

Der Mozart-Effekt – Eine wissenschaftliche Legende?

Oder: Der Einfluss von Musik auf die kognitive Leistungsfähigkeit

Petra Jansen-Osmann

Zusammenfassung. Diese Arbeit bietet einen Überblick über die zentralen Studien zum Einfluss von Musik auf die kognitive Leistungsfähigkeit. Unter dem „Mozart-Effekt“ wird die Annahme verstanden, dass die visuell-räumliche Leistungsfähigkeit durch zuvor gehörte Musik, insbesondere Musik von Mozart, verbessert werden kann. Die dargelegten Studien machen deutlich, dass dieser Einfluss wenig mit dem Hören der Mozart-Musik zu tun hat, sondern vielmehr ein Erregungs- bzw. ein Stimmungseffekt ist und darüber hinaus von der Art der experimentellen Versuchsanordnung und der untersuchten Versuchspersonengruppe abhängig ist. Die Analyse der Studien zur Bedeutung des überdauernden praktischen Musizierens weisen insgesamt einen schwachen Zusammenhang zur Verbesserung der allgemeinen Intelligenz auf. Am Ende des Artikels wird die Frage diskutiert, inwiefern neueste Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie es erlauben, sich dem Thema der Bedeutung von Musik auf die kognitive Leistungsfähigkeit unter einem anderen Blickwinkel zu nähern. Die Bedeutung dieses Ansatzes für die Musiktherapie wird umrissen. Schlüsselwörter: Musik, Mozart-Effekt, kognitive Leistungsfähigkeit, Intelligenz, Entwicklung

The Mozart effect – A scientific legend? Or: The influence of music on cognitive performance

Abstract. This paper provides a comprehensive overview of the central studies regarding the influence of music on special cognitive tasks. The term “Mozart effect” became quite popular almost 10 years ago. It describes the phenomenon that spatial cognitive performance or intelligence could be increased by hearing ten minutes of a Mozart sonata. The studies described in this paper show that this phenomenon does not depend on hearing music. It seems quite more plausible that changes in listeners’ arousal levels and their moods induce this effect. Furthermore, it is shown that results vary quite substantially as a function of the experimental design. The analysis of the influence of music lessons reveals small but reliable associations between music lessons and general intelligence. At the end of the paper, the question is raised if the new findings from neuroscience and cognitive psychology may allow the investigation of the influence of music on cognitive performance from a different point of view. Finally the importance of this approach for music therapy will be discussed.

Key words: music, Mozart effect, cognitive performance, intelligence, development

Niemand wird bezweifeln, dass Musik eine Wirkung auf unser emotionales Befinden hat: Musik kann Wunden langsam verheilen lassen, uns aber auch die Tiefe des Schmerzes bewusst machen. Genauso wie sie uns wütend und aggressiv machen kann und uns damit im Alten beharren lässt, kann sie uns helfen, Abschied zu nehmen und einen neuen Anfang zu wagen. Wir glauben gerne, dass Musik einen Einfluss auf unsere Entwicklung, d. h. auf das Leben ausmachende Wachsen hat, auch wenn es bis zu diesem Zeitpunkt nur relativ wenige wissenschaftliche Untersuchungen zum Einfluss der Musik auf die Befindlichkeit gibt (vgl. Spitzer, 2005). Viel skeptischer werden wir vielleicht sein, wenn wir hören, dass Musik auch die Intelligenz verbessern soll. Oder vielleicht doch nicht? Erinnern wir uns dann nicht an so berühmte Menschen wie Johann Sebastian Bach, der auch als komponierender

Mathematiker bezeichnet wird, oder an bekannte Physiker(innen) des letzten Jahrhunderts wie Werner Heisenberg und Lise Meitner, die passionierte Pianisten waren. Auch von Albert Einstein wissen wir, dass er besonders gut physikalische Probleme lösen könnte, wenn er die klaren Tonfolgen Bachs auf dem Klavier spielte. Spätestens seit der 1993 im renommierten wissenschaftlichen Fachblatt „Nature“ erschienenen Arbeit von Rauscher, Shaw und Ky schien diese Annahme der Verbesserung der Intelligenz durch Musik auch empirisch beweisbar zu sein. Diese Arbeit ging unter dem Begriff des „Mozart-Effektes“ in die Forschung ein.

Der Mozart-Effekt und seine Popularität

Der Mozart-Effekt besagt in seiner ursprünglichen Form, dass das Hören einer Mozart-Sonate die räumliche Intelligenz – d. h., die Fähigkeit, räumliche Information zu ver-

Martin Heil sei von Herzen für sein Interesse, für die Anregungen und die konstruktiven Vorschläge beim Schreiben dieses Artikels gedankt.

arbeiten und zu manipulieren – verbessert: Rauscher, Shaw und Ky (1993) ließen 36 Studierende 10 Minuten lang ein Stück aus einer Mozart-Sonate (für 2 Klaviere, D-Moll, K448) bzw. ein Stück aus einer Entspannungs-CD hören. Darüber hinaus mussten die Studierenden 10 Minuten in Ruhe verweilen. Nach jeder dieser 3 Bedingungen lösten die Studierenden jeweils eine räumliche Aufgabe (Muster-Analyse, Matrizen-Test und Papierfalt- und Schnitttest) aus der Stanford-Binet Intelligenzskala. Abbildung 1 zeigt eine Aufgabe im Papierfalt- und Schnitttest.

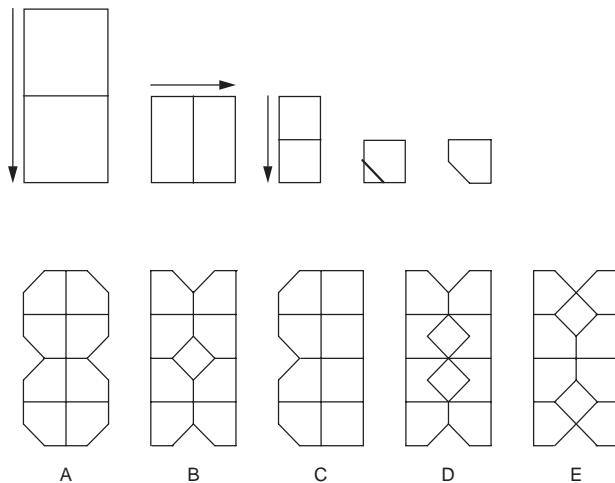


Abbildung 1. Die Abbildung 1 zeigt eine mögliche zu lösende Aufgabe des Papierfalt- und Schnitttestes, entlehnt aus Schellenberg (in press). In der ersten Reihe wird den Versuchspersonen eine geringe Anzahl von Papierblättern dargeboten, die von links nach rechts gelesen, auf bestimmte Art gefaltet bzw. geschnitten werden sollten. Dabei geben die Pfeile die Faltrichtung an. In der zweiten Reihe erhalten die Versuchspersonen fünf mögliche Schnittmusterergebnisse. Sie sollen nun das richtige Schnittmuster, welches sich aus dem Falten und Schneiden ergibt, auswählen.

Wandelte man die Leistungswerte der Studierenden in normierte Intelligenzwerte (IQ-Werte) um, zeigte sich, dass sie nach dem Hören der Mozartsonate (mittlerer IQ-Wert: 119) signifikant intelligenter waren als nach dem Hören der Entspannungsmusik (mittlerer IQ-Wert: 111) oder dem Verweilen in Ruhe (mittlerer IQ-Wert: 110).

Diese Arbeit blieb nicht ohne gesellschaftliche Folgen. Schaut man allein bei Amazon nach Büchern und CDs zum Mozart-Effekt, wird man schnell und ausgiebig fündig, so gibt es dort den Mozart-Effekt für den Erwachsenen und für die werdenden Mütter – als seien sie keine Erwachsenen und bräuchten einen eigenen Mozart-Effekt – in gehäufte Form für Kinder und im Besonderen auch einen Mozart-Effekt für Babys.

1998 erhielt im Bundesstaat Georgia in den USA jede Mutter bei der Geburt eine Klassik-CD, im selben Jahr wurde in Florida ein Gesetz erlassen, dass jeder Kinder-

garten jeden Tag klassische Musik spielen musste, ja nicht nur das, selbst Gefängnisinsassen mussten Mozart hören, und man beschallte sogar Rosen bei der Keimung! Obwohl im Mittelpunkt der Aktivitäten die Förderung von Kindern durch Musik stand, gab es bis zu diesem Zeitpunkt noch keine einzige Arbeit, die die Wirkung des Hörens von Musik auf die kognitive Entwicklung bei Kindern untersuchte. Dieses Phänomen der plötzlichen Popularität eines Effektes wird von Bangerter und Heath (2004) als ein prototypisches Beispiel einer *wissenschaftlichen Legende* gesehen, für die es ihres Erachtens drei Gründe gibt: Erstens zog der Mozart-Effekt weit mehr Interesse nach sich als vergleichbare Arbeiten und wurde über einen längeren Zeitraum zitiert. Zweitens wurde er in den USA häufiger in einer Zeit zitiert, in der die intellektuelle Förderung der Kinder ein zentrales Thema war, er fiel sozusagen auf ein entsprechendes gesellschaftliches Umfeld, und drittens mutierte er über die Zeit hinweg aus den wissenschaftlichen in die (amerikanischen) populärwissenschaftlichen Zeitschriften. Doch ist diese Einschätzung von Bangerter und Heath (2004) gerechtfertigt? Handelt es sich wirklich nur um eine wissenschaftliche Legende, oder gibt es nicht doch empirische Evidenz für die fördernde kognitive Wirkung der Musik?

Der Mozart-Effekt und seine wissenschaftliche Diskussion

Zwei Jahre nach ihrer „bahnbrechenden“ Arbeit in *Nature* veröffentlichten Rauscher, Shaw und Ky (1995) eine weitere Studie, in welcher Studierende zunächst auf Grund ihrer Vortest-Leistung in dem Papierfalt- und Schnitttest drei Gruppen gleicher Leistungsstärke zugeordnet wurden. Die erste Gruppe hörte an drei aufeinander folgenden Tagen jeweils 10 Minuten lang die besagte Mozart-Sonate, die zweite Gruppe verweilte in derselben Zeit jeweils 10 Minuten in Stille, und die dritte Gruppe hörte am ersten Tag minimalistische Musik von Philipp Glass (*Music with changing parts*), am zweiten Tag ein Hörspiel und am dritten Tag Tanzmusik. Die Leistung im Papierfalt- und Schnitttest ergab, dass die „Mozart-Gruppe“, und hier insbesondere die schlechten Versuchspersonen, eine signifikante Leistungsverbesserung nach der ersten Sitzung zeigte (siehe Abbildung 2), sich aber nach den darauf folgenden beiden Sitzungen nicht weiter verbesserte.

Die Autoren erklären ihre Befunde mit einem inhaltsleeren aber zumindest sehr abstrakt klingendem „Trion-Modell“ der neuronalen Verschaltung (siehe Abbildung 3).

Sie spekulieren, dass die Aktivität verschiedener Trione als Minimaleinheiten gebündelter Neurone zu einem analytischen Aktivitätsmuster beim Lösen räumlicher Aufgaben und beim Hören von Musik führt, im Gegensatz zu einem kreativen Aktivitätsmuster, welches eher bei der Lösung kreativer Aufgaben erzeugt wird. Weder Trione noch deren Aktivitätsmuster sind aber jemals beobachtet oder gemessen worden.

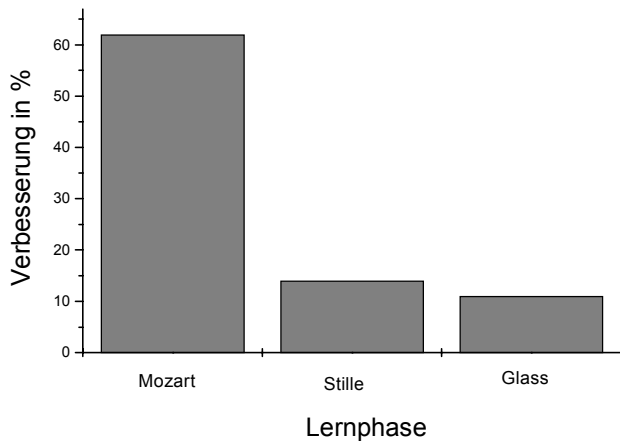


Abbildung 2. Abbildung 2 zeigt die Mittelwerte der Verbesserung in % nach dem Hören der Mozart-Musik im Vergleich zu der signifikant geringeren Verbesserung nach dem Hören der Philipp Glass-Musik und dem Verweilen in Stille. Diese Verbesserung ist für die Versuchspersonen dargestellt, die im Vortest eine schlechte Leistung hatten, und sie bezieht sich nur auf den Papierfalt- und Schnittest, der nach der ersten Sitzung durchgeführt wurde (siehe Rauscher, Ky & Shaw, 1995).

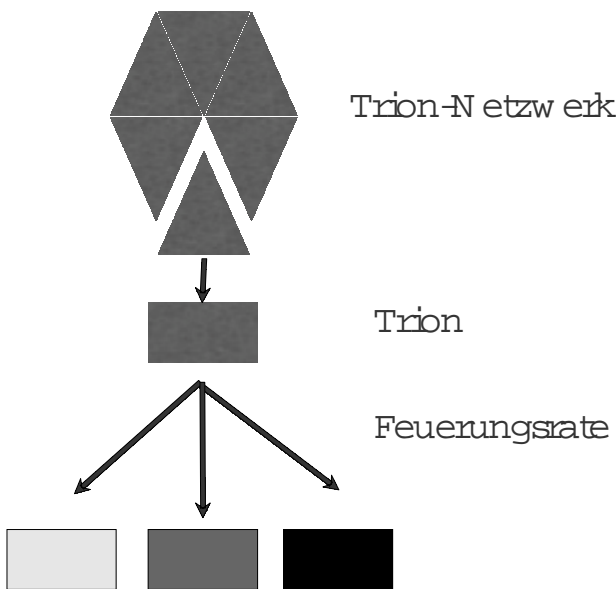


Abbildung 3. Dargestellt ist das Trion-Modell. Ein Trion ist eine Minimaleinheit von Neuronen. Diese Neuronen können eine unterschiedliche Feuerungsrate besitzen, die gemessen zu einem bestimmten Zeitpunkt zu einem spezifischen Aktivitätsmuster führt. Die Autoren (Rauscher, Ky & Shaw, 1995) spekulieren, dass dieses Aktivitätsmuster entweder analytisch oder kreativ sein kann und behaupten, dass sowohl das Lösen räumlicher Aufgaben als auch das Hören von Musik ein analytisches Aktivitätsmuster aktiviert.

Ermutigt durch die Ergebnisse dieser beiden Arbeiten versuchte Rauscher die Ergebnisse zu generalisieren, wagte sich auf tierexperimentelles Terrain und untersuchte den Mozart-Effekt bei Ratten (Rauscher, Robinson & Jens, 1998). So zeigte sie, dass Ratten, die sowohl während ihrer pränatalen Zeit als auch 60 Tage nach der Geburt 12 Stunden pro Tag die besagte Mozart-Sonate hörten, signifikant besser einen Weg aus einem T-Labyrinth lernen konnten als Ratten, die nur die minimalistische Glass-Musik oder Hintergrundgeräusche hörten. Das T-Labyrinth ist in Abbildung 4 dargestellt.

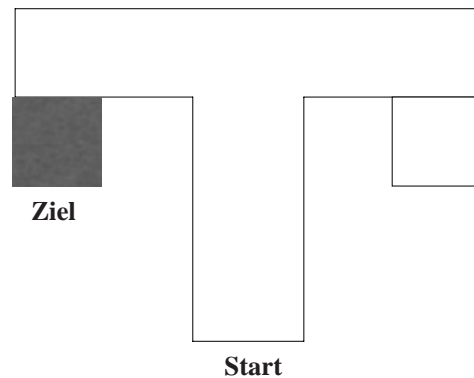


Abbildung 4. Dargestellt ist ein T-Labyrinth. Die Ratten erhalten die Aufgabe, den Weg zu dem Ziel zu erlernen. Die schwarze Box markiert das Ziel (nach Rauscher, Robinson & Jens, 1998).

Ein beeindruckendes Ergebnis, wäre nicht zu bedenken, dass Ratten bis 11 Tage nach der Geburt taub sind und sie darüber hinaus viel höhere Frequenzen als Menschen hören. Analysiert man unter diesem Gesichtspunkt die in der besagten Mozart-Sonate erklingenden Noten, wird deutlich, dass die Ratten nur die Noten hören konnten, die höher sind als das C in der 5. Oktave, was insgesamt nur 31 % der Noten ausmachte (Steele, 2001).

Auch Studien im Humanbereich wiesen darauf hin, dass der Mozart-Effekt vielleicht ein abstruses Phänomen ist: So untersuchten in einem Prä- und Posttestdesign Steele, Bass und Crook (1999) 125 Studierende, die entweder 10 Minuten die Mozart-Sonate hörten oder der Philipp Glass Musik lauschten oder in Stille verweilten. Obwohl sie eine Leistungssteigerung im Papierfalt- und Schnittest zwischen dem Vor- und Nachtest zeigen konnten, war diese Leistungssteigerung in allen drei Gruppen gleich groß, also unabhängig von der Art der Musik- bzw. Stilledarbietung. Abbildung 5 zeigt dieses Ergebnis in einer eindringlichen Art und Weise.

McKelvie und Low (2002) zeigten in einer Arbeit mit 55 (Experiment 1) und 48 12-jährigen Kindern (Experiment 2), dass es keine Leistungssteigerung zwischen einem Vor- und einem Nachtest des Papierfalt- und Schnittestes gab, unabhängig davon, ob die Kinder die besagte Sonate von Mozart hörten, ein Stück von Aqua (Cartoon Heroes) oder Entspannungsmusik (Debussy & Gershwin). Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 und 7 verdeutlicht.

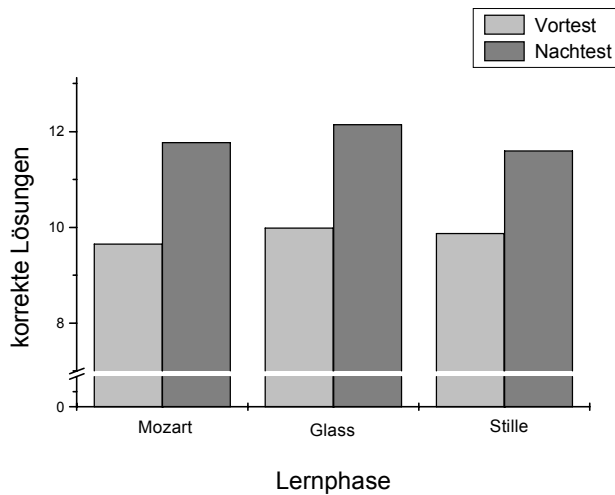


Abbildung 5. Gezeigt ist die Anzahl der korrekten Lösungen (Mittelwerte) in dem Papierfalt- und Schnitttest in Abhängigkeit von der Lernphase und für den Vor- und Nachtest. Es wird deutlich, dass die Leistung vom Vor- zum Nachtest gesteigert werden konnte, diese Verbesserung jedoch unabhängig von der Art der Lernphase war (nach Steele, Bass & Crook, 1999).

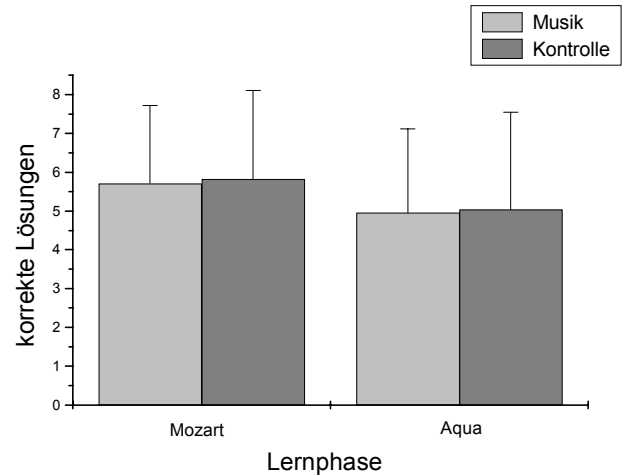


Abbildung 7. Gezeigt ist die Anzahl der korrekten Lösungen (Mittelwerte und Standardabweichung) in dem Papierfalt- und Schnitttest in Abhängigkeit von der Art der gehörten Musik und der Kontrollbedingung. Auch hier zeigte sich kein Unterschied sowohl zwischen der Leistung der „Mozartgruppe“ und der „Aquadgruppe“ als auch im Vergleich zur Kontrollbedingung (nach McKelvie & Low, 2002).

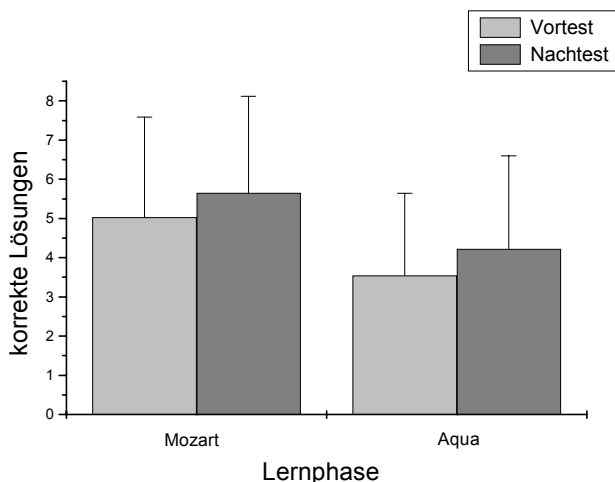


Abbildung 6. Gezeigt ist die Anzahl der korrekten Lösungen (Mittelwerte und Standardabweichung) in dem Papierfalt- und Schnitttest in Abhängigkeit von der Art der gehörten Musik für den Vor- und Nachtest. Es zeigte sich kein Unterschied zwischen den Leistungen im Vor- und Nachtest, sowohl für die Versuchspersonen, die Mozart hörten als auch für die andere Versuchspersonengruppe (nach McKelvie & Low, 2002).

Dies steht zunächst im Kontrast zu einer Arbeit von Ivanov und Geake (2003) mit 10–12-jährigen Kindern, die eine bessere Leistung im dem besagten räumlichen Test zeigen, wenn die Kinder 30 Minuten der besagten Mozart-Sonate oder einem Stück von Bach (Tocatta in G-Moll, BMV 916) gelauscht haben, als wenn sie nur Hintergrundgeräusch gehört hatten. Leider lassen sich die beiden Arbeiten nicht so einfach vergleichen, unterschei-

den sie sich doch durch die Darbietungszeit der Musik und der Art der experimentellen Versuchsanordnung.

Somit stellt sich die Frage, ob der Mozart-Effekt wirklich ein abstruses Phänomen bzw. eine wissenschaftliche Legende ist, oder es auch Evidenzen dafür gibt, dass er dennoch seine Berechtigung hat? Dieser Frage wurde in weiteren Arbeiten nachgegangen. So untersuchten z. B. Nantais und Schellenberg (1999) die Leistung im Papierfalt- und Schnitttest nach dem Hören der besagten Mozart-Sonate im ersten Experiment im Vergleich zum 10-minütigen Hören eines Musikstückes von Schubert (Fantasia für Klavier, F-Dur, D940), im zweiten Experiment im Vergleich zu einer Geschichte von Stephen King. Darüber hinaus ermittelten sie in diesem zweiten Experiment die Präferenz für das Hören der Musik bzw. für das Zuhören der Geschichte. Die Ergebnisse zeigten keinen Leistungsunterschied der Versuchspersonen nach dem Hören der Mozart-Sonate oder der Schubert-Fantasia. Somit scheint der Mozart-Effekt eventuell auch ein Schubert-Effekt zu sein, was nicht jeden Musikfreund stören muss! Abbildung 8 verdeutlicht dieses Ergebnis.

Aber es konnte auch kein Leistungsunterschied zwischen den Versuchspersonen, die die Geschichte hörten und der Mozartgruppe nachgewiesen werden. Interessant ist hier aber die Auswertung der Präferenz: Die Leistung in der „Mozart-Gruppe“ war nur dann wirklich besser, wenn die Studierenden auch Mozart bevorzugten. Diesen Präferenzeffekt gibt es nicht für die Stephen King Gruppe (siehe Abbildung 9).

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit einer neueren Untersuchung von Schellenberg und Hallam (2005), die zeigten, dass 10- bis 11-jährige Kinder eine bessere

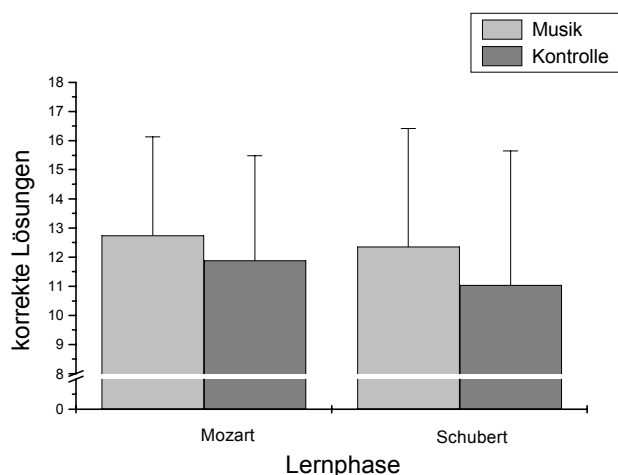


Abbildung 8. Abbildung 8 zeigt, dass die Anzahl der Lösungen im Papierfalt- und Schnittest dann größer ist, wenn die Versuchspersonen zuvor ein Stück von Mozart oder Schubert gehört hatten als wenn sie in Stille verweilten. Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichungen (nach Nantais & Schellenberg, 1999).

Leistung im Papierfalt- und Schnittest zeigten, wenn sie ein Stück aus der von ihnen bevorzugten Popmusik hörten, als wenn sie Mozart lauschten. Hier stellt sich nun die Frage, ob der Mozart-Effekt nicht vielmehr ein Präferenz- oder Stimmungseffekt ist. Wir wissen aus Untersuchungen der Allgemeinen Psychologie nur allzu gut, dass eine negative Stimmung und Langeweile die Leistung in kognitiven Aufgaben vermindern kann (z.B. O'Hanlon, 1981), während eine positive Stimmung zu einer Leistungsverbesserung führen kann (Ashby, Isen & Turken, 1999). Zudem ist bekannt, dass sowohl ein sehr hohes als auch ein sehr niedriges Erregungsniveau die kognitive

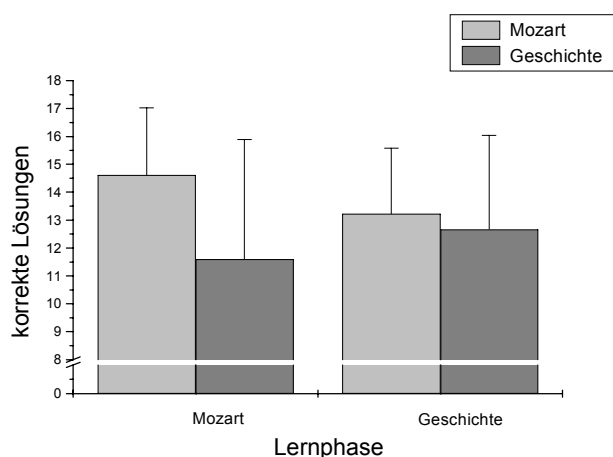


Abbildung 9. Diese Abbildung stellt den Präferenzeffekt dar. Die Leistung beim Lösen des Papierfalt- und Schnittestes ist nur dann größer, wenn die Versuchspersonen auch lieber der Mozartmusik als der Geschichte lauschten. Wiederum sind Mittelwerte und Standardabweichungen dargestellt (nach Nantais & Schellenberg, 1999).

Leistungsfähigkeit vermindern, während ein mittleres Niveau dieselbe vergrößert (Solomon & Corbit, 1974; Yerkes & Dodson, 1908). Diesen Einfluss der durch die Stimmung oder Erregung erzeugten Musik auf die Lösung in der visuell-räumlichen Aufgabe des Papierfalt- und Schnittestes wiesen Thompson, Schellenberg und Husain (2001) nach. Hörten Studierende 10 Minuten lang die besagte Mozart-Sonate, zeigten sie – wie in Abbildung 10 verdeutlicht – eine deutlich bessere Leistung als in der Kontrollbedingung, in welcher sie in Ruhe verweilen mussten, die wiederum gleich gut abschnitten wie Studierende, die das Adagio in G-Dur von Albinoni hörten.

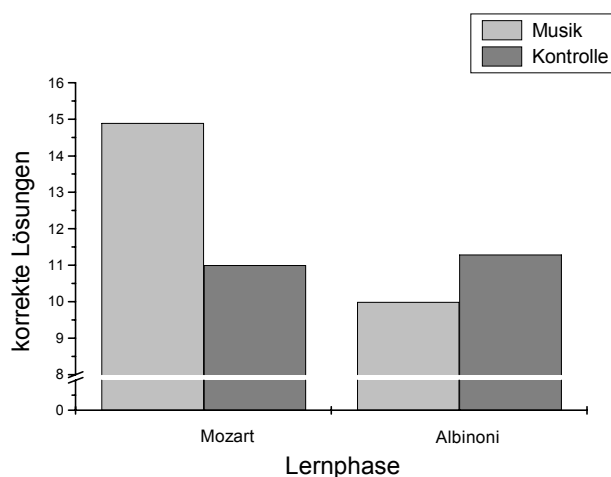


Abbildung 10. Die Abbildung zeigt die Mittelwerte der Anzahl der korrekten Lösungen in dem Papierfalt- und Schnittest in Abhängigkeit von der Art der zu lernenden Musik und der Kontrollgruppe. Deutlich wird, dass die Leistung nach dem Hören der Musik nur dann besser ist, wenn die Versuchspersonen die Musik von Mozart, nicht aber die Albinoni Musik hörten (nach Thompson, Schellenberg & Husain, 2001).

Die Auswertung eines Stimmungsfragebogens ergab deutlich, dass die Studierenden sich nach dem Hören der Albinoni-Musik sehr traurig und depressiv fühlten. Somit scheint der Mozart-Effekt von der durch Musik induzierten Stimmung abhängig zu sein.

Was können wir zusammenfassend sagen? Vielleicht gar nicht so viel, sondern auf eine Studie von Steele und seine Kollegen (1999) verweisen, die wiederum in *Nature* eine Meta-Analyse der bis zu diesem Zeitpunkt erschienenen Arbeiten zum Mozart-Effekt hinsichtlich der Größe des Effektes und der Signifikanz der vorhandenen Unterschiede durchgeführt haben. Bezüglich der 20 Studien, in denen die Kontrollbedingung eine „Stille-Bedingung“ war, zeigte sich ein völlig zu vernachlässigender Effekt von im Mittel $d = 0.09$ (hierbei handelt es sich um ein Effektgrößenmaß, das den Mittelwertsunterschied in Beziehung setzt zur Streuung der Daten. Auf Grund allgemeiner Konventionen wird bei einem Wert von $d = 0.8$ von einer großen Effektgröße, bei einem Wert von $d = 0.5$ von einer mittleren Effektgröße, und bei einem Wert von

Tabelle 1. Kontrollbedingung: Stille

Aufgabe	<i>N</i>	<i>d</i>	<i>p</i>
RAPM	78	-0.065	0.778
RAPM	20	0.00	1.000
Matrix	8	0.097	0.909
Matrix	12	-0.048	0.941
Matrix	16	-0.3	0.574
Digit-span	24	0.149	0.730
PF & C	8	1.389	0.140
PF & C	136	0.218	0.209
PF & C	12	-0.356	0.586
PF & C	45	0.017	0.956
PF & C	16	-0.989	0.085
PF & C	53	0.724	0.013
PF & C	38	-0.151	0.653
PF & C	86	0.057	0.796
PF & C	35	-0.011	0.975
PF & C	28	0.272	0.494
PFB	51	0.082	0.775
Maze	14	0.000	1.000
Muster	8	0.289	0.735
Short-term memory	26	-0.072	0.861

$d = 0.2$ von einem kleinen Effekt gesprochen). Fasst man alle 29 berichteten Studien zusammen, zeigen sich in lediglich 6 Studien erwähnenswerte (mittlere und große) Effekte, in allen übrigen nicht. Tabelle 1 und 2 zeigen eine Zusammenstellung der Effektstärke der bis 1999 publizierten und eingereichten Arbeiten zum Mozart-Effekt.

Somit lässt sich die aus sozialpsychologischer Sicht vertretene These, dass es sich bei dem Mozart-Effekt um eine wissenschaftliche Legende handelt, auch anhand der Diskussion der wissenschaftlichen Literatur nachweisen (Bangerter & Heath, 2004), jedenfalls sofern man den irreführenden Begriff des Mozart-Effektes wählt. Wenn überhaupt, kann man von einem Erregungseffekt ausgehen, der jedoch weder auf die Erzeugung der Erregung durch das Hören von Musik noch auf das Lösen räumlicher Aufgaben beschränkt zu sein scheint. So zeigten Schellenberg, Nakata, Hunter und Tamoto (in press), dass der durch einen Wechsel in der Emotionalität bedingte Einfluss auf verschiedene Altersgruppen und Kulturen generalisierbar ist und sich auch auf kreative Aufgaben übertragen lässt. Die bis zu diesem Zeitpunkt unterschiedlichen Ergebnisse resultieren m. E. aus den unterschied-

Tabelle 2. Kontrollbedingung: Entspannungsmusik

Aufgabe	<i>N</i>	<i>d</i>	<i>p</i>
RAM	77	-0.176	0.447
Matrix	8	0.000	1.000
PF & C	8	1.622	0.094
PF & C	36	-0.032	0.925
PF & C	8	0.489	0.571
PF & C	32	0.814	0.033
PF & C	24	0.867	0.054
Muster	8	-0.685	0.434

lichen experimentellen Prozeduren (Prä- und Posttest design vs. Zufallsgruppenplan mit Kontrollgruppe; unterschiedliche Zeiten zwischen der Darbietung des Prätestes und der Musikintervention etc.), der Art der Kontrollbedingung (Stille vs. Hintergrundgeräusch vs. Entspannungsmusik), der Art der Versuchspersonengruppe (Erwachsene vs. Kinder) und der Auswahl der geeigneten Musik für die jeweiligen Versuchspersonengruppen.

Vergegenwärtigen wir uns zu diesem Zeitpunkt, dass sich der Mozart-Effekt selbst zum einen nur auf das Hören von Musik bezieht, zum anderen nur die kurzfristigen Auswirkungen untersucht werden. Somit kommt schnell die allgemeine und evtl. relevantere Frage auf, welchen Einfluss das aktive musische Praktizieren auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat.

Die Erweiterung des Mozart-Effektes

Um den Einfluss der Musik auf die räumliche Intelligenz zu untersuchen, gibt es verschiedene experimentelle Herangehensweisen. Mit Hilfe von *Korrelationsstudien* wird vermehrt der Zusammenhang zwischen den musikalischen Fähigkeiten und verschiedenen Intelligenzmesungen untersucht. Hierbei werden die musikalischen Fähigkeiten durch spezifische Tests wie etwa die Fähigkeit, kurze Melodien mit graphischen Repräsentationen zu vergleichen, oder die Fähigkeit, Tonhöhen zu beurteilen, gemessen (vgl. Schellenberg, 2001). Dabei gibt es vermehrt Untersuchungen zum Zusammenhang zur allgemeinen und verbalen Intelligenz, wenige Untersuchungen jedoch zum Einfluss auf die Entwicklung räumlicher Fähigkeiten. Die Ergebnisse zeigen zum einen, dass die verbale Kompetenz (operationalisiert als Lesefähigkeit und phonemisches Bewusstsein) positiv korreliert war mit der Fähigkeit, Tonhöhen zu unterscheiden, nicht aber mit der Differenzierungsfähigkeit für Klangfarben. Die allgemeine Lese- und Schreibkompetenz hängt enger mit der Rhythmuskriminierungsfähigkeit zusammen als mit der Fähigkeit, Tonhöhen zu unterscheiden. Lynn, Wilson und Gault (1989) zeigten in einer Studie mit 217 10-jähri-

gen Kindern, dass die Fähigkeit, Tonhöhen und Rhythmen zu unterscheiden, positiv mit allgemeinen Intelligenzmessungen korreliert. Sie argumentieren, dass eine musikalische Aufgabe vielleicht sogar eine solche sein kann, mit welcher man die allgemeine Intelligenz vorausagen kann.

Neben den Korrelationsstudien wird in *quasi-experimentellen Studien* der Vergleich zwischen den verbalen bzw. visuell-räumlichen Fähigkeiten von Erwachsenen und Kindern mit und ohne Musikunterricht durchgeführt. So verglichen z.B. Chan, Ho und Cheung (1998) die verbalen (verbaler Gedächtnistest) und visuell-räumlichen Leistungen (Erinnern an Figuren) von Frauen, die entweder 6 Jahre Musikunterricht vor ihrem 12. Lebensjahr hatten oder nicht. Die Ergebnisse zeigten, dass die musikalische Gruppe nur in dem verbalen Gedächtnistest eine bessere Leistung aufweist. Hassler, Birbaumer und Feil (1985) verglichen die verbalen und visuell-räumlichen Fähigkeiten von 9–14 Jahre alten Kindern, die entweder hochmusikalisch waren (sie konnten komponieren und improvisieren) oder musikalisch (sie spielten „nur“ ein Instrument) oder weniger musikalisch waren. Hier konnte ein Unterschied in der verbalen Flüssigkeit, nicht aber in den visuell-räumlichen Fähigkeiten nachgewiesen werden.

Während Korrelationsstudien keine Aussagen über den Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Musik und räumlicher Leistungsfähigkeit erlauben (Kann es nicht sein, dass Kinder, die intelligenter sind, lieber Klavierstunden nehmen?) und quasi-experimentelle Studien nicht den Schluss erlauben, dass der Einfluss von Musik nur auf das Erleben der Musik zurückzuführen ist (So korreliert die Teilnahme an Musikstunden z. B. hoch mit dem sozialen Status und Familieneinkommen), können als drittes Verfahren *experimentelle Studien* herangezogen werden. Hier werden die Versuchspersonen randomisiert den Versuchsbedingungen zugeordnet. So untersuchten z. B. Rauscher und Kollegen (1997) 78 Kinder im Alter zwischen 3 und 4,9 Jahren. Zufällig wurden 34 Kinder einer Experimentalgruppe, die über einen Zeitraum von 6–8 Wochen 10 Minuten Klavier- und Gesangsstunden 1–2 mal pro Woche erhielt, und in eine Kontrollgruppe, die entweder Computerunterricht (20 Kinder), Gesangsunterricht (10 Kinder) oder keinen Unterricht (14 Kinder) erhielt, zugeordnet. Die Gruppe, die Klavierunterricht hatte, zeigte eine signifikante Verbesserung bei einem Test zum räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögen (Objekt-Gruppierungstest), aber nicht in den drei verwendeten Tests zu räumlichen Kognitionen (z. B. geometrischer Design-Test). Abbildung 11 zeigt zwei der zu lösenden Tests.

Standley und Hughes (1997) untersuchten 4–5 Jahre alte Kinder im Kindergarten. Diese erhielten 15 Musikstunden innerhalb von 2 Monaten, die Kinder der Kontrollgruppe nahmen am normalen Kindergartenalltag teil. Die Autoren konnten eine Verbesserung in Lese- und Schreibübungen zeigen. Leider wird die Interpretierbarkeit dieser viel versprechenden Studien durch einen „Mo-

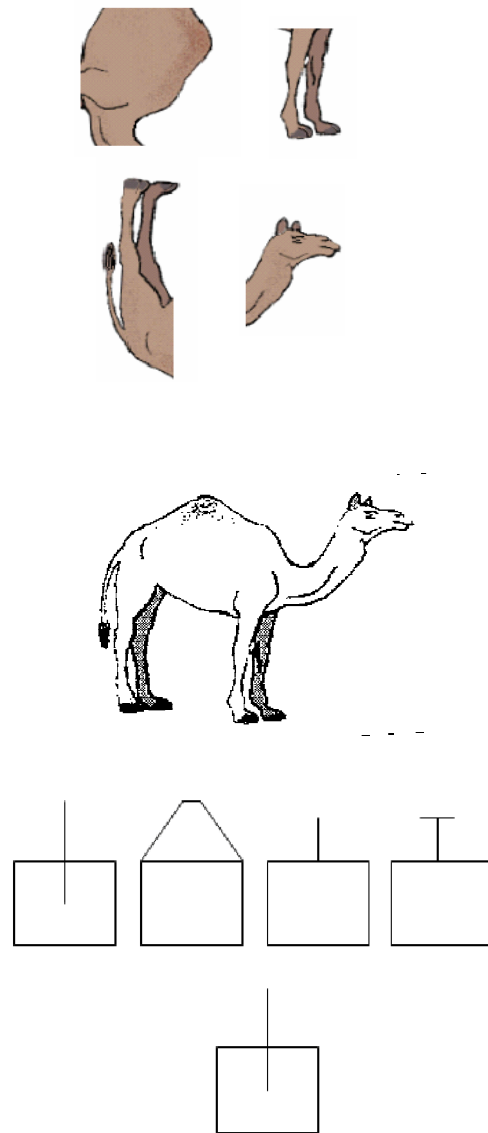


Abbildung 11. Gezeigt wird der Objekt-Gruppierungstest und der geometrische design-Test. Bei dem Objekt-Gruppierungstest werden die Kinder aufgefordert, aus den oberen vier Figuren eine Gesamtfigur zu legen. Bei dem geometrischen design-Test sollen sie das in der unteren Reihe dargebotene Item aus den oberen vier wählen (nach Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis & Newcomb, 1997).

tivationseffekt“ (Die Kinder in der EG waren motivierter an der Studie teilzunehmen) und einen Zuwendungseffekt (Die Kinder in der EG erhielten noch eine Extra-Zuwendung) beeinträchtigt. Schellenberg (2004) untersuchte kürzlich 144 6 Jahre alte Kinder, die über einen Zeitraum von 36 Wochen entweder Klavier- oder Gesangsunterricht oder Stunden in Dramaturgie oder eben auch keinerlei Unterricht erhielten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Musikgruppen einen wenn auch geringen Effekt in der Verbesserung des allgemeinen Intelligenzquotienten hatten, nicht aber in spezifischen Tests zu mathematischen und verbalen Fähigkeiten, während die Drama-Gruppe

eine Verbesserung im sozialen Verhalten zeigte. Hieraus lässt sich schließen, dass zusätzliche Aktivitäten zu einer Verbesserung der kindlichen Entwicklung in vielen Bereichen führen (Schellenberg, 2005), etwas was weder neu noch verwunderlich erscheint.

Eine Studie, die besonders im deutschen Sprachraum für Aufsehen gesorgt hat, ist die im Zeitraum zwischen 1992–1998 mit Kindern in Berliner Grundschulen durchgeführte Längsschnittuntersuchung von Bastian (2002). Die 123 Kinder in der Experimentalgruppe erhielten 2 Stunden Musikunterricht pro Woche, erlernten ein Instrument und im Ensemble zu spielen, die 47 Kinder der Kontrollgruppe nahmen am normalen Musikunterricht teil. Die Ergebnisse zeigten einen höheren Intelligenzwert bei den Kindern der Experimentalgruppe, was sich jedoch in einem zweiten adaptiven Testverfahren nicht bestätigen ließ. Darüber hinaus zeigte sich eine Verbesserung des physischen Wohlbefindens, der sozialen Anerkennung und insgesamt der sozialen Kompetenz. Leider bleibt auch diese Studie nicht ohne Kritik, was z. B. die Hervorhebung des Antipathiemaßes gegenüber dem Sympathiemaß (in diesem gab es keinen Unterschied zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe) oder z. B. die unterschiedliche Stichprobengröße in Experimental- und Kontrollgruppe betrifft (Bruhn, 2001). Interessant ist, dass diese Studie, obwohl schon lange abgeschlossen, immer wieder zitiert wird, zuletzt in *Gehirn und Geist* (2005). Verwunderlich ist dies jedoch nicht, denn in dieser *Post-Pisa Zeit* wird jede Erkenntnis über die vermeintliche kognitive Förderung unserer Kinder allerseits – zumeist unkritisch – aufgesogen. Dabei zeichnen sich Studien über außermusikalische Wirkungen musikalischer Aktivität durch Probleme der Validität (keine Kontrollgruppenstudien mit alternativen, nicht-musikalischen Interventionen), der Präsentation (z. B. unvollständige Darstellung der Resultate zugunsten der Interventionseffekte) und der Interpretation (Post-hoc-Erklärungen zur Bedeutung der Ergebnisse) der Daten aus (Spychiger, 2001).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einfluss des Musikunterrichts auf die kognitive Leistungsförderung nachgewiesen werden konnte, die Effekte jedoch recht klein sind und auch – sehr wahrscheinlich – durch andere Aktivitäten erzeugt werden können. Betrachtet man die Bedeutung des Musikunterrichtes unter einem Kosten-Nutzen Ansatz ist es klar, dass das Erlernen eines Musikinstrumentes hohe Kosten hat, um zu dem erwünschten Nutzen – die Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit – zu führen. Kritisch muss die Frage gestellt werden, ob nicht das Lesen eines guten Buches zu ähnlichen Effekten führt. Ignoriert man hingegen das gesamtgesellschaftlich vertretbare Kosten-Nutzen-Prinzip zugunsten einer individuellen Perspektive, so sollten sicherlich die Neigungen und Präferenzen unserer Kinder im Mittelpunkt stehen. Hier sind wir als Eltern aufgefordert, sorgsam jede Forderung nach Förderung abzuwägen und nie zu vergessen, dass Musik eben auch und besonders emotionale Aspekte wie Sensitivität und auch soziale Interaktion fördert.

Der Mozart-Effekt und neue Perspektiven?

Ausgehend von den dargestellten Befunden stellt sich zu diesem Zeitpunkt die Frage nach dem „Was-Nun“! Die Arbeiten zum Mozart-Effekt haben immense gesellschaftliche und bildungspolitische Auswirkungen gehabt, und wir müssen generell, aber auch und gerade auf Grund dieser Auswirkungen darauf drängen, verantwortungsvolle Forschung zu betreiben. Hier bietet sich m.E. nun die Möglichkeit an, Erkenntnisse aus den Disziplinen zu nutzen, die in den letzten Jahren so sehr an Bedeutung gewonnen haben, aus neurowissenschaftlichen und kognitionswissenschaftlichen Forschungsgebieten. Ein positiver Transfer zwischen musikalischer Aktivität und außermusikalischen Leistungen kann somit systematisch evaluiert werden. Diese Art von Transfer scheint immer dann möglich zu sein, wenn gleiche neuronale Strukturen aktiviert (neurowissenschaftliche Erkenntnisse) oder gleiche Verarbeitungsstrategien benutzt werden (kognitionspsychologische Erkenntnisse).

Bezüglich des neurowissenschaftlichen Erkenntnisstandes zeigte sich jedoch kein eindeutig zu lokalisierendes „Musik-Areal“ im Hirn, vielmehr lassen sich verschiedene Aspekte der Musik in verschiedenen Bereichen der Hemisphären lokalisieren (Spitzer, 2005).

Die Befunde sind zudem abhängig von der Musikexpertise des Einzelnen (Münste, Altenmüller & Jäncke, 2002). Es konnte gezeigt werden, dass sich das kortikale Aktivationsmuster beim Klavierüben bereits nach 20 Minuten verändert (Bangert & Altenmüller, 2003), ein Beispiel für die Plastizität der Musikrepräsentation. Bezogen auf den Zusammenhang zwischen der Sprach- und Musikverarbeitung zeigen neue Arbeiten, dass sich die Prozesse bei der Wahrnehmung der Syntax und Semantik in der Sprache und der Musik z. T. vergleichen lassen und sich die beteiligten Gehirnstrukturen überlappen (z. B. Koelsch, 2005; Koelsch, Gunter, Wittforth & Sammler, 2005). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass sowohl Erwachsene als auch 10-jährige Kinder ohne lange Musikausbildung mühelos komplexes musikalisches Wissen erwerben und Musik schnell und akkurat gemäß dieses Wissens verarbeiten können (Koelsch, Fritz, Schulz, Alsop & Schlaug, 2005). Evident scheint zu sein, dass die durch die Musik evozierten Emotionen (negativ vs. positiv) in unterschiedlichen Hirnarealen lokalisierbar sind (Koelsch, Fritz, v. Cramon, Müller & Friederici, 2005).

Unter kognitionspsychologischer Sichtweise wird z. B. der Prozess der Verarbeitung bei der musikalischen Vorstellung untersucht. Hier hat sich in den bislang wenigen Untersuchungen gezeigt, dass es sich wie bei visueller Vorstellungsfähigkeit um einen analogen Prozess handelt (Halpern, 1984), in welchem sich funktionale Gemeinsamkeiten zwischen der Wahrnehmung und der Vorstellung, in diesem Fall der Musik, zeigen. Durch derartige Experimente gewinnen wir Aufschluss über die interne Repräsentation von Musik, ohne auf ihre neuronale Basis zurückgreifen zu müssen. Hier lässt sich auf geschickte

Weise an die Arbeiten zum „Mozart-Effekt“ anknüpfen: Wissen wir doch von prominenten Aufgaben aus der visuell-räumlichen Forschung, wie bei der mentalen Rotationsaufgabe, dass es sich um einen analogen Prozess handelt (Shepard & Metzler, 1971). Bei dieser Aufgabe geht es darum, zu beurteilen, ob zwei Objekte gleich oder gespiegelt sind, wobei der Rotationswinkel zwischen den Objekten variiert. Mit zunehmendem Rotationswinkel nimmt die Reaktionszeit zu. Durch geschickte Experimente wäre es nun möglich, diesen Rotationseffekt bei der Wahrnehmung von Melodien zu untersuchen. Zeigen sich hier Parallelen zu der Art des Verarbeitungsprozesses, lässt sich theoriegeleitet die Möglichkeit eines positiven Transfers bei der Wahrnehmung von Melodien auf die Wahrnehmung einer bestimmten räumlichen Aufgabe untersuchen.

Der Mozart-Effekt und die Musiktherapie

Welchen Einfluss kann die Forschung zum Mozarteffekt nun für die Musiktherapie haben? Auf den ersten Blick keinen, denn es geht in der Musiktherapie wahrlich nicht darum, die *kognitive* Leistungsfähigkeit der Patienten zu erhöhen. Auf den zweiten Blick bieten jedoch gerade die neuen Forschungsarbeiten bezüglich des Zusammenhangs zwischen Musik und Sprache bzw. räumlicher Informationsverarbeitung Evidenz dafür, dass Musik nicht etwas Anderes, Losgelöstes, oder gar Esoterisches ist. Aus diesem Blickwinkel erscheint es völlig unverständlich, dass Musik als Therapieform weder die gesellschaftliche noch die rechtliche Anerkennung bekommt, die ihr zusteht. Dass diese Anerkennung bis zu diesem Zeitpunkt ausbleibt, liegt sicherlich auch an dem Mangel an wissenschaftlich anspruchsvollen Studien, in welchen die Effektivität dieser Therapieform nachgewiesen wurde. Dieser Mangel ist m. E. weniger durch fehlendes Interesse bedingt als durch die Tatsache, dass Musik wie auch ihre Wahrnehmung sehr vielfältig ist. Hier allein reicht es zu betrachten, dass sich die Musikerfahrung in einem viel größeren Maße zwischen den Menschen eines Kulturkreises unterscheidet als die Spracherfahrung. Während der Erwerb der Muttersprache nach einem bestimmten Schema verläuft, ist das Lernen von Musik und ihr Einfluss sehr stark von der jeweiligen spezifischen Umwelt abhängig. Dies bedeutet, dass die Untersuchung des Einflusses von Musik anspruchsvoller ist, weil die Wirkung von Musik vielfältiger ist, und für Menschen unterschiedlich. Aber ist sie damit nicht auch viel näher an dem dran, was die Menschen ausmacht? Genauso unterschiedlich wie wir Menschen selber sind, erleben und verarbeiten wir Musik. Musik kann demnach nicht als „Schema-F“-Hilfe nach immer gleichem Rezept angewendet werden. Jeder Mensch als ein einzigartiges Individuum mit einem ebenso einzigartigen Entwicklungsverlauf, den ureigensten Gefühlen und Sehnsüchten, kann durch „seine“ Musik angesprochen werden. Es wäre schön, ließe sich die Forschung von dem Anspruch, die Bedeutung der Musik unter Berücksichtigung der Individualität des Einzelnen

untersuchen zu können, nicht abschrecken, auch wenn diese Aufgabe sicherlich mit Schwierigkeiten verbunden sein wird. Ja es wäre schön, würde die experimentelle Wissenschaft versuchen, mit den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln diese Vielfältigkeit als eine große Bereicherung zum Verständnis des *einzelnen* und *ganzen* Menschen zu sehen.

Literatur

- Ashby, F. G., Isen, A. M. & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, *106*, 529–550.
- Bangert, M. & Altenmüller, E. (2003). Mapping Perception to Action in Piano Practice: A longitudinal DC-EEG-study. *BMC Neuroscience*, *4*, 26–36.
- Bangerter, A. & Heath, C. (2004). The Mozart effect: Tracking the evolution of a scientific legend. *British Journal of Social Psychology*, *43*, 605–623.
- Bastian, H. G. (2002). *Musik(erziehung) und ihre Wirkung*. Mainz: Schott.
- Bruhn, H. (2001). Rezension zu Hans Günther Bastian (2000). In H. Gembris, R.-D. Kraemer & G. Maas (Hrsg.), *Macht Musik wirklich klüger?* (S. 149–152). Augsburg: Wißner-Verlag.
- Chan, A. S., Ho, Y. C. & Cheung, M. C. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, *396*, 128.
- Halpern, A. R. (1984). Mental scanning in auditory imagery for songs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *10*, 496–512.
- Hassler, M., Birbaumer, N. & Feil, A. (1985). Musical talent and visual spatial ability: a longitudinal study. *Psychology of Music*, *13*, 99–113.
- Ivanov, V. K. & Geake, J. G. (2003). The Mozart effect and primary school children. *Psychology of Music*, *31*, 405–413.
- Koelsch, S. (2005). Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Current opinion in neurobiology*, *15*, 1–6.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schulz, K., Alsup, D. & Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: An fMRI study. *NeuroImage*, *25*, 1068–1076.
- Koelsch, S., Fritz, T., Cramon, D. Y. v., Müller, K. & Friederici, A. D. (2005). Investigating emotions with music: an fMRI study. *Human Brain Mapping*, *27*, 239–250.
- Koelsch, S., Gunter, T., Wittforth, M. & Sammler, D. (2005). Interaction between syntax processing in language and in music: an ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*, 1–13.
- Lynn, R., Wilson, R. G. & Gault, A. (1989). Simple music tests as measures of Spearman's g. *Personal Individual Differences*, *10*, 25–28.
- McKelvie, P. & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability. Final curtains of the Mozart effect. *British Journal of Developmental Psychology*, *20*, 241–258.
- Münste, T., Altenmüller, E. & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Neuroscience*, *3*, 473–478.
- Nantais, K. M. & Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, *10*, 370–373.
- O'Hanlon, J. F. (1981). Boredom: Practical consequences and a theory. *Acta Psychologica*, *49*, 53–82.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, *365*, 611.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L. & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience letters*, *185*, 44–47.

- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R. & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, *19*, 2–8.
- Rauscher, F. H., Robinson, K. D. & Jens, J. J. (1998). Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurological Research*, *20*, 427–432.
- Rauscher, F. H. & Zupan, M. A. (2000). Classboard Keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: a field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, *15*, 215–228.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. & Husain, G. (2001). Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychological Science*, *12*, 248–251.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, *171*, 701–703.
- Solomon, R. L. & Corbit, J. D. (1974). An opponent process theory of motivation. I. Temporal dynamics of affect. *Psychological Review*, *81*, 119–145.
- Standley, J. M. & Hughes, J. E. (1997). Evaluation of an early intervention music curriculum for enhancing prereading/writing skills. *Music Therapy Perspective*, *15*, 79–85.
- Steele, K. M. (2001). Do rats show a Mozart effect? *Music Perception*, *21*, 251–265.
- Steele, K. M., Bass, K. E. & Crook, M. D. (1999). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. *Psychological Science*, *10*, 366–369.
- Steele, K. M., Dalla Bella, S., Peretz, I., Dunlop, T. Dawe, L. A., Humphrey, G. K., Shannon, R. A., Kirby, J. L. & Olmstead, C. G. (1999). Prelude or requiem for the „Mozart Effect“. *Nature*, *400*, 826–827.
- Schellenberg, E. G. (in press). Exposure to music: The truth about the consequences. In G. E. McPherson (Ed.), *The child as a musician: A handbook of musical development*. Oxford: Oxford University Press.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, *15*, 511–514.
- Schellenberg, E. G. (2001). Music and nonmusical abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *930*, 355–371.
- Schellenberg, E. G. & Hallam, S. (2005). Music listening and cognitive abilities in 10 and 11 year olds: The Blur effect. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1060*.
- Schellenberg, E. G., Nakata, T., Hunter, P. G. & Tamoto, S. (in press). Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. *Psychology of Music*.
- Spitzer, M. (2005). *Musik im Kopf*. Stuttgart: Schattauer.
- Spychiger, M. (2001). Was bewirkt Musik? In H. Gembris, R.-D. Kraemer & G. Maas (Hrsg.), *Macht Musik wirklich klüger?* (S. 9–34). Augsburg: Wißner-Verlag.
- Yerkes, R. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, *18*, 459–482.

PD Dr. Petra Jansen-Osmann

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
 Institut für Experimentelle Psychologie
 Universitätsstr. 1
 40225 Düsseldorf
 E-Mail: petra.jansen-osmann@uni-duesseldorf.de