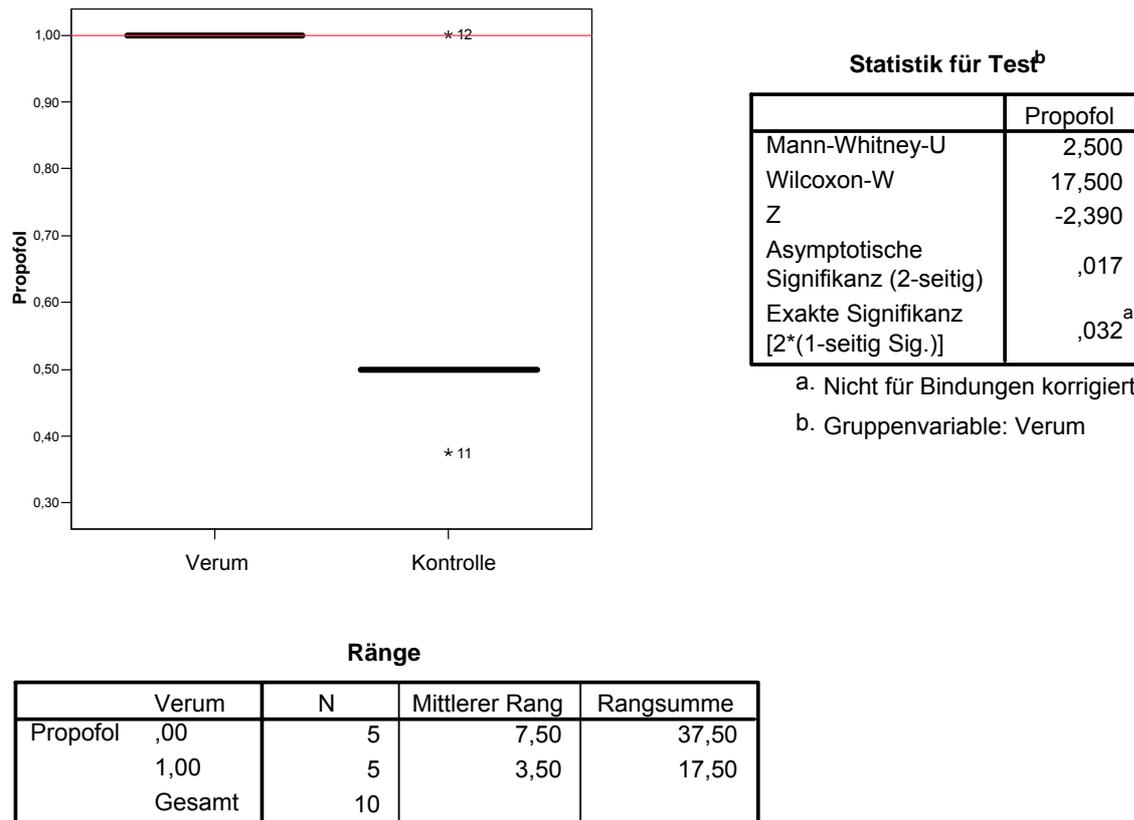


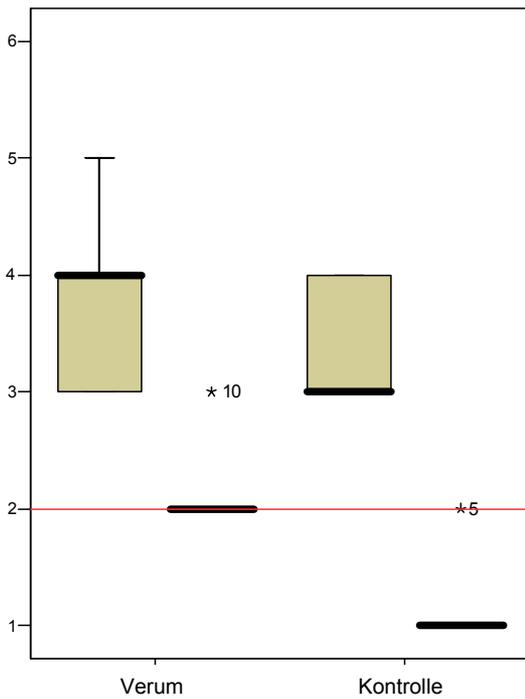
Abb. 17 Während in der Verumgruppe die Sedierung komplett ausgeschaltet werden kann, muss in der Kontrollgruppe wegen starker Agitation die Sedierung wieder begonnen werden. Beachte, dass wegen der Adjustierung der Daten kleinere Werte in der Kontrollgruppe einen höheren Narkosemittelbedarf bedeuten.

4.3.2. Ramsay Sedation Scale

Im Nachfolgenden sind die Daten der Ramsay Sedation Scale angegeben. Der Sedierungsgrad wurde vom Pflegepersonal dokumentiert, ohne dass dieses wusste, ob eine Musikintervention durchgeführt wurde oder nicht. Da es sich bei der Ramsay Sedation Scale um eine nicht-parametrische Rangfolge handelt, wurde zur Errechnung des statistischen Signifikanzniveaus der Chi Quadrat Test angewendet. Dazu erfolgt keine Adjustierung der Daten, da die einzelnen Sedierungsstufen im Ramsay Sedation Scale nicht progressiv sind. Es zeigte sich, dass es in der Verumgruppe zu einem erwünschten Wachheitsgrad kam, bei dem der Patient ansprechbar und kooperativ war (Ramsay Sedation Scale 2). Ein Patient, der vorher sehr tief sediert war (Ramsay 5) erreichte nur einen somnolenten Status. In der Kontrollgruppe kam es bei fast allen Patienten zu einem nicht erwünschten agitierten Verhalten (Ramsay 1). Nur ein Patient erreichte auch den gewünschten Wachheitsgrad.

Der Unterschied ist signifikant ($p=0,012$).

Während also alle Patienten in der Musikgruppe den erwünschten Grad 2 erreichten, also wach, kooperativ und ansprechbar waren, wurden die Patienten der Kontrollgruppe fast alle mit Grad 1 bewertet, sie waren also agitiert und aggressiv. Der Ausreißer in der Musikgruppe war wohl durch einen sehr tiefen Sedierungsgrad vor der Musik bedingt. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass einige Patienten aus der Kontrollgruppe noch zusätzlich →Propofol erhalten haben, um sich überhaupt beatmen zu lassen.



Verum * Ramsey2 Kreuztabelle

Anzahl		Ramsey2			Gesamt
		1,00	2,00	3,00	
Verum	,00	0	4	1	5
	1,00	4	1	0	5
Gesamt		4	5	1	10

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,800 ^a	2	,033
Likelihood-Quotient	8,859	2	,012
Zusammenhang linear-mit-linear	5,488	1	,019
Anzahl der gültigen Fälle	10		

a. 6 Zellen (100,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,50.

Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Ramsey1	,00	5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
	1,00	5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
Ramsey2	,00	5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
	1,00	5	100,0%	0	,0%	5	100,0%

Abb. 18. Die Ramsay Sedation Scale gibt den Grad der Sedierungstiefe an. Fast alle Patienten erreichten in der Musikgruppe den erwünschten Grad 2, während in der Kontrollgruppe alle bis auf einen Patienten, der den erwünschten Grad 2 erreichte, agitiert waren (Grad 1).

4.4. Serologische Parameter

4.4.1. Interleukin 6

→Interleukin ist ein wichtiger Botenstoff im menschlichen Körper für Entzündung, Trauma und andere den Organismus gefährdende Einflüsse. Die Tatsache, dass Musik den Spiegel an Interleukin 6 beeinflussen kann, wurde schon von anderen Arbeitsgruppen gezeigt (Stefano et al., 2004).

Bei unseren Untersuchungen mit Intensivpatienten kam es unter dem Einfluss von Musik zu einem deutlichen Abfall des Interleukin-6-Spiegels. Bei den Patienten der Kontrollgruppe stieg der Interleukin-6-Spiegel sogar noch weiter an. Der Unterschied ist signifikant ($p=0,032$).

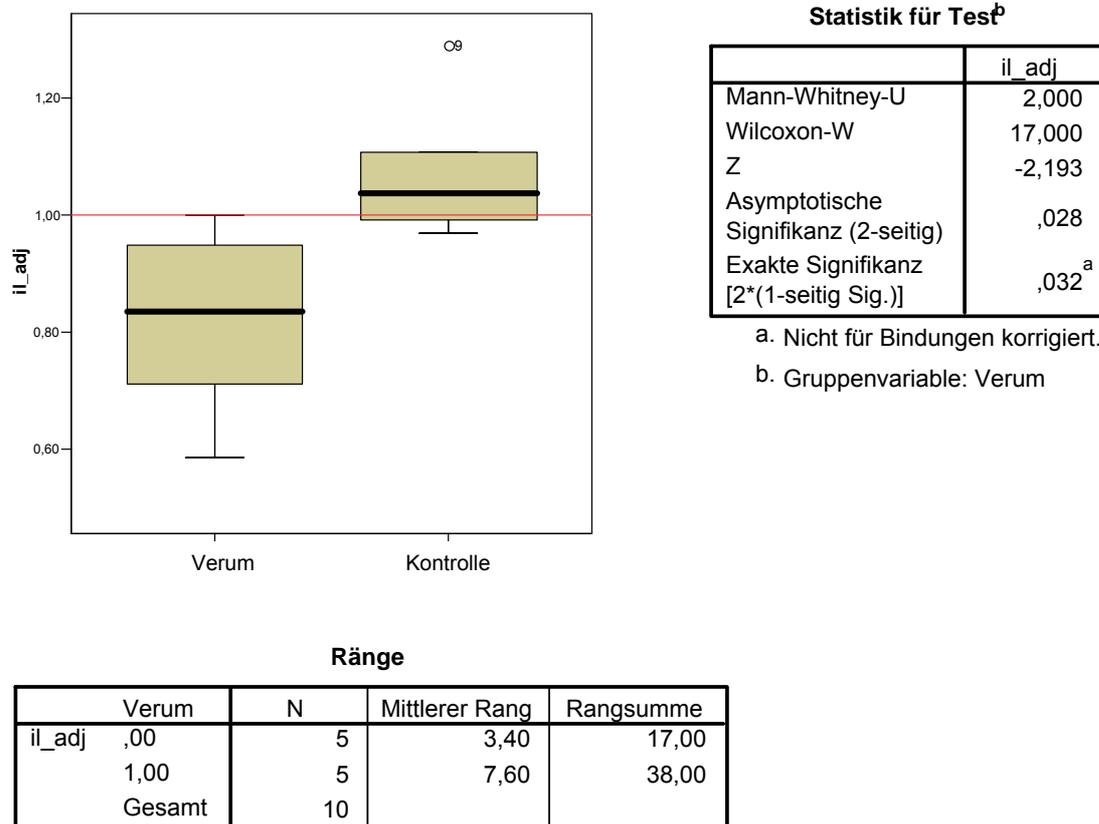


Abb. 19 Signifikanter Abfall der →Interleukinkonzentration in der Verumgruppe. In der Kontrollgruppe steigt der Spiegel an.

4.4.2. Dehydroxyepiandrosteron (DHEAS)

Dehydroepiandrosteron ist ein schwach anaboles Hormon der Nebennierenrinde mit androgener, d.h. maskulinisierender Wirkung. Es wird in Stresssituationen zusammen mit anderen Hormonen der Nebennierenrinde ausgeschüttet. DHEAS blieb bei den Patienten der Verumgruppe auf dem gleichen Niveau wie der Ausgangswert. Bei den Patienten der Kontrollgruppe kam es zu einem signifikanten Anstieg der DHEAS Konzentration im Blut. Der Unterschied ist signifikant ($p=0,030$).

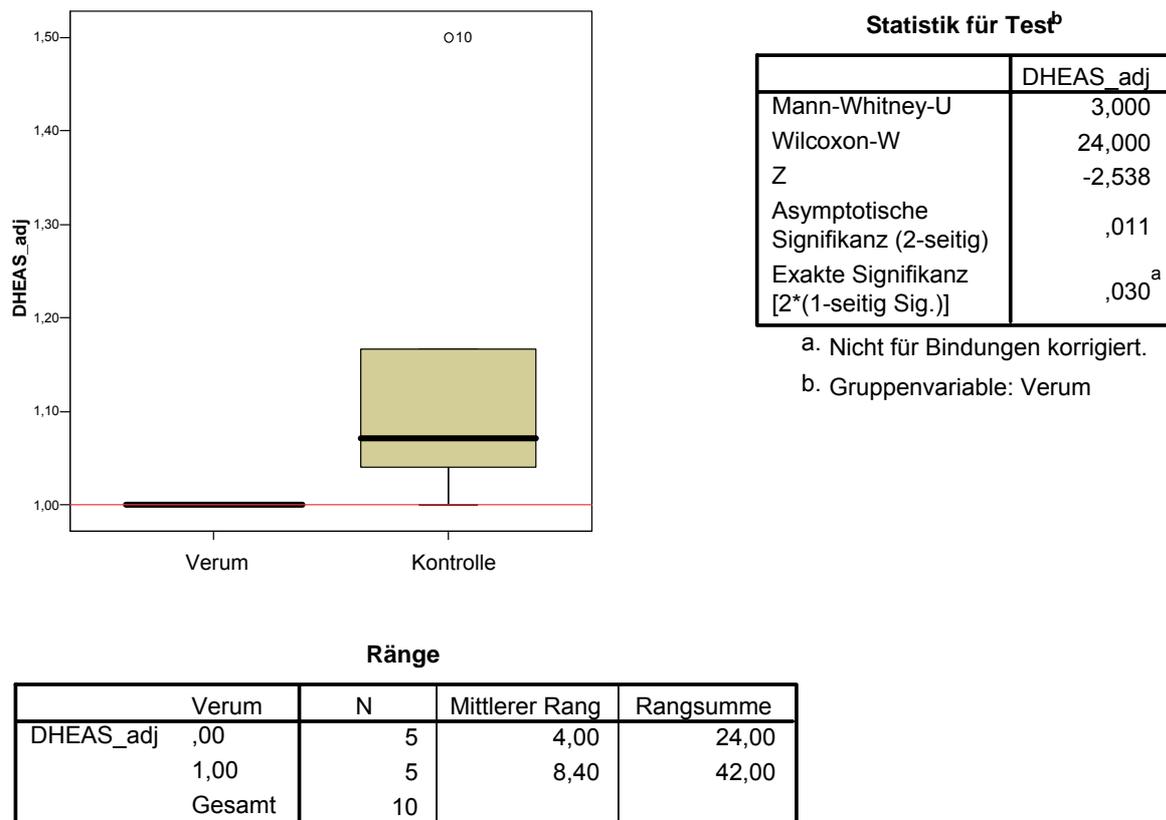


Abb. 20 Signifikanter DHEAS-Anstieg in der Kontrollgruppe. DHEAS bleibt in der Verumgruppe auf dem gleichen Niveau des Ausgangswertes.

4.4.3. Prolaktin

→Prolaktin ist ein vor allem im Hypophysenvorderlappen gebildetes Proteohormon (198 Aminosäuren). Von der 8. Schwangerschaftswoche an wird es in steigender Menge gebildet, um am Geburtstermin eine Plasmakonzentration von 200 mg/l zu erreichen. Es wirkt direkt auf die Brustdrüse und die Milchproduktion. Die Steuerung erfolgt vor allem durch einen hemmenden Faktor (Prolaktin Inhibiting Factor = PIF, PIH) aus dem →Hypothalamus, der

wahrscheinlich mit Dopamin identisch ist. Die Existenz eines Prolaktin Releasing Factor (PRF) ist umstritten. Prolaktin wird bei Stress vermehrt ausgeschüttet und kann im Plasma nachgewiesen werden.

Obwohl es zu einem Abfall der Prolaktinkonzentration in der Verumgruppe und zu einem Anstieg in der Kontrollgruppe kommt, ist der Unterschied nicht signifikant ($p=0,329$).

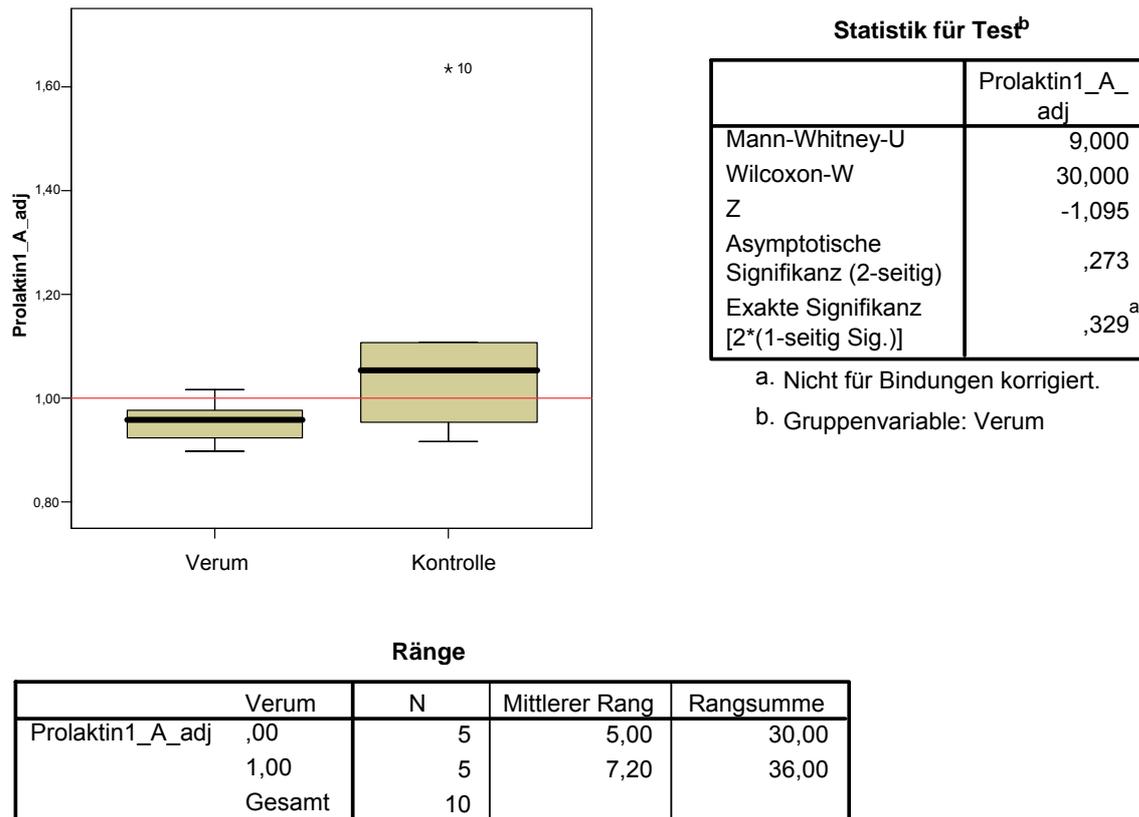


Abb. 21 Kein signifikanter Unterschied zwischen Verum und Placebo. Jedoch kommt es in der Verumgruppe zu einem Abfall, während es in der Kontrollgruppe zu einem Anstieg kommt.

4.4.4. Monomeres Prolaktin

Das →Monomere Prolaktin ist eine getrennte Einheit des Prolaktins. In der klinischen Chemie kann diese Untereinheit separat von dem Prolaktin Polymer bestimmt werden.

Obwohl es zu einem Anstieg der Prolaktinkonzentration in der Kontrollgruppe kam, bleibt die monomere Prolaktinkonzentration gleich. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist nicht signifikant ($p=0,079$). Bei der Kontrollgruppe liegt eine deutliche Streuung der Messwerte vor.

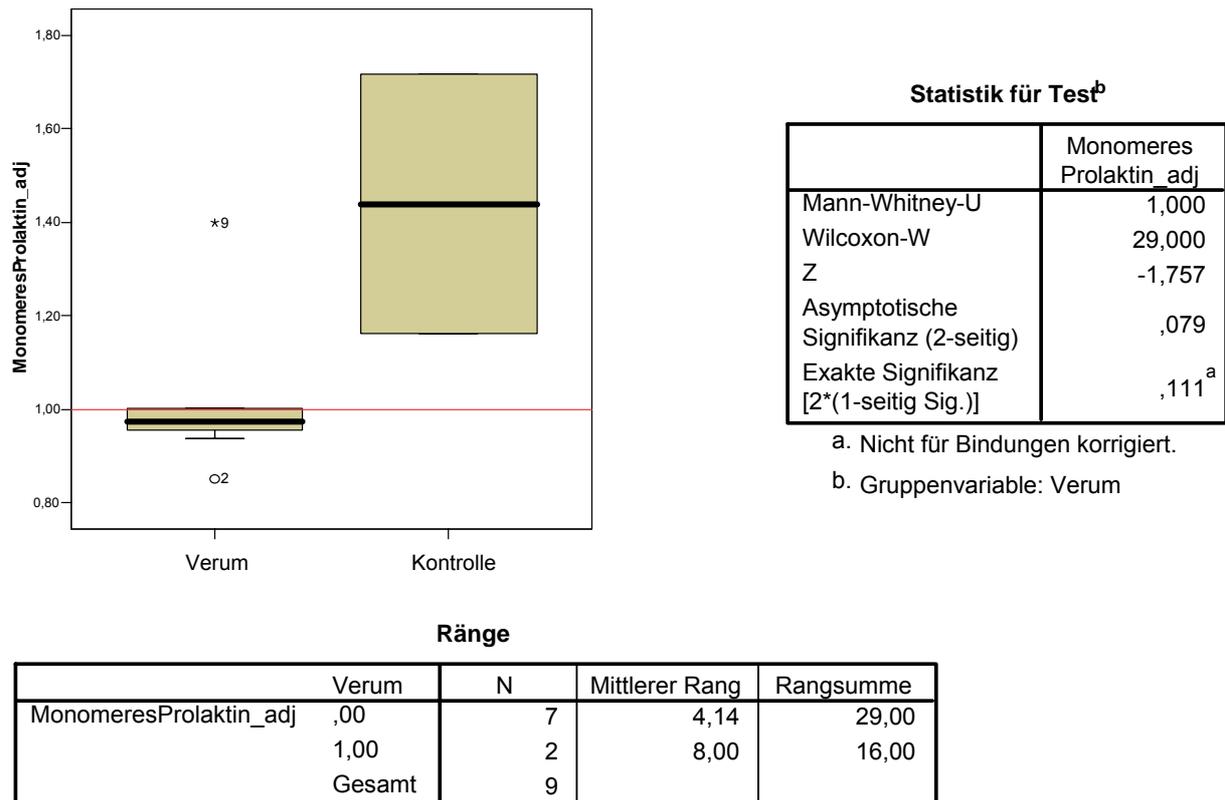
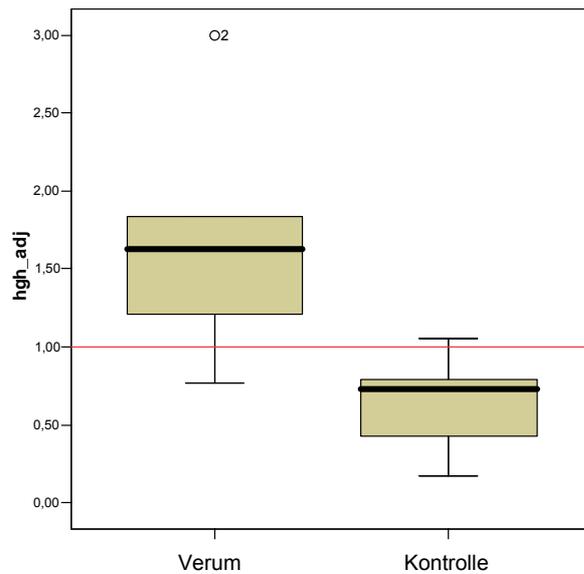


Abb. 22 Kein signifikanter Unterschied bezüglich → Monomerem Prolaktin. Jedoch kam es, bei starker Streuung der Messwerte, zu einem Anstieg in der Kontrollgruppe.

4.4.5. Humanes Wachstumshormon (hGH)

Das humane Wachstumshormon (hGH, Somatotropin) ist ein aus der Hirnanhangsdrüse stammendes Hormon, das bei Stress und in der Schwangerschaft vermehrt ausgeschüttet wird. Es beeinflusst eine Reihe von Stoffwechselprozessen, darunter den Blutzucker und den Kalziumstoffwechsel.

Wir finden bei unseren Untersuchungen unerwarteter Weise einen signifikanten Anstieg der Wachstumshormonkonzentration in der Gruppe, der Musik vorgespielt wurde. In der Gruppe, der keine Musik vorgespielt wurde, kam es zu einem signifikanten Abfall der humanen Wachstumshormonkonzentration im Blut.

Statistik für Test^b

	hgh_adj
Mann-Whitney-U	2,000
Wilcoxon-W	17,000
Z	-2,193
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,028
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,032 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
hgh_adj	,00	5	7,60	38,00
	1,00	5	3,40	17,00
	Gesamt	10		

Abb. 22 Anstieg von Wachstumshormon in der Verumgruppe. In der Kontrollgruppe fällt der Messwert deutlich ab. Signifikanzniveau: $p=0,032$.

4.4.6. Adrenocorticotropes Hormon (ACTH)

ACTH (Corticotrophin(um), Corticotropin, corticotropes Hormon, Adrenokortikotropin) ist ein Peptidhormon aus 39 Aminosäuren (AS), von denen nur die ersten 24 für die biologische Wirkung wichtig sind. Es wird in den basophilen Zellen des Vorderlappens der Hirnanhangsdrüse unter Kontrolle seines entsprechenden Ausschüttungs-Faktors (Corticotropin releasing hormone) unter Beteiligung des negativen Feed-back-Mechanismus des Corticosteroidspiegels gebildet. ACTH führt über eine Enzyminduktion (Adenylatcyclase-Aktivierung) in der Nebennierenrinde zu einer Anregung ihres Wachstums sowie zur Bildung und Absonderung der Glucocorticoide. Es bewirkt dadurch eine Steigerung der Fettverbrennung, ferner Retinierung von Stickstoff, Anhäufung von Cholesterin und Retention von \rightarrow Cortisol im Gewebe. Über die Corticosteroide hat es einen indirekten Einfluss auf den Stoffwechsel der Kohlenhydrate (steigert die Insulinproduktion, führt zu Hypoglykämie, verbesserter Glucosetoleranz, Glykogenzunahme im Fettgewebe). Seine Konzentration ist bei Stress, Nebennierenrinden-Schwäche oder beim Cushing* Syndrom

erhöht. Joseph Escher hat gezeigt, dass es bei Patienten, die Musik erhalten haben im Vergleich zu Patienten, die keine Musik erhalten haben zu einem hoch signifikanten Anstieg ($p=0,001$) von ACTH kommt. Der Effekt ist in der Musikgruppe deutlich geringer ausgeprägt. Wir können keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen Verum und Placebo feststellen. Bei beiden Gruppen kommt es zu einem Abfall der ACTH-Konzentration im Blut, die sich aber nicht signifikant unterscheidet.

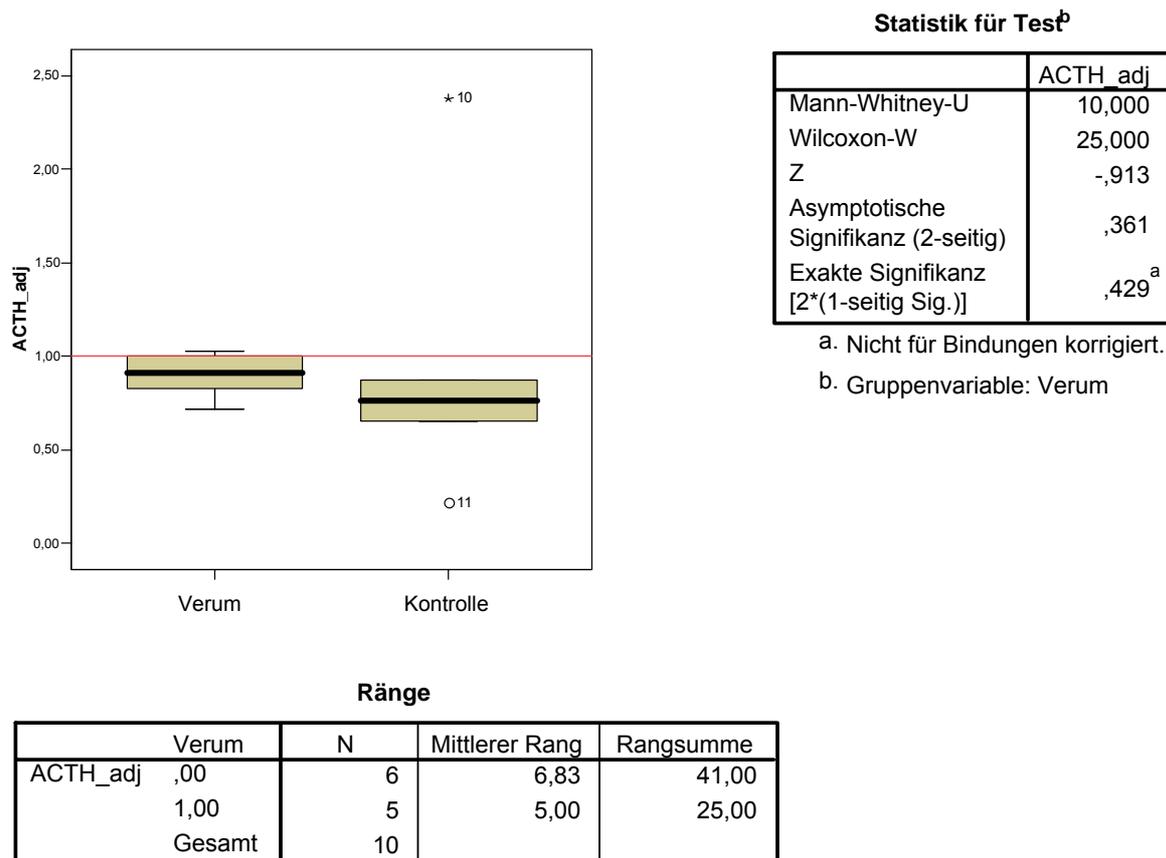


Abb. 23 Kein signifikanter Unterschied im ACTH Spiegel zwischen Verum und Placebo.

4.4.7. Cortisol

→Cortisol (Hydrocortison, Kortisol, 17a-Hydroxycorticosteron) ist ein natürliches Hormon der Nebennierenrinde vom Glucocorticoid-Typ, dessen Biosynthese über Cholesterin, Pregnenolon, Progesteron und 17a-Hydroxydesoxycorticosteron erfolgt. Seine Sekretion wird angeregt durch Corticotropin (ACTH). Sie ist erhöht beim Cushing Syndrom und bei Stress, vermindert bei der Addison Krankheit.

Wir können keinen signifikanten Unterschied zwischen den zwei Gruppen feststellen, wobei es aber doch in der Kontrollgruppe zu einem leichten Anstieg kommt.

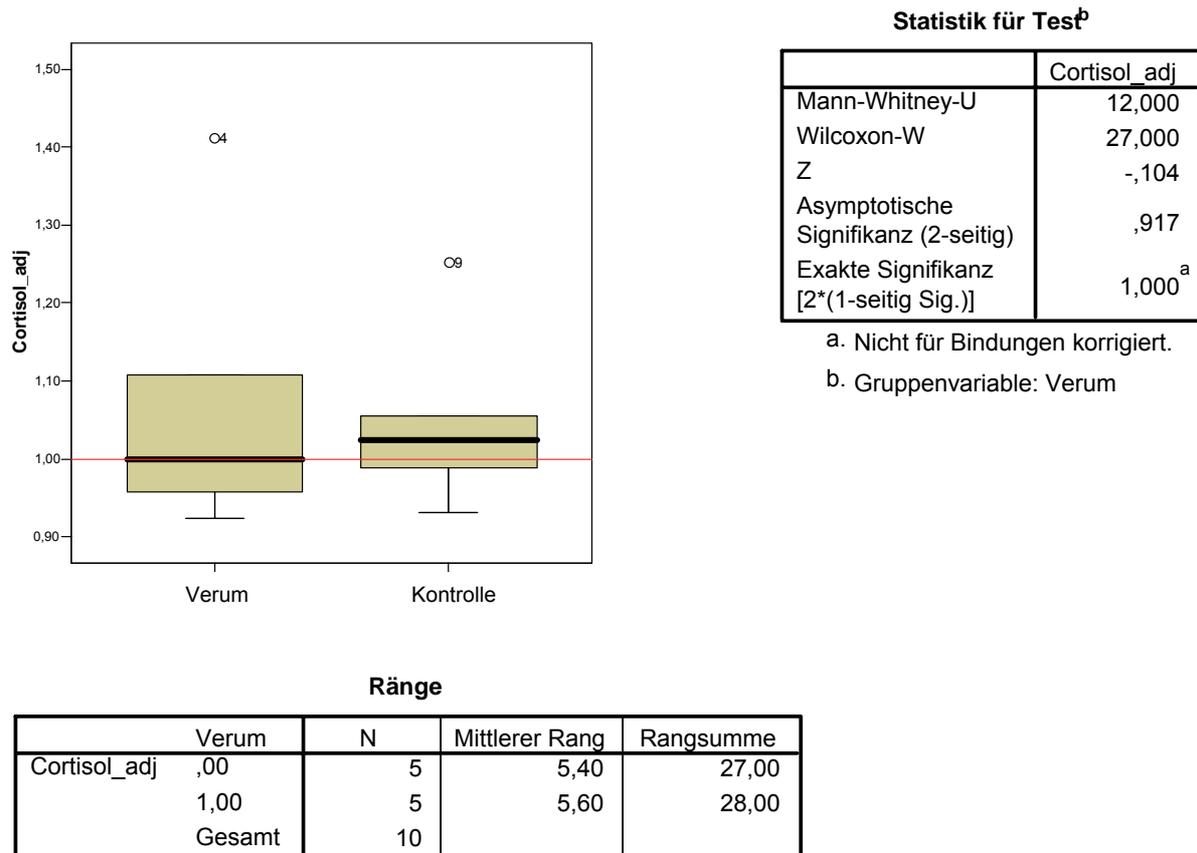


Abb. 24 Kein signifikanter Unterschied im \rightarrow Cortisolspiegel zwischen Kontrollgruppe und Verumgruppe.

4.4.8. Adrenalin

\rightarrow Adrenalin ist ein Hormon des Nebennierenmarks. Es ist wie das in kleineren Mengen ebenfalls im Nebennierenmark gebildete und auch in Vesikeln gespeicherte begleitende \rightarrow Noradrenalin ein gefäßwirksames, gefäßverengendes Catecholamin. Es wird biosynthetisiert aus Tyrosin über Dopa, Dopamin und Noradrenalin, wobei die Geschwindigkeit der Synthese mit dem Aktivitätsgrad des Enzyms Tyrosinhydroxylase korreliert. Der Abbau des in das Blut abgegebenen Adrenalins, wie auch des Noradrenalins erfolgt durch die Enzyme Catechol-O-Methyltransferase (COMT) und Monoaminoxidase (MAO). Es wird aber auch unabgebaut über die Nieren ausgeschieden. Adrenalin aktiviert über Betarezeptoren und das Adenylatcyclase-System die Leber- und Muskelphosphorylasenenzyme und führt dadurch zu gesteigertem Glykogenabbau und zu erhöhten Blutzuckerspiegeln. Nebenbei aktiviert es die Fettgewebslipaseenzyme, was zu verstärkter Fettsäureoxidation, verbunden mit Anstieg des Sauerstoffverbrauchs führt. Vor allem wirkt

→Adrenalin blutdrucksteigernd durch Steigerung des Herzminutenvolumens sowie infolge von Gefäßverengung.

Die Adrenalinmessungen im Blut bei unseren Untersuchungen ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen Verumgruppe und Kontrollgruppe. In der Verumgruppe fiel die Adrenalinkonzentration deutlich stärker ab als in der der Kontrollgruppe.

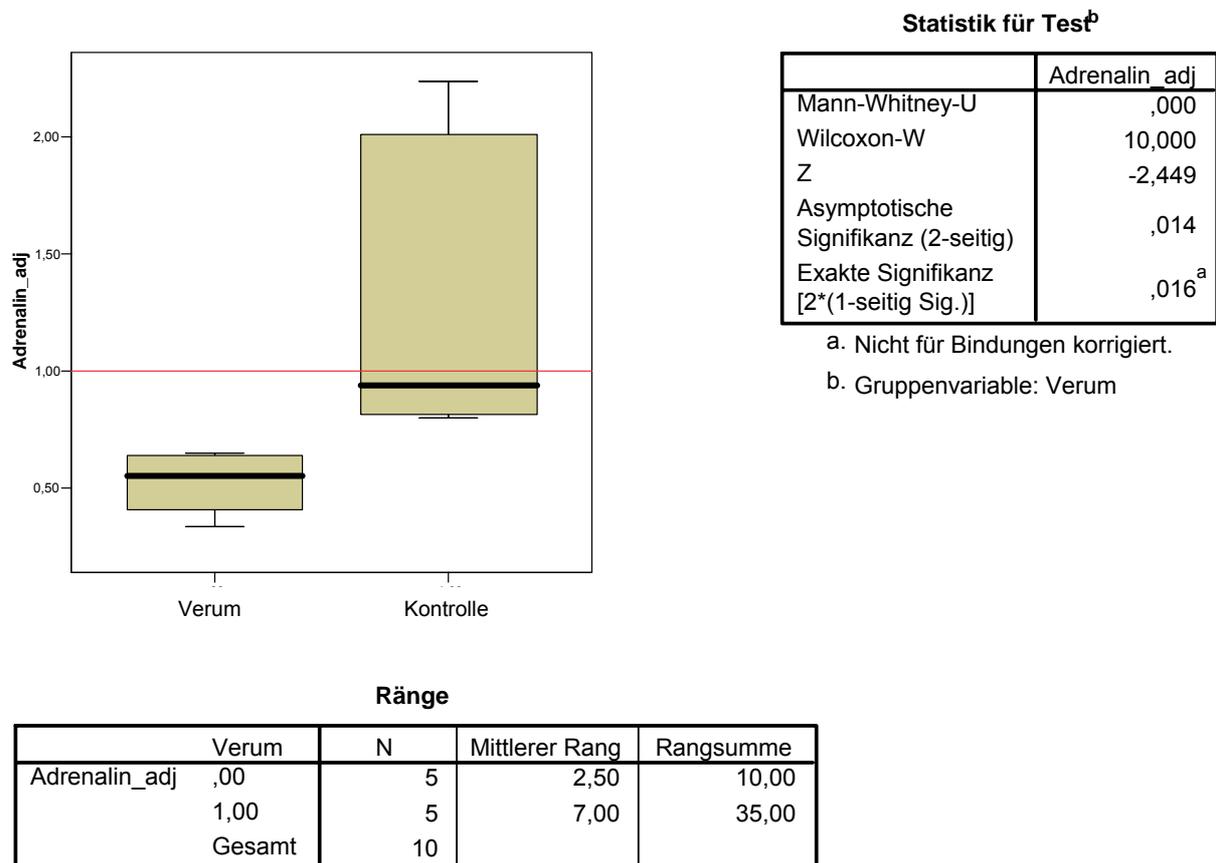


Abb. 25 Signifikanter Unterschied in der Adrenalinkonzentration zwischen Kontrollgruppe und Verumgruppe. In der Verumgruppe fällt die Adrenalinkonzentration deutlich stärker ab, als in der Kontrollgruppe.

4.4.9. Noradrenalin

→Noradrenalin ist ein Hormon des Nebennierenmarks (wie das Adrenalin). Es ist ein Catecholamin, wirksam als Botenstoff des sympathischen Nervensystems und als Gefäßverenger (im Gegensatz zu →Adrenalin pulsverlangsamend und die Koronardurchströmung steigernd). Es hat seine therapeutische Anwendung bei hypotensiver Kreislaufschwäche.

Bei unseren Untersuchungen kommt es in der Musikgruppe zu einem leichten Abfall der Noradrenalinkonzentration, wohingegen es in der Kontrollgruppe zu einem Anstieg der

NoradrenalinKonzentration im Blut kommt. Der Unterschied ist vor allem durch die starke Streuung der Messwerte in der Kontrollgruppe nicht signifikant ($p=0,286$).

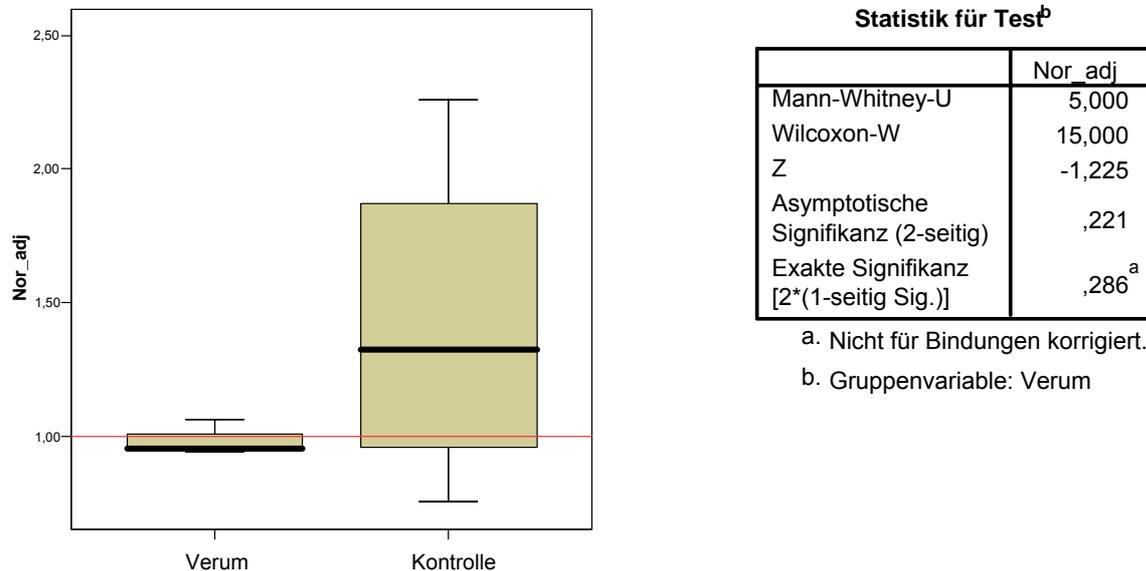


Abb. 26 Kein Signifikanter Unterschied in den Gruppen mit Musik und ohne Musik in Bezug auf Noradrenalin.

4.5. Elektroenzephalographische Messungen

In nachfolgender Graphik wird zur Verdeutlichung der im nachfolgenden geschilderten Daten die Verschaltung von EEG1, EEG2, EEG3 und EEG4 gezeigt. O steht für die Lage Okzipital (Hinterkopf), T für die Lage Temporal (Schläfenregion), Cz ist die zentrale Referenzelektrode und Fz die Erdung.

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Nor_adj	,00	5	3,75	15,00
	1,00	5	6,00	30,00
	Gesamt	10		

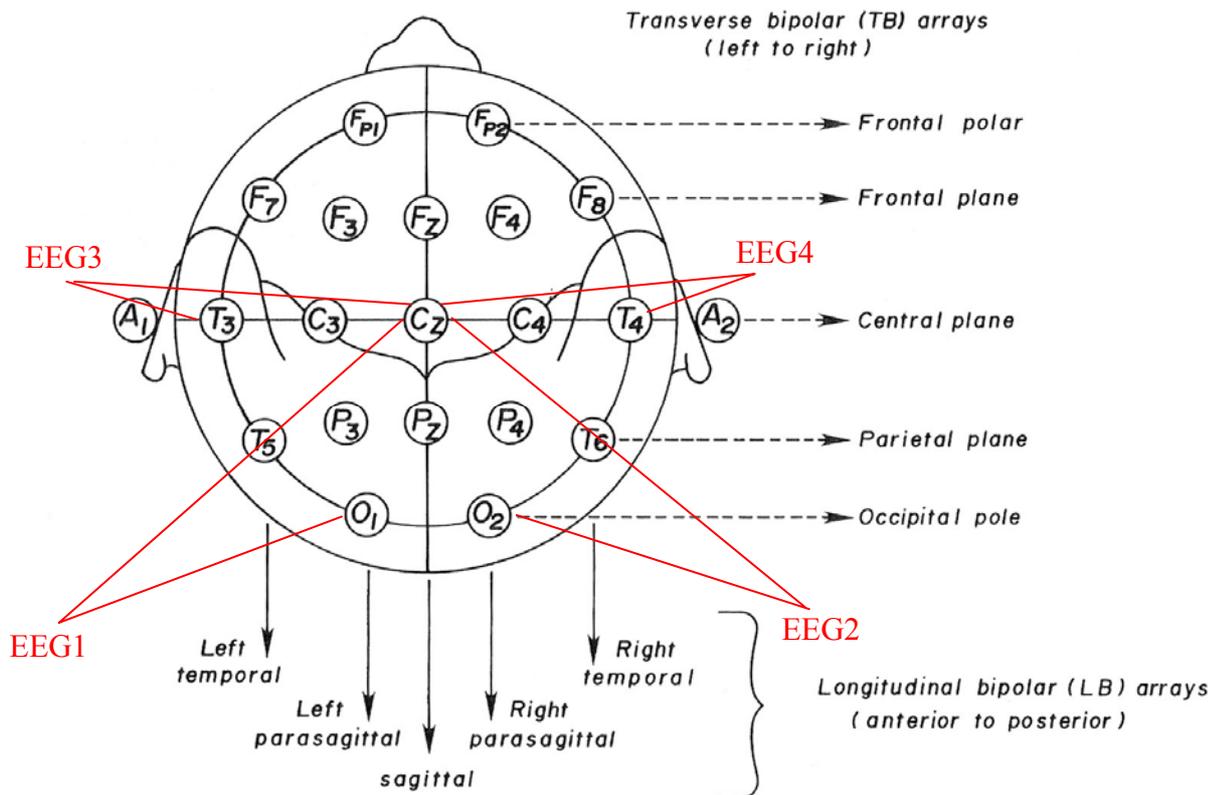


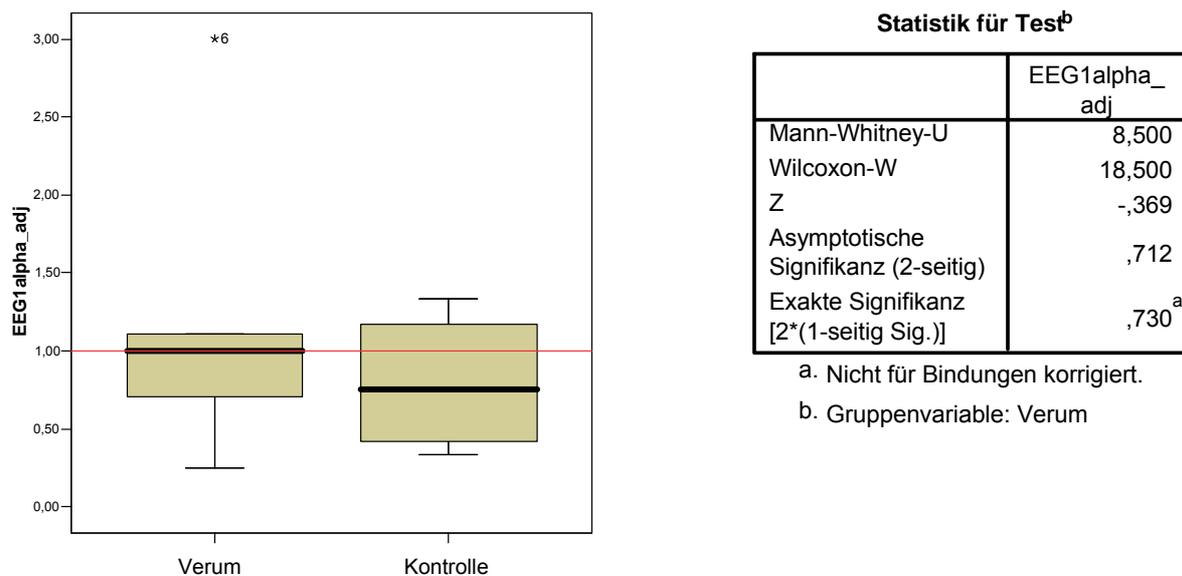
Abb. 27 Longitudinale und transversale Anordnung der Elektroden. Verschaltung der genannten EEG1, EEG2, EEG3 und EEG4. (Quelle: Tyner FS, Knott JR, Mayer Jr. WB. *Fundamentals of EEG Technology. Basic Concepts and Methods Vol.I.* Raven Press, New York, 1983.)

4.5.1. Elektroenzephalogramm 1

4.5.1.1. EEG1 Alpha

Die Daten zu den Alphawellen sind in der nachfolgenden Graphik und Statistik angegeben.

Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt jedoch in der Kontrollgruppe zu einem Absinken des Alphawellenanteils im Vergleich zu der Gruppe, die Musik gehört hat.



Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG1alpha_adj	,00	5	5,30	26,50
	1,00	4	4,63	18,50
	Gesamt	9		

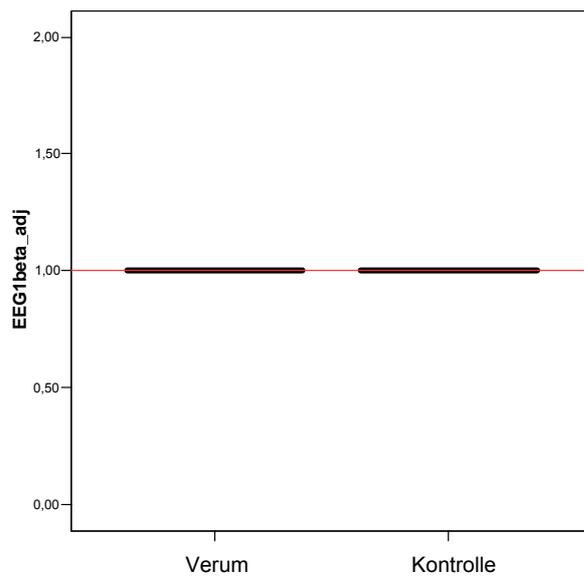
Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG1alpha_adj	,00	5	50,0%	5	50,0%	10	100,0%
	1,00	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Abb. 28 Daten für EEG1 Alpha. Es kommt zwar zu einem Abfallen der Alphawellen in der Kontrollgruppe, der Unterschied ist aber nicht signifikant.

4.5.1.2. EEG1 Beta

Die Daten zu den Betawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Es besteht kein Unterschied zwischen vor und nach Musikintervention und zwischen Verum- und Kontrollgruppe.

Statistik für Test^b

	EEG1beta_ adj
Mann-Whitney-U	6,000
Wilcoxon-W	12,000
Z	,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1,000
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	1,000 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG1beta_adj	,00	4	4,00	16,00
	1,00	3	4,00	12,00
	Gesamt	7		

Verarbeitete Fälle

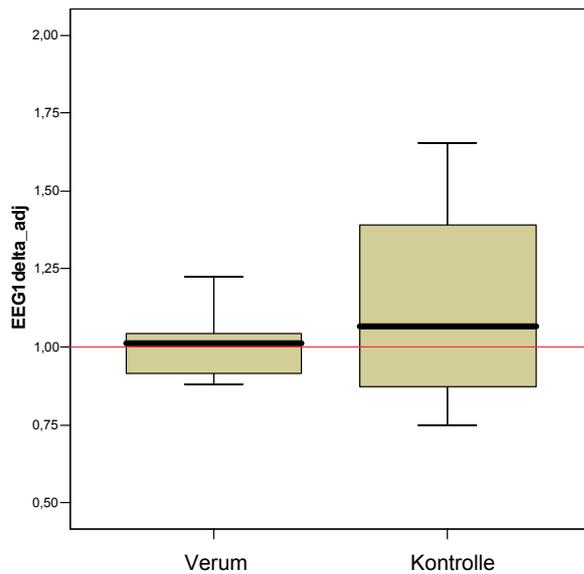
	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG1beta_adj	,00	4	40,0%	6	60,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 29 Daten für EEG1 Beta. Es besteht kein unterschied zwischen den zwei Gruppen.

4.5.1.3. EEG1 Delta

Die Daten zu den Deltawellen sind in der nachfolgenden Graphik und Statistik angegeben.

Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt jedoch in der Kontrollgruppe zu einem Anstieg des Deltawellenanteils im Vergleich zu der Gruppe, die Musik gehört hat.



Statistik für Test^b

	EEG1delta_adj
Mann-Whitney-U	9,000
Wilcoxon-W	24,000
Z	-,245
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,806
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,905 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG1delta_adj	,00	5	4,80	24,00
	1,00	4	5,25	21,00
	Gesamt	9		

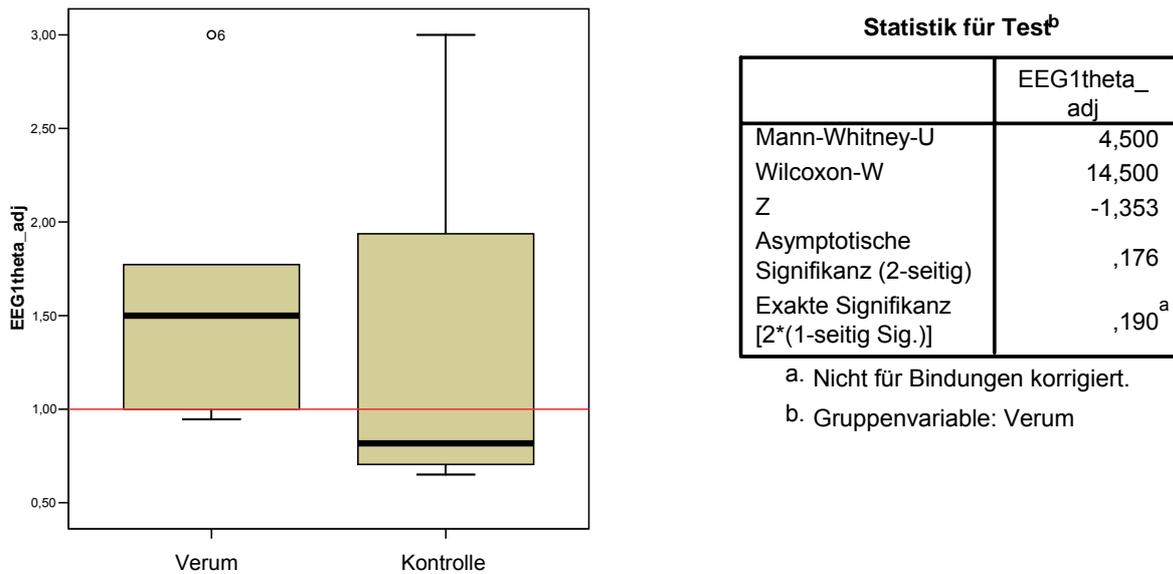
Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG1delta_adj	,00	5	50,0%	5	50,0%	10	100,0%
	1,00	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Abb. 30 Daten für EEG1 Delta. Es kommt zu einem Anstieg der Deltawellen in der Kontrollgruppe, während sie in der Verumgruppe gleich bleiben. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen.

4.5.1.4. EEG1 Theta

Die Daten zu den Thetawellen sind in der nachfolgenden Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt jedoch in der Kontrollgruppe zu einem Absinken des Thetawellenanteils im Vergleich zu der Gruppe, die Musik gehört hat. In der Verumgruppe kommt es zu einem starken Anstieg der Thetawellen.



Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG1theta_adj	,00	5	6,10	30,50
	1,00	4	3,63	14,50
	Gesamt	9		

Verarbeitete Fälle

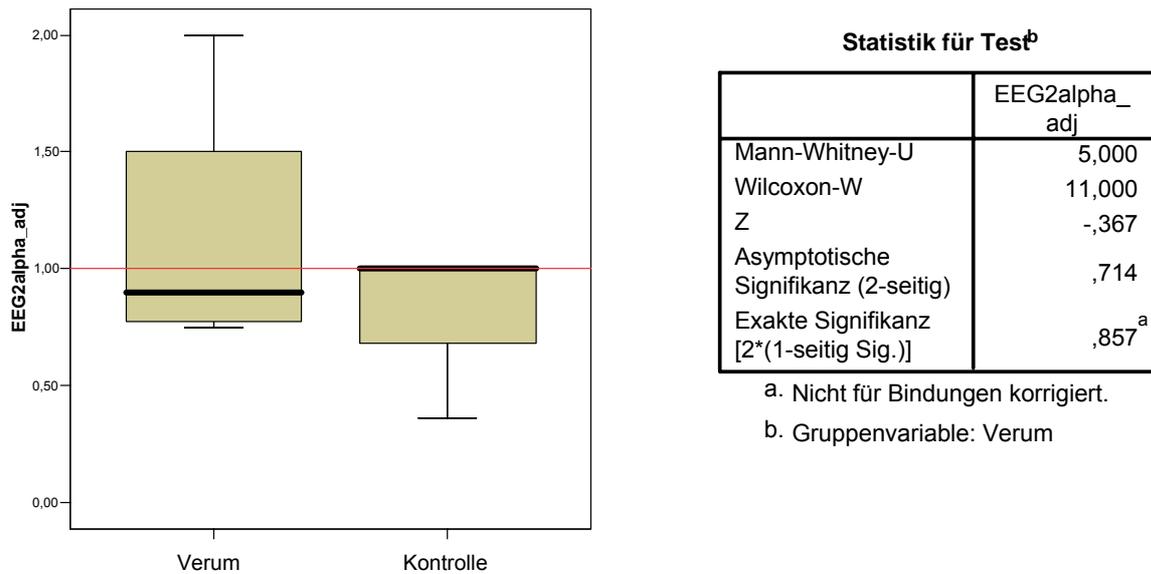
	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG1theta_adj	,00	5	50,0%	5	50,0%	10	100,0%
	1,00	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Abb. 31 Daten für EEG1 Theta .Es kommt zu einem Anstieg der Thetawellen in der Verumgruppe, während sie in der Kontrollgruppe abfallen.

4.5.2. Elektroenzephalogramm 2

4.5.2.1. EEG2 Alpha

Die Daten zu den Alphawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt jedoch in der Kontrollgruppe zu einem Absinken des Alphawellenanteils im Vergleich zu vor der Musik und im Vergleich zur Verumgruppe, bei der der Alphawellenanteil gleich bleibt. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht.



Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG2alpha_adj	,00	4	4,25	17,00
	1,00	3	3,67	11,00
	Gesamt	7		

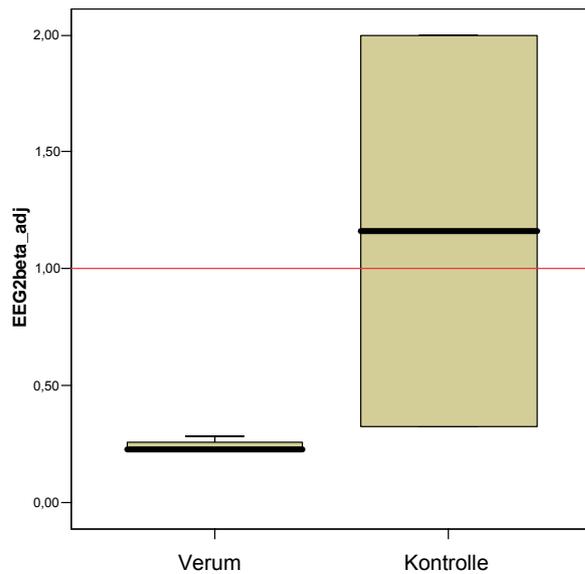
Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG2alpha_adj	,00	4	40,0%	6	60,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 32 EEG2 Alphawellanteil. Es kommt zu einem leichten Abfall im Vergleich zu vor der Musik und im Vergleich zur Kontrollgruppe.

4.5.2.2. EEG2 Beta

Die Daten zu den Betawellen sind in der nachfolgenden Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird fast erreicht. Es kommt in der Verumgruppe zu einem deutlichen Absinken des Betawellenanteils bei kleiner Streuung im Vergleich zu vor der Musik und im Vergleich zur Kontrollgruppe, die keine Musik gehört hat. In der Kontrollgruppe kommt es zu einem Anstieg der Betawellen bei großer Streuung.



Statistik für Test^b

	EEG2beta_ adj
Mann-Whitney-U	,000
Wilcoxon-W	6,000
Z	-1,777
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,076
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,200 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.
b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG2beta_adj	,00	3	2,00	6,00
	1,00	2	4,50	9,00
	Gesamt	5		

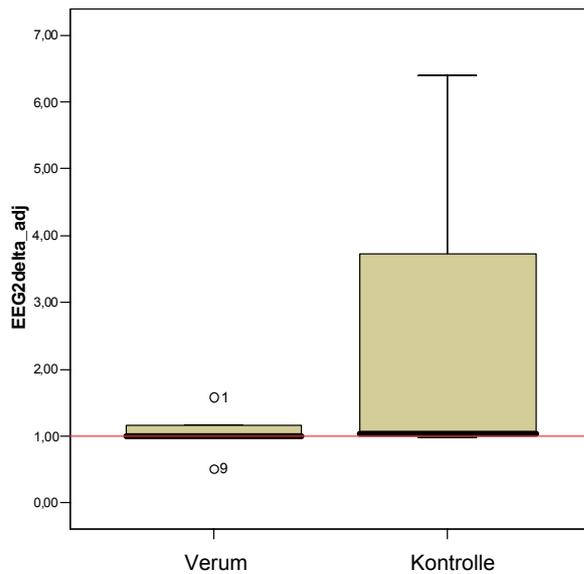
Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG2beta_adj	,00	3	30,0%	7	70,0%	10	100,0%
	1,00	2	40,0%	3	60,0%	5	100,0%

Abb. 33 Daten für EEG2 Beta .Es kommt zu einem Abfallen der Betawellen in der Verumgruppe, während sie in der Kontrollgruppe ansteigen.

4.5.2.3. EEG2 Delta

Die Daten zu den Deltawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Es besteht bezüglich des Deltawellenanteils in der Verumgruppe kein Unterschied zwischen vor und nach Musikintervention und auch nicht im Vergleich zur Kontrollgruppe.



Statistik für Test^b

	EEG2delta_adj
Mann-Whitney-U	6,000
Wilcoxon-W	21,000
Z	-,447
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,655
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,786 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.
 b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG2delta_adj	,00	5	4,20	21,00
	1,00	3	5,00	15,00
	Gesamt	8		

Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG2delta_adj	,00	5	50,0%	5	50,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 34 Daten für EEG2 Delta. Es besteht kein Unterschied im Deltawellenanteil zwischen der Verumgruppe und der Kontrollgruppe.

4.5.2.4. EEG2 Theta

Die Daten zu den Thetawellen sind in der nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Im Thetawellenanteil besteht in der Verumgruppe kein Unterschied zwischen vor und nach Musikintervention und auch nicht im Vergleich zur Kontrollgruppe.

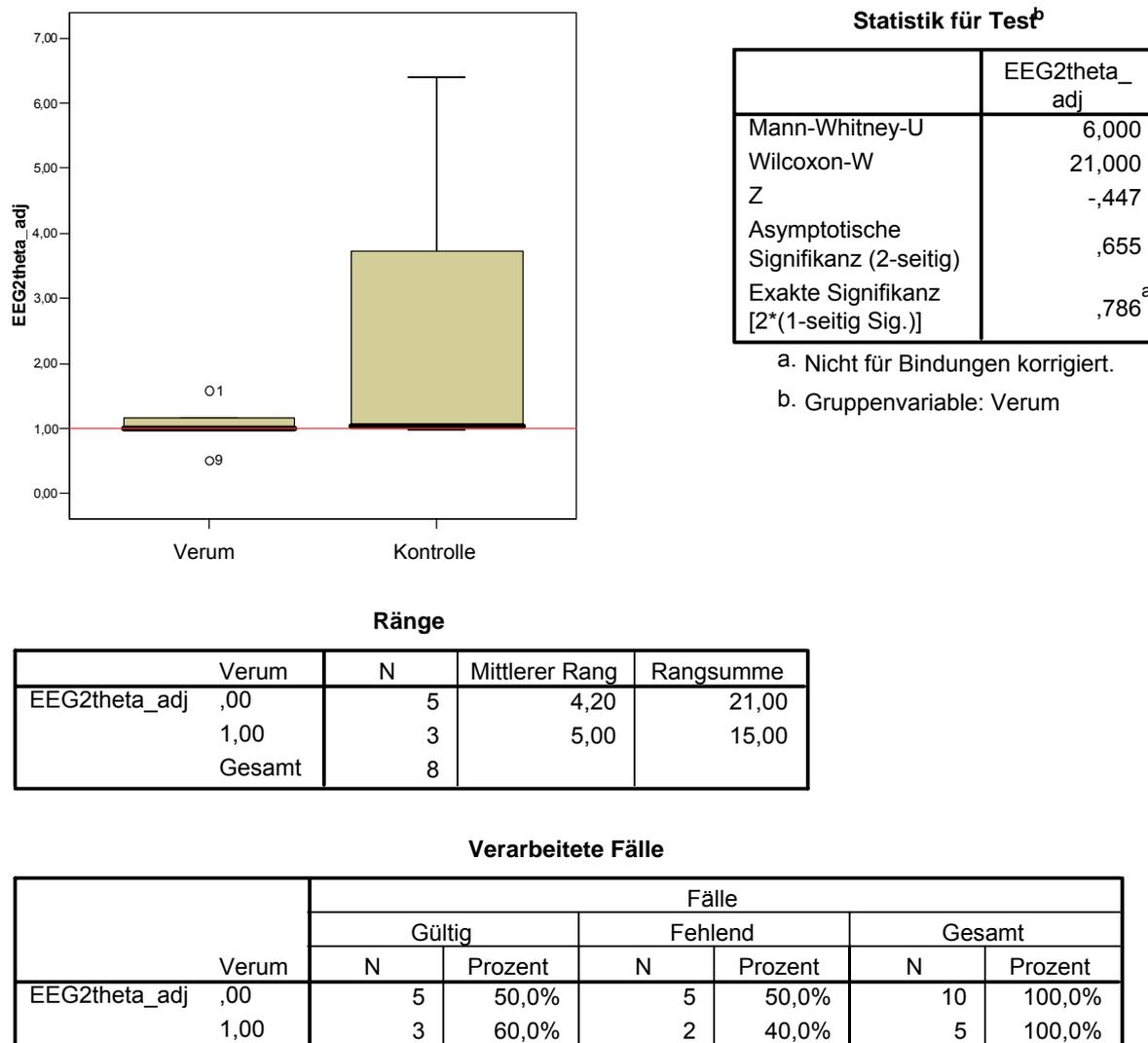
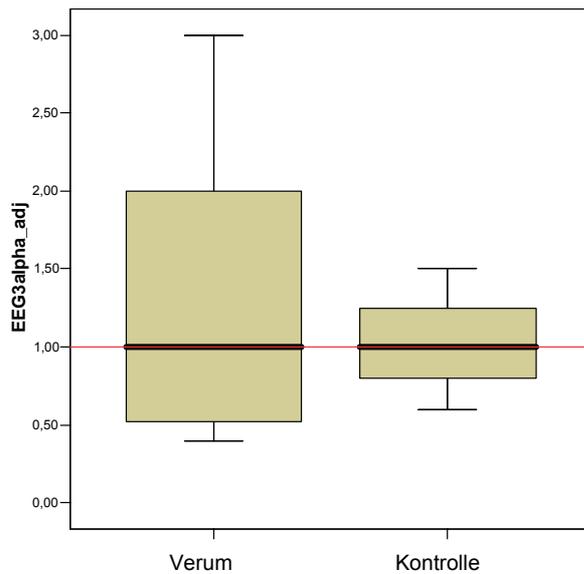


Abb. 35 Daten für EEG2 Theta .Es besteht kein Unterschied.

4.5.3. Elektroenzephalogramm 3

3.5.3.1. EEG3 Alpha

Die Daten zu den Alphawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Es kommt in der Verumgruppe zu einem Gleichbleiben des Alphawellenanteils im Vergleich vor und nach Musikintervention und im Vergleich zu der Gruppe, die keine Musik gehört hat.



Statistik für Test^b

	EEG3alpha_adj
Mann-Whitney-U	10,500
Wilcoxon-W	16,500
Z	,000
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	1,000
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	1,000 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.
 b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG3alpha_adj	,00	7	5,50	38,50
	1,00	3	5,50	16,50
	Gesamt	10		

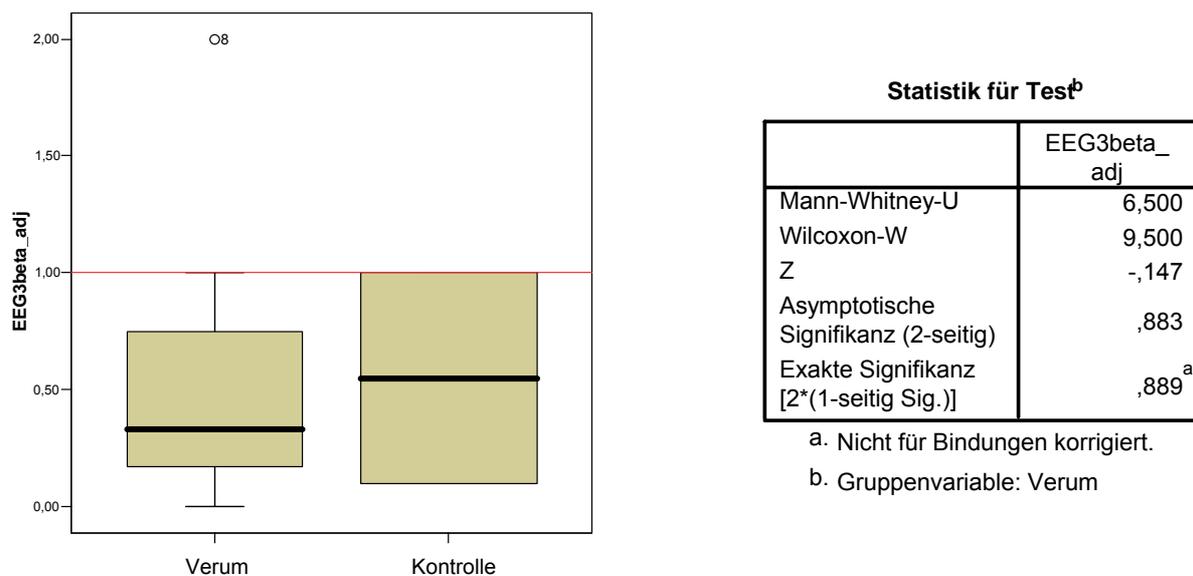
Verarbeitete Fälle

	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG3alpha_adj	,00	7	70,0%	3	30,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 36 Daten für EEG3 Alpha. Der Alphawellenanteil bleibt in beiden Gruppen gleich..

4.5.3.2. EEG3 Beta

Die Daten zu den Betawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt, wie auch in EEG2, in der Verumgruppe zu einem deutlichen Absinken des Betawellenanteils im Vergleich vor und nach der Musik. Auch bei der Kontrollgruppe kommt es zu einem Absinken des Betawellenanteils.



Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG3beta_adj	,00	7	5,07	35,50
	1,00	2	4,75	9,50
	Gesamt	9		

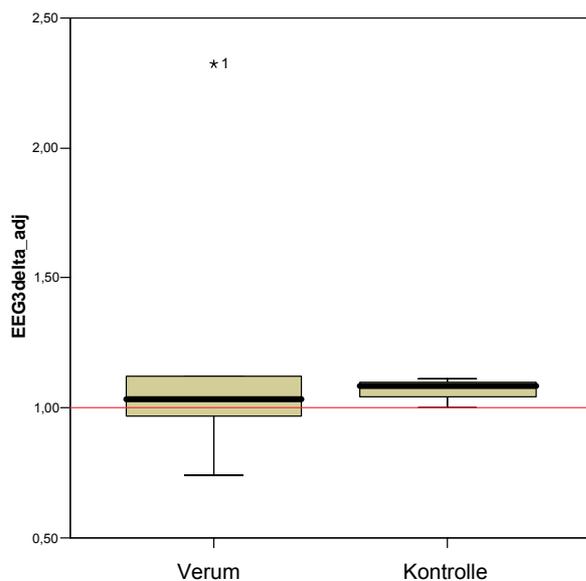
Verarbeitete Fälle

	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG3beta_adj	,00	7	70,0%	3	30,0%	10	100,0%
	1,00	2	40,0%	3	60,0%	5	100,0%

Abb. 37 Daten für EEG3 Beta. Es kommt zwar zu einem Abfallen des Betawellenanteils in der Kontrollgruppe und in der Verumgruppe, der Unterschied ist aber nicht signifikant.

4.5.3.3. EEG3 Delta

Die Daten zu den Deltawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Der Anteil an Deltawellen bleibt in der Verumgruppe vor und nach Musikintervention und im Vergleich zur Kontrollgruppe fast gleich. Die Streuung der Daten ist gering.



Statistik für Test^b

	EEG3delta_ adj
Mann-Whitney-U	8,000
Wilcoxon-W	29,000
Z	-,258
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,796
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,905 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG3delta_adj	,00	6	4,83	29,00
	1,00	3	5,33	16,00
	Gesamt	9		

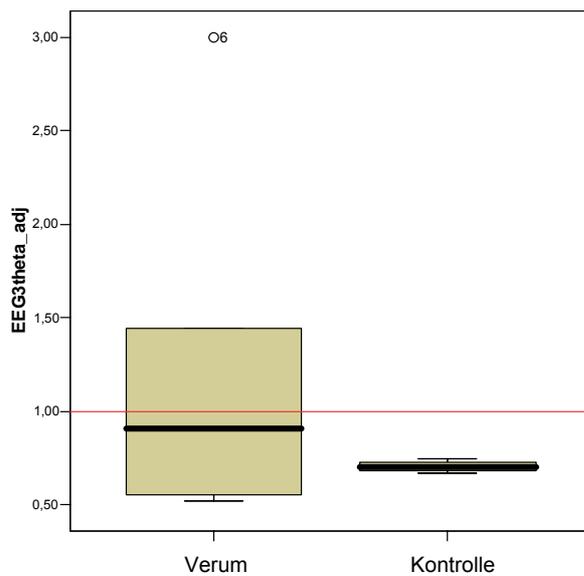
Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG3delta_adj	,00	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 38 Daten für EEG3 Delta. Keine Veränderung des Deltawellenanteils zwischen den Gruppen mit und ohne Musikintervention.

4.5.3.4. EEG3 Theta

Die Daten zu den Thetawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt in der Verumgruppe zu einem leichten Absinken des Thetawellenanteils bei großer Streuung, wobei im Vergleich die Kontrollgruppe noch deutlicher abfällt bei insgesamt kleiner Streuung des Datensatzes.



Statistik für Test^b

	EEG3theta_adj
Mann-Whitney-U	6,000
Wilcoxon-W	12,000
Z	-,775
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,439
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,548 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG3theta_adj	,00	6	5,50	33,00
	1,00	3	4,00	12,00
	Gesamt	9		

Verarbeitete Fälle

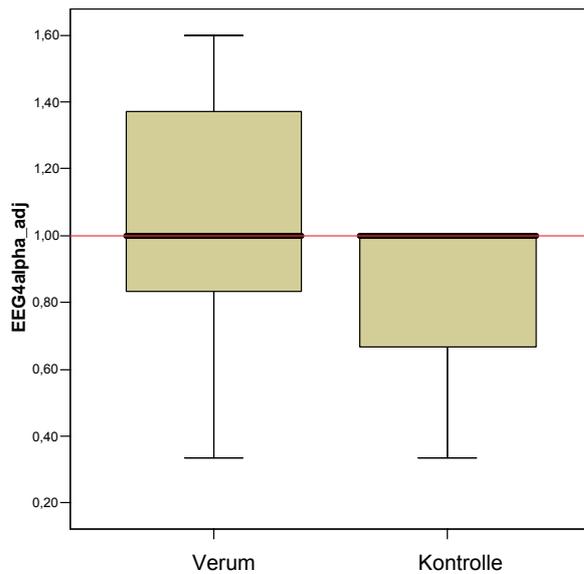
	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG3theta_adj	,00	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 39 Daten für EEG3 Theta. Es kommt zwar zu einem Abfallen in der Kontrollgruppe, der Unterschied zur Verumgruppe ist aber nicht signifikant.

4.5.4. Elektroenzephalogramm 4

4.5.4.1. EEG4 Alpha

Die Daten zu den Alphawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Der Anteil der Alphawellen bleibt in der Verumgruppe und in der Kontrollgruppe im Vergleich vor und nach Musikintervention gleich.



Statistik für Test^b

	EEG4alpha_adj
Mann-Whitney-U	6,500
Wilcoxon-W	12,500
Z	-,944
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,345
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,383 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG4alpha_adj	,00	7	6,07	42,50
	1,00	3	4,17	12,50
	Gesamt	10		

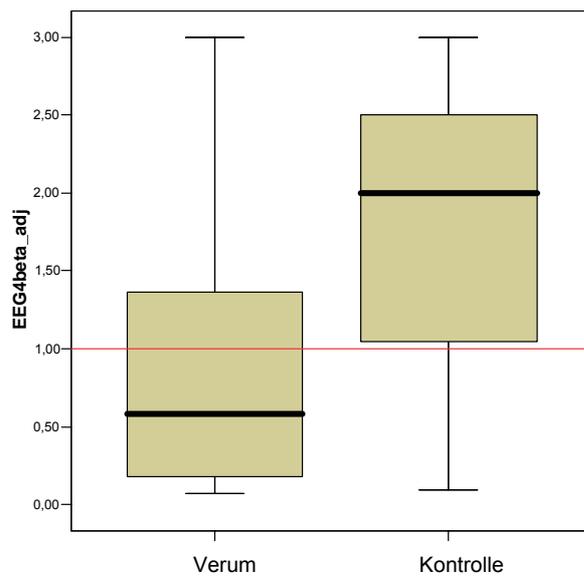
Verarbeitete Fälle

	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG4alpha_adj	,00	7	70,0%	3	30,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 40 Daten für EEG4 Alpha. Gleichbleiben des Wellenanteils in beiden Gruppen.

4.5.4.2. EEG4 Beta

Die Daten zu den Betawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Es kommt in der Verumgruppe zu einem deutlichen Absinken des Betawellenanteils bei jedoch großer Streuung. In der Kontrollgruppe steigt der Anteil an Betawellen im Gegensatz zur Verumgruppe bei ebenfalls großer Streuung der Werte stark an.

Statistik für Test^b

	EEG4beta_ adj
Mann-Whitney-U	6,500
Wilcoxon-W	27,500
Z	-,648
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,517
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,548 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG4beta_adj	,00	6	4,58	27,50
	1,00	3	5,83	17,50
	Gesamt	9		

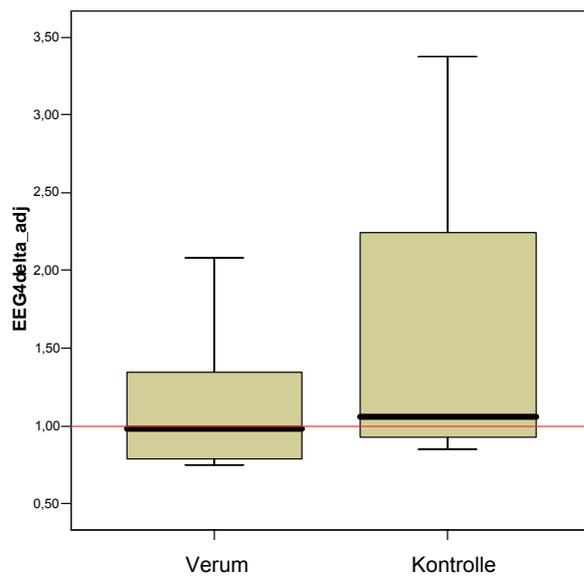
Verarbeitete Fälle

	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG4beta_adj	,00	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
	1,00	3	60,0%	2	40,0%	5	100,0%

Abb. 41 Daten für EEG4 Beta. Während der Anteil der Betawellen in der Verumgruppe deutlich abfällt, kommt es zu einem Anstieg in der Kontrollgruppe.

4.5.4.3. EEG4 Delta

Die Daten zu den Deltawellen sind in der nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird nicht erreicht. Sowohl in der Verum- wie auch in der Kontrollgruppe kommt es zu einem Gleichbleiben des Deltawellenanteils.

Statistik für Test^b

	EEG4delta_adj
Mann-Whitney-U	9,000
Wilcoxon-W	37,000
Z	-,945
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,345
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,412 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG4delta_adj	,00	7	5,29	37,00
	1,00	4	7,25	29,00
	Gesamt	11		

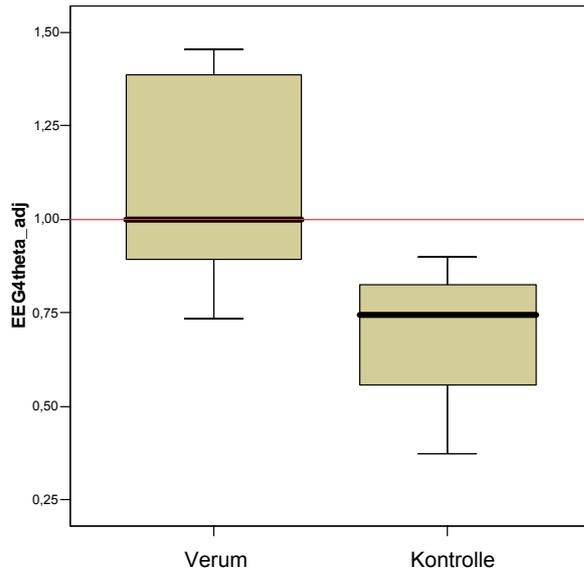
Verarbeitete Fälle

	Verum	Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG4delta_adj	,00	7	70,0%	3	30,0%	10	100,0%
	1,00	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Abb. 42 Daten für EEG4 Delta. Gleichbleiben des Wellenanteils in beiden Gruppen mit und ohne Musikintervention.

4.5.4.4. EEG4 Theta

Die Daten zu den Thetawellen sind in nachfolgender Graphik und Statistik angegeben. Ein Signifikanzniveau wird fast erreicht. Es kommt in der Verumgruppe zu einem Gleichbleiben des Thetawellenanteils im Vergleich zu vor der Musikintervention. In der Gruppe, die keine Musik gehört hat, kommt es zu einem Abfallen des Thetawellenanteils. Die Streuung in der Kontrollgruppe ist relativ gering.



Statistik für Test^b

	EEG4theta_adj
Mann-Whitney-U	4,000
Wilcoxon-W	14,000
Z	-1,711
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,087
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,114 ^a

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

b. Gruppenvariable: Verum

Ränge

	Verum	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
EEG4theta_adj	,00	6	6,83	41,00
	1,00	4	3,50	14,00
	Gesamt	10		

Verarbeitete Fälle

		Fälle					
		Gültig		Fehlend		Gesamt	
		N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
EEG4theta_adj	,00	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
	1,00	4	80,0%	1	20,0%	5	100,0%

Abb. 43 Daten für EEG4 Theta. Gleichbleiben des Wellenanteils in der Verumgruppe, während er in der Kontrollgruppe deutlich abfällt. Ein Signifikanzniveau wird fast erreicht.

V. DISKUSSION

Die vorliegende Arbeit zeigt an schwerstkranken, beatmeten, chirurgischen Intensivpatienten mit einem APACHE II Score > 16 , dass Musik zu einer messbaren anxiolytischen Reaktion führt. Diese Arbeit bettet die Ergebnisse in den Kontext der aktuellen Literatur über Musik in der modernen Medizin ein. Sie nimmt Bezug auf musikwissenschaftliche Beschreibungen von Vorreitern der akustischen Wirkungsforschung, kognitive Transfereffekte und kompositorische Elemente der Entspannung als Reflexion des von Krankheiten geprägten Leben Mozarts. Diese Studie zeigt zum ersten Mal bei einem schwerstkranken Patientengut, dass Musik positive Effekte auf physiologische Parameter, den Grad der Sedierung, Laborparameter und unter Umständen auch Gehirnaktivität hat.

Einige Studien haben vor dieser Arbeit gezeigt, dass Musik entspannend auf beatmete Intensivpatienten wirken kann, doch wurden dabei nur physiologische Parameter wie Herzfrequenz und Blutdruck untersucht (Almerud und Petersson, 2003). Außerdem wurde das Patientengut nicht genau definiert und muss als „gesünder“ als das von uns untersuchte Patientengut angesehen werden.

Im Einzelnen konnten wir zeigen, dass in der Verumgruppe nach Ausschalten der medikamentösen Sedierung die Herzfrequenz unter der Musikintervention ähnlich bleibt, während die Herzfrequenz in der Kontrollgruppe deutlich ansteigt. Der Blutdruck fällt in der Verumgruppe sogar deutlich ab, während er in der Kontrollgruppe ansteigt. Während wir das Narkosemittel → Propofol in der Verumgruppe vollständig ausschalten konnten, mussten in der Kontrollgruppe einzelnen Patienten Propofol-Boli gegeben werden. Bei einigen Kontrollpatienten war im Gegensatz zu den Patienten der Verumgruppe der Bedarf nach der Musikintervention mit Ausschalten der Narkose sogar deutlich höher.

Allein durch das Einsparen von Propofol über einen Zeitraum von 2h pro Tag könnten pro Jahr bei einem Anteil von täglich 6 beatmeten Intensivpatienten mit Propofolnarkose auf der Intensivstation 14.235,- € eingespart werden.

Die zahlreichen negativen Effekte von Narkosemitteln auf den Patienten, die zu verlängerten Liegezeiten führen (verlängerte Beatmungsdauer, Infektanfälligkeit...), sind dabei nicht eingerechnet, würden aber einen sicher noch deutlich höheren Einspareffekt bewirken. Der Narkose einsparende Effekt von Musik, den wir bei unseren Patienten gefunden haben, steht

im Einklang mit der aktuellen Literatur, die dies im Operationssaal bei verschiedenen operativen Verfahren und auch während Spinalanästhesie nachgewiesen hat (Koch et al., 1998; Lepage et al., 2001; Hodge et al., 1990; Cruise et al., 1997).

Durch die verblindete Messung des Ramsay Sedation Scale durch das Pflegepersonal, das nicht weiß, ob der Patient Musik erhält oder nicht, kann ein objektives Maß an Einschätzung der Sedierungstiefe erreicht werden. Wir konnten zeigen, dass die meisten Patienten den erwünschten Grad 2 erreichen, also kooperativ sind, wenn sie während der Wachheitsphase Musik erhalten. Bei den Patienten ohne Musik und ohne Sedierung ist dies nicht der Fall. An einem Fall konnten wir zeigen, dass bei sehr hohem Sedierungsgrad vor Beginn der Musik auch während der Musikintervention kein adäquater Wachheitsgrad erreicht wird.

Wir haben die Laborparameter Dehydroepiandrosteron (DHEAS), Prolaktin, Momomeres Prolaktin, →Cortisol, Adrenocorticotropes Hormon, Wachstumshormon (GH), →Interleukin 6 (IL-6), →Adrenalin und →Noradrenalin bei beiden Gruppen vor und nach der Musikintervention gemessen und konnten in der Verumgruppe signifikant geringere Stressparameterkonzentrationen bei DHEAS, Adrenalin und Interleukin 6 messen. In einigen Arbeiten wurde gezeigt, dass bei gesunden Probanden ein gleicher Effekt besteht. DHEAS wurde unserem Wissen nach noch nie auf das Ansprechen auf Musik getestet. Interessant ist auch, dass Wachstumshormon in der Gruppe, die Musik gehört hat, signifikant angestiegen ist, während es in der Kontrollgruppe abgefallen ist. Eine Ursache kann ein Transfereffekt im Sinne des Trionmodells sein, das die Gehirnregion, die für die Steuerung der Ausschüttung des Hormons verantwortlich ist, verstärkt aktiviert. In einer Studie an gesunden Probanden wurden GH-Spiegel gemessen, nachdem diese entweder zu klassischer Musik oder Technomusik exponiert waren. In dieser Arbeit konnte nur in der Techno-Gruppe und nicht in der Gruppe, die klassische Musik gehört hatte, eine erhöhte GH-Konzentration gemessen werden. Außerdem haben endokrinologische Studien gezeigt, dass der Wachstumshormon Spiegel den Interleukin-6 (und auch IL-8) Spiegel invers kontrolliert. Hohe Wachstumshormonspiegel führen zu niedrigen Interleukin-6 Spiegeln, das vermindert aus peripheren-Blut-mononuklären-Zellen ausgeschüttet wird (Siejka et al., 2005). Dieser Regulationsmechanismus, dass Musik über einen erhöhten Wachstumshormonspiegel einen verminderten Interleukin-6 Spiegel induziert, kann einen zentralen Regulationsmechanismus der günstigen Effekte auf das Immunsystem, das Hormonsystem und die Akute Phase Proteine darstellen. Vermutlich ist bei unserem Patientengut klassische Musik ein ähnlich

starker Stimulus, wie bei gesunden Probanden Techno-Musik. In dieser Gruppe konnte übrigens unter dem Einfluss von Techno-Musik eine Erhöhung von \rightarrow Noradrenalin und β -Endorphin gefunden werden. Wie in unserem Patientengut war \rightarrow Prolaktin nicht von Techno-Musik oder klassischer Musik beeinflusst. \rightarrow Adrenalin zeigte in unserer Gruppe keinen signifikanten Abfall, während es in der Studie von Gerra abfiel (Gerra et al., 1997). Obwohl einige Arbeiten positive Effekte durch Musik auf den ACTH- und Cortisol-Spiegel bei gesunden Probanden während einer Magenspiegelung gezeigt haben und auch weitere Arbeiten gezeigt haben, dass es durch Musikhören z.B. in einem Konzert zu einem Abfallen des ACTH- und Cortisol-Spiegels kommt, konnten wir diesen Effekt bei unseren Patienten nicht reproduzieren (Escher, 2003). Ein möglicher Grund dafür ist, dass schwerstkranke Patienten eine Insuffizienz (Schwäche) der Nebenniere haben, die u.a. zu einem verminderten Ansprechen der Katecholaminrezeptoren (Rezeptoren für Adrenalin) führt. Aus diesem Grund werden entsprechend der Corticosteroid-Studie Patienten mit pathologischem ACTH-Test mit Cortison substituiert. Der Grund für ein Gleichbleiben der Cortisol- und ACTH-Konzentration ist vermutlich eine herabgesetzte Regulierbarkeit des Spiegels durch die Nebenniere. Für Prolaktin, \rightarrow Monomeres Prolaktin und Noradrenalin konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Monomeres Prolaktin erreichte jedoch fast ein Signifikanzniveau von unter 0,05. Dies wurde aber durch die grosse Streuung der Einzelwerte verhindert. Insgesamt wäre noch β -Endorphin, ein endogenes Opiat des Körpers, ein interessanter Verlaufparameter gewesen. Wir haben uns dennoch gegen seine Messung entschieden, da β -Endorphin gut messbare Konzentrationen nicht im Serum sondern primär im Liquor erreicht. Eine Messung des sehr instabilen Moleküls hätte eine Liquorpunktion erfordert, also das Abnehmen von Gehirnflüssigkeit aus dem Bereich um das Rückenmark, was wir als zu großen Eingriff in die Integrität des Patienten bewertet haben.

Bei den elektroenzephalographischen Untersuchungen erreichte kein Wellenanteil einen Unterschied von $p < 0,05$. Ursächlich ist die geringe Anzahl an verwertbaren Messwerten, die wir erheben konnten. Auch unter erfahrenen Neurologen gilt das Ableiten eines \rightarrow Elektroenzephalogramms bei beatmeten Intensivpatienten als äußerst schwierig. Ursache dafür ist zum einen die Tatsache, dass der Patient durch das Tidalvolumen der Beatmungsmaschine rhythmisch bewegt wird, was zu einem falsch hohen Aufzeichnen von Delta- oder Theta-Wellen führt. Ein weiterer Grund sind Probleme, die durch das Studiendesign bedingt sind. Dadurch, dass der Patient nach Ausschalten der Narkose wach wird und häufig, wenn er keine Musik erhält, agitiert ist und transpiriert, kommt es zu einem

Abfallen der nur angeklebten Elektroden. Außerdem kommt es zu Bewegungsartefakten, die das Messen von Gehirnströmen für das Aufnahmegerät unmöglich macht.

Trotz der widrigen Umstände konnten wir einen erhöhten Anteil an Beta-Wellen in der rechten Gehirnhälfte sowohl temporal als auch okzipital in der Gruppe ableiten, die Musik gehört hat. Musik wird, wie beschrieben, prädominant über die rechte Gehirnhemisphäre verarbeitet. Der erhöhte Anteil an Beta-Wellen in dieser Gehirnregion spricht für eine aktive Verarbeitung der Musik in diesem Gehirnbereich. Der Theta-Anteil war in der rechten temporalen Gehirnregion deutlich erniedrigt und erreichte fast ein signifikantes Niveau. Theta-Wellen zeigen einen tiefen Schlaf und „reduzierte“ Gehirnaktivität an. Die erhöhte Aktivität in der rechten Gehirnhemisphäre bei reduziertem Theta-Wellen Anteil sprechen für eine Aktivierung der für die Verarbeitung von Musik entscheidenden Gehirnregionen. Ein weiterer Grund für den entspannenden Effekt ist die Inhibition von Schmerz Wahrnehmung im Gehirn durch den auditorischen Stimulus, der ja primär in der rechten Gehirnhälfte verarbeitet wird, wo wir auch die erhöhte Beta-Wellen-Aktivität gefunden haben. Die Unterdrückung von Schmerz durch Tonwahrnehmung wurde schon 1960 in *Science* von Gardner, Licklider, Weisz unter dem Titel *Suppression of pain by sound* publiziert. Die erhöhte Aktivität in der rechten temporalen und okzipitalen Gehirnregion spricht für die aktive Verarbeitung der Musik. Untersuchungen haben dafür bestätigend gezeigt, dass Propofol-Narkosen, die nur zur Sedierung führen, eine auditorische Verarbeitung im frontalen Großhirn inhibieren. Die Bewertung der Musik fällt weg. Propofol-Narkosen, die zur Bewusstlosigkeit führen, inhibieren auch die Wahrnehmung der Musik in der rechten Hemisphäre des Großhirns (Heinke et al., 2004). Da bei unseren Patienten keine Sedierung vorlag ist die Aufnahme von Musik, die Verarbeitung und die Bewertung der Musik als etwas Entspannendes nicht beeinflusst und kann zu der insgesamt messbaren Entspannung beigetragen haben.

Bei unseren Versuchen konnten wir feststellen, dass die Musik einen Effekt hatte, der über die Zeit der Musikintervention hinausreichte. Auch nach Beendigung der Musik ließen wir die Patienten noch einige Zeit ohne Narkose und die Patienten, die Musik gehört hatten, verhielten sich noch über etwa 30 Minuten ruhig und entspannt. Danach haben wir standardmäßig wieder mit der Sedierung begonnen.

Die Effekte der Musik haben den Autor dieser Arbeit, die Ärzte und das Pflegepersonal der Intensivstation, auf der die Untersuchung durchgeführt wurde, verblüfft. Die Deutlichkeit des Effektes der Musik war für alle an der Studie beteiligten Personen überraschend. Die

Untersuchung hat nicht nur dazu beigetragen, dass der Autor die wissenschaftlich nachgewiesenen Effekte von Musik reflektiert, sondern es hat auch sein Arbeitsverhalten geändert. Von Kollegen wurde ich häufig bei schwierigen (z.B. alkoholentzugsdeliranten) Patienten gefragt, ob ich nicht Musik therapeutisch anwenden wollte. Die betreffenden Ärzte hatten keine ausgesprochene Liebe zur Musik, doch war ihnen der Effekt auch deutlich aufgefallen. Die Verhaltensmodifikation bezüglich des Umgangs mit Narkosemittel, dem Einsatz von Musik und der Vermeidung von Lärm waren positive Nebenprodukte der Studie.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit bettet eine musiktherapeutische Studie an schwerstkranken, beatmeten, chirurgischen Intensivpatienten in einen musikwissenschaftlichen Kontext ein. Dabei ist der Fokus auf durch Musik messbare, anxiolytische Reaktionen bei diesem Patientengut gelegt, die sich auf die Bereiche physiologische Parameter, Sedierung, Laborparameter und Gehirnstrommessung beziehen.

In dem musikwissenschaftlichen Kontext sind die historische Verwendung von Musik in der Medizin und der Einsatz von Musik in der modernen Medizin einbezogen. Es wird weiter eine kurze Darstellung des Lebens von Hermann von Helmholtz mit Betonung seiner musikwissenschaftlichen und akustischen Forschung gegeben. Darüberhinaus wird der kognitive Transfereffekt von Musik unter besonderer Berücksichtigung des so genannten „Mozart-Effekts“ beleuchtet. Schließlich werden kompositorische Elemente der Entspannung bei Mozart als Ausdruck seines von Krankheit geprägten Lebens untersucht.

Der historische Überblick zeigt Beispiele von Musik als therapeutisches Instrument in sechs Jahrtausenden Kulturgeschichte. Neben der Verwendung im religiösen, kultischen Umfeld wurde Musik auch bei konkreten Krankheiten und unter Einbeziehung von harmonischen Entdeckungen wie dem Schwingungsverhältnis der Saiten benutzt. Bis in das 19. und 20. Jahrhundert wird die therapeutische Wirkung von Musik als mystisch verklärt dargestellt, was auch heute noch häufig auf dem Gebiet der Esoterik der Fall ist. Dieser Ansatz der Kalogathie (kalós kai agathós), dass man sich nur an das Schöne halten müsse um das Gute zu erreichen, wurde als antikes Gedankenkonstrukt identifiziert. Anschließend wird der Einsatz von Musik in den großen Fächern der Medizin wie Intensivmedizin, Kinderheilkunde, Frauenheilkunde, Chirurgie und Neurologie/Psychiatrie beschrieben, wobei wichtige Studienergebnisse dargelegt werden. Der Bereich der unerwünschten Wirkung durch Musik, zu dem verminderte Konzentration von Ärzten, Stress bei Patienten und auch die epilepsieauslösende Wirkung von Musik gehört, wird beschrieben.

Es folgt ein Abschnitt über den Komplex kognitiver Transferleistung durch Musik, die als die Übertragung von durch Musik ausgelösten Wirkungen auf rein kognitive Leistungen definiert ist, wobei besonders auf den von den Medien geprägten Begriff des „Mozart-Effekts“

eingegangen wird. Dieser beschreibt verbesserte Leistungen in Aufgaben, die das mentale Drehen von Objekten im Raum während des Hörens der Mozart Sonate für zwei Klaviere KV 448 testen.

Anschließend wird der Pionier der akustischen Physiologie, der Mediziner und Physiker Hermann von Helmholtz vorgestellt, der mit seinem Werk „*Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*“ die Grundlage für die wissenschaftliche Wirkungsforschung der Musik legte.

Da bei unseren Studien langsame Sätze aus Mozartschen Klaviersonaten verwendet wurden, haben wir in einem Kapitel über Mozart versucht, die Ursache für die besondere Wirkung auf Kranke zu finden. Erst wird eine ausführliche Anamnese über den Patienten Mozart erhoben, die das von Krankheit geprägte Leben und seine unklare Todesursache mit einbezieht. Dessen kompositorische Verarbeitung von Krankheit und Todeseinstellung könnte eine Ursache für die besondere Wirkung seiner Musik sein. In dem Kapitel über die Wirkungsforschung seiner Musik werden die mit wissenschaftlichen Mitteln erhobenen Analysen vorgestellt, die seine Musik als besonders wirksames Therapeutikum bei Kranken sehen.

Es folgt die Beschreibung der Studienergebnisse, wobei man sowohl bei den physiologischen Parametern (Herzfrequenz, Blutdruck), der Sedierung (Einsparung an Narkosemittel Propofol, Wert auf der Ramsay Sedation Scale), den Laborparametern (Dehydroepiandrosteron, Wachstumshormon, Interleukin-6, Adrenalin) signifikant messbare und bei den Gehirnströmen (kein Signifikanzniveau von $p < 0,05$) deutliche Hinweise auf entspannende Effekte durch die Mozartschen langsamen Sätze aus den Klaviersonaten findet. Dadurch werden neue Hinweise auf die Wirkung von Musik bei schwerstkranken, beatmeten Intensivpatienten gegeben, wobei die Ergebnisse eine wissenschaftlich begründete Indikation für den Einsatz von Musik zur Behandlung von Intensivpatienten begründet.

VII GLOSSAR

Die Begriffsdefinitionen sollen dem leichteren Verständnis der verwendeten medizinischen Fachbegriffe dienen und weitere Informationen zu den nur kurz geschilderten Krankheiten und Symptomen geben. Die Begriffe sind adaptiert übernommen aus v. Rheinbaben & Busch Roche Lexikon der Medizin Urban und Schwarzenberg 3. Auflage, München 1993.

1. **Diastole**

Fachgebiet: Physiologie

Das Stadium der Erschlaffung als Bewegungsphase eines muskulären Hohlorgans zwischen 2 → Systolen; im engeren Sinne umfasst die Diastole der Herzkammern den Zeitraum vom Beginn des erfolgten Taschenklappenschlusses der großen Herzgefäße bis zum Beginn des Segelklappenschlusses. Die Dauer beträgt ca. 0,5-0,6 Sek. Bei Herzfrequenzerhöhung ist sie die Herzzyklusphase, die sich überwiegend verkürzt (und zwar ohne wesentliche Rückwirkung auf die Herzfüllung).

2. **Systole**

Etymologisch: griech. = Zusammenziehung

Die sich rhythmisch (jeweils nach der →Diastole) wiederholende Kontraktion eines Hohlorgans; im engeren Sinne dient sie dem Blutauswurf des Herzens (mit Abhängigkeit ihrer Förderleistung von Füllungszustand, Dauer, Frequenz).

3. **Mitteldruck, arterieller**

Abk.: Pm

Der Durchschnitt aller während der Pulsdauer auftretenden Arteriendruckwerte (Integral aus Pulsdruckkurve/Pulsdauer).

Engl.: mean arterial pressure

4. Propofol

2,6-Di-isopropylphenol; Kurznarkotikum mit raschem Wirkungseintritt ohne analgetischen Effekt; Verwendung v.a. zur Narkoseeinleitung; besitzt eine weniger ausgeprägte Wirkung auf die Herzfrequenz als vergleichsweise Methohexital oder Thiopental; senkt wie die anderen Kurznarkotika den Blutdruck (wirkt negativ inotrop). Vorteile: rasches Einschlafen und Erwachen; nur selten Übelkeit und Erbrechen nach Ausleitung der Narkose.

5. Elektroenzephalogramm

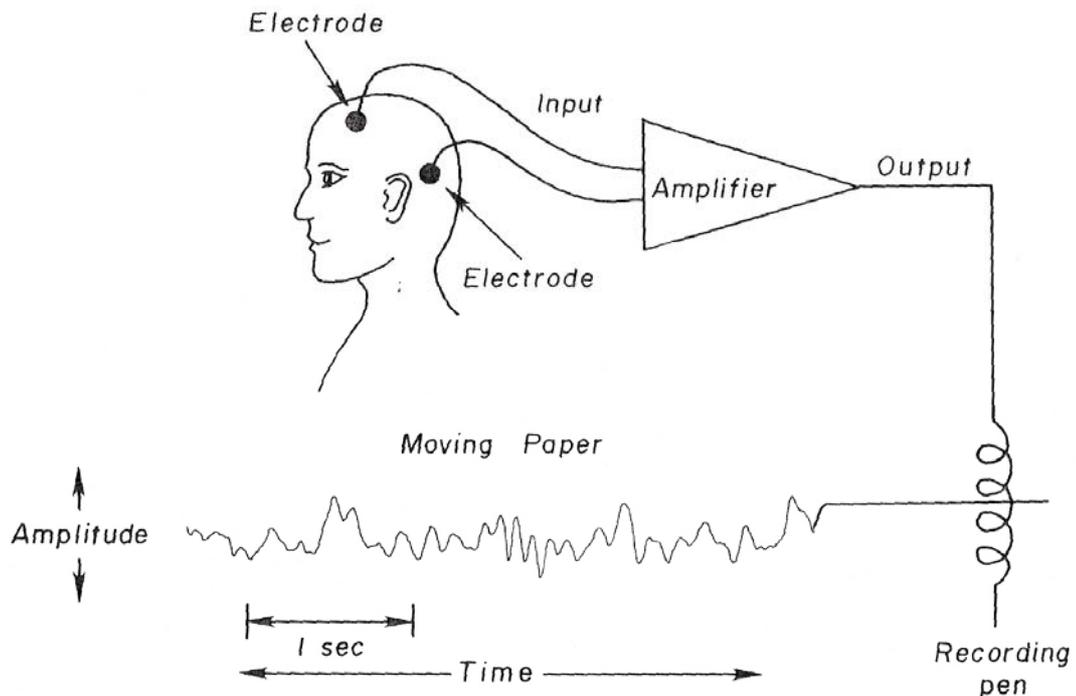
Abk.: EEG

Ein durch →Elektroenzephalographie gewonnenes Kurvenbild.

6. Elektroenzephalographie

Das mittels Elektroenzephalographen erfolgende Registrieren bioelektrischer Potentialschwankungen ("elektrische Aktivität") des Gehirns und zwar als Spontanaktivität ("Spontan-EEG") oder als durch äußerliche Reize hervorgerufene „evozierte“ Aktivität ("evozierte Potentiale"). Die Elektroden des mit 8-15 Ableitungskanälen ausgestatteten Gerätes werden der Schädeldecke derart angelegt, dass die Kombination von je zwei differenten Elektroden ("bipolare Ableitung") oder einer differenten Elektrode und einer "Referenz" ("unipolare Ableitung") zu gleichzeitigen Ableitungen verschiedener Hirnbereiche führt, wodurch die Lagebestimmung von Krankheitsherden möglich wird. Das gewonnene Kurvenbild (→"Elektroenzephalogramm") ist einerseits abhängig von Alter und Bewusstseinszustand (Alphawellen, Betawellen, Schlaf), andererseits von krankhaften Hirnveränderungen (z.B. Hirndruck, toxische Schädigung, Epilepsie), die sich dann als Krampfpotentiale, "Spitzen", Spitze-Wellen-Komplexe darstellen. Lokale Abweichungen sprechen für umschriebene, allgemeine für diffuse Hirnerkrankungen. Bezüglich der Elektrogenese der Potentiale werden Potentialverschiebungen innerhalb größerer Neuronenpopulationen angenommen, und zwar durch Summation postsynaptischer Potentiale, die wesentlich an den Dendriten der Pyramidenzellen der obersten Hirnrindenschicht auftreten und für die v.a. in Richtung Rindenoberfläche abzweigenden Apikaldendriten von Bedeutung sein dürften. Für die Rhythmik wird dem →Thalamus (Zentrum im Gehirn, das als Sammelstelle der Sinneseinflüsse (außer Geruchssinn) Informationen an die Großhirnrinde weiterleitet) eine wesentliche Rolle zugeschrieben, der durch Einflüsse aus der Formatio

reticularis (Zellanhäufungen nach Art von Nervenkernen enthaltendes Maschenwerk des Nervensystems im Rauten-, Mittel- u. Zwischenhirn; ein Schaltzentrum, das hinwärts geleitete Impulse von Sinnesorganen, Rückenmark u. Großhirn zu Impulsen umsetzt im Sinne sinnvoller, koordinierter, motorischer u. vegetativer Leistungen unter Abstimmung auf außerhalb dieses Systems ablaufende Vorgänge) moduliert wird.



Elektroden, die an der Kopfhaut befestigt werden, detektieren die elektrische Aktivität des Gehirns, die durch den Eingang des Verstärkers läuft. Die Spannung am Ausgang des Verstärkers wird hoch amplifiziert, bis zu einem Millionen Mal. Die Ausgabespannung wird von einem Aufnahmegerät aufgenommen und aufgezeichnet. (Quelle: Tyner FS, Knott JR, Mayer Jr. WB. *Fundamentals of EEG Technology. Basic Concepts and Methods Vol.I.* Raven Press, New York, 1983.).

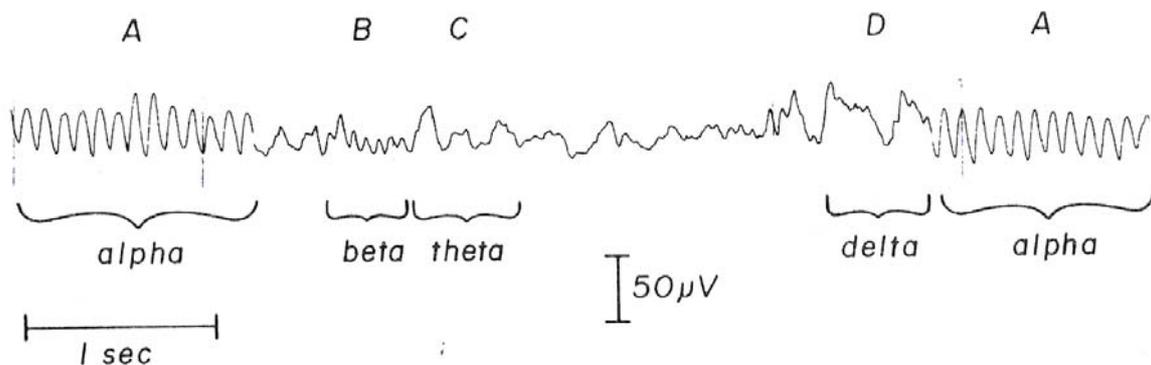


Abb. 44 Die unterschiedlichen EEG Wellen Muster auf einem kurzen EEG-Streifen (Quelle: Tyner FS, Knott JR, Mayer Jr. WB. *Fundamentals of EEG Technology. Basic Concepts and Methods Vol.I.* Raven Press, New York, 1983.)

7. **Interleukine**

Abk.: IL

Lymphokine sind Signalstoffe des Immunsystems. Als Mediatorssubstanzen sind sie verantwortlich für die Induktion und den Verlauf der abwehrzellvermittelten Immunreaktion sowie der B-Zell-Aktivierung (Antikörperproduktion). Il-6, das in der vorliegenden Arbeit bestimmt wurde, wird von aktivierten T-Zellen (dem Thymus entstammende weiße Blutkörperchen), Makrophagen (Fresszellen), Fibroblasten (Bindegewebszellen) und Endothelzellen gebildet. Es ist ein Glykoprotein mit einem Molekulargewicht von 26.000 Dalton. Seine Funktion beinhaltet die Wirkung als „colony stimulating factor“ (CSF, Blutbildung), Wachstumsfaktor für Plasmazellen, Keratinozyten (Keratin-bildende Zellen der Haut) und Mesangiumzellen (Kapillarschleife in der Niere). Es induziert die Synthese von Akute-Phase-Proteinen und ist deshalb bei Stress erhöht.

8. **Prolactin, Prolaktin**

Synonym : mammotropes (auf die Brust wirkendes) oder laktogenes (milchproduzierendes) Hormon.

Vor allem im Hypophysenvorderlappen gebildetes Proteohormon (Vorläuferhormon aus 198 Aminosäuren), das von der 8. Schwangerschaftswoche an ansteigt, um beim Geburtstermin eine Plasmakonzentration von 200 mg/l zu erreichen. Es wirkt direkt auf die Brustdrüse und stimuliert die Milchproduktion. Die Steuerung erfolgt vor allem durch einen hemmenden Faktor (Prolactin Inhibiting Factor = PIF, PIH) aus dem →Hypothalamus, der wahrscheinlich mit Dopamin identisch ist. Die Existenz eines Prolactin Releasing Factor (PRF), also eines Stoffes, der die Ausschüttung von Prolaktin induziert, ist umstritten. Auch bei sexueller Erregung und bei Stressreaktion wird Prolaktin in erhöhter Menge ausgeschüttet.

9. **Monomere**

Fachbegriff der Chemie

Stoffe, deren Moleküle nur in Form einfacher, getrennter Einheiten vorliegen.

10. Adrenocortikotropes Hormon

Synonym : Corticotropin, corticotropes Hormon, Adrenokortikotropin

Abk.: ACTH

Peptidhormon aus 39 Aminosäuren (AS), von denen nur die ersten 24 Aminosäuren für die biologische Wirkung wichtig sind. Es wird in den basophilen Zellen des Vorderlappens der Hirnanhangsdrüse unter der Kontrolle seines entsprechenden Releasing-Faktors des →Hypothalamus (Corticotropin Releasing Hormon) gebildet. Dabei unterliegt es der Beteiligung eines negativen Feed-back-Mechanismus des Corticosteroidspiegels. ACTH wirkt über eine Adenylatcyclase-Aktivierung auf die Nebennierenrinde (Anregung ihres Wachstums sowie der Bildung und Absonderung der Glucocorticoide), bewirkt eine Steigerung der Lipolyse (Fettabbau), Retinierung von Stickstoff, Anhäufung von Cholesterin im Retikuloendothelialen System (RES) und Retention von →Cortisol im Gewebe. Es hat über die Corticosteroide indirekten Einfluss auf den Stoffwechsel der Kohlenhydrate, indem es über die Steigerung der Insulinproduktion zu Hypoglykämie und verbesserter Glucosetoleranz führt. Glykogen nimmt im Leber- und Muskelgewebe zu. Es besitzt melanotrope Aktivität. Die ACTH-Konzentrationen sind bei Stress erhöht, ebenso bei Nebennierenrinden-Insuffizienz, Cushing* Syndrom sowie nach Gaben von Metopiron(R) im Funktionstest. ACTH wird etwa wie Cortison therapeutisch bei Unterfunktion der Nebennierenrinde oder bei Unverträglichkeit von Glucocorticoiden angewendet. Mit Erfolg wird Corticotropin im Rahmen der sog. ACTH-Kur zur Therapie kindlicher Epilepsien (Blitz-Nick-Salaam-Krämpfe) verabreicht. Als umstrittene Indikationen gelten Delirium tremens, Herpes zoster, Multiple Sklerose, Myasthenia gravis, Hyperemesis u. Chorea gravidarum und Epilepsie im Kindesalter. Die Halbwertszeit im Blut bei i.v.-Gabe beträgt 60 Min. Es wird diagnostisch zur Überprüfung der Nebennieren-Funktion als ACTH-Test angewendet.

11. Cortisol

Synonym: Hydrocortison, Kortisol, 17a-Hydroxycorticosteron

Natürliches Hormon der Nebennierenrinde vom Glucocorticoid-Typ, dessen Biosynthese über Cholesterin, Pregnenolon, Progesteron und 17a-Hydroxydesoxycorticosteron erfolgt. Die Cortisolsekretion wird durch Corticotropin (ACTH) angeregt. Sie ist beim Cushing* Syndrom und bei Stress erhöht. Bei der Addison* Krankheit ist sie vermindert.

12. Adrenalin

Synonym: Epinephrin

Adrenalin ist ein Hormon des Nebennierenmarks. Es gehört wie das in kleineren Mengen ebenfalls im Nebennierenmark gebildete und auch in Vesikeln gespeicherte Noradrenalin zu der Gruppe der gefäßwirksamen, gefäßverengenden Katecholamine. Es wird aus Tyrosin über Dopa, Dopamin und Noradrenalin biosynthetisiert, wobei die Synthesegeschwindigkeit mit dem Aktivitätsgrad des Enzyms Tyrosinhydroxylase korreliert. Der Abbau des in das Blut abgegebenen Adrenalins und des Noradrenalins erfolgt durch die Enzyme Catechol-O-Methyltransferase (COMT) und Monoaminoxidase (MAO). Es wird aber auch unabgebaut durch die Nieren ausgeschieden. Adrenalin aktiviert über Betarezeptoren und das Adenylatcyclase-System die Leber- und Muskelphosphorylasenenzyme und führt dadurch zu gesteigertem Glykogenabbau und zu erhöhten Blutzuckerspiegeln. Nebenbei aktiviert es die Fettgewebslipaseenzyme, was zu verstärkter Fettsäureoxidation führt. Dies wiederum ist mit einem Anstieg des Sauerstoffverbrauchs verbunden. Vor allem wirkt Adrenalin blutdrucksteigernd und gefäßverengend, was eine Steigerung des Herzminutenvolumens bewirkt.

13. Noradrenalin

Synonym.: Norepinephrin, Arterenol, Levarterenolum WHO

Noradrenalin gehört wie das Adrenalin zu den Hormonen, die im Nebennierenmark gebildet werden. Es wird zu den Katecholaminen gerechnet und entfaltet deshalb als Botenstoff des sympathischen Nervensystems und als Vasokonstriktor (im Gegensatz zu Adrenalin pulsverlangsamend und die Koronardurchströmung steigernd) seine Wirkung. Es ist ein β -Sympathomimetikum, dessen Wirkung durch MAO-Hemmer beeinflusst werden kann. Es findet seine therapeutische Anwendung bei hypotensiver Kreislaufschwäche.

14. Dementia, Demenz

Demenz ist definiert als der Verlust erworbener intellektueller Fähigkeiten, v.a. des Gedächtnisses ("Achsensyndrom der Demenz") und Veränderung der Persönlichkeit als Folge einer Hirnschädigung (Gerstmann Syndrom).

Man unterscheidet:

- *Dementia alcoholica*; Alkoholdemenz, Marchiafava-Bignami Syndrom.

- *Dementia apoplectica*; Demenz als Folge einer Hirnapoplexie und –erweichung (Hirnfarkt).
- *Dementia arteriosclerotica*; Demenz bei Zerebralarterienverkalkung (allgemein auch als senile Demenz bezeichnet).
- *Dementia choreatica*; schwere Form der Chorea Huntington (Veitstanz).
- *Demenz, endogene*; meist schleichend einsetzende Demenz, z.B. als "versandende" schizophrene Erkrankung mit Nivellierung der Gesamtpersönlichkeit.
- *Demenz, exogene*; Demenz nach Hirnverletzung, Infektionskrankheiten, Vergiftungen und bei Hirntumoren; mit Auffassungs-, Urteils- und Kombinationsschwäche; verbunden mit Gedächtnislücken ausfüllenden Konfabulationen.
- *Dementia infantilis*; Demenz im Kindesalter als Folge von Stoffwechsel- oder (heredo-) degenerativen Krankheiten oder als *Dementia praecocissima* (rapid fortschreitende Demenz nach Heller* mit Verlust bereits erworbener Sprachfähigkeit, ängstlicher Unruhe, Erregungen, motorischen Stereotypien, Zwangslachen und -weinen, Autismen).
- *Dementia paralytica*; Demenz als Kernsymptom der progressiven Paralyse mit Abbau ethischer Verhaltensweisen und persönlichkeitsfremden sozialen Entgleisungen; danach Übergang in schwerste Demenz.
- *Dementia praecocissima*; bereits im Kleinkindalter bei zuvor unauffälligem seelischem Verhalten auftretende Demenz, z.B. als *Dementia infantilis*, im engeren Sinne als infantile Schizophrenie.
- *Dementia praecox*; das zur Demenz führende "Jugendirresein". Nach Kraepelin Sammelbegriff für die Katatonie, Hebephrenie und Paranoia.
- *Demenz, präsenile*; Demenz im mittleren Lebensalter, z.B. bei Morbus → Alzheimer und Morbus Pick.
- *Demenz, senile*; umgangssprachlich als der "Altersschwachsinn" bezeichnete Demenz durch Involution (=>Hirnatrophie), bei der andere Hirnveränderungen weitgehend ausgeschlossen werden können.
- *Dementia simplex*; Demenz als symptomarme Form der Hebephrenie mit Persönlichkeitsabbau ("sang- u. klanglose Versandung").

15. Rett Syndrom

Eine nur bei weiblichen Kindern beschriebene, frühkindlich beginnende und langsam fortschreitende Enzephalopathie (z.B. Hirnatrophie) mit Demenz, autistischen

Verhaltensweisen, Stereotypien ("Handwaschbewegungen"), Zurückbleiben des Kopfwachstums, später mit epileptischen Anfällen, Apraxie und extrapyramidalen Symptomen sowie Muskelschwund und Muskelspastik.

16. Alzheimer Krankheit

Biogr.: Alois Alzheimer, 1864-1915, Neurologe, München, Breslau

Synonym: präsenile Alzheimer* Demenz, Demenz vom Alzheimer*-Typ

Wahrscheinlich dominant (evtl. aber multifaktoriell) erblicher, präseniler, im 5. bis 6. (3. bis 4.) Lebensjahrzehnt auftretender, unaufhaltsam fortschreitender, meist temporal, auch parieto-okzipital auftretender Großhirnrindenabbau (seitlich-hintere Gehirnregion) mit zunehmender Demenz (Merkfähigkeits- und Denkstörungen) bei relativ lang erhaltener Gemütsansprechbarkeit. Klinisch ähnlich der Pick-Atrophie. Ferner treten als (verwaschene) Herdsymptome →Logoklonie, →Aphasie, →Apraxie sowie motorische Unruhe (sinnlose Bewegungen), evtl. auch agnostische Symptome auf. Zusammenhänge zu einer Slow-virus-Infektion werden diskutiert.

17. Logoklonie

Rhythmisches Wiederholen kurzer Wörter oder der letzten Wortsilbe. Oft bei dem postenzephalitischen Parkinsonismus oder bei der Alzheimer Krankheit auftretend.

18. Aphasia, Aphasie

Synonym: Aphemie

Jede nicht durch eine Störung der Sprachlautbildung (Artikulation) bedingte Sprachstörung (d.h. als Störung der erworbenen Sprache). Aphasie ist eine so genannte Hirnwerkzeugstörung, die auf einer fokalen Schädigung in der dominanten Großhirnhemisphäre (v.a. der Präzentral-, Schläfen-, Inselregion) beruht.

19. Apraxia, Apraxie

Unfähigkeit zur Ausführung erlernter zweckmäßiger Bewegungen oder Handlungen trotz erhaltener Wahrnehmungs- u. Bewegungsfähigkeit.

20. Astrozytom

Von Astrozyten verschiedenen Reifegrades gebildete Geschwulst des Zentralnervensystems, v.a. des Gehirns, und zwar als großzelliges, faserreiches, derbes, fibrilläres Astrozytom oder als faserarmes, protoplasmatisches Astrozytom (evtl. als gemistozytisches Astrozytom, d.h. mit großen, monströsen Zellen mit exzentrischem Kern; oder als sog. Astroblastom). Als piloides Astrozytom wird das Spongioblastom bezeichnet.

21. Limbisches System und Fasern

Latein.: einen Limbus bzw. das limbische System betreffend

21a. Fasern

- *intramurale Fasern*; die innerhalb des Systems verlaufenden und die einzelnen Teile des limbischen Kortex verbindenden Fasern (Cingulum, Striae longitudinales des Indusium griseum, Gyrus paraterminalis etc.);
- *extramurale Fasern*; die Verbindungen zu Kernen im Zwischen- und Mittelhirn und zum Hypothalamus (Fornix, Stria terminalis, ventrale Mandelkernstrahlung; Beeinflussung vegetativer Zentren und des Neuroendokriniums), die limbische Erregungsschleife, die Nauta Schleife (zum limbischen Mittelhirnbereich), sowie afferente und efferente Verbindungen, z.B. im medialen Vorderhirnbündel zur Formatio reticularis (als einzige afferente Erregungsquelle des Systems).

21b. System

Ein phylogenetisch altes, dem Archipallium zugehöriges funktionelles System. Es ist zwischen Hirnstamm u. Neokortex gelegen. Das Großhirn, das Mittelhirn sowie extra- und intramurale limbische Fasern gehören zu diesem System. Es regelt das Affekt- und Triebverhalten und dessen Verknüpfung mit vegetativen Organfunktionen und ist wahrscheinlich auch für das Gedächtnis von Bedeutung.

22. Exophthalmus, Exophthalmie, Exophthalmos

Synonym: Protrusio sive, Proptosis bulbi, Ophthalmoptose

Krankhaftes, ein- oder beidseitiges Vortreten des Augapfels aus der Augenhöhle, evtl. bis zur Unmöglichkeit des Lidschlusses. Exophthalmie führt zu Komplikationen wie Doppeltsehen

(infolge herabgesetzter Bulbusbeweglichkeit; exophthalmische Ophthalmoplegie) oder vermehrter Absonderung von Flüssigkeit in die Bindehaut (Chemosis) mit Austrocknung der Hornhaut (=>Xerophthalmie). Zu den Ursachen gehören: Volumenzunahme des retrobulbären Gewebes (bei endokrinem Exophthalmus), entzündliche Infiltration (=Exophthalmus inflammatorius, z.B. bei Tenonitis, Orbitalphlegmone), retrobulbäre Geschwülste oder Blutungen, Sinus-cavernosus-Thrombose, Parasitenbefall, Okulomotoriuslähmung; ferner bei Hand*-Schüller*-Christian* Krankheit und Crouzon Syndrom.

- *Exophthalmus, endokriner*: tritt meist beidseitig (ca. 90%) bei Basedow Krankheit auf und steht nicht in direktem Zusammenhang mit der Schilddrüsenfunktion. Er wird wahrscheinlich durch spezifische Immunglobuline ausgelöst, die an Augenmuskelgewebe binden und eine typische Myopathie hervorrufen. Der Orbitainhalt wird außerdem durch Infiltration mit Lymphozyten, Plasmazellen und Mastzellen sowie durch Ablagerung saurer Glykosaminoglykane vermehrt.
- *Exophthalmus intermittens*: Synonym: periodischer oder alternierender Exophthalmus: Exophthalmus bei angeborener oder erworbener Varikozele der Augenhöhle, und zwar nur während einer örtlichen venösen Stauung (durch Senken und Drehen des Kopfes mit Druck auf die V. jugularis).
- *Exophthalmus, maligner*: schwere, sich steigernde und schmerzhaft Form des Exophthalmus, die zu Konjunktivitis, Hornhautgeschwüren, evtl. Panophthalmie führt. Vor allem bei Frauen als endokriner, evtl. auch paradoxer Exophthalmus sowie u.a. beim Crouzon* Syndrom oder bei akuter Entzündung.
- *Exophthalmus, paradoxer*: ein nach Beseitigung einer Hyperthyreose bestehen bleibender oder erneut auftretender Exophthalmus (unübliche Bezeichnung, da dies kein ungewöhnlicher Verlauf ist).
- *Exophthalmus pulsans*: beidseitiger Exophthalmus mit fühl- u. sichtbarem systolischem Pulsieren des Augapfels und mit über diesem hörbarem systolischem Doppelton sowie mit Venektasien in der Bindehaut, Augenmuskelstörungen, Optikusatrophie und starkem "Kopfrauschen". Meist (75%) infolge verletzungsbedingter Kurzschlußverbindung zwischen der Orbitalarterie und der Orbitalvene bzw. dem Sinus cavernosus (z.B. bei Aneurysma orbitale).

23. Purpura

Spontane, kleinfleckige ("petechiale") Kapillarblutungen in Haut, Schleimhaut und Unterhaut bei hämorrhagischer Diathese (Gefäß- und Blutplättchenstörung, toxisch-allergische Gerinnungsstörung durch Arzneimittel und bei Infekt) oder stauungsbedingt, meist in größerer Ausdehnung, v.a. an unteren Extremitäten und Druckstellen (Mikrotrauma). Zunächst hell oder dunkelrot, über braun, gelb, grün ablassend, evtl. als braunschwarze Flecken persistierend. Schwinden nicht unter Glasspateldruck (DD gegen Erythem).

24. Purpura Schönlein-Henoch

Synonym: Purpura anaphylactoides, anaphylaktoide Purpura, Purpura allergica, Purpura rheumatica, hämorrhagisches Mikroid, Schoenlein-Henoch Purpura
Toxisch-allergische Purpura nach Infektionen (Virus- oder Bakterienantigene) und/oder durch Arznei-, seltener Nahrungsmittel bedingt. Besonders an der unteren Extremität, häufig mit diffusen Hautrötungen, Schwellungen, Quincke Ödem, evtl. flüchtigen Gelenksbeschwerden und Gelenkschwellungen, Blut im Urin (= Schoenlein Nierenentzündung), Darmblutungen und Koliken (= Purpura abdominalis) einhergehend. Der Verlauf ist meist schubweise, kann aber v.a. bei Kindern als Purpura fulminans einen sehr schweren Verlauf nehmen.

25. Purpura fulminans Henoch

(Henoch 1887)

Höchst akute, häufig fieberhafte, meist in wenigen Tagen tödlich verlaufende Purpura; vor allem bei der Purpura abdominalis, aber auch der Purpura anaphylactoides. Besonders im Kindesalter tritt diese mit ausgedehnten Haut- und Subkutisblutungen (Blutblasen, Nekrosen) auf. Meist tritt sie als allergische Gefäßentzündung nach Infektionskrankheiten (v.a. Scharlach) auf, kann aber seltener auch durch Arzneimittel (v.a. Butazolidin) induziert werden.

26. Dyslexie

Fachbegriff der Neurologie

Erschwertes Lesevermögen (oft kombiniert mit Sprachschwäche). Eine Alexie (fehlendes Lesevermögen) kann als Herdsymptom bei Läsionen des Gehirns auftreten. Dyslexie kann

von stockendem Lesen ("Häsitieren") über völlige Lesehemmung nach anfänglich fließendem Lesen bis zur Dysanagnosie (Nichterkennen von Wortbedeutungen) reichen.

27. **Hyperaktivität**

Übersteigter Drang zu motorischen Äußerungen bei psychischer Unruhe, z.B. bei Manie, psychotischen/organisch bedingten Erregungszuständen.

28. **Autismus**

Fachbegriff der Psychiatrie

Autismus bedeutet das Sichabsondern von der Außenwelt unter Einkapselung in die eigene Gedanken- und Vorstellungswelt. Man unterscheidet zwei Formen:

28a. Frühkindlicher Autismus (Kanner)

Eine schon im Säuglingsalter erkennbare Kontaktstörung, charakterisiert durch das Fehlen jeglicher Reaktion auf Zuwendung der Umgebung, durch in die Ferne gerichteten Blick, zwanghafte Spielgewohnheiten und übermäßige Bindung an Einzelobjekte; Schmerzunempfindlichkeit, Sprachentwicklungsstörung (bei Sprachverständnis), Echolalie.

28b. Kindlicher Autismus (Asperger)

Im Schul- und Adoleszentenalter meist bei Knaben auftretende personale Beziehungsarmut (bei meist hoher Intelligenz).

29. **Thalamus**

Synonym: Thalamus opticus, Sehhügel

Der Thalamus schaltet als unter der Hirnrinde gelegene Sammelstelle Informationen aus den Sinnessystemen (außer Geruchssinn) zur Großhirnrinde um ("Tor zum Bewußtsein").

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adorno T, Fragment über Musik und Sprache, ges. Schr. Band 16, Frankfurt/Main, 1978 S. 252
2. Allen K., Blaskovich J. Effects of music on cardiovascular reactivity among surgeons. *Journal of the American Medical Association* 1994; 272 882-4
3. Allen K., Blaskovich J. Effects of music on cardiovascular reactivity among surgeons. *Journal of the American Medical Association* 1994; 272: 882-4
4. Almerud S, Petersson K. Music therapy--a complementary treatment for mechanically ventilated intensive care patients. *Intensive Crit Care Nurs.* (2003)19(1):21-30.
5. Altenmüller EO. How many music centers are in the brain? *Ann N Y Acad Sci.* 2001
6. Amir D. Musical and Verbal Interventions in Music Therapy: A Qualitative Study. *J Music Ther.* 1999;36(2):144-175.
7. Andritzky W. Alternative treatment in psychiatric and psychotherapy facilities in Germany. *Gesundheitswesen.* 1996 Jan;58(1):21-30.
8. Anette Landau, Peter Stulz (Hg.). *Musik und Medizin. Zwei Künste im Dialog.*, Chronos Verlag Zürich, 2003.
9. Aures W. Pleasantness: a function of sharpness, roughness, tonalness and loudness. *Fourth Workshop on Physical and Neuropsychological Foundations of Music Ossiach.* (1983)
10. Bangerter A, Heath C. The Mozart effect: tracking the evolution of a scientific legend. *Br J Soc Psy.* 2004; 43, 605-623.
11. Baroni CD. The pathobiography and Death of Wolfgang Amadeus Mozart: From Legend to Reality. *Persp Path.* 1997;28: 519-521

12. Barr J. Propofol: a new drug for sedation in the intensive care unit. *Int Anesthesiol Clin* 1993; 31: 131-154
13. Bauer W, Deutsch OE (Hg.) Mozart. Briefe und Aufzeichnungen. Gesamtausgabe, Bd. 4 [1787-1857] 1963, S. 156
14. Beddows J. (1997) Alleviating pre-operative anxiety in patients: a study. *Nurs. Stand.* 1997;11: 25-28
15. Beddows J. (1997) Alleviating pre-operative anxiety in patients: a study. *Nursing Standard* 11, 35–38.
16. Behr, C.A. *Aelius Aristides and the sacred tales*, Amsterdam
17. Bergbom-Engberg I, Haljamae H. Assessment of patients' experience of discomforts during respirator therapy. *Crit Care Med.* 1989 Oct;17(10):1068-72.
18. Bergbom-Engberg I, Haljamae H. Patient experiences during respirator treatment--reason for intermittent positive-pressure ventilation treatment and patient awareness in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 1989 Jan;17(1):22-5.
19. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: The importance of silence. *Heart.* 2005 10.1136/hrt.2005.064600
20. Bernier M., Sanares D., Owen S. & Newhouse P. (2003) Preoperative teaching received and valued in a day surgery setting. *Association of Operating Room Nurses Journal* 77, 563–582.
21. Biley F. Use of music in therapeutic care. *Br J Nurs.* 1992 Jun 11-24;1(4):178-9.
22. Brotons M, Koger SM, Pickett-Cooper P. Music and dementias: A review of literature. *J Music Therapy* 1997;34: 204-245
23. Brotons M, Koger SM. The impact of music therapy on language functioning in dementia. *Journal of Music Therapy* 2000;37(3):183-95.
24. Calvin R. & Lane P. (1999) Perioperative uncertainty and state anxiety of orthopaedic surgical patients. *Orthopaedic Nursing* 18, 61–66.

25. Calvin RL, Lane PL. Intraoperative uncertainty and state anxiety of orthopaedic surgical patients. *Orthop Nurs*. 1999 Nov-Dec;18(6):61-6.
26. Caplin, WE, Classical Form. A theory of Formal Functions of the Instrumental Music of Haydn, Mozart, and Beethoven, New York and Oxford 1998
27. Cardiovascular, cerebrovascular and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. 2005. *Heart* Bernardi L, Porta C, Sleight P. 2005 Sept 30 [Epub ahead of print]
28. Cevasco AM, Grant RE. Effects of pacifier activated lullaby on weight gain of premature infants. *J Music Ther*. 2005;42(2): 123-39
29. Chabris CF. Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*. (1999) 26;400(6747):826-7
30. Cheng DC. Pro: early extubation after cardiac surgery decreases intensive care unit stay and cost. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1995 Aug;9(4):460-4.
31. Chlan L, Tracy MF, Nelson B, Walker J. Feasibility of a music intervention protocol for patients receiving mechanical ventilatory support. *Altern Ther Health Med*. (2001) 7(6):80-3
32. Chlan L, Tracy MF, Nelson B, Walker J. Feasibility of a music intervention protocol for patients receiving mechanical ventilatory support. *Altern Ther Health Med*. 2001 Nov-Dec;7(6):80-3.
33. Chlan L, Tracy MF. Music therapy in critical care: indications and guidelines for intervention. *Crit Care Nurse*. 1999 Jun;19(3):35-41.
34. Chlan L, Tracy MF. Music therapy in critical care: indications and guidelines for intervention. *Crit Care Nurse*. (1999)19(3):35-41
35. Chlan L. Effectiveness of a music therapy intervention on relaxation and anxiety for patients receiving ventilatory assistance. *Heart Lung*. 1998 May-Jun;27(3):169-76.
36. Chlan LL. Music therapy as a nursing intervention for patients supported by mechanical ventilation. *AACN Clin Issues*. (2000) 11(1):128-38.

37. Cleary M., Lloyd S. & Maguire A. (1999) A national day only surgery benchmarking basket. *Australian Health Review* 22, 122–132.
38. Collins SK, Kuck. Music therapy in neonatal intensive care unit. In: Spintge R., Droh R. (eds.) *Music and Medicine*. MMB Music Inc., Saint Louis
39. Cork RC, Guillory EA, Viswanathan S, Eyrich JE, Heaton JF: The effect of patient controlled sedation on recovery from ambulatory monitored anesthesia care. *Am J Anesth* 1995; 94-100
40. Cowan DS: Music Therapy in the surgical arena. *Music Ther Perspect* 1991; 9:42-5
41. Cowles A, Beatty WW, Jo Nixon SJ, Lutz LJ, Paulk J, Paulk K, Ross ED. Musical Skill in Dementia: A violinist presumed to have Alzheimer's disease learns to play a new song. *Neurocase* 2003;9(6): 493-503
42. Cruise CJ, Chung F, Yogendran S, Little D. Music increases satisfaction in elderly outpatients undergoing cataract surgery. *Can J Anaesth* 1997; 44: 43-8
43. DeLoach Walworth D. Procedural-support music therapy in the healthcare setting: a cost-effectiveness analysis. *J Pediatr Nurs*. 2005 Aug;20(4):276-84.
44. DeLoach Walworth D. Procedural-Support music therapy in the healthcare Setting: A cost-effectiveness analysis. *J Ped Nurs*. 2005;20(4): 276-284
45. Dennerlein H. *Der unbekante Mozart. Die Welt seiner Klavierwerke*, Leipzig 1951. Seite 248
46. Dubois JM, Bartter T, Pratter MR. Music improves patient comfort level during outpatient bronchoscopy. *Chest*. 1995 Jul;108(1):129-30.
47. Eco (Hg.) *Die Geschichte der Schönheit*, .Carl Hanser Verlag, 2004, Seite 63
48. Eibl-Eibesfeldt I, *Die Biologie des menschlichen Verhaltens* (1984) Piper München
49. Einstein, A. *Mozart. Sein Character –Sein Werk*, Zürich und Stuttgart 1953
50. Elliott R., Payne K., Moore J., Harper N., St Leger A., Moore E., Thoms G., Pollard B., McHugh G., Bennett J., Lawrence G., Kerr J. & Davies L. (2003) *Clinical and*

- economic choices in anaesthesia for day surgery: a prospective randomised controlled trial. *Anaesthesia* 58, 412–421.
51. Farr RE: General technique adjuncts of special aid when using local anesthesia, *Practical Local Anesthesia and Its Surgical Technique*. Philadelphia, Lea and Febiger, 1929
 52. Fitch M. The patient's reaction to ventilation. *Can Crit Care Nurs J*. 1989 Jun-Jul;6(2):13-6.
 53. Fitch WT, Kramer G. Sonifying the body electric: Superiority of an auditory over a visual display in a complex, multivariate system. In: Kramer G (Hg.) *Auditory Display: sonification, Audification, and auditory Interfaces*. Reading MA: Addison-Wesley, 1994
 54. Fontaine CW, Schwalm ND. Effects of familiarity of music on vigilant performance. *Percept Mot Skills*. 1979 Aug;49(1):71-4.
 55. Fontaine DK. Nonpharmacologic management of patient distress during mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 1994 Oct;10(4):695-708.
 56. Formisano R, Vinicola V, Penta F, Matteis M, Brunelli S, Weckel JW. Active music therapy in the rehabilitation of severe brain injured patients during coma recovery. *Ann Ist Super Sanita*. 2001;37(4):627-30.
 57. Franks, NP. Molecular targets underlying anaesthesia. (2006) *Brit. J. Pharm.* 147: 72-81.
 58. Fraser C, Gaskell G. (Hg) *The social psychology of widespread beliefs*. 1990 Oxford: Clarendon Press.
 59. Gadomski M, Jochims S. Musiktherapie bei schweren Schädel-Hirn-Traumen. *Musiktherapeutische Umschau* (1986) 7, 103-110
 60. Gardner W, Licklider J, Weisz AZ: Suppression of pain by sound. *Science* 1960; 132:32-3
 61. Gardner W, Licklider J: Auditory analgesia in dental operation. *J Am Dent Assoc* 1959; 59:1144-50

62. Gardner WJ, Licklider JC, Weisz AZ. Suppression of pain by sound. *Science*. 1960 Jul 1;132:32-3.
63. Gerdner LA, Swanson EA. Effects of individualized music on confused and agitated elderly patients. *Arch Psychiatr Nurs*. 1993 Oct;7(5):284-91.
64. Gerdner LA. Effects of individualized versus classical "relaxation" music on the frequency of agitation in elderly persons with Alzheimer's disease and related disorders. *Int Psychogeriatr*. 2000 Mar;12(1):49-65.
65. Gerdner LA. Individualized music intervention protocol. *J Gerontol Nurs*. 1999 Oct;25(10):10-6.
66. Gold C, Heldal TO, Dahle T, Wigram T. Music therapy for schizophrenia or schizophrenia-like illnesses. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Apr 18;(2):CD004025.
67. Gold C, Heldal TO, Dahle T, Wigram T. Music therapy for schizophrenia or schizophrenia-like illnesses, Review. (2005) The Cochrane Collaboration. John Wiley & Sons, Ltd
68. Gold C, Heldal TO, Dahle T, Wigram T. Music therapy for schizophrenia or schizophrenia-like illnesses. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Apr 18;(2):CD004025.
69. Goldman L., Ogg T. & Levey A. (1988) Hypnosis and daycase anaesthesia. A study to reduce pre-operative anxiety and intra-operative anaesthetic requirements. *Anaesthesia* 43, 466–469.
70. Good M, Stanton-Hicks M, Grass JA et al. Relaxation and music recue post-surgical pain. *J. Adv. Nurs*. 2001;33: 208-15
71. Granberg-Axell A, Bergbom I, Lundberg D. Clinical signs of ICU syndrome/delirium: an observational study. *Intensive Crit Care Nurs*. 2001 Apr;17(2):72-93.
72. Gries ML, Fernsler J. P atient perceptions of the mechanical ventilation experience. *Focus Crit Care*. 1988 Apr;15(2):52-9.

73. Gruber, G. Mozart verstehen. Ein Versuch, Salzburg und Wien 1990
74. Gruhn W, Halley N, Kluth C. Do mental speed and musical abilities interact? *Ann N Y Acad Sci.* 2003;999: 485-96.
75. Gullledge SL, Kline OR Jr: Use of stereo headphones for patient relaxation during cataract surgery under local anesthesia. *Ophthalmic Surg* 1981; 12:289-90
76. Hannon EE, Johnson SP. Infants use meter to categorize rhythms and melodies: Implications for musical structure learning. *Cognitive Psychology* 2005;50: 354-377
77. Hannon EE, Trehub SE. Tuning in to musical rhythms: Infants learn more readily than adults. *PNAS.* 2005 102: 12639-12643.
78. Hansen-Flaschen JH, Brazinsky S, Basile C, Lanken PN. Use of sedating drugs and neuromuscular blocking agents in patients requiring mechanical ventilation for respiratory failure. A national survey. *JAMA.* 1991 Nov 27;266(20):2870-5.
79. Harrer G. Musik und Vegetativum. Ciba Geigy, Basel 1973
80. Haus R, Hennecke KH. Music therapy for prematures. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2003;207: 255-7
81. Hawksworth C, Asbury AJ, Millar K. Music in the theatre: not so harmonious. A survey of attitudes to music played in the operating theatre. *Ana* 1997;52: 77-83
82. Hawksworth C, Sivalingam P, Asbury AJ. The effect of music on anaesthetists' psychomotor performance. *Ana* 1998;53: 197-200
83. Hartz, D. Haydn, Mozart and the Viennese School 1740-1780, New York und London 1995
84. Heitz L, Symreng T, Scamman FL. Effect of music therapy in the postanesthesia care unit: a nursing intervention. *J Post Anesth Nurs.* 1992 Feb;7(1):22-31.
85. Hermann Hesse: Musik. Betrachtungen, Gedichte, Rezensionen und Briefe. Volker Michels (Hg.) Frankfurt a. Main 1986
86. Hetland, L. Listening to music enhances spatial-temporal reasoning: Evidence for the "Mozart effect". *J. Aesth. Edu()*(2000)34; 105-148

87. Hodge B, Thompson JF: Noise pollution in the operating theater. *Lancet* 1990; 335:891-4
88. Hodgkinson B., Evans D. & O'Neill S. (2000) Knowledge Retention From Pre-operative Patient Information: A Systematic Review. The Johanna Briggs Institute for Evidence Based Nursing and Midwifery, Adelaide.
89. Hughes JR, Review - The Mozart Effect *Epilepsy & Behavior* 2, (2001) Seiten 396-417
90. Hughes JR. The Mozart Effect: additional data. *Epislep & Behav.* 2002;3: 182-184
91. Hyde R., Bryden F. & Asbury J. (1998) How would patients prefer to spend the waiting time before their operations? *Anaesthesia* 53, 192–200.
92. Jackson NA. A survey of music therapy methods and their role in the treatment of early elementary school children with ADHD. *J Music Ther.* 2003 40: 203-23
93. Jausovec N, Habe K. The "Mozart effect": an electroencephalographic analysis employing the methods of induced event-related desynchronization/synchronization and event-related coherence. *Brain Topogr.* (2003) 16(2):73-84.
94. Jausovec N, Habe K. The influence of auditory background stimulation (Mozart's sonata K.448) on visual brain activity. *Int J Psychophys.* 2004;51: 261-271
95. Johann Gottfried Seume: Die Gesänge (1804), in: *Werke*, Bd.2 hg v. J. Drews, Frankfurt 1993, S. 502
96. Johnson MM, Sexton DL. Distress during mechanical ventilation: patients' perceptions. *Crit Care Nurse.* 1990 Jul-Aug;10(7):48-57.
97. Joseph Escher in *Musik und Medizin*, Peter Stulz (Hg.) Chronos Verlag Zürich, 2003 Seite 114
98. Kaden C. Musikalische Kommunikationsprozesse und ihre Quellen. *Beiträge zur Musikwissenschaft* (Berlin) 17/2. S. 117-125
99. Kaempf G, Amodei ME: The effects of music on anxiety. *AORN J* 1989; 50:112-8

100. Kain ZN, Caldwell-Andrews AA; Krivutza DM, Weinberg ME, Gaal D, Wang S-M, Mayes LC. Interactive music therapy as a treatment for preoperative anxiety in children. A randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2004;98: 1260-6
101. Kane E: The phonograph in the operating room. *JAMA* 1914; 62:1829-30
102. Kanne, FA. Versuch einer Analyse der Mozartischen Clavierwerke mit einigen Bemerkungen über den Vortrag derselben, in: *Allgemeine musikalische Zeitung, mit besonderer Rücksicht auf den österreichischen Kaiserstaat*, 5. Jahrgang, Wien 1821, passim
103. Kaplan PW. Musicogenic epilepsy and epileptic music: a seizure's song. *Epilepsy Behavior*. 2003;4: 464-473
104. Kerner, D. *Krankheiten grosser Musiker*. Friedrich-Karl Schattauer-Verlag, Stuttgart (1963)
105. Klapp BF, Neuhof H. *Musikangebot an internistischen Intensivpatienten* (1984). Aus *Musik Medizin. Physiologische Grundlagen und praktische Anwendungen*, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 1992.
106. Knaus WA et al., APACHE - Acute physiology and chronic health evaluation: a physiology based classification. *Crit Care Med*. 1981; 9: 591-597
107. Knebel AR, Janson-Bjerklie SL, Malley JD, Wilson AG, Marini JJ. Comparison of breathing comfort during weaning with two ventilatory modes. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994 Jan;149(1):14-8.
108. Koch ME, Kain ZN, Ayoub C, Rosenbaum SH. The sedative and analgesic sparing effect of music. *Anesthesiology*. 1998 Aug;89(2):300-6.
109. Koelsch S, Siebel W. Towards the neural basis of music perception. *Trends Cog Sci*. 2005;9: 578-584
110. Koger SM, Chapin K, Brotons M. Is music therapy an effective intervention for dementia? A meta-analytic review of the literature. *J. Music Therapy* 1999;36: 2-15
111. Koger SM, Chapin K, Brotons M. Is Music Therapy an Effective Intervention for Dementia? A Meta-Analytic Review of Literature. *J Music Ther*. 1999;36(1):2-15.

112. Koger SM, Chapin K, Brotons M. Is Music Therapy an Effective Intervention for Dementia? A Meta-Analytic Review of Literature. *J Music Ther.* 1999;36(1):2-15.
113. Kötter E. Der Einfluß übertragungstechnischer Faktoren auf das Musikhören. Veröffentlichungen des Staatl. Inst. f. Musikforschung Preuß. Kulturbesitz. Bd. III, Köln
114. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF & Hall JB. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *The New England Journal of Medicine* 2000; 342: 1471-1477.
115. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF & Hall JB. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *New Eng J Med* 2000; 342: 1471 – 1477
116. Kulik JA, Mahler HI, Moore PJ Social comparison and affiliation under threat: effects on recovery from major surgery. *J Pers Soc Psychol.* 1996 Nov;71(5):967-79.
117. Leach M., Zernike W. & Tanner S. (2000) How anxious are surgical patients? *Australian Confederation of Operating Room Nurses Journal* 13, 29–35.
118. Ledingham IM. Prevention and management of infections with gram-negative bacteria in intensive care units. *Br J Clin Pract Suppl.* 1988 Feb;57:45.
119. Lepage C; Drolet P, Girard et al. Music decreases sedative requirements during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 2001;93: 912-6
120. Lewis AK, Osborn IP, Roth R. The effect of hemispheric synchronization on intraoperative analgesia. *Anesth Analg.* 2004 Feb;98(2):533-6
121. Loewy J, Hallan C, Friedman E, Martinez C. Sleep/Sedation in children undergoing EEG testing: a comparison of choral hydrat and music therapy. 2005; *J Periana Nurs.* 2005;20(5): 323-332.
122. Lou MF. The use of music to decrease agitated behaviour of the demented elderly: the state of the science. *Scand J Caring Sci.* 2001;15(2):165-73.
123. Markland D, Hardy L. Anxiety, relaxation and anaesthesia for day-case surgery. *Br J Clin Psychol.* 1993 Nov;32 (Pt 4):493-504.

124. Markland D. & Hardy L. (1993) Anxiety, relaxation and anaesthesia for day-case surgery. *British Journal of Clinical Psychology* 3, 493–504.
125. Matsuyama K. Correlation between musical responsiveness and developmental age among early age children as assessed by the Non-Verbal Measurement of the Musical Responsiveness of Children. *Med Sci Mon.* 2005;11: 485-492
126. McCartney JR, Boland RJ. Anxiety and delirium in the intensive care unit. *Crit Care Clin.* 1994 Oct;10(4):673-80.
127. McDonald S, Hetrick S, Green S. Pre-operative education for hip or knee replacement. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(1):CD003526.
128. McDonald S., Green G. & Metrick S. (2004) Pre-operative education for hip or knee replacement. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 1. Art. No.: CD003526. DOI: 10.1002/14651858.CD003526.pub 2.
129. Melzack R: Recent concepts of pain. *J Med* 1982; 13:147-60
130. Meyer C., Eckert F. (1984) Musik in der Therapie Schädel-Hirn-Verletzter. Seminar Musik in der Medizin. MEDICA, Düsseldorf.
131. Michels U. dtv-Atlas zur Musik. Deutscher Taschenbuchverlag GmbH & Co. Kg München und . Bärenreiter-Verlag Karl Vötterle GmbH & Co. KG. 2001
132. Mirotznik J, Ruskin AP. Inter-institutional relocation and its effects on psychosocial status. *Gerontologist.* 1985 Jun;25(3):265-70.
133. Mirotznik J, Ruskin AP. Interinstitutional relocation and the elderly. *J Long Term Care Adm.* 1985 Winter;13(4):127-31.
134. Moerman N, van Dam FS, Muller MJ, Oosting H. The Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale (APAIS). *Anesthesia and Analgesia* 1996; 82: 445-51.
135. Moore DG, Burland K, Davidson JW. The social context of musical success: a developmental account. *Br. J Psychol.* 2003;94: 529-49

136. Mooreland RL & Zajonc RB. Is stimulus recognition a necessary condition for the occurrence of exposure effects? (1974) *J Pers Soc Psych* 30: Seiten 587-596.
137. Moscovici S *La psychanalyse, son image et son public*. 1961. Paris Presses Universitaires de France.
138. Mulooly VM, Levin RF, Feldman HR. Music for postoperative pain and anxiety. *J N Y State Nurses Assoc*. 1988 Sep;19(3):4-7.
139. Music therapy as a tool for assessing hand use and communicativeness in children with Rett syndrome. *Brain & Develop* 2005;27: 95-96
140. *Musik Medizin*. Ralph Spintge und Roland Droh. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 992
141. Niemtschek FX, *Leben des k.k. Kapellmeisters Wolfgang Gottlieb Mozart*. Nachdruck in Staackmanns Almanach, Leipzig 1941.
142. Nilsson U, Rawal N, Unosson M, Unestahl LE, Zetterberg C, Unosson M. Improved recovery after music and therapeutic suggestions during general anaesthesia: a double-blind randomised controlled trial. *Acta Ana Scand*. 2001;45: 812-7
143. Nilsson U, Rawal N, Unosson M. A comparison of intra-operative or postoperative exposure to music--a controlled trial of the effects on postoperative pain. *Anaesthesia*. 2003 Jul;58(7):699-703.
144. Nissen GN v., *Biographie W.A. Mozarts*, Leipzig 1828
145. Noda R, Maeda Y, Yoshino A. Effects of musicokinetic therapy and spinal cord stimulation on patients in a persistent vegetative state. *Acta Neurochir Suppl*. 2003;87:23-6.
146. Oehlmann W., Bernsdorff-Engelbrecht C., (Hg.) *Reclams Klavierführer Bd I*. Philipp reclam jun. Stuttgart. 1993
147. Orr D. Pre-operative teaching. Reducing pre-surgical anxiety. *Can Oper Room Nurs J*. 1986 Feb;4(1):29-31.

148. Otte A, De Bondt P, Van De Wiele C, Audenaert K, Dierckx R. The exceptional brain of Maurice Ravel. *Med Sci Monit.* 2003 Jun;9(6):RA134-9.
149. Overy. Dyslexia and music. From timing deficits to musical intervention. *Ann N Y Acad Scie.* 2003;999: 497-505.
150. Palakanis KC, DeNobile JW, Sweeney WB, Blankenship CL. Effect of music therapy on state anxiety in patients undergoing flexible sigmoidoscopy. *Dis Colon Rectum.* 1994 May;37(5):478-81.
151. Paumgartner, B. Mozart. Freiburg und Zürich 1945.
152. Pickrell KL: The use and therapeutic value of music in the hospital and operating room. *Plast Reconstr Surg* 1950; 6:142-52
153. Plazcek U. (1980) Funktionelle Musik in der gynäkologischen Praxis. Deutscher Gynäkologiekongreß, Berlin.
154. Quelle: Tyner FS, Knott JR, Mayer Jr. WB. *Fundamentals of EEG Technology. Basic Concepts and Methods Vol.I.* Raven Press, New York, 1983.
155. Ragneskog H, Asplund K, Kihlgren M, Norberg A. Individualized music played for agitated patients with dementia: analysis of video-recorded sessions. *Int J Nurs Pract.* 2001 Jun;7(3):146-55.
156. Ramsay MAE, Savege TM, Simpson BRJ & Goodwin R. Controlled sedation with alpaalone-alphadolone. *British Medical Journal* 1974; 2: 656 – 659
157. Ramsay MAE, Savege TM, Simpson BRJ & Goodwin R. Controlled sedation with alpaalone-alphadolone. *British Medical Journal* 1974; 2: 656 – 659;
158. Ratner, LG. *Classic Music, Expression Form and Style*, New York und London 1980
159. Rauhe H. *Frundlagen der Antriebsförderung durch Musik.* In: Revers W.J. Rauhe (Hg.) (1978) *Musik, Intelligenz, Phantasie.* Müller, Salzburg

160. Rauscher FH, Shaw GL, Ky KN. Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters* 1995;185: 44-47
161. Rauscher FH, Shaw GL, Ky KN. Music and spatial task performance. *Nature*. (1993) Oct 14;365(6447):611.
162. Riker RR, Picard JT & Fraser GL. Prospective evaluation of the sedation -agitation scale for adult critically ill patients. *Critical Care Medicine* 1999; 27: 1325 – 1329
163. Riker RR, Picard JT & Fraser GL. Prospective evaluation of the sedation -agitation scale for adult critically ill patients. *Critical Care Medicine* 1999; 27: 1325 – 1329
164. Sanderson PM, Tosh N, Philp S, Rudie J, Watson MO, Russell WJ. The effect of ambient music on simulated anaesthesia monitoring. *Ana.* 2005;60: 1073-1078
165. Schneider N, Schedlowski M, Schürmeyer TH, Becker H. Stress reduction through music in patients undergoing cerebral angiography *Neurorad.* (2001) 43: 472-476
166. Sebastian Hensel (Hg.): *Die Familie Mendelsohn . 1729-1847*, 18. Aufl., Bd 1, Leipzig 1924, S152
167. Shapiro RA, Berland T. Noise in the operating room. *N Engl J Med* 1972; 287: 1236-8
168. Sherratt K, Thornton A, Hatton C. Emotional and behavioural responses to music in people with dementia: an observational study. *Aging Ment Health.* 2004 May;8(3):233-41.
169. Sherratt K, Thornton A, Hatton C. Music interventions for people with dementia: a review of the literature. *Aging Ment Health.* 2004 Jan;8(1):3-12.
170. Shuldham C. A review of the impact of pre-operative education on recovery from surgery. *Int J Nurs Stud.* 1999 Apr;36(2):171-7.
171. Shuldham C. Pre-operative education--a review of the research design. *Int J Nurs Stud.* 1999 Apr;36(2):179-87.

172. Siejka A, Stepień T, Lawnicka H, Krupinski R, Komorowski J, Stephien H. Effect of the growth hormone-releasing hormone [GHRH(1-44)NH₂] in IL-6 and IL-8 secretion from human peripheral blood mononuclear cells in vitro. *Endo Reg.* 2005; 39: 7-11
173. Smith JC, Joyce CA. Mozart versus new age music: relaxation states, stress, and ABC relaxation theory. *J Music Ther.* 2004;41(3):215-24.
174. Stack S, Gundlach J. The effect of Country Music on Suicide. *Soc Forces* 1992;71: 211-8
175. Steele KM, Dalla Bella S, Crook MD. The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate: *Psych. Science.* (1999) 10: 366-369.
176. Steele KM, Dalla Bella S, Peretz I, Dunlop T, Dawe LA, Humphrey GK, Shanon RA, Kirby JL Jr, Olmstead CG. Prelude or requiem for the „Mozart Effect“? *Nature*, (1999) 400: 827.
177. Stefano GB, Zu W, Cadet P, Salamon E, Mantione K. Music alters constitutively expressed opiate and cytokine processes in listeners. *Med Sci Monit* (2004) 10(6): MS18-27
178. Stewart L, Walsh V. Infant learning: music and the baby brain. *Curr Biol.* 2005;15(21); 882-4
179. Stoltzfus DP. Advantages and disadvantages of combining sedative agents. *Crit Care Clin.* 1995 Oct;11(4):903-12.
180. Strohm, R. Merkmale italienischer Versvertonung in Mozarts Klavierkonzerten, in: *Analecta Musicologica* 18, S. 219-236. (1978)
181. Sung H, Chang AM. Use of preferred music to decrease agitated behaviours in older people with dementia: a review of the literature. *J clin Nurs.* 2005;14: 1133-1140
182. Svebak S, Stoyva J. High arousal can be pleasant and exciting. *Biofeedback and Selfregulation.* 5/4 Seiten 493-444

183. Thompson WF, Schellenberg EG, Husain G. Arousal, Mood, and the Mozart effect. *Psy Sci.* 2001;12(3): 248-251
184. Umberto Ecco (Hg.) Die Geschichte der Schönheit, .Carl Hanser Verlag, 2004
185. Updike P. Music therapy results for ICU patients. *Dimens Crit Care Nurs.* 1990 Jan-Feb;9(1):39-45.
186. Updike PA, Charles DM: Music Rx: Physiologic and emotional response to taped music programs of preoperative patients awaiting plastic surgery. *Ann Plast Surg* 1987; 19:29-3
187. v.Rheinbaben & Busch. Roche Lexikon der Medizin Urban und Schwarzenberg. 3. Auflage, München 1993
188. Vink AC, Birks JS, Bruinsma MS, Scholten RJ. Music therapy for people with dementia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(3):CD003477.
189. Vollert JO, Störk T, Rose M, Möckel M. Musik als begleitende Therapie bei koronarer Herzkrankheit. Therapeutische Musik verringerte Angst, Stress und beta-Endorphinkonzentrationen bei Patienten einer Herzsportgruppe. *Dtsch med Wochenschr* (2003) 128: 2712-2716
190. Wang SM, Kulkarni L, Dolev J, Kain ZN Music and preoperative anxiety: a randomized, controlled study. *Anesth Analg.* 2002 Jun;94(6):1489-94
191. Warnke K. Experimentelle Untersuchungen zur Tonhöhenwahrnehmung. Staatl. Inst. f. Musikforschung. Preußischer Kulturbesitz Bd. VIII Köln
192. Weiniger MB, Englund CE. Ergonomic and human-factors affecting anesthetic vigilance and monitoring performance in the operating-room environment.
193. Weins A. (1998) Preoperative anxiety in women. *Association of Operating Room Nurses Journal* 68, 74–88.
194. Whipple J. Music in intervention for children and adolescents with autism: a meta-analysis. *J Music Ther.* 2004 41:90-106

-
196. Williams A., Ching M. & Loader J. (2003) Assessing patient satisfaction with day surgery at a metropolitan public hospital. *Australian Journal of Advanced Nursing* 21, 35–41.
 197. Wilms H., *Musiktherapie bei psychotischen Erkrankungen*. Fischer, Stuttgart, 1975;
Sutermeister HM, *Musiktherapie* (1951) *Universitas* 6 307-318

DANKSAGUNG

Besonders herzlich danke ich meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Dr. Lorenz Welker, Institut für Musikwissenschaft, Department für Kunstwissenschaft, Universität München, für das Überlassen des Themas. Herr Professor Welker hat mir jede erbetene Hilfe zukommen lassen und ist mir während der gesamten Zeit beratend zur Seite gestanden.

Ich möchte Herrn Professor Dr. med. Karl-Walter Jauch, dem Direktor der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Grosshadern, Universität München, dafür danken, dass er mir gewährt hat, die Studie auf der Intensivstation der chirurgischen Klinik durchzuführen und mich dabei finanziell unterstützt hat. Auch während jeglicher Widrigkeit während der Studiendurchführung hat er zu mir gestanden.

Herr Professor Dr. med. Hartl, Oberarzt der chirurgischen Intensivstation der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Grosshadern, Universität München, hat während der Studienplanung, der Studiendurchführung und der Auswertung der Ergebnisse immer Zeit gefunden, mir zu helfen. Durch seine analytischen Fähigkeiten in der wissenschaftlichen Auswertung, sein umfangreiches intensivmedizinisches Wissen und seine kameradschaftliche Motivationsfähigkeit konnte die Studie das vorliegende Format erreichen.

Ich möchte Herrn Dr. med. Feddersen, Neurologische Klinik, Klinikum Grosshadern, Universität München, für die Hilfe bei der Durchführung und Auswertung der elektroenzephalographischen Messungen und Herrn Privatdozent Dr. med. Vogeser, Institut für Klinische Chemie, Klinikum Grosshadern, Universität München für die Hilfe bei der Durchführung der Serumprobenbestimmungen danken

Ich danke Herrn Dr. med. Tonus Timmermann, Hochschule für Musik Nürnberg Augsburg für die Vermittlung zu Herrn Professor Dr. Dr. Welker.

Mein Dank gilt meinen Lehrern, die an meine musikalischen Fähigkeiten geglaubt haben, die seit frühester Jugend versucht haben, an meinen pianistischen Fähigkeiten zu feilen und die mir das musikalische Wissen vermittelt haben, um diese Doktorarbeit durchzuführen. Dazu gehören Herr Dr. phil. M. Hofbauer (Landsberg), Frau L. Lendefeld (Suzuki Institute of Dallas), Herr A. Weber (Mozarteum Salzburg), Frau H. Nakajima (Leopold Mozart Konservatorium, jetzt Hochschule für Musik Nürnberg Augsburg), Herr C. Favre

(Conservatoire de Musique de Lausanne), Professor F. Bunn (Harvard Music Society) und vor allem Herr T. Böckheler (Richard-Strauss-Konservatorium München).

Ich danke Herrn cand. med. Hanno Niess für die Hilfe bei der experimentellen Durchführung und Datenerhebung. Mein Vater und Frau Dr. med. Kaiser haben keine Mühe gescheut, um meine Doktorarbeit in ein lesbares Format zu bringen. Besonders Frau cand. jus. Sarah Donie hat mir durch schriftliche Kommentare wie z.B. „*Wo warst Du während der Grundschulzeit? Wahrscheinlich als Strafverwiesener vor der Klassentür oder in der Eselsecke oder beim Direktor oder gar in Wald und Feld.*“ eine besondere Motivationshilfe während der Korrektur der Arbeit geliefert, wofür ich dankbar bin.

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name:	Dr. med. Claudius Conrad
Geburtsdatum:	08.01.1978
Geburtsort:	Landsberg am Lech
Eltern:	Dr. med. Dr. med. vet. Horst Conrad Jana Conrad, geb. Sucha
Geschwister:	Isabell Conrad, geb. 1975

AUSBILDUNG

2006	Harvard Medical School, Massachusetts General Hospital, Dept. of Surgery Ehrenmitgliedschaft der Georgischen Gesellschaft für Chirurgie
2005	Fachkundenachweis Rettungsdienst Graduation Medical Doctor (M.D.) USA Promotionsbeginn Musikwissenschaften zum Dr. phil.; Thema: <i>„Overtüre oder Requiem – Effekte durch Mozartsche Klaviersonaten bei schwerstkranken Intensivpatienten.“</i>
2004	Arzt, Chirurgische Klinik, Klinikum Grosshadern 2. Amerikanisches Staatsexamen (United States Medical Licensing Exam, Step 2 CS) Promotion zum Dr. med.; Thema: <i>„Vergleichende funktionelle und molekulare Charakterisierung humaner Zelllinienmodelle aus dem Knochenmark und dem peripheren Blut bezüglich deren Stammzellpotenz und Plastizität.“</i> Magna cum Laude
2003	3. Deutsches Staatsexamen Studienabschluß, Note 1,8 2. Amerikanisches Staatsexamen (United States Medical Licensing Exam, Step 2 CK)
2002	Stipendiat der Medizinischen Fakultät der LMU an die Harvard Medical School, Harvard Munich Alliance Class, 2003
2002	2. Deutsches Staatsexamen, Note 1,6
2001	Forschungsaufenthalt: “MD. Anderson Cancer Center”, University of Texas in Houston, 2 Monate
2000	1. Deutsches Staatsexamen, Note 2,0 1. Amerikanisches Staatsexamen
1997-2003	Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, München
1996-1997	Wehrdienst: 1. Gebirgsjägerdivision/231. Bad Reichenhall Hochgebirgsjägerzug, Scharfschütze, Auslandseinsätze

-
- | | |
|-----------|---|
| 1996 | Hochschuldiplom, USA (College Board: with honors)
Anerkennung durch bayer. Zeugnisanerkennungsstelle |
| 1995-1996 | Stipendiat von Rotary International Dallas, TX
Akademisches Stipendium Privatschule St. Mark's School of Texas |
| 1988-1995 | Dominikus-Zimmermann-Gymnasium Landsberg (math.-nat.) |

MUSIK

Geige und Klavier

1. Preise bei Klavier-Wettbewerben im In- und Ausland (Jugend Musiziert; ISAS Festival, USA); Harvard Music Society 2003

- | | |
|-----------|---|
| 2002-2003 | Conservatoire de Musique de Lausanne |
| Seit 1999 | Richard - Strauß - Konservatorium, München |
| 1997-1999 | Leopold - Mozart - Konservatorium, Augsburg |
| 1996-1997 | Stipendiat der Stadt Bad Reichenhall (Mozarteum Salzburg) |
| Seit 1996 | Violinist des Collegium Musicum Landsberg |
| 1995-1996 | Klavier-Stipendium am Suzuki Institute of Dallas; TX, USA |