

Lutz Jäncke

Macht Musik schlau?

Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften
und der kognitiven Psychologie

Mit einem Vorwort von Eckart Altenmüller



Lutz Jäncke
Macht Musik schlau?

Aus dem Programm Verlag Hans Huber
Psychologie Sachbuch

Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr. Dieter Frey, München

Prof. Dr. Kurt Pawlik, Hamburg

Prof. Dr. Meinrad Perrez, Freiburg (CH)

Prof. Dr. Franz Petermann, Bremen

Prof. Dr. Hans Spada, Freiburg i. Br.

HUBER 

Im Verlag Hans Huber sind außerdem erschienen – eine Auswahl:

Norbert Herschkowitz

Das vernetzte Gehirn

Seine lebenslange Entwicklung

152 Seiten (ISBN 978-3-456-84264-6)

Ulrike Stednitz

Mythos Begabung

Vom Potenzial zum Erfolg

Mit einem Vorwort von Prof. Lutz Jäncke

211 Seiten (ISBN 978-3-456-84445-9)

Informationen über unsere Neuerscheinungen finden Sie im Internet unter:
www.verlag-hanshuber.com

Lutz Jäncke

Macht Musik schlau?

Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften
und der kognitiven Psychologie

Mit einem Vorwort
von Prof. Dr. med. Eckart Altenmüller

Verlag Hans Huber

Prof. Dr. Lutz Jäncke
Universität Zürich
Institut für Psychologie
Neuropsychologie
Binzmühlestrasse 14/Box 25
CH-8050 Zürich
l.jaencke@psychologie.unizh.ch

Lektorat: Monika Eginger, Gaby Burgermeister
Gestaltung und Herstellung: Debora Lüthi
Umschlag: Atelier Mühlberg, Basel
Druckvorstufe: Claudia Wild, Stuttgart
Druck und buchbinderische Verarbeitung: Hubert & Co., Göttingen
Printed in Germany

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.



Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Anregungen und Zuschriften bitte an:

Verlag Hans Huber
Hogrefe AG
Länggass-Strasse 76
CH-3000 Bern 9
Tel: 0041 (0)31 300 45 00
Fax: 0041 (0)31 300 45 93

1. Auflage 2008
© 2008 by Verlag Hans Huber, Hogrefe AG, Bern
ISBN 978-3-456-84575-3

Inhaltsverzeichnis

Vorwort (Eckart Altenmüller)	9
1. Einleitung	11
Von Kognitionen, psychischen Funktionen und Genen	13
Transfer	14
Wunderwelt der Neuroanatomie und Bildgebung	16
Von Zeitschriften und Büchern	18
Die Geschichte dieses Buches	20
Abschließende Bemerkungen	21
2. Der Mozart-Effekt – Beginn eines Mythos	23
2.1 Der Beginn	24
2.2 Die Folgen	33
2.3 Replikationsversuche	35
2.4 Weiterführende Experimente	45
2.5 Der Einfluss der Stimmung und der Musikpräferenz	50
2.6 Zusammenfassung und kritische Würdigung	57
3. Längsschnittstudien	59
3.1 Allgemeines	59
3.2 Internationale Längsschnittuntersuchungen	61
3.3 Deutschsprachige Längsschnittstudien	74
3.4 Zusammenfassung und kritische Würdigung	90
4. Querschnittuntersuchungen	95
4.1 Musik und Gedächtnis	96
4.2 Musikgedächtnis	105
4.3 Visuell-räumliche Leistungen	113
4.4 Rechenleistungen	138
4.5 Spielen vom Notenblatt	147
4.6 Motorische Leistungen	150

4.7	Musikwahrnehmung	157
4.8	Musiker und Nichtmusiker	192
4.9	Zusammenfassung und kritische Würdigung	194
5. Lernen und passives Musikhören		197
5.1	Suggestopädie	201
5.2	Ergebnisse aus dem Journal of the Society for Accelerative Learning and Teaching	207
5.3	Ergebnisse aus Zeitschriften, die von Fachleuten begutachtet werden	210
5.4	Zusammenfassung und kritische Würdigung	233
6. Musik und Emotionen		237
6.1	Preparedness	240
6.2	Wir mögen, was wir häufig hören	246
6.3	Heute «hü» morgen «hott» – wechselnde emotionale Musikwirkungen	249
6.4	Hirnaktivität und emotionale Musik	258
6.5	Emotionen bei Profimusikern	271
6.6	Zusammenfassung und kritische Würdigung	274
7. Wie verarbeitet das Gehirn Musik?		277
7.1	Zusammenfassung	292
8. Musik und Hemisphärenspezialisierung		295
8.1	Amusie	300
8.2	Amusien bei Musikern	302
8.3	Zusammenfassung	304
9. Wie produziert das Gehirn Musik?		307
9.1	Motorische Kontrolle	308
9.2	Sequenzierung	311
9.3	Gedächtnis	314
9.4	Aufmerksamkeit	315
9.5	Musizieren – Kreativität	317
9.6	Zusammenfassung und kritische Würdigung	325

10. Verändert Musizieren das Gehirn?	327
10.1 Wiederholen ist die Mutter des Lernens	329
10.2 Expertise – Üben, Üben, Üben	334
10.3 Gehirne wie Knetmasse	335
10.4 Reifung und Hirnplastizität	347
10.5 Plastizität nicht nur bei Musikern	349
10.6 Zusammenfassung	355
11. Musik und Sprache	357
11.1 Funktionen und Module	359
11.2 Von Tönen und Sprache	361
11.3 Fremdsprachen und Musik	365
11.4 Syntax und Semantik	367
11.5 Klingt Musik französisch, deutsch oder englisch?	375
11.6 Musik und Lesen	376
11.7 Musik und Sprachstörungen	381
11.8 Zusammenfassung	387
12. Musik und Alter	391
12.1 Zusammenfassung	399
13. Schlussfolgerungen	401
Macht das Hören von Mozart-Musik schlau?	402
Hat Musikunterricht einen günstigen Einfluss auf Schulleistungen und kognitive Funktionen?	403
Worin unterscheiden sich Musiker von Nichtmusikern?	404
Lernt man besser, wenn man gleichzeitig Musik hört?	405
Beeinflusst Musik die Emotionen?	407
Wird Musik in bestimmten Hirngebieten verarbeitet?	408
Wie produziert das Gehirn Musik?	409
Verändert Musizieren das Gehirn?	410
Besteht ein Zusammenhang zwischen Musik und Sprache?	411
Ist es gut, wenn man im fortgeschrittenen Alter musiziert?	412
Soll man in der Schule musizieren?	413

14. Dank	415
15. Literatur	417
Sachwortregister	433
Personenregister	451

Vorwort

Mit Mozart-CDs zum intelligenten Kind? Führt intensivierter Musikunterricht zum «explosionsartigen» Anstieg der Intelligenz? Mit Musik schneller lernen? Oder mit Musik der Alzheimer-Krankheit vorbeugen?

Das sind Fragen, die in den letzten 15 Jahren die Öffentlichkeit bewegt haben und die anhaltend heiß diskutiert werden. Startschuss war der «Mozart-Effekt», der die vorübergehende Verbesserung von räumlichen Intelligenzleistungen nach dem Hören einer Klaviersonate von Mozart zu belegen schien. Seither sind hunderte von guten und weniger guten Arbeiten zur Wirkung von Musik auf Intelligenzleistungen, auf Gedächtnis, auf Hirnvernetzung und auf die Hirnstruktur erschienen. Wie steht es aber wirklich mit der «Macht der Musik?»

Lutz Jäncke, einer der Forscher der ersten Stunde auf dem Gebiet der «Musik-Neurowissenschaft», beantwortet diese Fragen kurzweilig, aber dennoch umfassend und kompetent. Seit Beginn der 1990er-Jahre befasst er sich mit den Themen des Buches. Er gehört zu den Wissenschaftlern, die selbst von Grund auf die Forschung auf diesem Gebiet vorangetrieben, mühsam die Methoden entwickelt und kritisch die Befunde überprüft, verworfen und bestätigt haben. Kurz, Lutz Jäncke ist im wahren Sinne des Wortes ein «intimer Kenner der Materie».

An dieser intimen Kenntnis des Themas lässt Lutz Jäncke den Leser teilhaben. Er erklärt in vorbildlicher Weise sehr komplizierte Sachverhalte in klarer Sprache, er versteht es meisterhaft, durch Vergleiche und Bilder Abstraktes anschaulich zu machen, und er erzieht den Leser zur kritischen Analyse der Fakten, ohne als Oberlehrer aufzutreten.

In dem Buch lernt der Leser nicht nur die vielfältigen Wirkungen von Musik auf Intelligenzleistungen, auf Gedächtnis, auf das Lernen, auf Emotionen, auf Hirnvernetzung und Hirnstruktur richtig zu einzuschätzen. Es wird nicht nur – endlich einmal fundiert und auch kritisch – die These «Musik macht schlau» auf Herz und Nieren geprüft, sondern dieses Buch ist auch ein Buch über die Methoden der Psychologie und der Hirnforschung.

Ein Beispiel dafür: So ganz nebenbei erfährt der Leser, dass die Ergebnisse von Forschung nur dann wirklich zählen, wenn anerkannte Experten die Durchführung der Experimente und die Analyse und Deutung der Ergebnisse überprüft haben. Dies geschieht in dem «Peer-Review»-Verfahren der internationalen Zeitschriften. Eine Untersuchung wird in



diesen angesehenen Fachjournalen nur dann veröffentlicht, wenn sie die strenge Prüfung überstanden hat. Es ist ein Grundsatz des wissenschaftlichen Arbeitens, dass durch gegenseitiges kollegiales Überprüfen der Arbeiten die Qualität und Stichhaltigkeit der Ergebnisse sicher gestellt wird oder Schwachstellen durch Kontrollexperimente korrigiert werden.

Viele Untersuchungen zur Wirkung von Musik haben diese Hürde nicht genommen, werden aber trotzdem von den Medien weiterverbreitet. Hier scheidet Lutz Jäncke die Spreu vom Weizen, ohne pharisäerhaft die Bemühungen der Kollegen, die nicht international veröffentlichen, zu entwerten. Das Buch ist zugleich eine wunderbare Einführung in die Kunst, wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen und auszuwerten. Mit viel Humor zeigt Jäncke die Fehler in der Planung von Experimenten zur Wirkung von Musikunterricht auf, die zu unklaren Ergebnissen führen. Welche Schlussfolgerungen man aus solchen Untersuchungen ziehen darf, aber vor allem, welche nicht, wird so für jeden einfach nachvollziehbar. Auf charmante und engagierte Weise erhält der Leser auch Einblicke in die hohe Kunst, mit Statistik Unsinn zu treiben. Dabei wird deutlich, dass derartige, falsch angewandte Methoden schnell aus einer kultur- und schulpolitisch gewünschten Meinung harte «wissenschaftliche» Belege entstehen lassen. Es ist diese Form der Pseudowissenschaft, die letztlich dem Anliegen der ernstesten Förderer von Musik und Musikunterricht mehr schadet als nützt.

Dieses Buch ist dringend notwendig. Es ist ein aufklärerisches Buch, das dem hohen Ideal des soliden wissenschaftlichen Arbeitens verpflichtet ist. Das Buch ist eine Orientierungshilfe für die Leser. Es schafft Ordnung in einem diffusen, oft von Meinungen und Interessen und weniger von Fakten dominierten Gebiet. Mancher Leser mag enttäuscht sein, dass lieb gewordene Slogans wie «Musik macht schlau» hinterfragt und teilweise sogar widerlegt werden. Aber zugleich werden auch die Wege aufgezeigt, in welche Richtung Pädagogik und Forschung zukünftig gehen müssen, um die Potenziale von Musik und Musikerziehung voll auszuschöpfen. Denn es bleibt bei allen kritischen Kommentaren doch auf jeder Seite spürbar: Ohne Musik wäre das Leben ein Irrtum.

Ich möchte daher allen musikbegeisterten und noch nicht musikbegeisterten Eltern, allen Pädagogen, Musikern und Kollegen der Fachdisziplinen dieses Buch ans Herz legen. Ich beglückwünsche Lutz Jäncke zu seinem Wurf und wünsche dem Buch eine weite Verbreitung.

1 Einleitung

Warum dieses Buch? Sie werden vielleicht denken, dass ist ein langweiliger Beginn einer Einleitung, aber ich schreibe diese Einleitung, nachdem ich praktisch das gesamte Buch geschrieben habe. Insofern stelle ich mir hier noch einmal die Frage, warum ich mich überhaupt diesem Projekt unterworfen habe. Ein wesentlicher Grund für dieses Buch ist das zunehmende Interesse, das ich in den letzten fünf Jahren im Zusammenhang mit diesem Thema verspürt habe. Nicht nur Neurowissenschaftler und Psychologen interessieren sich derzeit für den Zusammenhang zwischen Musik und Gehirn, sondern Musikwissenschaftler, Musiklehrer, Eltern, Musiker und neuerdings auch Lehrer, Bildungsforscher und Bildungspolitiker. Was ist passiert bzw. was hat zu diesem Interessenwechsel geführt? Ich kann dies nicht wirklich beantworten, aber ich habe den Eindruck, dass neue Erkenntnisse aus den kognitiven Neurowissenschaften – insbesondere aus dem Bereich der Lernforschung – schnell (vielleicht allzu schnell) Bestandteil der Bedürfniswelt von Lehrern, Schülern und Eltern werden. In diesem Kontext wird immer wieder die Frage gestellt: Wie kann ich effizienter und damit schneller und besser lernen? Wenn dann in diesem Zusammenhang berichtet wird, dass Musizieren Kinder «schlauer» machen würde und das Lernen von schulischen Inhalten fördere, dann werden natürlich nicht nur Fachleute, sondern insbesondere auch Laien hellhörig. Ich kann mich noch sehr gut an die Zeit erinnern, als die kognitiven Neurowissenschaften sich zu etablieren begannen (Anfang 1990). In dieser Zeit war das öffentliche Interesse an Hirnforschung eher mäßig und eher auf klinische Fragen im Zusammenhang mit neurologischen Erkrankungen ausgerichtet. Heute interessiert man sich vermehrt für das gesunde Gehirn, vor allem im Zusammenhang mit Lernen und Gedächtnis.

Das große Interesse an dem Zusammenhang zwischen der Hirnforschung und der Musik hat letztlich auch dazu geführt, dass ich in den letzten fünf bis sechs Jahren sehr viele Vorträge vor Laienpublikum gehalten habe, dessen Motivation, zu meinen Vorträgen zu kommen, ganz unterschiedlicher Natur war. Häufig waren es Musiklehrer oder

Leiter von Musikschulen, die aus Sorge vor drohenden Kürzungen staatlicher Subventionen einen kompetenten Verbündeten zu finden glauben. Andere waren einfach daran interessiert zu erfahren, ob die in der Laienpresse häufig übertrieben dargestellten Befunde sich aus dem Munde eines «Datenproduzenten» anders anhörten bzw. anhören. Gerade diese Vorträge haben mir aber gezeigt, dass ein enormer Wissensdurst bzgl. des Zusammenhangs zwischen Gehirn und Musik im Speziellen und zwischen Gehirn und Lernen im Allgemeinen herrscht. Häufig wurde ich nach meinen Vorträgen gefragt, ob ich meinen Vortrag niedergeschrieben habe und wo man ihn nachlesen könne. Eigentlich bin ich mit diesem Buch genau diesen Wünschen jetzt nachgekommen. Bei der Zusammenfassung bin ich natürlich weit über das hinausgegangen, was ich in meinen Vorträgen vorgetragen haben. Allerdings bin ich immer einem roten Faden gefolgt, der hoffentlich auch für den Leser dieses Buches nachvollziehbar ist. Der rote Faden ist durch folgende Fragen definiert:

1. Hat Musikhören und Musizieren einen Einfluss auf das Lernen?
2. Gibt es spezifische Transfereffekte vom Musizieren zu anderen geistigen Tätigkeiten, die oberflächlich nichts mit der Musik gemein haben?
3. Wie wird Musik im Gehirn verarbeitet und wie gelingt es unserem Gehirn, die komplexen Mechanismen des Musizierens zu bewerkstelligen?

Diesem roten Faden folgend stößt man auf interessante Ergebnisse, aber auch auf viele offene Fragen. Ohne die Inhalte vorwegzunehmen, kann festgestellt werden, dass immer mehr Querverbindungen zwischen verschiedenen Aspekten der Musik und der menschlichen Kognition festgestellt werden. Allerdings sind die Beziehungen meist komplizierter und manchmal subtiler als bislang gedacht. Insofern werden die oben gestellten Fragen nicht mit einfachen plakativen «Jas» und «Neins» oder – im Fall der dritten Frage – mit einer eindeutigen Erklärung beantwortet, sondern differenziert dargestellt werden. Ich habe mich bemüht, eine allgemeinverständliche Sprache zu finden, um damit auch Nichtfachleute anzusprechen. Deshalb habe ich versucht, an vielen Stellen des Buches die Fachbegriffe in alltagstaugliche Begriffe umzuwandeln. Wenn mir kein Begriff diesbezüglich eingefallen ist, habe ich die Fachbegriffe dann in Fußnoten erläutert. Bevor ich allerdings mit der faszinierenden Reise in die Welt der Forschung beginne, erlaube ich mir, einige grundlegende Begriffe zu erläutern, um das Verständnis für die Inhalte des Buches zu fördern.

Von Kognitionen, psychischen Funktionen und Genen

Im Verlauf dieses Buches werde ich häufig die Begriffe «Kognition», «kognitive Funktionen» oder auch «psychische Funktionen» verwenden. Unter dem Begriff der Kognition fassen wir die psychischen Funktionen Denken, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Lernen, Gedächtnis und Handlungskontrolle zusammen. Diese Funktionen zu erforschen, ist Gegenstand der kognitiven Psychologie. Die kognitive Psychologie ist auch ein relativ junges Forschungsgebiet, das sich erst in den 1960er-Jahren etabliert hat. Den Zusammenhang zwischen den Kognitionen und dem Gehirn erforscht das neue Forschungsfeld der kognitiven Neurowissenschaften. Dieses Forschungsgebiet interessiert sich für die Verankerung der Kognitionen im Gehirn. Hier geht es zum Beispiel um die Frage, welche Hirngebiete mit den entsprechenden Kognitionen betraut sind und wie das Gehirn diese Kognitionen kontrolliert. Die kognitiven Neurowissenschaften benötigen das theoretische Inventar der kognitiven Psychologie. Sie nutzen Modelle, Theorien und Techniken aus der kognitiven Psychologie. Im Zusammenhang mit vielen Befunden aus dem Bereich der kognitiven Neurowissenschaften wird immer wieder der Einfluss der Gene auf unser Verhalten thematisiert. Gene sind zweifellos wichtig, aber sie interagieren immer mit Umweltreizen. Unser Gehirn entfaltet sich nur in Abhängigkeit von den spezifischen Erfahrungen. Insofern ist auch unsere Intelligenz und Lernfähigkeit nur teilweise durch genetische Einflüsse determiniert. Es wurde viel darüber spekuliert und diskutiert, welchen konkreten Einfluss die Gene auf unser Verhalten haben. Derzeit besteht überhaupt kein Zweifel daran, dass unsere psychischen Leistungen durch eine Wechselwirkung zwischen Anlage, Umwelt und Trainingsmöglichkeiten bestimmt wird. Ich versuche diese Wechselwirkung durch eine einfache Formel deutlich zu machen:

Leistung = Wollen × Können × Möglichkeit.

Das «Wollen» beschreibt die in uns wohnenden Motivationskräfte, die unser Verhalten antreiben. Das «Können» umfasst unsere Fähigkeiten und Begabungen in bestimmten Verhaltens- und Denkbereichen. Das «Können» ist durch grundlegende Fähigkeiten (also angeborene Fähigkeiten), aber auch durch die erworbene Expertise bestimmt. Unter dem Begriff «Möglichkeit» fasse ich alle Rahmenbedingungen des Lernens zusammen. Die multiplikative Verknüpfung ist bewusst gewählt, denn alle drei Einflussgrößen müssen grundsätzlich vorhanden sein, um über-

haupt eine «Leistung» entstehen zu lassen. Dies soll ein Beispiel veranschaulichen. Nehmen wir einmal an, Ihr Kind wäre für das Klavierspielen besonders begabt und würde demzufolge einen hohen Wert für die Variable «Können» erhalten. Der Einfachheit halber wäre der höchste zu vergebende Wert eine 1. Demzufolge würde das hoch begabte Kind für das «Können» eine 1 erhalten. Ihr Kind ist darüber hinaus auch hoch motiviert, weiter Klavierspielen zu lernen, und Sie haben ihm auch ein tolles Steinway-Klavier gekauft. Für die Variablen «Möglichkeit» und «Wollen» fügen wir jetzt jeweils eine 1 ein. Die multiplikative Verknüpfung führt zu einer 1 ($1 \times 1 \times 1 = 1$). Ein anderes Ergebnis erhalten wir, wenn wir annehmen, dass Ihr Kind trotz hoher Begabung («Können» = 1) und besten Möglichkeiten («Möglichkeit» = 1) überhaupt keine Lust zum Lernen hat («Wollen» = 0). Es wird demzufolge niemals üben und auch keine Fertigkeiten im Klavierspielen ausbilden. Die Formel gibt dieses Ergebnis anschaulich wieder, denn das Ergebnis ist 0 ($0 \times 1 \times 1 = 0$). Andererseits veranschaulicht diese Gleichung auch eindrücklich, dass selbst geringere Begabungen («Können» = 0,5) durch hohe Motivation und besten Möglichkeiten zu ordentlichen Leistungen führen können ($0,5 \times 1 \times 1 = 0,5$). Insofern ist von einer enormen Verhaltensflexibilität auszugehen, die sehr stark von der Motivation und den Rahmenbedingungen bestimmt werden. Diese Verhaltensflexibilität zeigt sich auch in der enormen Anpassungsfähigkeit des menschlichen Gehirns. Viele anatomische Kennwerte des Gehirns werden in weit geringerem Ausmaß als bislang angenommen ausschließlich genetisch beeinflusst. Insbesondere die Hirngebiete, welche wichtige Funktionen für den Menschen beherbergen, sind sehr stark durch Erfahrung beeinflussbar. Im Grunde muss man davon ausgehen, dass unser Gehirn sich im Zuge der Evolution zu einer «Lernmaschine» entwickelt hat, um sich den ständig wechselnden Anforderungen der Umwelt anzupassen.

Transfer

Ein zentrales Thema dieses Buches ist ja die Frage, ob Musizieren oder gar Musikhören einen günstigen oder weniger günstigen Einfluss auf das Lernen und Gedächtnis haben könnte. Solche Übertragungseffekte sind für die Lern- und Gedächtnispsychologie von herausragender Bedeutung. Wenn das Erlernen oder Üben einer Aufgabe zu einem Lerneffekt bei einer anderen Aufgabe führt, spricht man von Mitübung,

Übungsübertragung oder Transfer. Man unterscheidet verschiedene Formen des Transfers. Im Hinblick auf das Lernergebnis unterscheidet man positiven von negativem Transfer. **Positiver Transfer** erleichtert das nachfolgende Lernen, während **negativer Transfer** das nachfolgende Lernen erschwert. Wenn kein Lerneffekt vorliegt, spricht man auch von einem Nulltransfer. Wenn nicht das Ergebnis, sondern Lernprozesse im Vordergrund stehen, spricht man **proaktiver** respektive **retroaktiver Hemmung**. Während die proaktive Hemmung das Behalten oder die Wiedergabe des späteren Inhalts beeinträchtigt, bezeichnet retroaktive Hemmung eine Beeinträchtigung eines früher gelernten Inhalts durch den späteren Inhalt. Eine etwas andere Beschreibung von solchen Übertragungseffekten bezieht sich auf die Ähnlichkeit des Gelernten. So kann man einen **lateralen** von einem **vertikalen Transfer** unterscheiden. Unter lateralem Transfer versteht man die Anwendung einer erlernten Fertigkeit auf ähnliche Situationen des gleichen Komplexitätsniveaus. Als vertikalen Transfer bezeichnet man die Übertragung bzw. das Anwenden von gelernten einfachen Fähigkeiten auf das Erlernen höherer (komplexerer) Fähigkeiten. Die neurophysiologischen Grundlagen von solchen Transfereffekten sind bislang noch nicht eindeutig bekannt. Man kann sich allerdings sehr gut vorstellen, dass ähnliche Reize im Gehirn durch die gleichen Hirngebiete verarbeitet werden. Ein Ton und ein Vokal haben ähnliche physikalische Anteile. Insofern ist es einsichtig, dass Töne und Vokale teilweise von ähnlichen Hirnstrukturen verarbeitet werden. Ähnlichkeiten finden sich nicht nur auf den untersten Ebenen der Reizverarbeitung, sondern zunehmend auch auf übergeordneten Verarbeitungsebenen. So wird auch die zeitliche Abfolge von Tönen, Lauten aber auch Bewegungen durch die gleichen Hirnstrukturen kontrolliert. Neben den beteiligten Hirnstrukturen und psychologischen Prozessen sind auch die gelernten Assoziationen (Verbindungen) zwischen verschiedenen Lerninhalten wesentlich für das Zustandekommen von Transfereffekten. Wenn z.B. ein Reiz mit einer ganz bestimmten Reaktion gekoppelt ist, dann wird es schwierig sein, zu lernen, dass dieser Reiz mit einer ganz anderen Reaktion in Verbindung zu bringen ist. Die zweite Reaktion wird nur anbindbar sein, wenn sie der ersten sehr ähnlich ist. Ähnlich wird es auch beim Ankoppeln von verschiedenen Gedächtnisinhalten sein. Besteht eine fest etablierte Verbindung zwischen zwei Inhalten, dann wird es schwierig sein, einen neuen Gedächtnisinhalt einzufügen, der überhaupt keinen Bezug zu den angebondenen Informationen hat. Die Frage, ob und wie viel Lern-

übertragung von einem Lerninhalt auf einen anderen besteht, wird vor allem im pädagogischen Kontext im Hinblick auf die Bedeutung formaler Bildung sehr intensiv diskutiert. So wird zum Beispiel diskutiert, dass die Inhalte der Schulfächer für sich genommen eigentlich nicht wichtig seien, sondern die Lernübertragung von dem jeweiligen Schulfach auf andere Lernsituationen. So sei beispielsweise Latein für sich genommen als Sprache eigentlich nicht wichtig, sondern der Schüler lerne durch die Beschäftigung mit lateinischen Texten, logisch zu denken, Texte zu interpretieren und vieles mehr. Ob dies der Fall ist, ist bislang nicht zweifelsfrei nachgewiesen worden. Aber man darf davon ausgehen, dass solche übergeordneten Lerntransfers wirklich stattfinden. Wahrscheinlich werden solche übergeordneten Lerntransfers auch durch den Musikunterricht ausgelöst.

Wunderwelt der Neuroanatomie und Bildgebung

An einigen Stellen des Buches werde ich nicht umhin können, neuroanatomische Begriffe zu verwenden. Für den Laien sind diese Begriffe nicht unmittelbar verständlich. Meistens sind sie in lateinischer oder griechischer Sprache. Gelegentlich werden sie auch noch abgekürzt und wirken für den Laien dann noch unverständlicher. Wenn es möglich ist, habe ich deshalb deutsche Begriffe verwendet. Eine Übersicht über die anatomische Einteilung des Gehirns habe ich in **Abbildung 1** dargestellt.

Wenn ein Baby zur Welt kommt, beträgt das Hirngewicht ungefähr 400 Gramm. In den ersten fünf bis sechs Jahren des menschlichen Lebens passiert etwas Wunderbares und Erstaunliches. Das Gehirn wächst bis zirka zum 6. Lebensjahr um das Dreifache, von 400 Gramm auf 1200 Gramm. Danach kommt es zu einigen kleinen aber durchaus markanten internen Veränderungen des Gehirns, aber das Hirngewicht ändert sich dann nicht mehr so dramatisch. Das erwachsene Gehirn wiegt etwa 1,3 bis 1,4 Kilogramm, und man schätzt, dass es aus etwa 100 Milliarden Gehirnzellen besteht. Diese Gehirnzellen werden auch Nervenzellen oder Neurone genannt. Neurone haben einen Zellkörper und kurze und lange Fasern, die mit den Zellkörpern und Fasern anderer Neurone Kontakt aufnehmen. Die Fasern, die Informationen zum Nervenzellkörper übermitteln, werden Dendriten genannt, jene Fasern, welche Informationen vom Nervenzellkörper fortleiten, nennen wir Axone. Diese Fasern kann man auch in Analogie zur Telefontechnik als Kabel

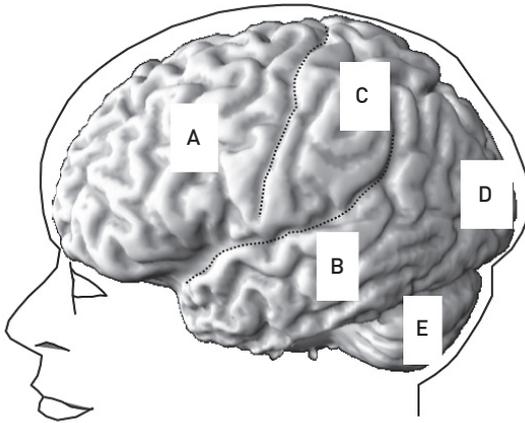


Abbildung 1: Schematische Darstellung wichtiger Hirnstrukturen. A: Frontalkortex (Stirnhirn), B: Temporalkortex (Schläfenlappen), C: Parietalkortex (Scheitellappen), D: Occipitalkortex (Hinterhauptlappen), E: Cerebellum (Kleinhirn).

bezeichnen. Über diese Verbindungen wird ein gigantisches Netzwerk aufgebaut. Man schätzt, dass rund eine Million Milliarden (10^{15}) Verbindungen zwischen den Nervenzellen existieren. Unser Gehirn schaltet immer Gruppen von Nervenzellen zusammen, um bestimmte Aufgaben zu bewältigen, nie sind nur einzelne Nervenzellen aktiv. Über diese Kabelsysteme werden elektrische Informationen übermittelt. An den jeweiligen Kontaktstellen zwischen den Nervenzellen wird in Abhängigkeit der elektrischen Erregung ein chemischer Botenstoff ausgeschüttet (Transmitter), der über den kleinen Spalt zwischen den Kontaktstellen «hinüberwandert» und auf der anderen Seite wieder elektrische Erregungen auslöst. Die elektrische Aktivität des Gehirns kann mit speziellen Verfahren gemessen werden. Dazu gehört die Elektroenzephalographie (EEG). Hierbei werden auf dem Kopf der Versuchspersonen Elektrodenkappen angebracht, welche die kleinen elektrischen Spannungsschwankungen des Gehirns messen. Das EEG ist besonders gut geeignet, um elektrische Hirnaktivität mit hoher zeitlicher Auflösung zu messen. Man kann mittlerweile anhand der Verteilung der elektrischen Aktivität an der Schädeloberfläche recht gut auf die zugrundeliegenden Quellen zurückschließen. Allerdings ist die Genauigkeit der Schätzung

im Vergleich zu anderen Verfahren nicht besonders hoch. Eine etwas komplexere Methode misst die durch die elektrische Aktivität entstandenen Magnetfelder an der Kopfoberfläche. Dieses Verfahren nennen wir Magnetenzephalographie (MEG). Sehr beliebt ist die Magnetresonanztomographie (MRT). Dieser komplizierte Name wird für eine sehr beliebte Methode der kognitiven Neurowissenschaften verwendet, mit der man sehr präzise anatomische Bilder des menschlichen Gehirns anfertigen kann. Diese Methode ist völlig nichtinvasiv und kann wiederholt eingesetzt werden. Eine Spezialvariante ermöglicht das Messen der Hirndurchblutung. Man nennt diese Methode funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), da prinzipiell ähnliche physikalische Grundlagen wie bei der MRT-Technik zur Anwendung kommen. Die räumliche Auflösung dieser Methode ist hervorragend (ca. 3 mm³), während die zeitliche Auflösung eher mäßig ist, denn die Durchblutungsveränderung erreicht zirka sechs bis acht Sekunden nach Reizdarbietung ihr Maximum. Im Vergleich dazu verfügt das EEG und MEG über eine zeitliche Auflösung im Millisekundenbereich. Bei den MRT-Methoden müssen die Versuchspersonen in eine «Magnetröhre» geschoben werden. Bei zirka acht bis zehn Prozent der Versuchspersonen kann man dann Engegefühle beobachten. Gerade empfindliche Musiker haben gelegentlich Probleme mit den fMRT- und MRT-Messungen. Das EEG ist demgegenüber wesentlich unproblematischer, weil es eleganter in Versuchen bei unterschiedlichen Versuchspersonen eingesetzt werden kann (z. B. Kinder und sensible Personen).

Von Zeitschriften und Büchern

Der berühmte und allseits geehrte Psychologe Gustav Lienert hat einmal gesagt, dass Wissen eine «Ware» sei, die den Wissenschaftlern angeboten werden müsse. Ob Wissen nun wirklich eine Ware im Sinne betriebswirtschaftlicher Überlegungen ist, kann man durchaus diskutieren. Unbestritten ist allerdings, dass man Wissen – vor allem wissenschaftliche Erkenntnisse – verbreiten und bekannt machen muss. Deshalb veröffentlichen Wissenschaftler ihre Erkenntnisse in spezialisierten Zeitschriften oder in Büchern. Bei wissenschaftlichen Erkenntnissen ist es mittlerweile üblich, dass die Erkenntnisse zunächst in spezialisierten wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden. Diese Zeitschriften verfügen in der Regel über ein so genanntes *Peer-Review-System*. Das

bedeutet, dass die Arbeiten vor der Veröffentlichung von Fachleuten (den *peers*) begutachtet werden. Man muss sich das ungefähr so vorstellen: Weltweit wird nach fachkundigen Kollegen gesucht, die als Editoren und Herausgeber der jeweiligen Fachzeitschrift wirken könnten. Übergeordnete wissenschaftliche Fachverbände, aber auch einzelne Wissenschaftler können für diese Positionen Fachkollegen vorschlagen. Aus der Gruppe der vorgeschlagenen Wissenschaftler werden dann einige als Editoren und Gutachter gewählt. Diese Fachleute verrichten ihre Arbeiten ehrenamtlich. Insofern werden diese Tätigkeiten von den Wissenschaftlern nicht nur als Last, sondern auch als Ehre empfunden, denn in der Regel werden ja nur besonders ausgewiesene Fachleute als Gutachter und Editoren von den Kollegen akzeptiert. Wird nun eine Arbeit bei der entsprechenden Zeitschrift eingereicht, entscheidet der zuständige Editor, wer die Arbeit zu begutachten hat. Häufig werden weltweit Fachleute angesprochen. Die lesen die Arbeit und entscheiden dann, ob sie für die Zeitschrift geeignet ist und bestimmten wissenschaftlichen Standards genügt. Hierzu fertigen sie teilweise umfangreiche Gutachten an, in denen sie auf Mängel und Probleme hinweisen. Wenn die Arbeit als geeignet bewertet wird, sind die Autoren in der Regel angehalten, den Änderungswünschen der Gutachter nachzukommen. Die revidierte Fassung wird dann wieder neu eingereicht und die Gutachter beginnen erneut, an der eingereichten Arbeit zu arbeiten. Das geht so lange weiter, bis die Arbeit zur Publikation angenommen respektive abgelehnt wird. Prinzipiell kann man festhalten: Je angesehenere die wissenschaftliche Zeitschrift, desto schwieriger ist es, dort eine wissenschaftliche Arbeit zu veröffentlichen. Die Güte einer Zeitschrift drückt sich in verschiedenen Kennwerten aus, auf die ich an dieser Stelle nicht näher eingehen möchte. Wichtig ist aber, dass die jeweiligen wissenschaftlichen Zeitschriften aufgrund ihres Ranges natürlich unterschiedlichen «Wert» haben. *Science*, *Nature*, *Nature Neuroscience*, *Neuron*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* oder *Psychological Science* sind sehr geachtete Zeitschriften. Die Ablehnquoten für dort eingereichte Arbeiten sind sehr hoch (ca. 80 %). Zeitschriften, die kein *Peer-Review-System* haben, sind mit «Vorsicht zu genießen», ebenso Zeitschriften mit niedrigem wissenschaftlichem Qualitätsstandard. Vor allem im Kontext dieses Buches ist es von besonderer Bedeutung darauf hinzuweisen, denn zum Thema dieses Buches finden sich in allen möglichen Publikationsformen Beiträge. So ist z. B. das Internet voll mit Webseiten, welche die fördernde Wirkung von Musik auf das Lernen und Gedächtnis thematisieren. Man

muss auch ein wenig «gewappnet» sein, wenn man sich mit Buchpublikationen auseinandersetzt. Es existieren einige Buchpublikationen, in denen experimentelle Befunde publiziert worden sind, die keinem strengen *Peer-Review*-Verfahren ausgesetzt waren. Insofern muss man immer genau hinschauen, wo die Befunde publiziert worden sind. Im Grunde genommen kann man festhalten, dass eine nichtkontrollierte oder wenig kontrollierte Publikation immer weniger Gewicht haben sollte, als streng begutachtete Veröffentlichungen.

Die Geschichte dieses Buches

Das Buch beginnt mit dem «**Mozart-Effekt**», der wie kaum ein anderer Befund in den letzten 20 Jahren gerade bei Nichtfachleuten für Furore gesorgt hat. Im Grunde ist ein Großteil der Aufmerksamkeit, welche die experimentelle Musikforschung genießt, auf diesen «Effekt» zurückzuführen. Der Originalartikel wird in der wissenschaftlichen Literatur zwar relativ häufig besprochen (von 1992 bis 2007 ca. 140mal) hat aber bemerkenswerterweise mehr «Erfolg» beim Laienpublikum. Insofern ist eine differenzierte Betrachtung dieses «Effektes» durchaus angebracht.

In Kapitel 3 werde ich mich den **Längsschnittstudien** widmen, in denen überprüft wurde, ob ein formales Musiktraining über einen längeren Zeitraum hinweg günstige oder vielleicht auch negative Einflüsse auf verschiedene Kognitionen oder Schulleistungen haben kann. Eigentlich sind Längsschnittstudien wichtige Erkenntnisquellen, um mögliche Transfereffekte zu überprüfen. Es sind allerdings nicht viele Arbeiten diesbezüglich publiziert worden. In diesem Kapitel bespreche ich auch die im deutschsprachigen Raum so intensiv diskutierte Bastian-Studie.

Die meisten Arbeiten, welche zum Thema publiziert worden sind, sind **Querschnittuntersuchungen** (Kap. 4). Mit diesem Untersuchungsansatz werden Musiker mit Nichtmusikern hinsichtlich verschiedener Leistungsmaße verglichen. Man misst beide Gruppen zu einem bestimmten Zeitpunkt und nicht wiederholt. Mit diesem Versuchsansatz sind einige methodische Probleme verbunden, die ich auch ansprechen werde.

Passives Hören von Musik ist sicherlich eines der interessantesten Themen. Immer wieder wird diskutiert, ob man während des Musikhörens besser oder schlechter lernt (Kap. 5). Oft wird auch die Frage diskutiert, ob passives Musikhören einen Einfluss auf Autofahren oder die Bewegungsgenauigkeit bei verschiedenen Bewegungen hat.

In Kapitel 6 wird ein zentraler Aspekt dieses Buches behandelt. Hierbei geht es um den Zusammenhang zwischen **Musik und Emotionen**. Unter welchen Umständen bestimmte Emotionen durch das Hören von Musik ausgelöst werden, wird in diesem Kapitel dargestellt werden. Dabei werden auch Querbezüge zu den Inhalten anderer Kapitel gezogen, denn letztlich haben die Emotionen auch erhebliche Einflüsse auf das Lernen und das Gedächtnis.

Wie das Gehirn Musik verarbeitet, ist das Thema des siebten Kapitels. Hierbei werden neue Erkenntnisse aus den kognitiven Neurowissenschaften verarbeitet.

Es folgt dann ein Kapitel, in dem die Veränderbarkeit (in der Fachsprache als Plastizität bezeichnet) des Gehirns in Abhängigkeit des Musiktrainings thematisiert wird. Hierbei werden auch durchaus kontroverse Themen und Interpretation angeschnitten. Insbesondere wird in diesem Kapitel auch die Frage erörtert, ob vielleicht Wolfgang Amadeus Mozart eher als ein «Produkt» intensiver Lernbemühungen aufzufassen ist.

Neuerdings wird Musik sehr stark mit sprachlichen Fertigkeiten in Verbindung gebracht. Die derzeit bekannten Zusammenhänge zwischen Musik und Sprache werden in Kapitel 11 mit dem Titel **Musik und Sprache** thematisiert. Hierbei werden auch mögliche Anwendungsmöglichkeiten von Musik zur Verbesserung von Sprachfunktionen angedacht.

In Kapitel 12, **Musik und Alter**, wird die These vertreten, dass auch ältere Menschen durch Musizieren aber auch konzentriertes Hören von Musik profitieren können.

Abschließende Bemerkungen

Abschließend erlaube ich mir darauf hinzuweisen, dass ich mich bemüht habe, den aktuellen Wissensstand so präzise wie möglich darzustellen. Es mag sein, dass ich die eine oder andere Arbeit nicht referiert oder auch nicht genug gewürdigt habe. Ich bitte dies zu entschuldigen. Ein solches Buch beruht immer auf persönlichen Gewichtungen. Es mag auch durchaus möglich sein, dass in Zukunft einige Befunde relativiert werden. Andere werden wahrscheinlich erhärtet oder erweitert. Wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn befindet sich in einem ständigen Fluss. Um dem gerecht zu werden, habe ich mich bemüht, die Befunde so sachlich wie möglich darzustellen.

2

Der Mozart-Effekt – Beginn eines Mythos

Ein alter Traum der Menschheit ist es, einfach und bequem zu lernen. Schon in der griechischen Philosophie ist dieses Thema sehr beliebt gewesen. In der griechischen Mythologie gibt es sogar eine Göttin für das Gedächtnis. Mnemosyne wurde sie genannt und galt bei den Griechen als die Mutter aller Musen. Neben der Göttin des Gedächtnisses gab es auch noch Lethe, den Fluss des Vergessens. Aus ihm tranken die Seelen der Verstorbenen, um die leidvollen Erinnerungen an das irdische Leben zu vergessen. Die griechischen Philosophen haben auch die ersten systematischen Methoden zur Steigerung von Gedächtnisleistungen erfunden. Trotz aller Techniken zur Verbesserung des Lernens und des Gedächtnisses ist es dem Menschen bislang noch nicht gelungen, eine Methode zu entwickeln, die es ihm erlaubt, ohne Anstrengung etwas zu lernen. Im späten Mittelalter hatte sich der Begriff des «Nürnberger Trichters» verbreitet, mit dem die Vorstellung verbunden war, dass Schüler etwas «eingetrichtert» bekommen und fast ohne Aufwand und Anstrengung sich etwas aneignen könnten. Allerdings offenbarte diese eher scherzhafte Vorstellung keine vernünftigen didaktischen Maßnahmen. Einen künstlerischen Ausdruck gewann der Wunsch, ohne Mühe zu lernen, in verschiedenen Kinofilmen. Die bekanntesten dieser Art sind «Projekt Brainstorm» und «Strange Days». Obwohl beide Filme in kommerzieller Hinsicht Flops waren, haben sie in beeindruckender Art und Weise das Thema des Lernens und «Überspielens» von Gedanken und Empfindungen von einem Menschen auf den anderen künstlerisch verarbeitet. Im Wesentlichen geht es um die Aufzeichnungen von Erfahrungen und Gefühlen anderer Menschen mittels spezieller Apparaturen. Diese Apparaturen erlauben das «Überspielen» der so gespeicherten Informationen auf andere Personen. Auf diese Art und Weise können Personen ohne Mühe in den Genuss von Erfahrungen anderer Menschen kommen. Obwohl in diesen Filmen beeindruckend dargestellt, sind wir bis heute zu solchen technischen Kabinettstücken nicht fähig. Allerdings

offenbaren diese Themen eindrücklich einen der geheimsten Wünsche des Menschen, nämlich ohne Mühe Erfahrungen zu erwerben. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass die Öffentlichkeit hellhörig wird, wenn in einer berühmten und hoch angesehenen Zeitschrift berichtet wird, dass das mühelose Hören einer Mozart-Sonate für die Dauer von höchstens 10 Minuten räumliche Wahrnehmungsleistungen steigern würde. Wird hier ein alter Menschheitstraum wahr? Kann man wirklich ohne Mühe seine Wahrnehmungsleistungen steigern? Vielleicht kann man auf diese Art und Weise auch andere Denktätigkeiten verbessern? Sicher das wäre ein bemerkenswerter Durchbruch, sie hören Robbie Williams und lösen danach Intelligenztestaufgaben schneller und effizienter. Bevor wir hier zu euphorisch werden, wenden wir uns zunächst einmal den Befunden zu.

2.1

Der Beginn

Unter dem Begriff «Mozart-Effekt» wird ein kurzzeitig fördernder Einfluss passiven Hörens von zehn Minuten Mozart-Musik (genauer: der Sonate KV 448¹) auf verschiedene intellektuelle Leistungen zusammengefasst. Die erstmalige Erwähnung dieses Begriffes wird Alfred A. Tomatis zugeschrieben, der damit zum Ausdruck bringen wollte, dass bei Kindern unter drei Jahren eine vermeintliche Steigerung der Hirnentwicklung ausgelöst werden könne, wenn Kinder Musik von Wolfgang Amadeus Mozart hören würden. Obwohl diese Annahme wissenschaftlich überhaupt nicht begründet war, hat sich dieser Begriff (wie auch die von Tomatis begründete und gleichsam wissenschaftlich nicht belegte Tomatis-Therapie²) insbesondere in der populärwissenschaft-

- 1 Seit der 3. Aufl. des KV wird dieser einzigen Sonate, die Mozart für zwei Klaviere komponiert hat, die KV-Nr. 375a zugeordnet. Da in den Arbeiten, auf die im Rahmen dieses Buches Bezug genommen wird, immer noch die alte Nummerierung, nämlich KV 448, verwendet wird, werde ich im Folgenden weiterhin die alte KV-Nummer beibehalten.
- 2 Der französische Hals-Nasen-Ohren-Arzt Alfred A. Tomatis hat im 20. Jahrhundert eine «Therapie» entwickelt, die er Audio-Psycho-Phonologie (APP) nannte. Manchmal wird diese Therapie auch als Tomatis-Methode, Tomatis-Therapie, Tomatis-Hörkur oder auch als Mozart-Therapie bezeichnet. Diese «Therapie» beruht auf Behandlungen mit speziell

lichen Presse und Literatur gehalten. Die Ideen und Spekulationen der Tomatis-Therapie wurden nie ernsthaft einer wissenschaftlichen Überprüfung unterzogen. Aus diesem Grunde liegt auch bis heute nicht eine wissenschaftliche Publikation in einer angesehenen wissenschaftlichen Zeitung vor (!), welche die Wirksamkeit der Tomatis-Therapie und des von Tomatis angenommenen Effektes des Musikhörens auf die kindliche Hirnentwicklung belegt.

Anders verhält es sich mit einem in der Folge ebenfalls als «Mozart-Effekt» beschriebenen Phänomens, das prinzipiell nichts mit der von Tomatis beschriebenen Spekulation gemein hat. Dieses Phänomen beruht auf einer Publikation der Psychologen Frances Rauscher und Kim Ky sowie des Physikers Gordon Shaw in der angesehenen wissenschaftlichen Zeitschrift *Nature* aus dem Jahr 1993 (Rauscher, Shaw und Ky, 1993). Grundlage dieser Publikation ist ein Modell, das der Physiker Gordon Shaw bereits in anderen nicht minder angesehenen wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht hatte (Shaw, Silverman und Pearson, 1985). Zentrale Annahme dieses Modells ist, dass eine Reihe von Denk- und Wahrnehmungsprozessen mit ganz spezifischen Aktivierungsmustern im Gehirn gekoppelt seien. Diese Aktivierungsmuster sollen im Hinblick auf ihre räumliche Verteilung (symmetrisch um den Aktivierungsfokus) und ihre zeitliche Entwicklung spezifisch sein. Diese Überlegung wird anhand des von Shaw vorgeschlagenen Trionen-Modells mit Grundprinzipien der menschlichen Neuroanatomie in Verbindung gebracht.

Grundannahme dieses Modells sind die «Trione». Der Begriff «Trione» wurde ursprünglich von Gordon Shaw geprägt und soll Teile von kortikalen Kolumnen beschreiben. Kortikale Kolumnen sind senkrecht angeordnete Säulen in der Hirnrinde, in denen die Nervenzellen zu funktionellen Einheiten zusammengeschaltet sind. Die einzelnen Trione sind wiederum zu größeren Netzwerken (Trionennetzwerken) zusammengeschlossen. Diese Gruppe von Kolumnen kann viele raum-zeitliche Aktivierungs-

aufbereiteter Musik und anderen auditiven Aspekten. Insgesamt geht Tomatis davon aus, dass diese «Therapie» die Fähigkeit zum Zuhören und Kommunizieren fördern solle. Des Weiteren sollen auch zahlreiche andere positive Auswirkungen auf verschiedene Bereiche der Gehirnfunktionen existieren. Dieser «Therapieansatz» soll bei einer großen Zahl von Verhaltensauffälligkeiten wirksam sein. Von der wissenschaftlichen Medizin wird die Methode allerdings abgelehnt. Hierzu existieren eine Reihe von dezidierten Stellungnahmen medizinischer Organisationen.

muster annehmen. Damit ist gemeint, dass durch unterschiedliche Aktivierungsmuster verschiedene Trione zu unterschiedlichen Zeitpunkten aktiv werden können. Nicht nur das raum-zeitliche Aktivierungsmuster kann sich ändern, sondern auch die Aktivitätsstärke. So sollen mindestens drei Aktivitätsstärken, nämlich durchschnittlich, unterdurchschnittlich und überdurchschnittlich, möglich sein. Je nach Aktivierungsmuster sollen verschiedene Gedächtnisfunktionen mehr oder weniger besser ablaufen. Shaw geht davon aus, dass für verschiedene intellektuelle Leistungen bestimmte Aktivierungsmuster von Trionennetzwerken typisch seien. Je nach durchgeführter intellektueller Leistung sollen diese neuronalen Aktivierungsmuster in ganz bestimmten Hirngebieten auftreten. Grundsätzlich werden im Rahmen dieses Modells zwei unterschiedliche Typen des Denkens bzw. von intellektuellen Funktionen unterschieden, die jeweils mit unterschiedlichen raum-zeitlichen Hirnaktivierungsmustern einhergehen sollen: (1) das so genannte räumlich-zeitliche (*spatial-temporal*: ST) und (2) das sprachlich-analytische (*language-analytic*: LA) Denken. Beide Denktypen sollen grundlegend für unser Problemlösen und unsere Kreativität sein. Hierbei sollen beide Denktypen abwechselnd als Strategien eingesetzt werden. Die sprachlich-analytische Strategie soll vor allem dann eingesetzt werden, wenn wir Probleme lösen und zu quantitativen Ergebnissen kommen. Die Strategie des räumlich-zeitlichen Verarbeitens soll dann zum Einsatz kommen, wenn wir mentale Bilder verarbeiten und diese auch zum Lösen von zukünftigen oder gegenwärtigen Problemen nutzen (z.B. beim Schach, wenn mehrere Züge im Voraus geplant werden).

Die interessante (allerdings vereinfachende) Annahme von Shaw ist, dass räumlich-zeitliche Verarbeitungsmuster grundlegend für einige kognitive Prozesse seien. So sollen mathematisches Schlussfolgern, logisches Denken und die Verarbeitung bzw. Wahrnehmung bestimmter Musikstücke eher durch ganz bestimmte räumlich-zeitliche Aktivierungsmuster in bestimmten Hirnregionen gefördert werden. Der Kern der Überlegung ist, dass diese jeweils spezifische Hirnaktivierung zu eher bildhaften Verarbeitungsstrategien (wie Vorstellung, Visualisierung etc.) führt. Um dies zu erläutern, führt Shaw Beispiele von außergewöhnlichen Menschen an, die infolge ihrer besonderen Fähigkeit mit solchen visuellen Vorstellungsstrategien außerordentliche Leistungen erbracht hätten. So wird eine Autistin dargestellt, die aufgrund ihrer hervorragenden Fähigkeit, sich mental Bilder vorzustellen, zu bemerkenswerten neuen Erkenntnissen in der Viehhaltung gekommen sei, weil sie sich in

die Lage habe versetzen können, quasi virtuell als Tier durch die Tierhaltungsanlagen zu streifen. Im Zuge solcher Darstellungen kommt Shaw zu dem Schluss, dass Mathematik und Musik Gemeinsamkeiten hätten. Als Beleg führt er unter anderem an, dass die «alten» Griechen Musik als einen der vier Zweige der Mathematik aufgefasst hätten. Des Weiteren gibt er an, dass schon bekannt sei, dass eine Korrelation zwischen Musik- und Mathematikleistungen bestehe. Durch diese inhaltliche Nähe führe die Stimulation mit Musik zu einer räumlich-zeitlichen Hirnaktivierung, die ähnlich jener sei, welche auch beim optimalen Lösen von Mathematikaufgaben vorteilhaft ist. Aber warum gerade Mozart-Musik?

Shaw gibt an, deshalb gemeinsam mit Frances Rauscher Mozart-Musik gewählt zu haben, weil Wolfgang Amadeus Mozart bereits im Alter von vier Jahren komponiert habe, ohne eine Note seiner Niederschriften zu korrigieren. Offenbar wird dies als Hinweis auf seine außergewöhnlichen Fähigkeiten im Hinblick auf die Visualisierung von Noten und die daraus abgeleitete Lern- und Speicherfähigkeit herangezogen. Aus diesem Grunde sind sie offenbar davon ausgegangen, dass die vermuteten außergewöhnlichen visuellen Fähigkeiten von Wolfgang Amadeus Mozart sich auch in der von ihm komponierten Musik niedergeschlagen hätten. Des Weiteren sollte wohl diese Musik wiederum die gleichen Hirnaktivierungen beim Hörer hervorrufen, welche bei Mozart vorlagen, als er die Musik komponierte. Rauscher und Shaw haben zwar nie explizit den Bezug zu Mozarts Hirnaktivierungen gezogen, aber aus den wenigen ihrer diesbezüglichen Zitate ist für mich nur diese logische Schlussfolgerungskette (Shaw, 2001) nachvollziehbar: «Frances Rauscher and I chose Mozart since he was composing at age 4 and could write down an entire composition without changing a note. Thus we felt that Mozart was the prime candidate for his music to resonate with the innate columnar cortical structure.»

Aufgrund dieser Überlegungen kam es zu der ersten Studie, in der die kurzfristige Wirkung des Hörens einer Mozart-Sonate auf das Lösen von räumlichen Aufgaben untersucht wurde. In dieser Publikation berichten Rauscher und Kollegen über ein Untersuchungsergebnis, das bis heute insbesondere die populärwissenschaftliche Presse interessiert. Die Forscher hatten insgesamt 36 College-Studenten untersucht, die drei unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt waren: In einer Bedingung hörten die Versuchspersonen die ersten zehn Minuten von Mozarts Sonate für zwei Klaviere in D-Dur (KV 448). In einer zweiten Bedingung hörten die Versuchspersonen Entspannungsinstruktionen und in der dritten Bedin-

gung saßen die Versuchspersonen in völliger Stille und hörten demnach nichts. Unmittelbar nach jeder Versuchsbedingung waren die Versuchspersonen angehalten, jeweils einen Untertest des Stanford-Binet-Intelligenztestes zu bearbeiten. Hierbei handelte es sich um einen Test, der insbesondere räumlich-intellektuelle Leistungen erfasst (Musteranalyse, Matrizentest und ein so genannter Papierfaltetest). Rauscher und Kollegen stellten eine vorübergehende Steigerung des räumlichen Denkens nur nach der Darbietung der Mozart-Klaviersonate fest. Konkret konnten sie zeigen, dass die Leistungen in diesen Untertests nach der Präsentation der Mozart-Sonate 119 IQ-Punkte betrug, während nach dem Hören der Entspannungsinstruktion ein IQ von 111 und in der Ruhebedingung ein IQ von 110 erzielt wurde. Die unterschiedlichen Messwerte wurden dann noch einer statistischen Analyse unterzogen, wobei sich ergab, dass die räumlichen Leistungen nach der Präsentation der Mozart-Sonate signifikant höher ausgefallen waren als die räumlichen Leistungswerte nach der Entspannungsinstruktion und der Ruhebedingung. Die Leistungskennwerte nach der Ruhebedingung und nach der Entspannungsinstruktion waren identisch und unterschieden sich demzufolge auch statistisch nicht voneinander. Zur Kontrolle der allgemeinen vegetativen Erregung haben die Forscher noch die Pulsrate (also die Herzschlagfrequenz) jeweils vor und nach den Versuchsbedingungen gemessen. Die Pulsraten unterschieden sich nicht für die drei Versuchsbedingungen. Daraus schlossen die Forscher, dass die grundlegende Erregung in allen drei Bedingungen identisch war und demzufolge die unterschiedlichen kognitiven Leistungen nicht auf einen allgemeinen und damit unspezifischen Erregungseffekt zurückzuführen sind. Die Autoren vermerken noch, dass die Verbesserung der kognitiven Leistungen nur temporär und nach zehn bis 15 Minuten wieder verschwunden sei.

Soweit die kurze Darstellung der Publikation und der darin berichteten Befunde (siehe hierzu auch Abb. 2). Es muss noch erwähnt werden, dass die Publikation als «Scientific Correspondence» in *Nature* erschien und demzufolge nur wenig Raum zur Beschreibung der Einzelheiten zur Verfügung stand. Insofern sind wichtige Informationen, die für die Bewertung der Befunde notwendig wären, nicht aufgeführt. Wir wissen demnach nichts über das Alter und Geschlecht der College-Studenten, auch wissen wir nichts über die grundlegenden intellektuellen Fähigkeiten dieser Studenten. Unbekannt ist auch, ob die Testpersonen musikalische Vorerfahrungen hatten, ob sie ein Instrument spielten, welche Musikpräferenzen sie pflegen oder in welcher Stimmung sie sich zum

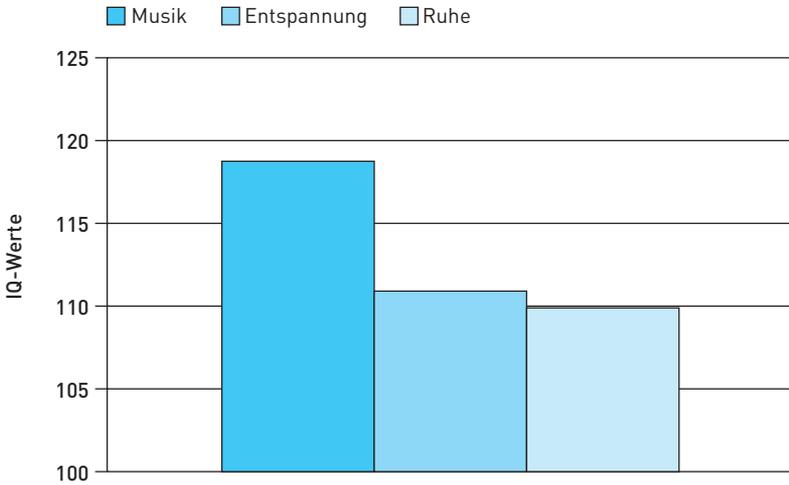


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Befunde aus der Originalarbeit von Rauscher et al. (1993). Dargestellt sind die Testleistungen in dem verwendeten visuell-räumlichen Test als IQ-Werte. Ein IQ-Wert von 100 entspricht dem Durchschnitt.

Zeitpunkt der Untersuchung befanden. Es sind noch viele Fragen offen, die aber hier aus Platzgründen nicht weiter erörtert werden sollen. Wichtiger ist allerdings ein anderer Aspekt, der in dieser Arbeit nicht explizit thematisiert wurde, nämlich ob alle Versuchspersonen die drei Bedingungen in der gleichen Abfolge absolviert haben. Obwohl die Autoren erwähnen, dass sie keine Reihenfolgeeffekte feststellen konnten, wird an keiner Stelle der Publikation erwähnt, ob die Abfolge der Versuchsbedingungen kontrolliert wurde. Üblicherweise werden in solchen Experimenten die Versuchsbedingungen entweder per Zufall dargeboten oder nach bestimmten Plänen realisiert. Bei einer zufälligen Darbietung der Bedingungen wird vor der Untersuchung jeder Versuchsperson die Abfolge der Bedingungen per Zufall ermittelt. Dadurch kann man ausschließen, dass die Ergebnisse einer Bedingung die Ergebnisse der anderen Bedingung beeinflussen. Im Falle der Untersuchung muss man allerdings aufgrund der in der Publikation vorliegenden Informationen davon ausgehen, dass dieser Reihenfolgeeffekt nicht überprüft wurde, demzufolge kann gar nicht eindeutig darauf geschlossen werden, dass die Verbesserung der kognitiven Leistungen durch das Hören der Mozart-Sonate bedingt war.