



# 18 Macht Mozart schlau?

## Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik

## **Bildungsforschung Band 18**

### **Macht Mozart schlau? Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik**

#### **Impressum**

##### **Herausgeber**

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
11055 Berlin

##### **Bestellungen**

Schriftlich an den Herausgeber  
Postfach 30 02 35  
53182 Bonn

oder per

Tel.: 01805-262 302

Fax: 01805-262 303

(0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz)

E-Mail: [books@bmbf.bund.de](mailto:books@bmbf.bund.de)

Internet: <http://www.bmbf.de>

##### **Autoren**

Ralph Schumacher (Humboldt-Universität zu Berlin)

Mit Beiträgen von:

Eckart Altenmüller (Hochschule für Musik und Theater Hannover)

Werner Deutsch (Technische Universität Braunschweig)

Lutz Jäncke (Universität Zürich)

Aljoscha C. Neubauer & Andreas Fink (Karl-Franzens-Universität Graz)

Gudrun Schwarzer (Justus-Liebig-Universität Giessen)

Maria Spychiger (Universität Fribourg)

Elsbeth Stern (Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin)

Oliver Vitouch (Alpen-Adria-Universität Klagenfurt)

##### **Umschlagsgestaltung**

Helmut Langer

##### **Bonn, Berlin 2006**

Gedruckt auf Recyclingpapier

Ralph Schumacher

mit Beiträgen von

Eckart Altenmüller

Werner Deutsch

Andreas Fink

Lutz Jäncke

Aljoscha C. Neubauer

Gudrun Schwarzer

Maria Spychiger

Elsbeth Stern

Oliver Vitouch

**Macht Mozart schlau?  
Die Förderung kognitiver  
Kompetenzen durch Musik**



## Inhalt

Einleitung	5
1. Die kognitiven Effekte des Musikhörens: Die Mozart-, Schubert-, Stephen King-, Blur- und Kinderlieder-Effekte	11
2. Die kognitiven Effekte aktiver musikalischer Betätigung	17
2.1 Methodische Vorüberlegungen zu den folgenden Untersuchungen	17
2.2 Sprachliche Leistungen	24
2.3 Räumlich-visuelle Leistungen	32
2.4 Mathematische Leistungen	37
2.5 Allgemeine Intelligenz	42
2.6 Ansätze zur Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung	49
3. Psychologische und neurowissenschaftliche Beiträge zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung	59
3.1 Eckart Altenmüller:	59
Neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens im Kindes- und Jugendalter und Transfereffekte auf Intelligenzleistungen	
3.1.1 Einleitung	59
3.1.2 Neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens	59
3.1.3 Transfereffekte: verbessert Musizieren kognitive oder emotionale Fertigkeiten?	65
3.1.4 Zusammenfassung und Schlussbewertung	69
3.1.5 Forschungsdesiderate:	69
3.2 Werner Deutsch:	71
Wie in der Entwicklung des Singens und Zeichnens Kreativität wächst, vergeht und manchmal weiterlebt	
3.3. Lutz Jäncke:	78
Musik als Motor der Plastizität	
3.3.1 Plastizität des menschlichen Gehirns	78
3.3.2 Musik und makroskopisch erfassbare Hirnplastizität	79
3.3.3 Musik und funktionelle Hirnplastizität	85
3.3.4 Zusammenfassung	94
3.4 Aljoscha C. Neubauer & Andreas Fink:	96
Kreativität aus neurowissenschaftlicher Perspektive	
3.4.1 Definition und Erfassung von Kreativität	96
3.4.2 Kreativität aus der Sicht der Neurowissenschaften	97
3.4.3 Integration der empirischen Befunde	101
3.5 Gudrun Schwarzer:	104
Parallelen musikalischer und visueller Informationsverarbeitung im Kindesalter	
3.5.1 Entwicklung der Informationsverarbeitung	104

3.5.2	Entwicklung holistischer und analytischer Verarbeitungsprozesse	104
3.5.3	Entwicklung analytischer und holistischer Prozesse bei der Verarbeitung von Gesichtern	106
3.5.4	Entwicklung holistischer und analytischer Prozesse bei der Verarbeitung von Melodien	108
3.5.5	Vergleich zwischen der Entwicklung visueller und musikalischer Verarbeitungsprozesse	111
3.6	Maria Spychiger: Ansätze zur Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung	113
3.6.1	Effekte im langfristigen vs. kurzfristigen Bereich	114
3.6.2	Zum empirischen Nachweis der Wirkungen	116
3.6.3	Aktuelle Modelle der Erklärung	120
3.6.4	Ein funktionaler Ansatz: Musik als konstitutives Zeichensystem des Person-Welt-Bezugs	124
3.6.5	Konstruktivistische Sicht und musikalisches Selbstkonzept	127
3.7	Elsbeth Stern: Intelligenz und ihre Entwicklung	131
3.7.1	Was messen Intelligenztests?	131
3.7.2	Wie wird der IQ berechnet und wie genau sind diese Berechnungen?	131
3.7.3	Wie bildet sich Intelligenz im Gehirn ab?	134
3.7.4	Die Vererbung von Intelligenz	135
3.7.5	Der Einfluss der Umwelt auf die Intelligenzentwicklung	138
3.8	Oliver Vitouch: Kognitive Einflüsse musikalischer Aktivitäten: Die Frage des Transfers	138
3.8.1	Introduktion: Mozart To The Rescue!	138
3.8.2	Auf der Suche nach dem Transfer	139
3.8.3	Ein Perspektivenwechsel	146
3.8.4	Offene Fragen zur „Transferbilanz“	147
4.	Schlussbetrachtung: Der aktuelle Forschungsstand und Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen	149
5.	Exkurs: Kognitive Effekte künstlerischer Betätigung	157
	Literatur	161

## Einleitung

Unserem Konzept schulischer Bildung liegt die Idee zugrunde, dass im Unterricht Wissen vermittelt wird, welches sich auch in neuen Situationen auf verwandte Probleme anwenden lässt. Wer zum Beispiel Bruchrechnen gelernt hat, von dem wird erwartet, dass er dieses mathematische Wissen auch auf Anwendungsbereiche übertragen kann, mit denen er in der Lernsituation nicht konfrontiert wurde. Allerdings scheinen die Erwartungen, die an verschiedene Fächer gestellt werden, hinsichtlich solcher Transferleistungen recht unterschiedlich zu sein. Während man zum Beispiel vom Deutschunterricht erwartet, dass Kinder Lesen und Schreiben lernen, wird in den Musikunterricht häufig die Hoffnung gesetzt, dass Kinder nicht nur Singen und zum Beispiel Klavierspielen lernen, sondern anschließend auch über bessere kognitive Kompetenzen in anderen außermusikalischen Bereichen verfügen. Eine weit verbreitete Erwartung besteht zum Beispiel darin, dass durch Musikunterricht die Fähigkeit zum abstrakten Denken sowie mathematische Leistungen gefördert werden. Von derartigen kognitiven Effekten des Musikunterrichts wird in den populären Medien gerade auch unter Bezugnahme auf den so genannten „Mozart-Effekt“ immer wieder berichtet, und es werden zum Teil große Erwartungen geweckt, wenn von den kommerziellen Anbietern musikalischer Trainingsprogramme berichtet wird, dass Musik zu enormen Leistungssteigerungen in Bezug auf nahezu alle intellektuellen Fähigkeiten führen soll. Dabei gehen die Darstellungen der Wirkungen *passiven Musikhörens* und die Beschreibungen der kognitiven Effekte *aktiver musikalischer Betätigung* oft munter durcheinander. Was ist dran an den Wirkungen der Musik auf außermusikalische kognitive Fähigkeiten? Gibt es sie – und falls dies zutrifft, in Bezug auf welche kognitiven Fähigkeiten und in welchem Umfang? Ist es tatsächlich empirisch angemessen, das Hören von Musik und/oder aktives Musizieren als geeignete Mittel zu einer nennenswerten Steigerung kognitiver Leistungen anzusehen?

Um zu einer realistischen Einschätzung der kognitiven Effekte zu gelangen, die vom passiven Musikhören sowie vom aktiven Musizieren erwartet werden können, wird im Folgenden eine Übersicht über den aktuellen Forschungsstand präsentiert. Die Ergebnisse psychologischer Untersuchungen stützen erstens die Behauptung, dass die kurzfristigen Leistungssteigerungen, die sich durch das Hören der Musik von Mozart und anderer Komponisten sowie durch andere angenehme Stimuli wie dem Vorlesen einer Geschichte hervorrufen lassen, nicht auf einer dauerhaften Steigerung der allgemeinen Intelligenz oder der Verbesserung einzelner kognitiver Fähigkeiten beruhen, sondern allein darauf, dass Personen durch höhere kognitive Erregung vorübergehend in einen besonders leistungsbereiten Zustand versetzt werden. Zweitens sprechen die Ergebnisse psychologischer und neurowissenschaftlicher Studien dafür, dass Musikunterricht kein schneller und einfacher Weg zur Verbesserung kognitiver Fähigkeiten ist, weil die wenigen kognitiven Effekte in Bezug auf außermusikalische Fähigkeiten, die sich überhaupt nachweisen und als *spezifische* Folgen musikalischen Trainings interpretieren lassen, im Vergleich zum Übungsaufwand

nur sehr geringfügig ausfallen. Hinzu kommt, dass zum Beispiel über die Nachhaltigkeit dieser Effekte bislang kaum etwas bekannt ist.

Im Folgenden werden zunächst die Forschungsergebnisse zum so genannten „Mozart-Effekt“ und anschließend die Ergebnisse zu den kognitiven Effekten aktiven Musizierens im Einzelnen dargestellt. Um die Resultate der verschiedenen Typen von Untersuchungen zu den Wirkungen musikalischer Betätigung auf außermusikalische Fähigkeiten richtig einschätzen zu können, werden im Rahmen einer methodischen Vorüberlegung die Unterschiede zwischen Korrelationsstudien sowie quasi-experimentellen und experimentellen Studien erläutert, bevor auf die einzelnen Studien zu den Effekten aktiven Musizierens auf sprachliche, räumlich-visuelle und mathematische Leistungen sowie auf die allgemeine Intelligenz eingegangen wird. Diese Ausführungen werden ergänzt durch eine Übersicht über die psychologischen und neurowissenschaftlichen Ansätze, die zur Erklärung dieser kognitiven Effekte gegenwärtig zur Verfügung stehen. Zusätzlich zu dieser kritischen Übersicht über den Forschungsstand enthält dieser Band acht Beiträge, in denen einzelne Aspekte der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, die für das Verständnis der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung wichtig sind, aus psychologischer und neurowissenschaftlicher Perspektive betrachtet werden.

Die Aufsätze von Eckart Altenmüller und Lutz Jäncke erläutern an einer Reihe von Beispielen die strukturellen (anatomischen) und funktionellen Veränderungen in der Gehirnorganisation, die als Folge des Musikhörens, der Gehörbildung und des Musizierens auftreten können. Dabei handelt es sich vorwiegend um Veränderungen in der Organisation der Großhirnrinde, die bei Berufsmusikern als Folge jahrelangen intensiven Übens auftreten (zur Übersicht über die kognitiven Fähigkeiten, die mit musikalischer Expertise assoziiert sind, siehe Jäncke, 2006). Demnach weisen alle Hirnstrukturen, die in die Kontrolle von Musikfertigkeiten und in die Analyse von Musikreizen involviert sind, bei Musikern teilweise erhebliche strukturelle sowie funktionelle Veränderungen auf. Allerdings handelt es sich dabei um *musikspezifische* Veränderungen: Es gibt keine Belege dafür, dass durch das Musizieren im Gehirn „Nervenfaserautobahnen“ – wie Altenmüller (2001a) dies anschaulich beschreibt – entstehen, die automatisch auch für andere kognitive Leistungen zur Verfügung stehen. Beide Arbeiten verdeutlichen zudem, dass man bei der neurowissenschaftlichen Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung bislang noch nicht wesentlich über die Vermutung hinaus ist, dass diese Effekte möglicherweise dadurch zustande kommen, dass beim Musizieren sowie bei anderen kognitiven Leistungen gemeinsame Hirnareale aktiviert werden. Um auf wichtige weiterführende Fragestellungen hinzuweisen, auf die zukünftige Studien eingehen sollten, präsentiert Eckart Altenmüller zudem eine Übersicht über neurowissenschaftliche und psychologische Forschungsdesiderate.

Die Aufsätze von Werner Deutsch sowie von Aljoscha Neubauer und Andreas Fink thematisieren die kreativen Leistungen, die unter anderem in das aktive Musizieren eingehen, aus entwicklungspsychologischer und neurowissenschaftlicher Perspektive (zur Übersicht über den aktuellen Stand psychologischer Forschungen zum Thema Kreativität siehe den Aufsatz von Runco,

2004). In der Arbeit von Werner Deutsch geht es vor allem um kreative Leistungen bei der Entwicklung des Singens und Zeichnens sowie um die Frage, wie es kommt, dass diese Tätigkeiten, die in der Kindheit wie von selbst auftreten, später weitgehend verschwinden. Er illustriert am Beispiel eines autistisch gestörten und geistig behinderten Mädchens, das zwar nicht sprechen, aber dennoch singen kann, wie musikalische Entwicklung voranschreiten kann, wenn sie nicht durch andere kognitive und soziale Entwicklungsprozesse kanalisiert wird. Hingegen zeigte sich im Zuge einer Kindergartenstudie, dass Vorschulkinder, deren geistige Entwicklung normal verläuft, in Bezug auf das Singen weitaus gehemmter sind, weil die Liedproduktion bei ihnen aufgrund ihrer kognitiven und sozialen Entwicklung zu einer Leistungsaufgabe wird, deren Ergebnis als gelungen oder misslungen bewertet wird. Auch in Bezug auf Zeichnen und Malen gilt, dass Kinder mit fortschreitender geistiger Entwicklung ihre Einstellung zu diesen Aktivitäten verändern und sie zunehmend nicht mehr als Tätigkeiten auffassen, die um ihrer selbst willen praktiziert werden, sondern als Leistungsnachweise für zeichnerisches Können auffassen. Der Umstand, dass Kinder im Zuge ihrer kognitiven Entwicklung höhere Ansprüche an ihre eigenen Leistungen beim Singen und Zeichnen stellen, führt dazu, dass bei ihnen kreative Leistungen einen anderen Ausdruck finden als im Fall des oben genannten geistig behinderten Mädchens.

Aljoscha Neubauer und Andreas Fink befassen sich in ihrem Beitrag mit den Fragen, durch welche Merkmale sich kreative Leistungen auszeichnen, wie sie sich messen lassen und ob es charakteristische neuronale Aktivierungsmuster gibt, die es ermöglichen, kreative Leistungen bestimmten Arealen auf der Großhirnrinde zuzuordnen (zur Übersicht über neurowissenschaftliche Untersuchungen zur Kreativität siehe auch den Aufsatz von Dietrich, 2004a). Im Anschluss an die Kennzeichnung von Kreativität als divergentem Denken wird dafür argumentiert, dass eine wichtige Grundlage der Kreativität in der Defokussierung der Aufmerksamkeit besteht. Kreative Personen zeichnen sich demnach durch eine breite Aufmerksamkeitsausrichtung aus, während bei weniger kreativen Personen eine fokussierte Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Merkmale vorherrschen soll. In diesem Zusammenhang wird eine Reihe von Belegen für die neurowissenschaftliche Hypothese angeführt, dass eine gleichmäßige und eher geringe Aktivierung unterschiedlicher Areale der Großhirnrinde für kreative Leistungen förderlich ist. An diesen Leistungen sollen vor allem die rechte Hemisphäre des menschlichen Gehirns sowie frontale Kortextareale beteiligt sein. Bei dem Projekt, die neuronalen Korrelate kreativer Leistungen im menschlichen Gehirn zu lokalisieren, sollte man sich aber stets die grundsätzlichen Überlegungen von Altenmüller (2005) vergegenwärtigen, wonach die Verfahren zur Messung von Hirnaktivierungen aufgrund der Vielzahl der am Zustandekommen kreativer Leistungen beteiligten kognitiven Fähigkeiten zu unterbestimmt sind, um bestimmte Aktivierungsmuster eindeutig kreativen Leistungen zuordnen zu können. Altenmüller (2005) zufolge lassen sich daher allenfalls notwendige Voraussetzungen für kreative Leistungen identifizieren. Aber die Hirnforschung kann keine hinreichenden Erklärungen für Kreativität liefern.

In dem Beitrag von Gudrun Schwarzer geht es um die Parallelen zwischen musikalischer und visueller Informationsverarbeitung im Kindesalter. Am Beispiel der Prozesse bei der visuellen Wahrnehmung von Gesichtern und der auditiven Wahrnehmung von Melodien wird gezeigt, dass im Kindesalter die analytische Verarbeitung dominiert, die sich durch Fokussierung auf einzelne Merkmale auszeichnet. In beiden Bereichen verarbeiten Kinder im Vorschulalter komplexe Stimuli, indem sie sie in ihre Komponenten zergliedern. Erst mit zunehmendem Alter weicht diese Art der Verarbeitung einer holistischen Verarbeitung, die sich primär am Gesamteindruck orientiert: Die Kinder beziehen bei der Wahrnehmung komplexer visueller und musikalischer Stimuli also zunehmend den Gesamtstimulus in die Verarbeitung ein und verarbeiten diese Stimuli damit holistisch. Ob es zu einer holistischen Verarbeitung kommt, hängt laut Schwarzer in erster Linie von Faktoren ab, die sich mit zunehmendem Alter einstellen, wie zunehmendes Wissen über die in der Umwelt typischerweise vorkommenden Merkmalskombinationen.

Der Ausgangspunkt im Aufsatz von Maria Spychiger ist die Leistungsfähigkeit der gegenwärtig verfügbaren Ansätze zur Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung. Spychiger moniert, dass wirklich überzeugende Nachweise und theoretische Fundierungen wohl nie gelingen werden, auch wenn die zur Diskussion stehenden Wirkungen oft offensichtlich sind. Für die psychologischen Erklärungen mittels Wissenstransfer besteht das Problem, dass die zur Verfügung stehenden Ansätze zu unbestimmt sind, weil sie keine präzisen Angaben darüber machen, welche gemeinsamen Wissens Elemente für den Transfer verantwortlich sein sollen. Gleichermaßen haben neurowissenschaftliche Ansätze, die sich in erster Linie auf die Aktivierung gemeinsamer Hirnregionen beziehen und damit erklären wollen, warum sich aktives Musizieren zum Beispiel positiv auf sprachliche Fähigkeiten auswirken kann, den Mangel der Unspezifität. Gehirnaktivierungen sind letztlich lediglich Korrelate der erlebten Wirkungen. Die Autorin fragt sich, wie sinnvoll die Diskussion überhaupt ist und will sich andern Zugängen zum Gegenstand widmen. Anstelle der „Wirkungen“ bringt sie die Funktionen der Musik ins Spiel und zeigt auf, dass die Musik als Zeichensystem im Person-Welt-Bezug fungiert und als solches unersetzbare Funktionen hat, besonders – aber nicht nur – mit Blick auf die Emotionen, wo die Musik in der Tat enorme Wirkungen hat. Spychiger macht in der Folge und als Schlussfolgerung geltend, dass musikalische Betätigung und musikalische Erfahrung sich bei jedem Menschen in einem musikalischen Selbstkonzept akkumuliert. *Dieses* hat dann seinerseits steuernde Funktionen für das musikalische Verhalten und Erleben; es kann sehr wohl als Instanz zur Moderierung und Vermittlung von Musikwirkungen aufgefasst werden und fungiert in diesem Sinne als neuer Ausgangspunkt zur Erklärung von Wirkungen der Musik, seien diese „musikalisch“ oder aber „außermusikalisch“.

In dem Beitrag von Elsbeth Stern werden die zentralen Konzepte erklärt, die für das Verständnis des Intelligenzbegriffs, der Genauigkeit von Intelligenztests sowie der Faktoren, die auf die Intelligenzentwicklung Einfluss nehmen können, erforderlich sind. Neben der Erklärung wichtiger statistischer Grundbegriffe wie „Normalverteilung“ und „Standardabweichung“, die für die Inter-

pretation der von Intelligenztests gemessenen Leistungen unentbehrlich sind, besteht ein weiterer wichtiger Punkt dieses Aufsatzes darin zu klären, in welchem Umfang sich externe Faktoren grundsätzlich auf die Intelligenzentwicklung auswirken können, und welche Effekte daher von Trainingsmaßnahmen wie zusätzlichem Musikunterricht realistisch zu erwarten sind. In diesem Zusammenhang ist zunächst die Genauigkeit von Intelligenztests von Bedeutung. Vergegenwärtigt man sich nämlich, dass bei einem Intelligenztest die Bandbreite zum Beispiel bei 18 Intelligenzpunkten liegen kann, – was bedeutet, dass der Intelligenzquotient (IQ) einer Person, bei der man beispielsweise einen Wert von 110 gemessen hat, mit 95%iger Wahrscheinlichkeit zwischen 101 und 119 liegt – dann nimmt sich die Intelligenzsteigerung durch Trainingsmaßnahmen wie zusätzlichen Musikunterricht um drei Intelligenzpunkte *im Einzelfall* sehr gering aus. Ein weiterer wichtiger Punkt, der die Vererbung von Intelligenz betrifft, besteht darin, dass in westlichen Industrieländern etwa 50% der Intelligenzunterschiede genetisch bedingt sind. Dem Einfluss der Umwelt auf die Intelligenzentwicklung sind damit klare Grenzen gesetzt. Ein wichtiger Umweltfaktor ist die Dauer des Schulbesuchs, bei dem sich ein linearer Einfluss auf den Intelligenzquotienten zeigt. Der Schulbesuch wirkt sich demnach grundsätzlich positiv auf die Intelligenzentwicklung aus, aber die Effekte des Schulbesuchs sind mit drei bis maximal fünf Intelligenzpunkten für ein zusätzliches Jahr des Schulbesuchs recht begrenzt. Diese Schooling-Effekte sind zwar größer als viele Leistungssteigerungen, die als Folge von Musikunterricht gemessen wurden, aber sie zeigen, wie begrenzt Umwelteinflüsse auf die Entwicklung von Intelligenzunterschieden selbst in Gesellschaften sind, in denen die für die geistige Entwicklung benötigten Ressourcen weitgehend allen zugänglich sind.

Der Aufsatz von Oliver Vitouch befasst sich mit der Frage nach psychologischen Belegen für Transferleistungen als Folgen musikalischer Betätigung. Er verdeutlicht unter anderem am Beispiel der Entwicklung des absoluten Gehörs, dass es sich dabei zwar um eine kognitive Fähigkeit handelt, die sich als Folge intensiven und frühzeitigen musikalischen Trainings einstellt, dass es sich dabei aber *nicht* um einen Fall von positivem Transfer auf außermusikalische kognitive Fähigkeiten handelt. Auch mit Bezug auf die strukturellen und funktionellen Veränderungen in der Organisation der Großhirnrinde, die als Folge langfristigen professionellen Übens auftreten, argumentiert Vitouch dafür, dass im Zuge dieser Veränderungen kein nennenswerter Ferntransfer auf andere kognitive Fähigkeiten eintritt, weil sich die spielmotorischen Fertigkeiten zum Beispiel von Pianisten auf bereichsspezifische musikalische und stark tätigkeitsverwandte Leistungen beschränken. Vitouch zufolge ist es daher nicht realistisch, vom Musizieren starke Transfereffekte in Bezug auf zahlreiche außermusikalische kognitive Fähigkeiten zu erwarten. Diese Behauptung findet er ebenfalls durch die experimentelle Studie von Schellenberg (2004) bestätigt, die zwar Belege für musikspezifische, aber nur geringfügige Transfereffekte liefert. Im Anschluss an diese Überlegungen geht Vitouch kurz auf motivationale und emotionale Aspekte des Musikhörens und Musizierens ein und präsentiert abschließend zehn Leitfragen für zukünftige Untersuchungen zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung auf außermusikalische Fähigkeiten.

An dieser Stelle soll noch einmal hervorgehoben werden, dass sich dieser Forschungsbericht auf einen ganz bestimmten Typ von Effekten konzentriert – nämlich auf die *kognitiven* Effekte des Musikhörens und des Musizierens. Hingegen befasst sich diese Arbeit nicht mit den sozialen und emotionalen Effekten, die möglicherweise durch Musikunterricht hervorgerufen werden. Diese Aspekte stellen ein weiteres Forschungsgebiet dar und erfordern eine eigene differenzierte Untersuchung. Die Konsequenzen, die sich aus diesem Forschungsbericht ableiten lassen, betreffen daher allein die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik, nicht aber die Förderung sozialer und emotionaler Kompetenzen.

# 1 Die kognitiven Effekte des Musikhörens: Die Mozart-, Schubert-, Stephen King-, Blur- und Kinderlieder-Effekte

Das öffentliche Interesse an dem möglichen geistigen Nutzen des Musikhörens wurde zu Beginn der 1990er-Jahre durch einen Aufsatz von Rauscher et al. (1993) geweckt, dem zufolge Personen, die zehn Minuten lang von Mozart komponierte Musik gehört hatten, unmittelbar danach bessere räumlich-visuelle Vorstellungsleistungen zeigten als Personen, die über den gleichen Zeitraum entweder ohne Beschäftigung still in einem Zimmer gesessen oder Entspannungsanleitungen angehört hatten. Die räumlich-visuellen Vorstellungsleistungen wurden dabei mit Papier-Falt-und-Schneide-Aufgaben getestet, bei denen es darum ging herauszufinden, welche Muster entstehen, wenn Papier in bestimmter Weise gefaltet, gedreht und eingeschnitten wird. Dieses Ergebnis wurde von den Medien unter der Bezeichnung „Mozart-Effekt“ schnell aufgegriffen und weit verbreitet, was nicht zuletzt daran lag, dass diese Untersuchung in der angesehenen Zeitschrift „Nature“ veröffentlicht wurde und dass die Autoren ihr Ergebnis zunächst als Beleg für einen deutlichen Intelligenzzuwachs interpretierten.

Obwohl sich der Effekt auf räumlich-visuelle Leistungen beschränkte, nur etwa 20 bis 30 Minuten anhielt und lediglich an Studenten nachgewiesen wurde, geriet er rasch in den Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit und führte sogar zu Änderungen in der Bildungspolitik der Vereinigten Staaten von Amerika, von denen zwei beispielsweise darin bestanden, dass in Florida den staatlichen Schulen empfohlen wurde, die Schulkinder täglich klassische Musik hören zu lassen, und dass die Regierung im Bundesstaat Georgia veranlasste, dass jedes Neugeborene eine CD mit Musik von Mozart erhielt! Eine weitere Folge bestand in der Entwicklung einer ganzen Frühförderungsindustrie, die bildungsorientierte Eltern mit Mozart-CDs versorgte, mit denen die kognitive Entwicklung ihrer Kinder optimal gefördert werden sollte.

Offensichtlich wurde im Zuge der Mozart-Euphorie gänzlich außer Acht gelassen, dass die Untersuchung von Rauscher et al. (1993) bestenfalls Belege dafür liefert, dass sich das Hören von Mozart komponierter Musik lediglich auf einen kleinen Bereich räumlich-visueller Fähigkeiten positiv auswirkt, aber keine Rückschlüsse auf die Wirkung des Musikhörens auf die Entwicklung der allgemeinen Intelligenz zulässt. Ebenso wenig wurde der in diesem Zusammenhang entscheidende Unterschied zwischen *kurzfristigen* und *langfristigen* kognitiven Effekten beachtet, so dass vorschnell von kurzfristigen auf langfristige Effekte des Musikhörens geschlossen wurde. Wahrscheinlich lagen den oben dargestellten Aktionen Überlegung wie die folgende zugrunde: Wenn die (kurzfristigen) kognitiven Effekte des Musikhörens zuverlässig sind, dann wird wohl häufiges Musikhören im Stadium frühkindlicher Entwicklung – wenn die Plastizität des Gehirns am Größten ist – zur Bildung neuronaler Verknüpfungen führen, die auch langfristige kognitive Effekte haben können. Ein weiterer wichtiger Grund, warum dieser Schluss problematisch ist, liegt in der Voraus-

setzung, das Hören von Musik würde aufgrund der Plastizität kindlicher Gehirne nicht nur zu musikspezifischen, sondern darüber hinaus auch zu *bereichsübergreifenden* Effekten in Bezug auf andere kognitive Kompetenzen führen. Aus der Sicht der Neurowissenschaft gibt es aber weder Belege dafür, dass das Hören von Musik das Wachstum von Nervenzellen im Gehirn oder die Bildung neuronaler Verbindungen in besonderer Weise beschleunigt, noch dafür, dass die beim Musikhören gebildeten neuronalen Verknüpfungen ganz selbstverständlich auch andere Aufgaben als musikspezifische Funktionen erfüllen können (siehe dazu Altenmüller, 2001a).

Die nachfolgenden Versuche, die Ergebnisse von Rauscher et al. (1993) zu replizieren, waren von recht unterschiedlichem Erfolg, denn in zahlreichen Untersuchungen gelang die Replikation dieser Ergebnisse nicht (siehe dazu die Meta-Analysen von Chabris et al., 1999 und Hetland, 2000a sowie z.B. die Untersuchungen von Dalla Bella et al., 1999; Fudin & Lembessis, 2004; Hallam, 2000; Kenealy & Monsef, 1994; Stough et al., 1994 und Weeks, 1996). So ließ sich beispielsweise kein Mozart-Effekt in Bezug auf das Arbeitsgedächtnis (Steele et al., 1997) oder das abstrakte Denken (Newman et al., 1995; Kerkin et al., 1994) feststellen. Auch zeigte sich kein Mozart-Effekt hinsichtlich der räumlich-visuellen Leistungen, wenn diese mit anderen Tests als bei Rauscher et al. (1993) gemessen wurden (Carstens et al., 1995). Rauscher und ihre Kollegen führten die erfolglosen Replikationsversuche zunächst entweder auf die falsche Musik oder auf die falschen Testaufgaben zurück. Sie revidierten aber schließlich ihre ursprüngliche Hypothese und schränkten sie auf räumlich-visuelle Fähigkeiten ein (Rauscher et al., 1995; Rauscher & Shaw, 1998; Shaw, 2000). Allerdings gelang es Steele und seinen Kollegen trotzdem nicht, einen Mozart-Effekt in Bezug auf räumlich-visuelle Fähigkeiten nachzuweisen, obwohl dieselben Tests wie bei Rauscher et al. (1993) verwendet wurden (siehe Steele et al., 1999a, 1999b, 1999c). Dieses Ergebnis stützt die Vermutung, dass es sich beim Mozart-Effekt um ein Phänomen handelt, das gegenüber geringfügigen Veränderungen im Testverfahren sehr sensibel reagiert.

Rauscher und ihre Koautoren vertraten außerdem die Auffassung, dass das Hören von Mozart komponierter Musik besondere Priming-Effekte in Bezug auf räumlich-visuelle Vorstellungsleistungen hervorbringt. Allerdings ist ihre Hypothese von Priming-Effekten zwischen gänzlich verschiedenen Inhaltsbereichen, die – wie Musikhören und räumlich-visuelle Leistungen – nicht zueinander in Beziehung stehen, mit den Ergebnissen der gegenwärtigen psychologischen Forschung unvereinbar. Von Priming-Effekten ist dann die Rede, wenn die Wahrnehmung eines bestimmten Stimulus Einfluss auf die Verarbeitung nachfolgender Stimuli hat. Bei Priming-Effekten handelt es sich um kurzfristige Effekte, die nur dann auftreten, wenn die nachfolgenden Stimuli vom gleichen Typ wie der erste Stimulus sind (Priming durch Wiederholung) oder wenn sie zu ihm in einer für die wahrnehmende Person erkennbaren inhaltlichen Beziehung stehen (Priming durch Assoziation). Der erste Fall ist gegeben, wenn zum Beispiel die kurze visuelle Präsentation eines Wortes die spätere Identifikation desselben Wortes bei einer anderen Gelegenheit erleichtert. Der zweite Fall liegt vor, wenn die Präsentation eines Wortes wie beispielsweise „Arzt“ die spä-

tere Identifikation von inhaltlich verwandten Wörtern wie „Patient“ erleichtert. Hingegen wird die Verarbeitung von Stimuli, die weder vom gleichen Typ wie der erste Stimulus sind, noch in einer inhaltlichen Beziehung zu ihm stehen, nicht auf diese Weise beeinflusst. Aus diesem Grund ist es unplausibel anzunehmen, dass sich das Hören von Musik aufgrund von Priming-Effekten auf räumlich-visuelle Leistungen auswirken soll.

Es kann zwar unter bestimmten Bedingungen zu Priming-Effekten zwischen Stimuli verschiedener Sinnesmodalitäten kommen, wenn sich diese Stimuli auf denselben Gegenstand beziehen. Beispielsweise kann ein haptischer Stimulus von einem Gegenstand Einfluss auf die Verarbeitung eines visuellen Stimulus von demselben Gegenstand haben. Auch die Verarbeitung von visuell dargebotenen Wörtern wird durch die vorangehende auditive Präsentation derselben Wörter beeinflusst. Hingegen wird die Verarbeitung visuell dargebotener Ereignisse wie das Zerschlagen eines Glases oder das Schließen einer Tür nicht durch Priming-Effekte von auditiven Wahrnehmungen derselben Ereignisse beeinflusst (siehe Grainger et al., 2001). Die auditive Wahrnehmung solcher Ereignisse führt zwar zu Priming-Effekten in Bezug auf die auditive, aber nicht in Bezug auf die visuelle Identifikation dieser Ereignisse. Handelte es sich beim Mozart-Effekt also um Priming, dann wäre es einer der überaus seltenen Fälle eines Primings zwischen einem auditiven Stimulus und einer räumlich-visuellen Leistung, bei dem der Priming-Stimulus in keiner erkennbaren inhaltlichen Relation zu den nachfolgenden kognitiven Leistungen steht. Denn in welcher Beziehung sollte das passive Hören von Musik zum Ausführen räumlich-visueller Leistungen stehen? Aus diesen Gründen ist es zum Beispiel aus der Sicht von Schellenberg (2001) äußerst unwahrscheinlich, dass sich der Mozart-Effekt als ein Fall von Priming befriedigend erklären lässt.

Ebenso wenig lässt sich der Mozart-Effekt als Folge von Wissenstransfer erklären. Wissenstransfer besteht darin, dass Wissen und Problemlösungsstrategien, die beim Lösen bestimmter Aufgaben erworben wurden, auf neue Aufgaben übertragen werden und – im Fall einer erfolgreichen Anwendung – die Lösung dieser neuen Aufgaben erleichtern. Eine zentrale Voraussetzung dafür, dass ein solcher Transfer stattfindet, liegt darin, dass Start- und Zielaufgaben gemeinsame Wissens Elemente aufweisen. Aber worin sollen diese gemeinsamen Wissens Elemente beim Hören von Musik und beim Lösen von Aufgaben zur räumlich-visuellen Vorstellung bestehen? Welches Wissen und welche Problemlösungsstrategien, die sich auf Aufgaben zur räumlich-visuellen Vorstellung anwenden ließen, werden beim passiven Hören von Musik erworben? Der Versuch, den Mozart-Effekt als Folge von Wissenstransfer zu erklären, wirft also mehr Fragen auf, als er tatsächlich löst.

Rauscher et al. (1998) berichteten, dass Ratten schneller lernen, sich in einem T-Labyrinth zurechtzufinden, wenn sie bereits im Mutterleib sowie beim Aufwachsen Musik von Mozart gehört haben. Ziel dieser Untersuchung war es zu zeigen, dass das Hören von Musik Mozarts direkte Effekte auf die Gehirnentwicklung zur Folge hat und dass sich daher der Mozart-Effekt nicht unter Bezug auf die kognitive Erregung oder die Präferenzen des Hörers erklären lässt. Allerdings konnte Steele (2003) diese Überlegungen recht einfach mit dem

Hinweis darauf zurückweisen, dass (a) Ratten gehörlos geboren werden und im Mutterleib nichts hören können und dass (b) auch erwachsene Ratten für die meisten Töne der Musik Mozarts schlicht taub sind. Steele zufolge lassen sich die Ergebnisse der Untersuchung von Rauscher und ihren Kollegen mit methodischen Fehlern wie Selektions- und Experimentatoreffekten vollständig erklären: Demnach wurde die Zuordnung der Ratten zur Versuchs- und Kontrollgruppe nicht vollständig nach dem Zufallsprinzip vorgenommen, und es ist ebenfalls wahrscheinlich, dass die Erwartungshaltung der Experimentatoren Einfluss auf das Ergebnis genommen hat. Ebenso wie der in der Meta-Analyse von Hetland (2000a, S. 134) berichtete „Labor-Effekt“, wonach die stärksten Belege für den Mozart-Effekt aus dem Labor von Rauscher und ihren Kollegen stammen, weist auch dieses Beispiel darauf hin, dass Rauscher und ihre Kollegen bei dem Versuch, einen Mozart-Effekt nachzuweisen, nicht immer mit der nötigen wissenschaftlichen Sorgfalt vorgegangen sind.

Die Meta-Analyse von Chabris et al. (1999) zeigte nicht allein, dass der Mozart-Effekt nur sehr schwach ausgeprägt ist, sondern sie regte auch Überlegungen zu der Hypothese an, dass der Mozart-Effekt in den Fällen, in denen er sich tatsächlich nachweisen bzw. replizieren ließ, als Folge der höheren kognitiven Erregung bzw. Aktivierung und der besseren Stimmung der Versuchspersonen erklärt werden kann. Denn optimale Erregung – vor allem körperliche und geistige Aktivierung – kann zu Leistungssteigerungen in ganz verschiedenen Inhaltsbereichen führen. In Übereinstimmung mit dieser Vermutung konnten Nantais und Schellenberg (1999) den Mozart-Effekt replizieren, aber sie fanden dabei auch einen „Schubert-Effekt“ von gleicher Größe, wenn sie die Musik von Mozart durch Musik von Schubert ersetzten. In einem weiteren Experiment dieser Autoren wurden die räumlich-visuellen Leistungen von Personen, die Musik von Mozart hörten, mit denen anderer Personen verglichen, die eine Geschichte von Stephen King vorgelesen bekamen. Da in diesem Fall die Bedingungen in der Kontrollgruppe ebenso anregend waren wie die Bedingungen in der Versuchsgruppe, verschwand der Mozart-Effekt und beide Gruppen zeigten die gleiche Leistung. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang, dass es sich bei den Wirkungen auf die kognitive Erregung und die Stimmung der Versuchspersonen offensichtlich um ein *Artefakt der Präferenz* handelt. Denn Versuchspersonen, die es vorzogen, anstelle der Musik von Mozart eine Geschichte von Stephen King zu hören, zeigten auch nur dann bessere Leistungen, wenn man ihnen etwas von diesem Autor vorlas. So gesehen gibt es also auch noch einen „Stephen-King-Effekt“! Diese Befunde weisen also darauf hin, dass das Auftreten eines erhöhten kognitiven Aktivierungszustandes, der mit größerer Leistungsbereitschaft und entsprechend besseren Leistungen einhergeht, nichts ist, was für das Hören von Mozart komponierter Musik spezifisch ist. Vielmehr kann dieser Effekt durch eine ganze Reihe unterschiedlicher Stimuli hervorgerufen werden. So zeigte sich beispielsweise in den Untersuchungen von Ivanov und Geake (2003) sowie McKelvie und Low (2002), dass sich das Hören von Musik von Bach bzw. von Popmusik ebenso positiv auf die kognitive Aktivierung auswirkt wie das Hören der Musik Mozarts.

Steele (2000) sowie Thompson et al. (2001) haben daraufhin die *Erregungs- und Stimmungs-Hypothese* (arousal-and-mood-hypothesis) formuliert: Das Hören der Musik von Mozart ist demnach ein Beispiel für einen Stimulus, der sich positiv auf die Erregung sowie auf die Stimmung der wahrnehmenden Person auswirkt und der auf diese Weise bei einer ganzen Reihe unterschiedlicher Tätigkeiten positiven Einfluss auf die Leistung nehmen kann. Um diese Hypothese zu testen, wurde den von ihnen untersuchten Personen entweder ein schnelles und fröhlich klingendes Musikstück von Mozart in Dur oder ein langsames und eher traurig klingendes Musikstück von Albinoni in Moll vorgespielt. Wie von den Autoren vorhergesagt, ließ sich in Bezug auf räumlich-visuelle Leistungen zwar ein Mozart-Effekt, aber kein „Albinoni-Effekt“ nachweisen. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass die Erregung und die Stimmung bei den Personen aus der Mozart-Gruppe höher bzw. besser waren als bei den Personen aus der Albinoni-Gruppe. Zudem entsprachen die Leistungsunterschiede zwischen der Mozart- und der Albinonigruppe bei den Aufgaben zum räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen den Erregungs- und Stimmungsunterschieden zwischen beiden Gruppen. Wurden hingegen die Unterschiede in der Erregung und der Stimmung mit statistischen Mitteln konstant gehalten, dann verschwand auch der Vorsprung der Mozart-Gruppe. Der entscheidende Vorteil der Erregungs- und Stimmungs-Hypothese gegenüber der Priming-Hypothese liegt darin, dass sie eine klare Erklärung für den scheinbar mysteriösen Mozart-Effekt bereitstellt, die in Übereinstimmung mit der gegenwärtigen psychologischen Forschung steht.

In einer anderen Untersuchung der gleichen Forschergruppe (Husain et al., 2002) wurde entweder das Tempo (schnell oder langsam) oder die Tonart (Dur oder Moll) desselben Musikstücks von Mozart variiert, bevor die Versuchspersonen Aufgaben zum räumlich-visuellen Vorstellungsvermögen bearbeiteten. Diese Veränderungen führten zu ganz unterschiedlichen Erregungszuständen und Stimmungen, mit denen sich wiederum die daraus resultierenden Differenzen bei den Leistungen des räumlich-visuellen Vorstellungsvermögens erklären ließen: Wie erwartet zeigten die Personen, die die Musik mit schnellerem Tempo oder in Dur gehört hatten, bessere Leistungen als die anderen Personen, denen die Musik im langsameren Tempo oder in Moll vorgespielt wurde. Dies zeigt auch, dass Musik von Mozart nicht per se zu höherer kognitiver Erregung und besserer Stimmung führt. Eine weitere Studie von Schellenberg et al. (im Druck) untersuchte anschließend die kognitiven Effekte des Hörens von Musik von Mozart und von Albinoni auf andere kognitive Fähigkeiten. In den Fällen, in denen das Musikhören zu Unterschieden im Erregungszustand und in der Stimmung führte, zeigten die Versuchspersonen aus der Mozart-Gruppe bei einem Test zur geistigen Verarbeitungsgeschwindigkeit aufgrund ihrer höheren kognitiven Aktivierung wiederum bessere Leistungen als die Personen aus der Albinoni-Gruppe.

Von Schellenberg und Hallam (2005) stammt eine Studie, in der anhand zehn- und elfjähriger Schulkinder die Bedeutung von Musikpräferenzen für den Einfluss des Musikhörens auf Erregung und Stimmung sowie auf kognitive Leistungen untersucht wurde. Sie konnten einen so genannten „Blur-Effekt“

nachweisen, der darin besteht, dass die Kinder bessere räumlich-visuelle Leistungen nach dem Hören von Popmusik der Gruppe „Blur“ und anderen Pop-Bands zeigten als nach dem Hören von Musik von Mozart oder dem Anhören einer wissenschaftlichen Diskussion. In einem Kreativitätstest (Schellenberg et al., im Druck) fertigten Vorschulkinder mit Buntstiften Zeichnungen an, nachdem sie Musik von Mozart, von Albinoni oder bekannte Kinderlieder gehört – oder aber selber bekannte Kinderlieder gesungen hatten. Diejenigen Kinder, die entweder selber gesungen oder Kinderlieder gehört hatten, zeichneten länger, und ihre Zeichnungen wurden als kreativer beurteilt als die Bilder der Kinder aus den beiden anderen Gruppen. Zwischen diesen beiden Gruppen, die Kinderlieder entweder gehört oder selber gesungen hatten, gab es dabei keine Leistungsunterschiede. In Anlehnung an den Mozart-Effekt bezeichnen die Autoren dies als den „Kinderlieder-Effekt“.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die dargestellten Untersuchungen dafür sprechen, dass sich unter bestimmten Bedingungen durch das Hören von Musik kurzfristige Leistungssteigerungen in Bezug auf unterschiedliche kognitive Fähigkeiten erzielen lassen. Diese kognitiven Effekte kommen dadurch zustande, dass durch die Steigerung der kognitiven Erregung sowie durch die Verbesserung der Stimmung die Leistungsbereitschaft erhöht wird. Sie unterscheiden sich daher nicht von kognitiven Effekten, die gleichfalls dadurch zustande kommen, dass die Leistungsbereitschaft durch angenehme Stimuli erhöht wird, indem man den Versuchspersonen zum Beispiel Geschichten vorliest, ihnen die Musik ihrer Lieblingsband vorspielt – oder ihnen eine Tasse Kaffee oder ein paar Süßigkeiten anbietet (siehe dazu Isen, 2000; Smith et al., 2004). *Der Mozart-Effekt beruht folglich nicht auf einer dauerhaften Steigerung der allgemeinen Intelligenz oder der Verbesserung einzelner kognitiver Fähigkeiten, sondern allein darauf, dass die Versuchspersonen durch das Hören der Musik kurzfristig in einen besonders leistungsbereiten Zustand versetzt werden.* Zudem ist es nicht der Fall, dass allein das Hören der Musik von Mozart kognitive Effekte in Bezug auf räumlich-visuelle Vorstellungsleistungen hervorbringt. Vielmehr verhält es sich so, dass sich grundsätzlich alle Arten schneller, fröhlicher und von den entsprechenden Altersgruppen bevorzugter Musik positiv auf den Erregungszustand und die Stimmung der Hörer auswirken können – zumindest für einen kurzen Zeitraum von 20 bis 30 Minuten. Ähnliche kurzfristige kognitive Effekte lassen sich beispielsweise auch für Kinder nachweisen, deren kognitiver Erregungszustand durch an sie gerichtetes Singen angehoben wird (Shenfield et al., 2003). Wie die Untersuchungen von Schellenberg und Hallam (2005) sowie von Schellenberg et al. (im Druck) gezeigt haben, beschränken sich dabei die kognitiven Wirkungen erhöhter Erregung und Stimmung nicht allein auf räumlich-visuelle Leistungen, sondern lassen sich auch für andere kognitive Kompetenzen wie die geistige Verarbeitungsgeschwindigkeit sowie für kreative Leistungen nachweisen.

## 2 Die kognitiven Effekte aktiver musikalischer Betätigung

### 2.1 Methodische Vorüberlegungen zu den folgenden Untersuchungen

Bevor auf die verschiedenen Untersuchungen zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung im Einzelnen eingegangen wird, muss etwas über die verschiedenen Methoden der Datenerhebung gesagt werden. Dies ist erforderlich, um die Ergebnisse dieser Studien angemessen einschätzen zu können. Im Folgenden werden alle Untersuchungen in drei verschiedene Typen unterteilt: Korrelationsstudien, quasi-experimentelle und experimentelle Studien, die sich in methodischer Hinsicht grundsätzlich voneinander unterscheiden.

**Korrelationsstudien** zeichnen sich dadurch aus, dass der Zusammenhang zwischen den Merkmalen und Leistungen von Personen in verschiedenen Bereichen untersucht wird. Korrelationen können *positiv* oder *negativ* sein. Sie sind positiv, wenn hohe Messwerte für das eine Merkmal mit hohen Messwerten für ein anderes Merkmal einhergehen. Hingegen sind sie negativ, wenn hohe Messwerte für das eine Merkmal mit niedrigen Messwerten für das andere Merkmal korrespondieren. Die Korrelation zwischen der wöchentlichen Lesezeit und den Leistungen bei Lese-Tests ist beispielsweise positiv, weil Kinder, die viel Zeit mit Lesen zubringen, auch bei Lese-Tests gut abschneiden. Ein anschauliches Beispiel für eine negative Korrelation ist der Zusammenhang zwischen dem Body-Mass-Index und der Laufgeschwindigkeit. Je mehr Übergewicht eine Person hat, umso geringer wird ihre Laufgeschwindigkeit sein.

Die Stärke sowie die Richtung einer Korrelation werden durch den so genannten *Korrelationskoeffizienten* bestimmt. In den Diagrammen (a) und (b) sind die Merkmale 1 und 2 also positiv miteinander korreliert, denn je größer der Wert für Merkmal 1 ist, umso höher ist der Wert für Merkmal 2. Hingegen verhält es sich in den Diagrammen (c) und (d) gerade umgekehrt, denn hier sind die beiden Merkmale negativ miteinander korreliert: Je höher der Wert für Merkmal 1 ist, umso niedriger ist er für Merkmal 2. Die Stärke einer Korrelation wird durch den Zahlenwert des Korrelationskoeffizienten angegeben. Korrelationen können im Bereich zwischen 1.0 bis -1.0 liegen. Je höher der Korrelationskoeffizient ist (das heißt, je näher er bei 1.0 bzw. -1.0 liegt), umso stärker ist der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Entsprechend gilt, dass der Zusammenhang umso schwächer ist, je näher der Wert des Korrelationskoeffizienten bei 0 liegt. Die beiden Korrelationen, die in (a) und (c) dargestellt sind, sind also beide hoch (1.00 bzw. -1.00), obwohl ihre Richtungen einander entgegengesetzt sind. Für beide Korrelationen gilt, dass sich der Wert für das eine Merkmal voraussagen lässt, wenn man den Wert des anderen Merkmals kennt. Die in (b) und (d) dargestellten Korrelationen sind zwar schwächer, eignen sich aber immer noch, um ausgehend von der Kenntnis der einen Variable die Werte für die andere Variable einigermaßen genau vorherzusagen. Wenn man zum Beispiel im Fall der in (d) abgebildeten Korrelation weiß, dass der

Wert für Merkmal 1 recht hoch ist, dann lässt sich vorhersagen, dass der entsprechende Wert für Merkmal 2 recht niedrig sein wird. Der Wert des Korrelationskoeffizienten in (e) hingegen ist 0. In diesem Fall ist es also nicht möglich, den Wert des einen Merkmals auf der Grundlage der Kenntnis des Wertes des anderen Merkmals vorherzusagen.

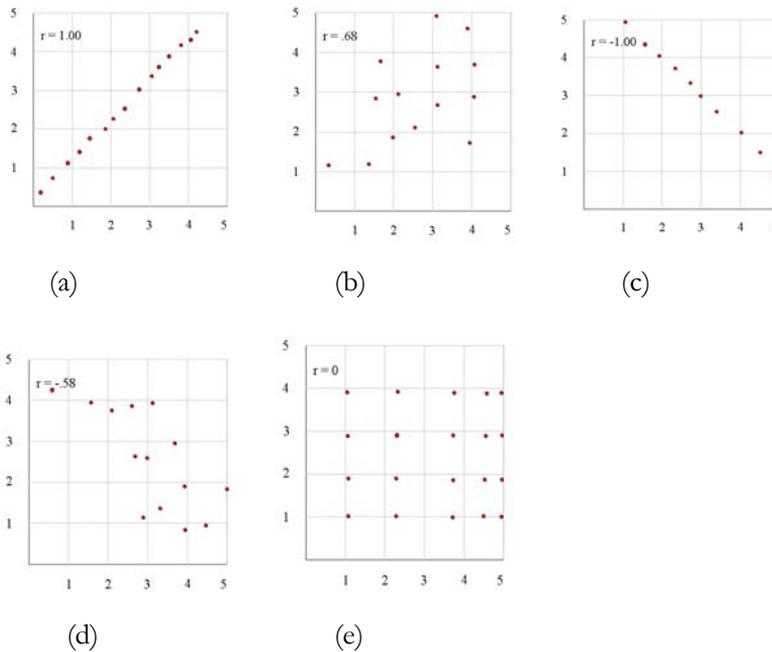


Abbildung 1: Darstellung von fünf verschiedenen Korrelationskoeffizienten (abgekürzt mit  $r$ ). An den Achsen sind die Ausprägungen der Merkmale dargestellt und jeder Punkt kann als eine Person verstanden werden, von der man zwei Merkmale erfasst hat. So könnte an der Längsachse die Durchschnittsnote der Deutscharbeiten und an der Hochachse die Durchschnittsnote der Mathematikarbeiten jeweils eines Schülers abgetragen sein. Wenn die Korrelation  $r=1$  betrüge, wie in (a) dargestellt, dann hätte jede der 15 Personen dieselbe Durchschnittsnote in den Deutscharbeiten wie in den Mathematikarbeiten. Es könnten auch die Durchschnittsnote eines Schülers im selben Fach zu verschiedenen Schuljahren dargestellt sein. Realistisch wäre ein Zusammenhang, wie er in Abbildung (b) dargestellt ist.

Wenn zwei Merkmale hoch miteinander korrelieren, neigt man manchmal vorzeitig dazu, eine *Ursache-Wirkungs-Beziehung* anzunehmen, d.h. davon auszugehen, dass ein Merkmal das andere verursacht. Dieser Schluss ist aber aus zwei Gründen nicht gerechtfertigt. Der erste Grund hat mit der *Richtung der Kausalität* zu tun. Korrelationen können grundsätzlich nicht Auskunft darüber geben, welche von zwei Variablen die Ursache und welche die Wirkung ist. In dem oben dargestellten Beispiel der Korrelation zwischen der wöchentlich zum Lesen aufge-

wendeten Zeit und den Leistungen in Lese-Tests ist es zwar möglich, dass häufiges Lesen die Ursache für gute Leistungen in Lese-Tests ist. Es ist aber ebenso denkbar, dass die kausale Relation gerade andersherum ausgerichtet ist: Bessere Lesefähigkeiten könnten durchaus die Ursache dafür sein, dass Kinder mehr Zeit mit Lesen verbringen, denn es fällt ihnen leichter und macht ihnen mehr Spaß. Der zweite Grund dafür, warum Korrelation nicht Kausalität impliziert, liegt in dem *Problem der dritten Variablen*: Es ist grundsätzlich möglich, dass die Korrelation zwischen zwei Merkmalen die Wirkung eines dritten Merkmals ist, welches diese Korrelation verursacht. Bezogen auf das obige Beispiel bedeutet dies, dass die gemeinsame Ursache für ein hohes Lesepensum sowie für gute Leistungen bei Lese-Test darin besteht, dass die betreffende Person in einem intellektuell stimulierenden familiären Umfeld aufwächst. Aus diesen beiden Gründen ist das Vorliegen einer starken Korrelation nicht hinreichend, um auf das Vorliegen einer kausalen Beziehung zu schließen.

In Korrelationsstudien geht es in erster Linie darum, in welcher Beziehung bestimmte *Fähigkeiten* wie zum Beispiel musikalische Begabung und sprachliche Fähigkeiten zueinander stehen. Wenn diese beiden positiv miteinander korrelieren, dann ist dies zwar mit der Annahme *verträglich*, dass musikalisches Training positive kognitive Effekte in Bezug auf sprachliche Fähigkeiten hervorbringt. Aber grundsätzlich verhält es sich aus den oben genannten Gründen so, dass Korrelationsstudien gegenüber solchen kausalen Hypothesen *unterbestimmt* sind. Denn eine solche Korrelation wäre ebenfalls damit vereinbar, dass (a) sprachliche Übungen sich positiv auf musikalische Fähigkeiten auswirken oder dass (b) den musikalischen und sprachlichen Leistungen ein dritter Faktor wie beispielsweise eine höhere allgemeine Intelligenz zugrunde liegt. Korrelationsstudien sind daher für sich genommen nicht ausreichend, um Belege für die kausale Hypothese zu liefern, dass sich musikalische Betätigung positiv auf kognitive Kompetenzen auswirkt.

Aus diesem Grund ist es bei Korrelationsstudien entscheidend, konfundierende Faktoren wie den sozioökonomischen Status der Versuchspersonen bzw. ihrer Eltern zu beachten, um nicht durch vorschnelle Schlüsse zu ungerechtfertigten Folgerungen zu gelangen. Beispielsweise kommen Kinder, die Musikunterricht erhalten, im Allgemeinen aus Familien, deren Ausbildung und Einkommen deutlich über dem Durchschnitt liegt (siehe z.B. Curtis, 2004). Außerdem sind die Ausbildung und das Einkommen der Eltern positiv mit den kognitiven Leistungen sowie mit dem Intelligenzquotienten ihrer Kinder assoziiert (Ceci & Williams, 1997). Es überrascht daher nicht, dass sich in der Korrelationsstudie von Schellenberg (2006a) herausstellte, dass die Ausbildung der Eltern ein besserer Prädiktor für die Intelligenz der Kinder ist als die Dauer ihres Musikunterrichts. Diese Beziehungen erschweren es, aus positiven Korrelationen zwischen musikalischer Begabung, der Dauer des Musikunterrichts und der Intelligenz die richtigen Schlüsse über die Ursachen höherer kognitiver Leistungen zu ziehen, denn es ist nicht unwahrscheinlich, dass für diese Korrelationen letztlich sozioökonomische Faktoren wie die Ausbildung und das Einkommen der Eltern verantwortlich sind. Selbst wenn es gelingt, solche konfundierenden Faktoren zu berücksichtigen, kann zum Beispiel daraus, dass die Dauer des Mu-

sikunterrichts und die Intelligenz positiv miteinander korrelieren, nicht darauf geschlossen werden, dass der Musikunterricht die Ursache für den Anstieg der Intelligenz ist. Denn es ist ebenso gut möglich, dass die Kausalität gerade entgegengesetzt gerichtet ist, so dass Kinder mit höherer Intelligenz mit größerer Wahrscheinlichkeit Musikunterricht wählen als Kinder mit niedrigerem Intelligenzquotienten (IQ). Und auch das Ergebnis, dass musikalische Begabung und allgemeine Intelligenz positiv miteinander korrelieren, ist kein eindeutiger Beleg dafür, dass Musikunterricht die Intelligenzentwicklung befördert. Denn dieses Ergebnis lässt sich auch damit erklären, dass intelligente Kinder eben in vielen Bereichen gute Leistungen zeigen.

### **Gruppenvergleiche in experimentellen und quasi-experimentellen Interventionsstudien**

In Korrelationsstudien betrachtet man zwei Variablen, die beide quantifizierbar sind, wie beispielsweise die Anzahl der Musikstunden und der IQ. Möchte man *qualitative* Merkmale miteinander vergleichen, zum Beispiel indem man der Frage nachgehen will, ob Klavier- oder Geigenunterricht sich stärker auf die Intelligenzentwicklung auswirken, kann man keine Korrelationsstudien durchführen, sondern muss Gruppenvergleiche vornehmen. In solchen Studien werden also die Durchschnittswerte (Mittelwerte) von Gruppen von Personen miteinander verglichen, die unterschiedlichen Lernerfahrungen (Interventionen) ausgesetzt waren. In einem solchen Design hat man eine unabhängige Variable (zum Beispiel die Lernerfahrung), deren Auswirkungen auf die so genannte abhängige Variable (zum Beispiel den IQ) untersucht wird. Für die unabhängige Variable legt der Wissenschaftler fest, welche Bedingungen untersucht werden, also welche Gruppen gebildet werden. Die abhängige Variable muss ein quantifizierbares Merkmal sein, für das Gruppenmittelwerte gebildet werden können. Im einfachsten Fall würde man den durchschnittlichen Intelligenzquotienten einer Gruppe von Kindern, die Musikunterricht hatte, mit dem durchschnittlichen IQ einer Gruppe von Kindern vergleichen, die Sportunterricht hatte. Man könnte sich auch ein Vier-Gruppen Design vorstellen, bei dem verschiedene Arten von Unterricht verglichen werden: Klavier-, Geigen-, Gesangs- und Sportunterricht.

Die entscheidende Frage bei Gruppenvergleichen ist: Wann sind Unterschiede im Mittelwert zwischen den Gruppen als bedeutsam anzusehen? Was sagt ein Ergebnis aus, dem zufolge der durchschnittliche IQ von Kindern mit Geigenunterricht bei 111 und von Kindern mit Klavierunterricht bei 115 liegt? Mit solchen Fragen setzt sich die Statistik auseinander, und es wurden Rechenverfahren und Richtlinien erarbeitet, die Forscher anwenden müssen, wenn sie ihre Arbeiten in guten wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden sollen.

Zunächst stellt sich die Frage nach der so genannten Signifikanz von Mittelwertsunterschieden. Sind die Unterschiede in der abhängigen Variablen wirklich auf den Einfluss der unabhängigen Variablen zurückzuführen oder sind sie ein Produkt des Zufalls? Um es vorwegzunehmen: Mit endgültiger Gewissheit kann man diese Frage nicht beantworten, sondern man kann Wahrscheinlich-

keiten angeben, mit denen man von substanziellen Unterschieden ausgehen kann. Ist eine Münze gezinkt, wenn bei zehn Würfeln achtmal „Zahl“ und zweimal „Wappen“ auftritt? Der statistische Erwartungswert ist in diesem Fall das Verhältnis 5:5, aber natürlich ist stets mit Abweichungen zu rechnen. Es gilt das Gesetz der großen Zahl: Je mehr Beobachtungen vorgenommen werden, um so stärker entspricht der beobachtete Wert dem statistischen Erwartungswert. Nach zehn Würfeln lässt sich noch nicht sagen, ob bei einer Verteilung von 8:2 die Münze gezinkt ist. Aber wenn bei 100 Würfeln eine Verteilung von 80:20 auftritt, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um eine reguläre Münze handelt, nur noch sehr gering. Das Gesetz der großen Zahl gilt auch bei Gruppenvergleichen: Wenn beispielsweise in jeder Lerngruppe nur fünf Kinder sind, kann man nicht von einem statistisch bedeutsamen Unterschied ausgehen, wenn in einer Gruppe ein IQ von 111 und in der anderen ein IQ von 115 gefunden wurde. Wenn hingegen in jeder Gruppe 50 Kinder sind, dann ist ein statistisch bedeutsamer Unterschied sehr viel wahrscheinlicher.

Neben der Zahl der untersuchten Personen geht die Heterogenität innerhalb der Gruppen bezüglich der abhängigen Variablen in die Signifikanzprüfung ein. Die Heterogenität der Maße innerhalb einer Gruppe kann man exakt berechnen. In der Statistik wird dieser Kennwert als Varianz bezeichnet. Je größer die Varianz *innerhalb* der jeweiligen Gruppe ist, umso geringer ist die Chance, dass der Unterschied *zwischen* den Gruppen signifikant wird. In unserem Beispiel bedeutet dies: Wenn in der Gruppe, die einen durchschnittlichen IQ von 111 erreicht, die Werte zwischen 95 und 130 gleichmäßig variieren, wird sich der Mittelwert mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit vom Mittelwert der Gruppe unterscheiden, die einen Wert von 115 erreicht, als wenn die Werte zwischen 105 und 120 liegen.

Es gibt Computerprogramme, die aus den Kennwerten Gruppengröße, Mittelwert und Varianz exakt errechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit gefundene Mittelwertsunterschiede zwischen Gruppen auf den Zufall zurückgeführt werden können. Es wurde die Konvention getroffen, dass die Wahrscheinlichkeit unter 5% liegen muss, wenn ein Ergebnis wissenschaftlich ernst genommen werden soll, also Eingang in eine gute Zeitschrift findet. Man spricht davon, dass das Ergebnis *signifikant* ist. Liegt die Wahrscheinlichkeit unter 1%, spricht man von „hoch signifikant“. Je größer die Varianz innerhalb der Gruppen ist, umso mehr Versuchspersonen braucht man, damit die Unterschiede zwischen den Gruppen signifikant werden. Die mathematische Grundidee der Signifikanzprüfung von Gruppenunterschieden ist, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen in das Verhältnis gesetzt werden zu den Unterschieden innerhalb der Gruppen. Je größer die Unterschiede zwischen den Gruppen sind und je kleiner die Unterschiede innerhalb der Gruppen sind, umso größer ist die Chance, dass das Ergebnis signifikant wird, also vom zufälligen Zustandekommen abgegrenzt werden kann.

Insbesondere wenn man sich für die Effekte von Interventionen interessiert, ist nicht allein die Frage entscheidend, ob ein Unterschied zwischen Gruppen die Signifikanzgrenze erreicht. Wenn die Gruppen nur groß genug sind, wird man vielleicht finden, dass Geigenspieler einen IQ von 115 und Kla-

vierspieler einen IQ von 116 haben und dass dieser Unterschied von einem IQ-Punkt signifikant ist. Aber welche Bedeutung kommt einem solchen Ergebnis zu? Deshalb stellt sich im Anschluss an die Frage, ob ein Unterschied signifikant ist, die weitere Frage, wie groß der Unterschied ist. Dieser Wert lässt sich ebenfalls statistisch exakt ermitteln und wird als **Effektstärke** bezeichnet. Auch hier wird die Differenz der Gruppenmittelwerte in das Verhältnis gesetzt zu den Unterschieden, die sich innerhalb der Gruppen ergeben. Es gilt: Je größer die Unterschiede zwischen den Gruppen sind und je kleiner die Unterschiede innerhalb der Gruppen sind, umso größer ist die Effektstärke. Wie der Korrelationskoeffizient ist auch die Effektstärke ein standardisiertes Maß. Sie fängt bei Null an und ist im Gegensatz zum Korrelationskoeffizienten zwar prinzipiell nach oben offen, aber de facto aber ist eine Effektstärke von 1 schon als sehr groß zu betrachten. Eine Effektstärke von 1 heißt, (etwas vereinfacht gesprochen) dass die Unterschiede zwischen den Gruppen so groß sind, wie die Unterschiede innerhalb der Gruppen. In der Interventionsforschung hat man sich darauf geeinigt, Effektstärken ab .30 als bedeutsam zu betrachten und Effektstärken ab .60 als groß. Wenn man Auswirkungen von Lernerfahrungen wie zum Beispiel Musikunterricht auf den IQ untersuchen möchte, kann man realistischerweise keine Effektstärken erwarten, die merklich größer als .30 sind, weil der IQ zwischen den Menschen stark variiert.

**Quasi-experimentelle** und **experimentelle Studien** unterscheiden sich hinsichtlich der Art und Weise, wie die Zuordnung der Versuchspersonen zu den Versuchs- und Kontrollgruppen geschieht. Während quasi-experimentelle Studien auf bereits bestehende Gruppen zurückgreifen, geschieht die Zuordnung zu den Versuchs- und Kontrollgruppen bei den experimentellen Untersuchungen nach dem Zufallsprinzip. Quasi-experimentelle Studien sind aus diesem Grund besonders anfällig für so genannte „Selektionseffekte“: Vergleicht man in einer quasi-experimentellen Studie beispielsweise die kognitiven Leistungen von Personen, die Musikunterricht erhalten haben, mit den kognitiven Leistungen anderer Personen, die nicht am Musikunterricht teilgenommen haben, dann kann es sein, dass die Personen mit Musikunterricht von vornherein bessere Bedingungen zur Entwicklung ihrer kognitiven Fähigkeiten hatten, weil sie (a) aus stärker bildungsorientierten Elternhäusern stammen oder (b) den Musikunterricht aufgrund ihrer besonderen Begabung und Intelligenz selber gewählt haben. Aus diesem Grund können quasi-experimentelle Studien keine eindeutigen Belege für kausale Hypothesen zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung liefern. Sie sind nämlich ebenso wie Korrelationsstudien in Bezug auf die Richtung der kausalen Beziehungen *unterbestimmt*.

Um solche konfundierenden Faktoren auszuschließen, muss daher bei experimentellen Untersuchungen besonders darauf geachtet werden, dass die Versuchs- und Kontrollgruppen mit Hinsicht auf die kognitiven Fähigkeiten und den sozioökonomischen Status der Versuchspersonen in gleicher Weise zusammengesetzt sind. Ein weiterer wichtiger Punkt, der bei quasi-experimentellen und experimentellen Studien gleichermaßen zu beachten ist, betrifft die Frage, ob die Personen in der Kontrollgruppe ebenso wie die Personen in der Versuchsgruppe in einem vergleichbaren zeitlichen Umfang zusätzlichen Unter-

richt in einem anderen Inhaltsgebiet erhalten haben. Da sich nämlich die Dauer schulischen Unterrichts grundsätzlich positiv auf die kognitiven Leistungen von Kindern auswirkt (dies wird in der Psychologie auch als „schooling effect“ bezeichnet; siehe dazu auch den Beitrag von Elsbeth Stern in diesem Band), ist es möglich, dass positive kognitive Effekte gar nicht für den Musikunterricht *spezifisch* sind, sondern auch durch zusätzlichen Unterricht in anderen Inhaltsgebieten hervorgerufen werden. Außerdem ist es erforderlich, mithilfe einer so genannten „baseline“-Gruppe, die kein zusätzliches Training erhält, zu überprüfen, ob die bei der Versuchsgruppe gemessenen kognitiven Effekte auch ohne weitere Trainingsmaßnahmen – zum Beispiel aufgrund der allgemeinen kognitiven Entwicklung im Kindesalter – aufgetreten wären.

Die einzige experimentelle Untersuchung, die bislang diese methodischen Anforderungen erfüllt, ist die Untersuchung von Schellenberg (2004) zur Wirkung von Musikunterricht auf die allgemeine Intelligenz.<sup>1</sup> Um zu einer differenzierten Einsicht darüber zu kommen, welche Art von Musikunterricht sich positiv auf den IQ auswirkt, umfasst diese Studie zwei Versuchsgruppen mit Klavier- bzw. Gesangsunterricht. Zudem gibt es zwei Kontrollgruppen, von denen die eine Gruppe Theaterunterricht und die andere Gruppe keinen zusätzlichen Unterricht erhielt. Die Funktion der Theatergruppe besteht darin, Aufschluss darüber zu geben, ob die bei den Versuchsgruppen gemessenen Leistungsverbesserungen für Musikunterricht *spezifisch* sind oder ob ganz generell zusätzlicher Unterricht auch in anderen Inhaltsbereichen zu den gleichen Leistungszunahmen führt. Anhand der baseline-Gruppe ohne zusätzlichen Unterricht lässt sich überprüfen, ob die Zunahme beim IQ auch ohne Unterricht allein aufgrund der allgemeinen kognitiven Entwicklung eingetreten wäre.

Die überwiegende Mehrheit der im Folgenden dargestellten Studien erfüllt hingegen diese methodischen Anforderungen nicht, so dass sie alternative Erklärungen zum Zustandekommen der aufgewiesenen kognitiven Effekte nicht ausschließen können. Dies ist sicherlich ein wichtiger Grund dafür, warum viele dieser Untersuchungen auch nicht in angesehenen internationalen Zeitschriften mit anonymem „peer review“-System, sondern in eher unbekanntem und nicht sonderlich hochrangigen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Eine sehr klare und mit vielen hilfreichen Beispielen illustrierte Übersicht über wichtige methodische Probleme dieser Studien findet sich auch in dem Aufsatz von Spychiger (2001a).

Wenn es darum geht, die Ergebnisse der folgenden Studien zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung zu beurteilen, sollte man sich also stets die folgenden fünf Fragen vergegenwärtigen:

- (1) Lassen sich signifikante positive Effekte musikalischer Betätigung auf andere kognitive Leistungen nachweisen?
- (2) Sind diese kognitiven Effekte tatsächlich für musikalische Betätigung *spezifisch*, oder lässt die betreffende Untersuchung die Möglichkeit zu, dass diese

---

<sup>1</sup> Zur Darstellung dieser Studie siehe den Abschnitt über allgemeine Intelligenz.

- Effekte auch durch Unterricht in anderen Inhaltsbereichen hervorgerufen werden?
- (3) Sind diese kognitiven Effekte größer als – oder doch mindestens so groß wie – die Effekte, die durch ein direktes Training der betreffenden Fähigkeit erzielt werden? Wie verhalten sich Aufwand und Leistungssteigerung zueinander, wenn zum Beispiel räumlich-visuelle Fähigkeiten sowohl durch Musikunterricht als auch durch direktes Training mit Aufgaben zur Vorstellung dreidimensionaler Objekte gefördert werden?
  - (4) Wie dauerhaft sind die kognitiven Effekte? Gibt die betreffende Studie Aufschluss darüber, ob die Versuchspersonen langfristig höhere Leistungen zeigen?
  - (5) Wie wird das Auftreten dieser Effekte im Rahmen psychologischer und/oder neurowissenschaftlicher Theorien erklärt?

## 2.2 Sprachliche Leistungen

Es gibt mehrere Gründe, die für die Möglichkeit sprechen, dass sich musikalische Betätigung positiv auf sprachliche Leistungen auswirkt. So liegt einigen Untersuchungen zum Beispiel die Vermutung zugrunde, dass beim Notenlesen und beim Lesen von Texten sowie beim Hören von musikalischen Rhythmen und beim Hören von Sprachrhythmen gemeinsame kognitive Fähigkeiten involviert sind, so dass aus diesem Grund Transfereffekte erwartet werden können. Wer zum Beispiel im Musikunterricht gelernt hat, musikalische Symbole sowie Töne zu identifizieren, dem fällt es möglicherweise auch leichter, schriftliche Symbole und Sprachlaute zu erkennen. Ein noch engerer Zusammenhang zwischen musikalischer Betätigung und außermusikalischen Fähigkeiten lässt sich vermuten, wenn es um die kognitiven Effekte des Singens in Bezug auf das Sprachvermögen geht. Schließlich wird beim Singen die Sprache zum Medium musikalischen Ausdrucks gemacht. Andere Untersuchungen lassen sich von neurowissenschaftlichen Einsichten leiten, wie zum Beispiel von der Beobachtung von Patel et al. (1998), der zufolge beim Erkennen von musikalischen Rhythmen und Sprachrhythmen gemeinsame Hirnareale aktiviert werden. Diese neurowissenschaftliche Beobachtung zieht nämlich die Frage nach sich, ob zwischen den beiden Fähigkeiten zur Identifikation musikalischer und sprachlicher Rhythmen aufgrund der Aktivierung gemeinsamer Hirnregionen möglicherweise ein Zusammenhang besteht.

### 2.2.1 Korrelationsstudien

Ausgangspunkt der Untersuchung von Barwick et al. (1989) ist die Beobachtung, dass Schulkinder mit Leseschwierigkeiten auch Probleme damit haben, das Singen und Musizieren zu erlernen. Um den Zusammenhang zwischen sprachlichen und musikalischen Fähigkeiten zu klären, wurde daher untersucht, in welcher Beziehung das Gedächtnis für Töne sowie die Fähigkeit, Musikakorde zu erkennen, zur Lesefähigkeit stehen. Es zeigte sich, dass beide musikalische Leistungen positiv mit der Leseleistung korrelieren. Die Autoren heben ausdrücklich hervor, dass sich aus den Ergebnissen einer solchen Korrelations-

studie keine kausalen Aussagen über die Ursachen dieser Leistungsunterschiede ableiten lassen. Sie halten es aber für wahrscheinlicher, dass sich das Lesenlernen positiv auf die beiden genannten musikalischen Fähigkeiten auswirkt, als die umgekehrte Möglichkeit, dass musikalisches Training die Ursache für bessere Leseleistungen ist!

In der Studie von Wang und McCaskill (1989), in der neben den räumlich-visuellen und mathematischen Leistungen auch die sprachlichen Fähigkeiten von 95 elfjährigen Schülern untersucht wurden, zeigte sich eine nur sehr schwach ausgeprägte positive Korrelation zwischen musikalischen und sprachlichen Leistungen.

Lamb und Gregory (1993) untersuchten die Beziehung zwischen der Lesefähigkeit und musikalischen Fähigkeiten bei fünfjährigen Kindern. Es zeigte sich, dass die Lesefähigkeit sowie die phonologische Bewusstheit positiv mit der Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonhöhen, aber nicht mit der Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonqualitäten korrelieren. (Auch im deutschsprachigen Raum wird der Einfluss der phonologischen Bewusstheit auf den Schriftspracherwerb sowie entsprechende Fördermöglichkeiten ausgiebig erforscht. Siehe dazu die Arbeiten von Hasselhorn, Schneider & Marx, 2000; Marx, 1998; Mayringer & Wimmer, 2000; Schneider, Roth & Ennemoser, 2000). Diese Korrelation blieb auch dann erhalten, wenn Altersunterschiede und Unterschiede in der allgemeinen Intelligenz konstant gehalten wurden. Weitgehend übereinstimmende Korrelationen zwischen Lesefähigkeit und musikalischen Fähigkeiten ließen sich (bei konstant gehaltenen Alters- und Intelligenzunterschieden) auch für neunjährige Kinder nachweisen. Diese Resultate sprechen damit für einen vom Alter sowie von der allgemeinen Intelligenz unabhängigen positiven Zusammenhang zwischen Lesefähigkeit und musikalischen Fähigkeiten.

Mit dem Zusammenhang zwischen Lesefähigkeit und musikalischen Fähigkeiten befasst sich auch die Studie von Douglas and Willatts (1994), in der acht Jahre alte Kinder getestet wurden. Den Kindern wurden paarweise Töne vorgespielt, und sie mussten entscheiden, ob sich der zweite Ton in der Tonhöhe von dem ersten Ton unterschied. Zudem hatten die Kinder in einem Rhythmus-Test die Aufgabe zu bestimmen, ob die Rhythmen mehrerer kurzer Musikstücke übereinstimmten oder verschieden waren. Die Lesefähigkeit wurde mit Tests zum Lesen und Buchstabieren erfasst. Alle Messungen ergaben signifikante positive Korrelationen. Wenn die Unterschiede in Bezug auf das passive Wortverständnis konstant gehalten wurden, dann zeigte sich, dass die Fähigkeit zum Lesen und Buchstabieren zwar mit der Fähigkeit zur Unterscheidung von Rhythmen, aber nicht mit der Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonhöhen korrelierte. Während diese Ergebnisse also den Schluss nahe legen, dass die Fähigkeit zur Unterscheidung von Rhythmen ein besserer Prädiktor für Lesefähigkeit ist als die Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonhöhen, implizieren die Ergebnisse der oben dargestellten Studie von Lamb und Gregory (1993), dass die Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonhöhen ein besserer Prädiktor für Lesefähigkeit ist als die Fähigkeit zur Unterscheidung von Tonqualitäten.

Die Studie von Gromko und Poorman (1998a) befasst sich mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen musikalischer Begabung und der Fähigkeit

zur Verwendung von Symbolen. Untersucht wurden Kinder im Alter von vier bis dreizehn Jahren. Im Anschluss an einen Test ihrer musikalischen Begabung mussten die Kinder zwei Aufgaben lösen, bei denen es darum ging, kurzen Melodien graphische Repräsentationen zuzuordnen oder selber graphische Repräsentationen zu zeichnen, die kurzen Melodien entsprechen. Als Ergebnis stellte sich heraus, dass die gemessenen Werte signifikant positiv korrelierten. Dieser Befund stützt damit die Hypothese, dass die musikalische Begabung von Kindern ein zuverlässiger Prädiktor für deren Fähigkeit ist, symbolische Repräsentationen von Musik zu interpretieren bzw. selber herzustellen.

Anvari et al. (2002) untersuchten den Zusammenhang zwischen phonologischer Bewusstheit, Musikwahrnehmung und Lesefähigkeit bei 100 Vorschulkindern im Alter von vier bis fünf Jahren. Sie fanden heraus, dass musikalische Fähigkeiten signifikant mit phonologischer Bewusstheit sowie mit Lesefähigkeit korrelieren. Die Autoren betrachten daher musikalische Fähigkeiten als geeigneten Prädiktor für die spätere Lesefähigkeit.

Kinder, die unter Lese- und Rechtschreibschwäche (Dyslexie) leiden, haben im Allgemeinen eine verminderte phonologische Bewusstheit, die es ihnen erschwert, Sprachlaute zu erkennen und Bedeutungen zuzuordnen. Die verminderte phonologische Bewusstheit wird ihrerseits mit Defiziten bei der zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize erklärt. Da die rasche zeitliche Verarbeitung akustischer Reize auch beim Musizieren eine zentrale Rolle spielt, untersuchten Overy et al. (2003) sieben bis elf Jahre alte Schulkinder mit und ohne Dyslexie auf den Zusammenhang zwischen sprachlichen und musikalischen Fähigkeiten. Dabei zeigte sich, dass die Kinder mit Dyslexie tatsächlich bei den meisten Tests zur zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize schlechter abschnitten als die Kinder ohne Dyslexie. Interessant ist in diesem Zusammenhang beispielsweise die positive Korrelation zwischen der Fähigkeit zum Buchstabieren und der Fähigkeit, begleitend zu einem Lied den Rhythmus zu klopfen, denn beide Aktivitäten setzen voraus, dass die Kinder in der Lage sind, Silben voneinander zu unterscheiden und abzutrennen. Diese Untersuchung bestätigt damit die Hypothesen, die bereits in dem Aufsatz von Overy (2000) formuliert wurden. Overy et al. (2003) vermuten, dass sich die für Dyslexie charakteristischen Defizite durch gezielten Musikunterricht vermindern lassen, weil durch musikalisches Training möglicherweise Wahrnehmungsfähigkeiten verbessert werden, die auch für das Erkennen von Sprachlauten erforderlich sind.

Der Zusammenhang zwischen sprachlichen Fähigkeiten und der Fähigkeit zur zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize steht auch im Mittelpunkt der Untersuchung von Jakobson et al. (2003), der zufolge sich die Unterschiede hinsichtlich der sprachlichen Gedächtnisleistungen von Personen mit bzw. ohne Musikunterricht in erster Linie auf Unterschiede bei der zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize zurückführen lassen. Die Autoren vertreten daher die Hypothese, dass sich musikalisches Training indirekt positiv auf das Sprachgedächtnis auswirkt, indem es direkt die Fähigkeit zur zeitlichen Verarbeitung zum Beispiel von musikalischen Tonfolgen und Sprachlauten fördert. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden 60 Studenten, die über verschiedene Zeiträume Musikunterricht erhalten hatten (0 bis 15 Jahre), hinsichtlich ihres sprach-

lichen Gedächtnisses und ihrer Fähigkeit zur zeitlichen Verarbeitung akustischer Reize untersucht. Es zeigte sich, dass beide Größen tatsächlich signifikant positiv mit der Dauer des Musikunterrichts korrelieren.

Auch die Untersuchung von Slevc & Miyake (2006) befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen musikalischen und sprachlichen Fähigkeiten. Insbesondere ging es in dieser Studie darum herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen musikalischen Fähigkeiten und der Fähigkeit gibt, nach der Kindheit eine zweite Sprache zu erlernen: Welche Faktoren sind für individuelle Unterschiede beim Erlernen einer zweiten Sprache verantwortlich? Um diese Frage zu beantworten, wurden 50 Personen im Alter von 19 bis 52 Jahren mit Japanisch als Muttersprache untersucht, von denen keiner mit dem Erwerb der zweiten Sprache (Englisch) vor dem Alter von elf Jahren begonnen hatte. Es zeigte sich, dass signifikante positive Korrelationen zwischen musikalischen Fähigkeiten und den Fähigkeiten zum Erkennen sowie zum Produzieren von Sprachlauten, aber nicht zwischen musikalischen Fähigkeiten und der Fähigkeit zum Erkennen syntaktischer Strukturen sowie dem lexikalischen Wissen sprachlicher Ausdrücke bestehen. Der Zusammenhang zwischen musikalischen und sprachlichen Fähigkeiten beschränkt sich demnach auf den phonologischen Bereich: Personen, die gut darin sind, musikalische Tonfolgen zu erkennen, zu unterscheiden und zu erinnern, können auch Sprachlaute besser erkennen und produzieren. Individuelle Unterschiede beim Erlernen einer zweiten Sprache lassen sich also möglicherweise mit unterschiedlichen Fähigkeiten im phonologischen Bereich erklären. Die Autoren heben aber hervor, dass diese Ergebnisse zwar mit einer kausalen Interpretation verträglich sind, aber natürlich nicht als eindeutiger Beleg für eine solche Interpretation angesehen werden können. Eine interessante Fragestellung für zukünftige Untersuchungen besteht nach ihrer Meinung daher darin, ob es einen dritten Faktor wie zum Beispiel individuelle Unterschiede in den auditiven Fähigkeiten gibt, der für die positive Korrelation zwischen musikalischen und sprachlichen Fähigkeiten im phonologischen Bereich verantwortlich ist.

### **2.2.2 Quasi-experimentelle Studien**

Hassler et al. (1985) untersuchten Schulkinder im Alter zwischen neun und vierzehn Jahren und fanden heraus, dass Kinder ohne musikalisches Training bei Tests zur Sprachflüssigkeit deutlich schlechter abschnitten als Kinder, die regelmäßig Musikunterricht erhielten.<sup>2</sup> Eine follow-up Studie zwei Jahre später (Hassler et al. 1987) bestätigte, dass dieses Ergebnis stabil ist.

Chan et al. (1998) befassten sich mit den sprachlichen und räumlich-visuellen Gedächtnisleistungen weiblicher College-Studenten (Durchschnittsalter: 20 Jahre) in Hongkong, wobei sie die Leistungen von Studentinnen, die mindestens sechs Jahre lang vor dem zwölften Lebensjahr an Musikunterricht teilgenommen hatten, mit den Leistungen von Studentinnen verglichen, die

---

<sup>2</sup> Zur näheren Beschreibung dieser Studie siehe den Abschnitt 2.3 über räumlich-visuelle Leistungen.

keinen Musikunterricht erhalten hatten. Obwohl sich diese beiden Gruppen nicht in ihren räumlich-visuellen Gedächtnisleistungen unterschieden, zeigte die Gruppe mit Musiktraining deutlich bessere Leistungen bei den Tests zum sprachlichen Gedächtnis. Allerdings stellte sich heraus, dass die Gruppe mit Musikunterricht insgesamt deutlich mehr Unterricht erhalten hatte als die Gruppe ohne musikalisches Training, so dass sich nicht ausmachen lässt, ob die Leistungsunterschiede die spezifische Wirkung von Musikunterricht oder eben nur die Folge davon darstellen, dass die Gruppe mit musikalischem Training ganz generell mehr Zeit mit Unterricht verbracht hatte. Zudem ließen sich bei dieser Studie Selektionseffekte nicht ausschließen, weil die Möglichkeit besteht, dass die Studentinnen in der Gruppe mit Musikunterricht gegenüber den Studentinnen in der Kontrollgruppe zum Beispiel sozioökonomische Vorteile hatten.

Um diese Einwände auszuräumen, haben Ho et al. (2003) im Anschluss an diese Untersuchung eine neue Studie zu dieser Fragestellung durchgeführt, in der sie die sprachlichen und räumlich-visuellen Gedächtnisleistungen von sechs bis fünfzehn Jahre alten Schulkindern verglichen. Einige Kinder hatten bereits ein bis fünf Jahre lang musikalisches Training erhalten und bekamen ein Jahr lang weiterhin Musikunterricht, ebenso wie andere Kinder, die bislang noch kein musikalisches Training erhalten hatten. Um Selektionseffekte zu vermeiden, wurde bei der Auswahl beider Gruppen besonders darauf geachtet, dass die Kinder hinsichtlich ihres Alters, ihres Ausbildungsstandes und ihres sozioökonomischen Status miteinander vergleichbar waren. Die Kinder wurden zu Beginn und am Ende des einjährigen Untersuchungszeitraumes getestet. Bei dem Test zu Beginn der Untersuchung zeigte sich, dass die Kinder mit musikalischem Training in ihren sprachlichen – aber nicht in ihren räumlich-visuellen – Gedächtnisleistungen besser waren als die Kinder ohne musikalisches Training. Der Test am Ende der Untersuchung führte zu dem Ergebnis, dass sich das sprachliche Gedächtnis der Kinder mit musikalischer Vorbildung, die ein Jahr lang Musikunterricht erhalten hatten, weiterhin verbessert hatte. Auch die anderen Kinder, die bis zum Beginn des Untersuchungszeitraumes noch keinen Musikunterricht erhalten hatten, zeigten nach dem einjährigen Musiktraining deutlich bessere sprachliche – aber nicht räumlich-visuelle – Gedächtnisleistungen als zu Beginn des Trainings. Hingegen zeigte sich bei den sprachlichen Gedächtnisleistungen derjenigen Kinder, die zwar bis zum Beginn des Untersuchungszeitraumes Musikunterricht erhalten hatten, diesen aber nicht fortsetzen, kein Leistungsanstieg beim sprachlichen Gedächtnis. Dieser Befund deutet also darauf hin, dass Musikunterricht positive kognitive Effekte in Bezug auf das Sprachgedächtnis hervorruft. Dabei scheint dieser Effekt nicht für die chinesische Sprache spezifisch zu sein. Denn eine von Kilgour et al. (2000) durchgeführte kanadische Untersuchung mit jungen Erwachsenen kam ebenfalls zu dem Ergebnis, dass Personen mit musikalischem Training Personen ohne ein solches Training in Leistungen des sprachlichen Gedächtnisses überlegen sind. Auch die Testergebnisse von Brandler & Rammsayer (2003) stützen die Behauptung, dass das sprachliche Gedächtnis von Musikern leistungsfähiger ist als das Sprachgedächtnis von Nicht-Musikern. In der bereits dargestellten

Korrelationsstudie von Jakobson et al. (2003) wird dies mit dem positiven Einfluss des Musiktrainings auf die zeitliche Verarbeitung akustischer Reize erklärt.

Die neurowissenschaftliche Studie von Jentschke et al. (2005) befasst sich mit der Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen der Verarbeitung musikalischer und sprachlicher Syntaxstrukturen gibt. Dazu wurden zwei Gruppen von Versuchspersonen untersucht: Die erste Gruppe bestand aus 28 elfjährigen Kindern, von denen die eine Hälfte aus dem Leipziger Thomanerchor stammte und somit über ein Gesangstraining verfügte, während die Kinder aus der anderen Hälfte keine musikalische Ausbildung hatten. Die zweite Gruppe setzte sich aus 24 fünfjährigen Kindern zusammen, von denen zwölf Kinder Defizite in der sprachlichen Entwicklung aufwiesen, während die übrigen Kinder keine entsprechenden Defizite hatten. Es wurde mithilfe von EEG untersucht, wie sich die Präsentation syntaktisch inkorrektur Sätze und syntaktisch inkorrektur bzw. unharmonischer Folgen musikalischer Akkorde bei den Versuchspersonen auf die Aktivierung der Großhirnrinde auswirkt. Bei der Untersuchung der ersten Gruppe zeigte sich, dass die Kinder mit dem Gesangstraining sowohl auf unharmonische Folgen musikalischer Akkorde als auch auf syntaktisch inkorrekte Sätze mit stärkeren Aktivierungsmustern in bestimmten Hirnregionen reagierten als die Kinder, die kein musikalisches Training erhalten hatten. Bei der zweiten Gruppe ergaben sich ebenfalls Unterschiede hinsichtlich der Aktivierung der Großhirnrinde: Während sich bei den Kindern ohne sprachliche Defizite ein bestimmtes Aktivierungsmuster zeigte, wenn man ihnen unharmonische Folgen musikalischer Akkorde präsentierte, stellte sich dieses Aktivierungsmuster bei den Kindern mit Defiziten in der sprachlichen Entwicklung nicht ein. Die Autoren interpretieren diese Ergebnisse als Belege dafür, dass durch musikalisches Training ein positiver Transfer vom musikalischen zum sprachlichen Bereich hervorgerufen wird. Als Ursache für diesen Transfer wird der Umstand angesehen, dass die Hirnregionen, in denen syntaktische Informationen über Sprache und Musik verarbeitet werden, zumindest teilweise überlappen.

Um diese neurowissenschaftlichen Ergebnisse zu der Frage nach den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung in die richtige Beziehung setzen zu können, muss erstens beachtet werden, dass es bei den beiden dargestellten Untersuchungen *nicht* um die Messung *kognitiver Leistungen*, sondern um die Messung von *Hirnaktivitäten* mittels Elektroenzephalogramm (EEG) geht. Es wurde daher auch nicht untersucht, ob Kinder mit Gesangsunterricht musikalische und sprachliche Syntaxverstöße schneller oder zuverlässiger entdecken, sondern es wurden die Aktivierungsmuster ihrer Gehirne beim Wahrnehmen solcher Syntaxverstöße aufgezeichnet. Wenn im neurowissenschaftlichen Zusammenhang von „Transfer“ die Rede ist, dann ist damit also etwas ganz anderes gemeint als mit *Wissenstransfer* im psychologischen Sinne. Denn diese Untersuchung erlaubt es nicht, Aussagen über Wissenstransfer aufzustellen, weil sie sich gar nicht mit der Messung kognitiver Leistungen befasst. Im neurowissenschaftlichen Zusammenhang ist Transfer vielmehr so zu verstehen, dass die Aktivierung einer bestimmten Hirnregion beispielsweise bei der Verarbeitung musikalischer Information Auswirkungen darauf hat, wie von derselben Hirn-

region andere Information wie zum Beispiel sprachliche verarbeitet wird. Zweitens handelt es sich bei der vorliegenden Studie um eine quasi-experimentelle Untersuchung, bei der auf bereits bestehende Personengruppen zurückgegriffen wurde. Folglich lässt sich eine *kausale* Interpretation dieser Ergebnisse aufgrund möglicher Selektionseffekte nicht halten. Denn es besteht zum Beispiel die Möglichkeit, dass die Kinder, die sich für die Teilnahme im Thomaner-Chor entschieden haben, sich von vorneherein in der neuronalen Verarbeitung von Musik und Sprache von den übrigen Kindern unterschieden, die sich nicht für die Teilnahme am Gesangsunterricht interessierten. Vielleicht ist dieser Unterschied sogar die Erklärung dafür, warum sich die einen für Gesang begeistern und die anderen nicht! Aus diesen beiden Gründen lassen sich mit der vorliegenden Untersuchung von Jentschke et al. (2005) noch keine Behauptungen über den positiven Einfluss von Gesangsunterricht auf die Sprachfähigkeit stützen.

### 2.2.3 Experimentelle Studien

Standley und Hughes (1997) konnten zeigen, dass vier- bis fünfjährige Vorschulkinder, die über einen Zeitraum von zwei Monaten 15 Unterrichtsstunden in Musik erhielten, im Vergleich zu anderen Vorschulkindern ohne Musikunterricht bessere Leistungen beim Lesen und Schreiben zeigten. Da die Kinder in der Kontrollgruppe aber keinen zusätzlichen Unterricht erhielten, ist es allerdings auch möglich, dass die Leistungsverbesserung der Kinder in der Versuchsgruppe nicht eine spezifische Wirkung des Musikunterrichts ist, sondern allein darauf zurückgeht, dass die Kinder deutlich mehr Zeit mit Unterricht verbracht haben. Da der Musikunterricht den Vorschulkindern sehr viel Freude machte, ist es nach Ansicht der Autoren außerdem möglich, dass für die unterschiedlichen Leistungen nicht kognitive Transfereffekte, sondern in erster Linie motivationale Faktoren verantwortlich sind.

Anderen Untersuchungen liegt die Überlegung zugrunde, dass es aufgrund der Parallelen zwischen dem sprachlichen und dem musikalischen Ausdruck von Emotionen durch unterschiedliche Rhythmen möglich ist, dass es zu Transfereffekten zwischen den beiden Fähigkeiten kommt, Emotionen anhand des sprachlichen bzw. des musikalischen Rhythmus zu identifizieren. Zum Beispiel haben Thompson et al. (2004) in drei Experimenten untersucht, welchen Einfluss Musikunterricht auf die Fähigkeit hat, Emotionen anhand des Sprachrhythmus zu erkennen. In allen drei Experimenten mussten die Versuchspersonen die Emotionen der Sprecher bestimmen, nachdem ihnen entweder inhaltlich neutrale sprachliche Äußerungen in emotional verschiedenen Sprachrhythmen (fröhlich, traurig, ängstlich oder ärgerlich) oder nicht-sprachliche Lautfolgen präsentiert wurden, die die unterschiedlichen Rhythmen sprachlicher Äußerungen imitierten. Im ersten Experiment zeigten musikalisch geschulte Erwachsene beim Bestimmen der Emotionen bessere Leistungen als Erwachsene, die keinen Musikunterricht hatten. Im zweiten Experiment waren die Erwachsenen mit musikalischem Training deutlich besser im Identifizieren von Traurigkeit, Angst und emotional neutralen Zuständen als Erwachsene ohne entsprechendes Training. Mit diesen beiden Experimenten gelang es daher, die

Ergebnisse der Untersuchungen von Nilsson und Sundberg (1985) sowie von Thompson et al. (2003) zu replizieren. Im dritten Experiment wurden sechsjährige Kinder getestet, die nach dem Zufallsprinzip auf vier verschiedene Gruppen verteilt wurden und ein Jahr lang entweder Klavier-, Gesangs-, Theaterunterricht oder keinen zusätzlichen Unterricht erhielten. Es zeigte sich, dass die Kinder aus der Klavier- und der Theatergruppe gleich gut darin waren, Ärger oder Angst anhand des Sprachrhythmus zu differenzieren und dass sie in beiden Punkten bessere Leistungen erbrachten als die Kinder aus der Gesangsgruppe und die Kinder, die keinen zusätzlichen Unterricht erhalten hatten. Der Umstand, dass die Kinder, die ein Jahr lang Gesangsunterricht hatten, nicht besser waren als die Kinder aus der Kontrollgruppe, wird teilweise damit erklärt, dass beim Singen die Sprache gerade in einer Weise verwendet wird, die für den normalen Sprachrhythmus untypisch ist.

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass mehrere voneinander unabhängige Korrelationsstudien dafür sprechen, dass bei Vorschul- und Schulkindern die Lesefähigkeit positiv mit musikalischen Fähigkeiten korreliert. Die Ergebnisse einiger quasi-experimenteller Studien stützen ebenfalls die Annahme eines positiven Zusammenhanges zwischen diesen beiden Fähigkeiten. Außerdem liefern mehrere voneinander unabhängige quasi-experimentelle Studien Hinweise darauf, dass sich Musikunterricht positiv auf das sprachliche Gedächtnis auswirkt. In beiden Fällen sind die Effekte zwar klein, aber stabil. Hinzu kommt, dass die Resultate einiger experimenteller Studien dafür sprechen, dass Musikunterricht positiven Einfluss auf die Leistungen beim Lesen und Schreiben sowie auf die Fähigkeit hat, Emotionen anhand des Sprachrhythmus zu erkennen. Allerdings lässt sich im Rahmen dieser Studien nicht ausschließen, dass diese kognitiven Effekte auch durch zusätzlichen Unterricht in anderen Inhaltsbereichen erzeugt werden können. Aus methodischen Gründen ist von allen dargestellten Studien bislang allein die Untersuchung von Thompson et al. (2004) geeignet, um Belege für die Hypothese zu liefern, dass es sich bei den kognitiven Effekten des Musikunterrichts in Bezug auf sprachliche Fähigkeiten um Wirkungen handelt, die für musikalisches Training *spezifisch* sind und daher nicht durch zusätzlichen Unterricht in anderen Inhaltsgebieten hervorgerufen werden können.

Dieses Gesamtbild stimmt weitgehend mit dem Ergebnis der Meta-Analyse von Butzlaff (2000) überein, die sich vorwiegend mit Studien an nordamerikanischen Schulen befasst, die entweder überhaupt nicht oder nicht in internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Demzufolge zeigt sich bei den Korrelationsstudien ein zwar kleiner, aber stabiler Effekt, der für eine positive Korrelation zwischen der Lesefähigkeit und musikalischen Fähigkeiten spricht: Musikalische Kinder können demnach auch besser lesen. Dieses Ergebnis ist natürlich damit vereinbar, dass sich Musikunterricht positiv auf die Lesefähigkeit auswirkt. Aber es lässt sich beispielsweise auch so interpretieren, dass Kinder, die gut lesen können, aus einem noch unbekanntem Grund besonders häufig Musikunterricht wählen. Hingegen zeigt sich laut Butzlaff (2000) bei den experimentellen Studien zum Einfluss von Musikunterricht auf die Lesefähigkeit kein stabiler Effekt, der die Annahme einer solchen Wirkung untermauert.

ern würde. Als weitere Einschränkung kommt hinzu, dass die von Butzlaff untersuchten experimentellen Studien verschiedene methodische Probleme aufweisen, so dass sich unter anderem nicht ausschließen lässt, dass die Erwartungen der Lehrer, die die Kinder in den Versuchs- und Kontrollgruppen unterrichtet haben, das Ergebnis beeinflusst haben.

Grundsätzlich sollte in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, dass es noch weitgehend unklar ist, durch welche kognitiven Mechanismen die positiven Effekte von musikalischer Betätigung auf sprachliche Fähigkeiten hervorgerufen werden. Handelt es sich dabei um die Folgen von Wissenstransfer, Motivation oder der Aktivierung gemeinsamer Gehirnareale? Diese Fragen sind bislang noch offen – ebenso wie die Frage, ob die positiven kognitiven Effekte spezifische Wirkungen musikalischer Betätigung sind oder ob sie auch durch Unterricht in anderen Gebieten wie Schach-, Kunst- oder Sportkursen hervorgerufen werden können.

### **2.3 Räumlich-visuelle Leistungen**

Eine ganze Reihe von Untersuchungen befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen musikalischen Fähigkeiten bzw. musikalischer Betätigung und räumlich-visuellen Leistungen wie dem räumlichen Sehen und dem räumlichen Vorstellungsvermögen. Dies liegt unter anderem daran, dass die Arbeiten von Rauscher et al. (1993, 1995) zum so genannten „Mozart-Effekt“ die Aufmerksamkeit auf diesen Zusammenhang gelenkt haben, weil die von ihnen untersuchten Versuchspersonen gerade im Bereich der räumlich-visuellen Vorstellung bessere Leistungen aufweisen sollten (zur Übersicht und Evaluation der Untersuchungen zum Mozart-Effekt siehe Hetland, 2000a sowie Husain et al., 2002). Zudem liegt die Vermutung nahe, dass sich räumlich-visuelle Fähigkeiten durch das Lesen von Noten trainieren lassen, denn dabei kommt es schließlich darauf an, die Position der Noten rasch und zuverlässig zu erfassen. Hinzu kommt, dass sich einige Autoren von der Hypothese leiten ließen, dass musikalischen und räumlich-visuellen Leistungen gleichermaßen rechts-hemisphärische neuronale Prozesse zugrunde liegen und dass die Aktivierung gemeinsamer Hirnareale möglicherweise Einfluss auf beide kognitiven Leistungen hat.

#### **2.3.1 Korrelationsstudien**

Nelson und Barresi (1989) haben die musikalischen und räumlich-visuellen Fähigkeiten von 128 sechs bis zwölf Jahre alten Kindern mit Aufgaben zum analogen Denken untersucht, bei denen jeweils eine gegebene Relation zwischen zwei Stimuli auf ein Paar neuer Stimuli übertragen werden musste. Während die Kinder beim Test ihrer räumlich-visuellen Fähigkeiten Analogiebeziehungen zwischen verschiedenen geometrischen Figuren herausfinden mussten, hatten sie beim Test ihrer musikalischen Fähigkeiten die Aufgabe, Analogien zwischen Melodien zu entdecken. Mit zunehmendem Alter zeigten die Kinder in beiden Bereichen immer bessere Leistungen. Allerdings kann im Rahmen einer solchen Korrelationsstudie nicht ausgeschlossen werden, dass der Leistungsanstieg in beiden Bereichen kein Beleg für den Einfluss musikalischer Betätigung ist, son-

dern sich lediglich darauf zurückführen lässt, dass die Kinder mit zunehmendem Alter einfach aufgrund ihrer allgemeinen kognitiven Entwicklung in beiden Bereichen besser wurden.

In der Studie von Wang und McCaskill (1989) wurden 95 elfjährige Schulkinder darauf hin untersucht, in welcher Beziehung ihre musikalischen Fähigkeiten zu ihren räumlich-visuellen, mathematischen und sprachlichen Leistungen stehen. Dabei zeigte sich, dass zwischen musikalischen und räumlich-visuellen Leistungen eine zwar schwache, aber dennoch signifikante positive Korrelation besteht, die bei den Schülerinnen stärker ausgeprägt war als bei den Schülern. Hingegen ließ sich in Bezug auf den Zusammenhang von musikalischen und mathematischen Leistungen keine signifikante Korrelation und in Bezug auf die Relation von musikalischen und sprachlichen Leistungen nur eine schwache positive Korrelation nachweisen.

### 2.3.2 Quasi-experimentelle Studien

Hurwitz et al. (1975) befassten sich in ihrer Untersuchung mit den kognitiven Effekten der Musikunterrichtsmethode nach Kodály, die sich vor allem durch rhythmische Übungen wie Händeklatschen sowie durch besonders intensives Training auszeichnet. Während die sieben Jahre alten Kinder in der Versuchsgruppe über einen Zeitraum von sieben Monaten fünfmal pro Woche 40 Minuten Musikunterricht hatten, erhielten die gleichaltrigen Kinder in der Kontrollgruppe keinen zusätzlichen Unterricht. Anschließend Tests ergaben, dass die Kinder in der Versuchsgruppe beim Stroop-Test sowie bei räumlich-visuellen Aufgaben bessere Leistungen zeigten.<sup>3</sup> Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass es sich bei diesen kognitiven Effekten weniger um spezifische Wirkungen *musikalischen* Trainings, sondern um Effekte der besonders intensiven Kodály-Unterrichtsmethode handelt. Zudem ist es auch in diesem Fall möglich, dass die kognitiven Effekte lediglich daraus resultieren, dass die Kinder in der Versuchsgruppe deutlich mehr Unterricht erhielten als die Kinder in der Kontrollgruppe.

Hassler et al. (1985) untersuchten die räumlich-visuellen Fähigkeiten sowie die Sprachflüssigkeit bei Kindern zwischen neun und vierzehn Jahren. Die Kinder wurden auf drei Gruppen von jeweils 40 Personen verteilt: (1) musikalisch begabte Kinder, die improvisieren und komponieren können; (2) musikalisch begabte Kinder, die nicht improvisieren und komponieren können; (3) Kinder ohne musikalische Begabung. Diese drei Gruppen zeigten zwar keine Unterschiede bei einem Test zur Einschätzung räumlicher Relationen, aber sie unterschieden sich deutlich hinsichtlich ihrer Sprachflüssigkeit sowie mit Hinblick auf ihr visuelles Vorstellungsvermögen, wobei die musikalisch begabten Kinder besser abschnitten als die Kinder ohne musikalische Begabung. Eine Nachfolgeuntersuchung zwei Jahre später (Hassler et al., 1987) führte zu dem

---

<sup>3</sup> Beim Stroop-Test werden die Reaktionszeiten gemessen, die die Versuchspersonen brauchen, um zum Beispiel Farbwörter zu identifizieren, die ihnen in einer anderen Farbe präsentiert werden.

Ergebnis, dass die musikalischen Kinder den Kindern ohne musikalische Begabung nun in allen drei Bereichen überlegen waren. Dies deutet darauf hin, dass aktives Musizieren räumlich-visuelle Fähigkeiten fördert. Allerdings wirkte sich der Umstand, dass die Kinder in der ersten Gruppe deutlich mehr Musikunterricht hatten als die Kinder in der zweiten Gruppe, *nicht* auf ihre Leistung in den drei getesteten Bereichen aus: Sie zeigten nämlich keine besseren Leistungen als die Kinder in der zweiten Gruppe. Aus diesem Grund können die Ergebnisse dieser Studie zumindest nicht als eindeutiger Beleg für die Hypothese angesehen werden, dass sich kognitive Fähigkeiten wie Sprachflüssigkeit und räumlich-visuelle Leistungen durch Musikunterricht fördern lassen.

Der Untersuchung von Aleman et al. (2000) liegt die neurowissenschaftliche Beobachtung zugrunde, dass beim Hören von Musik sowie beim Vorstellen von Tönen und Melodien dieselben Hirnareale im auditiven Kortex aktiviert werden. Auf der Grundlage dieser Beobachtung wurde die Hypothese aufgestellt, dass musikalisches Training mit einer verbesserten Fähigkeit zum auditiven Vorstellen einhergeht. Um diese Hypothese zu überprüfen, wurden die Leistungen von 15 erwachsenen Personen mit musikalischem Training und 20 erwachsenen Personen ohne musikalisches Training in den folgenden drei Tests untersucht: (1) ein Test zum Vorstellen von Musik, bei dem die Testpersonen die Höhen von Tönen aus bekannten Liedern miteinander vergleichen sollten; (2) ein Test zum Vorstellen von Tönen, bei dem die Testpersonen akustische Merkmale alltäglicher Geräusche miteinander verglichen; (3) ein Test zur visuellen Vorstellung, bei dem Objekte hinsichtlich ihrer Form verglichen wurden. Während die Personen mit musikalischem Training bei den beiden ersten Tests bessere Leistungen zeigten als die Personen ohne musikalisches Training, ergaben sich bei dem Test zum visuellen Vorstellungsvermögen *keine* Unterschiede. Das Ergebnis dieser Studie stimmt also mit den Arbeiten von Chan et al. (1998) sowie Ho et al. (2003) in dem Punkt überein, dass auch im Zuge dieser beiden Untersuchungen kein Effekt musikalischer Betätigung auf visuelle Fähigkeiten nachgewiesen werden konnte.<sup>4</sup>

Die Studie von Brochard et al. (2004) befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen musikalischen Fähigkeiten und der räumlichen Wahrnehmung sowie dem räumlichen Vorstellungsvermögen. Dazu wurden die Reaktionszeiten von erwachsenen Musikern und Nicht-Musikern gemessen, deren Aufgabe darin bestand zu bestimmen, auf welcher Seite einer horizontalen oder vertikalen Linie auf einem Bildschirm ein Punkt aufleuchtete. Beim „Vorstellungs-Test“ verschwand die Linie, bevor der Punkt sichtbar wurde, so dass sich die Versuchspersonen vorstellen mussten, wo sich die Linie befand, um die Position des Punktes relativ zur Linie bestimmen zu können. Hingegen blieb beim „Wahrnehmungs-Test“ die Linie bis zum Erscheinen des Punktes sichtbar. Es zeigte sich, dass die Reaktionszeiten der Musiker bei beiden Tests deutlich kürzer waren als die Reaktionszeiten der Nicht-Musiker. Dieses Ergebnis ist mit der Hypothese verträglich, dass durch musikalische Betätigung sowohl die räumli-

---

<sup>4</sup> Zur näheren Beschreibung dieser beiden Studien siehe den Abschnitt 2.2 über sprachliche Fähigkeiten.

che Wahrnehmung als auch das räumliche Vorstellungsvermögen gefördert werden. Vor allem die Fähigkeit, sich die vertikale Position eines Punktes in Relation zu einer Linie vorzustellen, scheint dabei durch aktives Musizieren und dem damit einhergehenden Notenlesen besonders gefördert zu werden.

### **2.3.3 Experimentelle Untersuchungen**

In einer Untersuchung von Rauscher et al. (1997) wurde der Frage nachgegangen, ob vier Jahre alte Kinder, die über einen Zeitraum von sechs bis acht Monaten ein- bis zweimal in der Woche zehn Minuten Klavierunterricht erhalten, bessere räumlich-visuelle Leistungen zeigen als Kinder in einer Kontrollgruppe, die anstelle des Klavierunterrichts mit kommerziellen Computerspielen beschäftigt werden. Zwar zeigten die Kinder aus der Versuchsgruppe tatsächlich bessere räumlich-visuelle Leistungen, aber in dieser Studie lässt sich aufgrund der Beschaffenheit des Unterrichts der Kontrollgruppe nicht ausschließen, dass die gemessenen Effekte anstatt als Wirkungen des Musikunterrichts auch anders erklärt werden können. Zum Beispiel hatten einige Kinder aus der Versuchsgruppe 33% mehr Klavierunterricht als die anderen, ohne dass sich dieser Unterschied in ihren räumlich-visuellen Leistungen niedergeschlagen hätte. Hinzu kommt, dass in der Kontrollgruppe zwar eine erwachsene Person einfühend jedem Kind einzeln das Computerspiel erklärte. Aber im Anschluss an diese Einweisung spielten die Kinder für sich allein, so dass die Leistungsunterschiede auch damit erklärt werden können, dass die Kinder in der Versuchsgruppe deutlich mehr Zeit mit Einzelunterricht durch eine erwachsene Person verbracht haben als die Kinder aus der Kontrollgruppe.

Gromko und Poorman (1998b) haben den Einfluss von Musikunterricht auf die räumlich-visuellen Leistungen von 30 drei- bis vierjährigen Vorschulkindern im Rahmen einer Studie untersucht, bei der die Kinder Aufgaben zum räumlichen Denken aus dem Wechsler-Intelligenztest für Vorschulkinder lösen mussten. Während aber die Kinder in der Versuchsgruppe zusätzlich zum normalen Unterricht sieben Monate lang wöchentlich in Gruppen Musikunterricht erhielten, bekamen die Kinder in der Kontrollgruppe keinen zusätzlichen Unterricht. Aus diesem Grund ist es möglich, dass es sich bei der geringfügigen Leistungsverbesserung der Kinder aus der Versuchsgruppe nicht um einen Effekt handelt, der für den Musikunterricht spezifisch ist, sondern der sich ebenso gut damit erklären lässt, dass die Kinder in der Versuchsgruppe einfach mehr Zeit mit Unterricht verbracht haben als die Kinder in der Kontrollgruppe.

In der Untersuchung von Graziano et al. (1999) wurde der Frage nachgegangen, in welcher Weise sich Klavierunterricht auf die mathematischen Leistungen – insbesondere auf das Bruchrechnen und das proportionale Denken – von Schulkindern auswirkt. Untersucht wurden 136 Zweitklässler, die alle den gleichen Mathematikunterricht erhielten, und von denen die Kinder in der Versuchsgruppe über einen Zeitraum von vier Monaten regelmäßig Klavierunterricht bekamen, während die Kinder in der Kontrollgruppe computergestützten Unterricht mit einem kommerziellen Lernprogramm zur Förderung ihrer englischen Sprachfähigkeiten erhielten. Beide Gruppen bekamen außerdem computergestützten Unterricht mit einem von den Autoren selber entwickelten Lern-

programm, das ihr räumliches Vorstellungsvermögen verbessern sollte. Allerdings handelte es sich bei diesem Lernprogramm um eine Testversion, deren Zuverlässigkeit und Wirksamkeit noch ungeklärt ist. Zudem zeigten sich zwischen den beiden Gruppen *keine* Unterschiede hinsichtlich der räumlich-visuellen Vorstellungsleistungen.

Eine weitere experimentelle Untersuchung zu den Wirkungen musikalischen Trainings auf die räumlich-visuellen Fähigkeiten von Kindern wurde von Bilhartz et al. (2000) durchgeführt. 71 vier- bis sechsjährige Kinder wurden vor sowie nach der Untersuchung mit sechs Untertests des Stanford-Binet Intelligenztests sowie mit dem „Young Child Music Skills Assessment-Test“ (MSA) getestet. Ungefähr die Hälfte der Kinder wurde der Versuchsgruppe zugeordnet und erhielt über einen Zeitraum von 30 Wochen einmal in der Woche 75 Minuten Musikunterricht. Es zeigte sich, dass die Kinder in der Versuchsgruppe bei Tests ihrer räumlich-visuellen Fähigkeiten besser abschnitten als die Kinder in der Kontrollgruppe. Ein grundsätzliches Problem liegt aber auch bei dieser Untersuchung darin, dass die Kinder in der Kontrollgruppe keinen zusätzlichen Unterricht erhielten, so dass die Ergebnisse – ebenso wie bei der Studie von Gromko und Poorman (1998b) – auch so interpretiert werden können, dass die kognitiven Effekte nicht für den Musikunterricht spezifisch, sondern ganz generell die Folge zusätzlichen Schulunterrichts sind.

Welches Gesamtbild ergibt sich aus den dargestellten Untersuchungen? Die meisten Studien deuten darauf hin, dass räumlich-visuelle Fähigkeiten durch Musikunterricht gefördert werden (Bilhartz et al., 2000; Brochard et al., 2004; Gromko & Poorman, 1998b; Hassler et al., 1985, 1987; Hurwitz et al., 1975; Nelson & Barresi, 1989; Rauscher et al., 1997; Wang & McCaskill, 1989). Dies stimmt mit der von Hetland (2000b) durchgeführten Meta-Analyse von 15 Untersuchungen überein, wonach es einen zwar geringen, aber dennoch stabilen positiven Effekt musikalischer Betätigung auf die räumlich-visuellen Fähigkeiten von Kindern gibt.<sup>5</sup> Allerdings besteht ein grundsätzliches methodisches Problem darin, dass bei vielen Untersuchungen aufgrund der Beschaffenheit der Kontrollgruppen nicht ausgeschlossen werden kann, dass die gemessenen Effekte nicht für den Musikunterricht *spezifisch* sind, sondern auch durch Unterricht in anderen Inhaltsgebieten herbeigeführt werden können. Hinzu kommt, dass sich in manchen Untersuchungen keine positiven Effekte aktiven Musizierens auf räumlich-visuelle Leistungen nachweisen ließen (Aleman et al., 2000; Chan et al., 1998; Graziano et al., 1999; Ho et al., 2003). Bevor sich also empirisch gerechtfertigt behaupten lässt, dass räumlich-visuelle Fähigkeiten durch musikalische Betätigung besonders gefördert werden können, müssen erst noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, die in methodischer Hinsicht so verbessert sind, dass sie Selektionseffekte sowie die Möglichkeit ausschließen, dass sich die positiven Effekte lediglich als Folge zusätzlichen Unterrichts interpretieren lassen. Hetland (2000b) weist zudem zu Recht darauf hin, dass die

---

<sup>5</sup> Diese Meta-Analyse berücksichtigt auch eine Reihe von Untersuchungen, die in diesem Abschnitt nicht dargestellt wurden, weil ihre Ergebnisse nicht in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden.

dargestellten Studien noch keinen Aufschluss darüber geben, wie langfristig und beständig die Wirkungen von Musikunterricht auf räumlich-visuelle Leistungen sind und dass man von der Beobachtung, dass das Aufnehmen von Musikunterricht die räumlich-visuellen Fähigkeiten verbessert, nicht vorschnell darauf schließen darf, dass fortgesetzter Musikunterricht ebenfalls zu einer weiteren Verbesserung dieser Fähigkeiten führt.

## 2.4 Mathematische Leistungen

Die Hypothese, dass sich musikalische Betätigung möglicherweise positiv auf mathematische Leistungen auswirkt, beruht unter anderem auf der Feststellung, dass musikalischen Rhythmen mathematische Relationen zugrunde liegen und dass es daher plausibel ist anzunehmen, dass das Verständnis von Musik zumindest ein gewisses Grundverständnis der Bruchrechnung erfordert. Sollte sich außerdem herausstellen, dass musikalische Betätigung positive Effekte auf räumlich-visuelle Fähigkeiten hat, dann würde es zudem nahe liegen zu vermuten, dass sich Musikunterricht auch auf diejenigen Bereiche des mathematischen Denkens positiv auswirkt, die wie Geometrie und proportionales Denken in engem Zusammenhang mit diesen räumlich-visuellen Fähigkeiten stehen. Wenn also Musik auf mathematischen Prinzipien beruht, und wenn das Verstehen von Musik das Verständnis dieser Prinzipien erfordert, dann ist es möglich, dass Musikunterricht positive Wirkungen auf mathematische Leistungen hat. Beispielsweise vermutet Nisbet (1991) aus diesem Grund einen Zusammenhang zwischen dem Verständnis von Angaben zum musikalischen Rhythmus und dem mathematischen Verständnis der Bruchrechnung.

Andere Autoren lassen sich wiederum von neurowissenschaftlichen Überlegungen zum Einfluss von Musikunterricht auf die Gehirnentwicklung leiten. So geht es zum Beispiel in der neurowissenschaftlichen Studie von Schmithorst und Holland (2004) um die Frage, welchen Einfluss Musikunterricht darauf hat, welche Hirnareale beim Bruchrechnen beteiligt sind. 15 erwachsene Personen, von denen sieben Personen mindestens seit dem achten Lebensjahr bis zum Ende des Jugendalters regelmäßig an Musikunterricht teilgenommen hatten, und von denen die übrigen acht Personen keinen Musikunterricht erhalten hatten, wurden mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT, engl.: functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) beim Lösen von Aufgaben zur Bruchrechnung untersucht. Es zeigte sich, dass bei den Personen mit musikalischem Training bestimmte Hirnareale im linken präfrontalen Kortex stärker aktiviert waren als bei den Personen ohne musikalisches Training. Da diese Hirnregionen ebenfalls an Leistungen des sprachlichen Arbeitsgedächtnisses wesentlich beteiligt sein sollen, vermuten die Autoren, dass sich höhere mathematische Leistungen bei Personen mit musikalischem Training mit einem besseren sprachlichen Arbeitsgedächtnis erklären lassen. Die Autoren heben allerdings selber zu Recht einschränkend hervor, dass sich mit dieser Studie allein noch nicht die kausale Hypothese belegen lässt, dass der dargestellte Unterschied in den neuronalen Aktivierungsmustern durch Musikunterricht *verursacht* wird. Schließlich kann auf dieser Grundlage nicht die Möglichkeit ausgeschlossen

werden, dass dieser Unterschied bereits zu Beginn des musikalischen Trainings bestand. Hinzu kommt, dass diese neurowissenschaftliche Untersuchung selber natürlich keine Belege dafür bereitstellen kann, dass Personen mit musikalischem Training bessere mathematische Leistungen zeigen als Personen ohne Musikunterricht, und sich in diesem Punkt daher auf andere Studien verlassen muss – die bislang allerdings noch kein eindeutiges Bild liefern.

### 2.4.1 Korrelationsstudien

Eine positive Korrelation zwischen musikalischer Begabung und bestimmten kognitiven Leistungen, nämlich mathematische Leistungen und Lesefähigkeit, konnte Hobbs (1985) in einer Studie mit 72 Grundschulkindern aufweisen. Dabei zeigte sich auch, dass diese Korrelation stärker ausgeprägt war als die Korrelation zwischen musikalischer Begabung und eher unterrichtsbezogenen schulischen Leistungen. In der Studie von Wang und McCaskill (1989), in der 95 elfjährige Schulkinder untersucht wurden, ließ sich hingegen keine positive Korrelation zwischen musikalischen und mathematischen Leistungen nachweisen.

In einer Meta-Analyse von 20 größtenteils nicht in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlichten Untersuchungen kommt Vaughn (2000) zu dem Ergebnis, dass die untersuchten Studien für eine geringfügige positive Korrelation zwischen musikalischen und mathematischen Leistungen sprechen, wenn es sich dabei um freiwillig gewählten Musikunterricht handelt.<sup>6</sup> Die Autorin weist darauf hin, dass dieses Ergebnis zwar grundsätzlich mit der Hypothese *verträglich* ist, dass sich musikalisches Training positiv auf mathematische Leistungen auswirkt. Sie hebt aber hervor, dass sich diese kausale Hypothese durch diese Ergebnisse noch nicht belegen lässt, weil die Möglichkeit in Betracht gezogen werden muss, dass die Kinder, die freiwillig am Musikunterricht teilgenommen haben, aus stärker bildungsorientierten Elternhäusern stammten oder bessere Schulen besuchten als die Kinder, die nicht am Musikunterricht teilgenommen haben.

### 2.4.2 Quasi-experimentelle Studien

In der Studie von Cheek und Smith (1999) geht es um die Frage, welchen Einfluss die Art des Musikunterrichts (öffentlich oder privat) auf die mathematischen Leistungen von Schulkindern hat. Untersucht wurden 113 Jugendliche am Ende der achten sowie zu Beginn der neunten Schulklasse. Allen war gemeinsam, dass sie in der Schule am Musikunterricht teilgenommen hatten. Eine Gruppe von 36 Schülern erhielt außerdem privaten Musikunterricht. Zunächst zeigten sich *keine* signifikanten Unterschiede in den mathematischen Leistungen der Schüler mit bzw. ohne privaten Musikunterricht. Erst als man die Gruppe mit privatem Musikunterricht so einschränkte, dass sie nur Schüler enthielt, die mindestens zwei Jahre lang privat unterrichtet worden waren, ließen sich signi-

---

<sup>6</sup> Die Dauer des Musikunterrichts variierte bei diesen verschiedenen Untersuchungen zwischen eins bis sechs Jahren.

fikante Unterschiede zu den mathematischen Leistungen der Kinder ohne privaten Musikunterricht feststellen. Da die Kinder mit privatem Musikunterricht deutlich mehr Zeit mit Unterricht verbracht hatten als die übrigen Kinder, die keinen zusätzlichen Unterricht erhielten, lässt sich wiederum der methodische Einwand vorbringen, dass die positiven kognitiven Effekte in Bezug auf mathematische Leistungen möglicherweise nicht für den Musikunterricht spezifisch sind, sondern auch durch Unterricht in anderen Inhaltsbereichen hervorgerufen werden können. Zudem weisen die Autoren darauf hin, dass die Kinder in der Gruppe mit privatem Musikunterricht möglicherweise durch sozioökonomische Faktoren begünstigt sein können. Um die in dieser Untersuchung aufgewiesenen kognitiven Effekte eindeutig auf privaten Musikunterricht zurückführen zu können, wäre es also erforderlich, eine experimentelle Studie durchzuführen, bei der (a) die Schüler den Versuchs- und Kontrollgruppen nach dem Zufallsprinzip zugeordnet werden, (b) die Schüler in den Kontrollgruppen ebenfalls zusätzlichen Unterricht in anderen Inhaltsgebieten erhalten und (c) eine Gruppe von Schülern zwar privaten, aber keinen schulischen Musikunterricht erhält.

Bahr und Christensen (2000) gingen in ihrer Studie mit 85 Schülern aus der zehnten Klasse der Frage nach, ob Musikunterricht für verschiedene Bereiche der Mathematik unterschiedliche Transfereffekte zur Folge hat. Dieser Hypothese liegt die Annahme zugrunde, dass Transfer zwischen verschiedenen Wissensgebieten nur dann stattfindet, wenn diese Gebiete gemeinsame Wissens-elemente aufweisen. In Übereinstimmung mit dieser Hypothese stellte sich tatsächlich heraus, dass die Schüler mit Musikunterricht nur in Bezug auf solche mathematischen Leistungen bessere Testergebnisse als die Schüler ohne Musikunterricht zeigten, die wie zum Beispiel räumliches Vorstellungsvermögen, Symbolverwendung und Mustererkennung strukturelle Ähnlichkeiten zu musikalischen Leistungen aufwiesen. Hingegen wurde beispielsweise das Zahlenverständnis der Schüler vom Musikunterricht nicht beeinflusst.

### 2.4.3 Experimentelle Studien

Gardiner et al. (1996) untersuchten die kognitiven Effekte der Kodály-Unterrichtsmethode, die sich vor allem durch rhythmische Übungen wie Händeklatschen sowie durch besonders intensives Training auszeichnet. Insgesamt nahmen 96 fünf- bis siebenjährige Erstklässler an der Untersuchung teil, die auf vier Test- und zwei Kontrollklassen verteilt wurden. Während die Kinder in den beiden Kontrollklassen keinerlei zusätzlichen Unterricht erhielten, bekamen die Kinder in den vier Versuchsklassen sieben Monate Musikunterricht nach der Kodály-Unterrichtsmethode. Es zeigte sich, dass die Kinder in den Versuchsklassen, die zu Beginn der Untersuchung sogar *schlechtere* Lese- und Rechenleistungen zeigten als die Kinder in den beiden Kontrollklassen, nach dem siebenmonatigen Musikunterricht die Kinder aus den Kontrollklassen hinsichtlich der Leseleistungen eingeholt und hinsichtlich der Rechenleistungen sogar überflügelt hatten. Die Autoren erklären diese kognitiven Effekte in erster Linie damit, dass die Kinder in den Versuchsklassen durch das Erleben der eigenen Kompetenz eine stärkere Motivation zum Lernen und eine positivere Ein-

stellung zum Schulunterricht entwickelten. Allerdings wird damit nicht erklärt, warum der Musikunterricht dazu führte, dass die Kinder vor allem im mathematischen (und nicht auch im sprachlichen) Bereich besonders gute Leistungen zeigten. Ebenso wie bei der Untersuchung von Hurwitz et al. (1975) kann aber auch bei dieser Studie nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei diesen kognitiven Effekten weniger um spezifische Wirkungen *musikalischen* Trainings, sondern um Effekte der besonders intensiven Betreuung im Zuge der Kodály-Unterrichtsmethode handelt.<sup>7</sup> Außerdem lässt sich gegen diese Untersuchung wiederum der methodische Einwand vorbringen, dass die Schüler in der Kontrollgruppe keinerlei zusätzlichen Unterricht erhielten, so dass es möglich ist, die dargestellten kognitiven Effekte als Folge davon zu interpretieren, dass die Schüler in der Versuchsgruppe ganz generell deutlich mehr Zeit mit Unterricht verbrachten als die Schüler in der Kontrollgruppe.

In der Untersuchung von Graziano et al. (1999) wurde der Frage nachgegangen, in welcher Weise sich Klavierunterricht auf die mathematischen Leistungen – insbesondere auf das Bruchrechnen und das proportionale Denken – von Schulkindern auswirkt. Untersucht wurden 136 Zweitklässler, die alle den gleichen Mathematikunterricht erhielten, und von denen die Kinder in der Versuchsgruppe über einen Zeitraum von vier Monaten regelmäßig Klavierunterricht bekamen, während die Kinder in der Kontrollgruppe computergestützten Unterricht mit einem kommerziellen Lernprogramm zur Förderung ihrer englischen Sprachfähigkeiten erhielten. Beide Gruppen bekamen außerdem computergestützten Unterricht mit einem von den Autoren selber entwickelten Lernprogramm, das ihr räumliches Vorstellungsvermögen verbessern sollte. Allerdings handelte es sich bei diesem Lernprogramm um eine Testversion, deren Zuverlässigkeit und Wirksamkeit noch ungeklärt ist. Zudem zeigten sich zwischen den beiden Gruppen *keine* Unterschiede hinsichtlich der räumlich-visuellen Vorstellungsleistungen. Die Autoren berichten zwar von deutlich besseren Leistungen der Kinder aus der Klaviergruppe bei einem Untertest zur Bruchrechnung sowie zum proportionalen Denken, und sie schließen, dass verbesserte musikalische und räumlich-visuelle Leistungen zu besseren mathematischen Fähigkeiten führen. Diese Ergebnisse wären aber überzeugender, wenn sie mit standardisierten und bewährten Tests erhoben worden wären, und wenn die Klaviergruppe in mehreren Tests bessere Leistungen gezeigt hätte bzw. zumindest in solchen Untertests, für die *vor* der Untersuchung entsprechende Prognosen gemacht wurden.

Die Studie von Omniewski und Habursky (1999) unterscheidet sich von den übrigen Arbeiten in diesem Abschnitt darin, dass nicht die kognitiven Effekte von Musikunterricht, sondern die Folgen eines durch Musik, Tanz und Theaterspiel unterstützten Mathematikunterrichts auf die mathematischen Leistungen untersucht wurden. 74 Zweitklässler wurden auf zwei nahezu gleich große Gruppen verteilt und erhielten über einen Zeitraum von einem Monat verschiedene Arten von Mathematikunterricht. Während der Mathematikunterricht in der Versuchsgruppe durch Musik, Tanz und Theaterspiel unterstützt

---

<sup>7</sup> Siehe dazu den Abschnitt über räumlich-visuelle Leistungen.

wurde, erhielten die Kinder in der Kontrollgruppe einen durch praktischen Umgang mit konkreten Beispielen unterstützten Mathematikunterricht. Die mathematischen Leistungen beider Gruppen wurden zu Beginn und am Ende der Untersuchung getestet. Beide Gruppen zeigten zwar deutliche Leistungsverbesserungen, aber es konnte kein Unterschied zwischen den Leistungen der Versuchs- und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Diese Studie liefert daher *keine* Belege für die Hypothese, dass sich musikalische Betätigung in spezifischer Weise positiv auf mathematische Fähigkeiten auswirkt. Zudem muss kritisch angemerkt werden, dass es im Zuge dieser Untersuchung hilfreich gewesen wäre, die mathematischen Leistungen einer dritten Gruppe mit normalem Mathematikunterricht zu überprüfen. Denn nur auf diese Weise lässt sich herausfinden, ob sich mit den beiden dargestellten Unterrichtsformen gegenüber normalen Mathematikunterricht überhaupt nennenswerte Leistungssteigerungen erzielen lassen. Schließlich kann auf der Basis der vorliegenden Studie nicht die Möglichkeit ausgeschlossen werden, dass normaler Unterricht die gleiche Leistungssteigerung hervorgebracht hätte.

Zusammengefasst ergibt sich das folgende Bild: Die meisten Korrelationsstudien liefern Hinweise auf zwar gering ausgeprägte, aber stabile Korrelationen zwischen musikalischer Begabung und mathematischen Leistungen. Allerdings kann in diesem Zusammenhang bislang nicht ausgeschlossen werden, dass diese Korrelationen durch Selektionseffekte zustande kommen, weil der Einfluss des sozioökonomischen Status der Eltern auf die Leistungen der untersuchten Kinder nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Das Grundproblem der dargestellten quasi-experimentellen und experimentellen Studien liegt vor allem darin, dass sich die Ergebnisse dieser Untersuchungen nicht als Belege für die *spezifischen* Wirkungen von Musikunterricht auf mathematische Leistungen interpretieren lassen, weil die Kinder in den Kontrollgruppen kein zusätzliches Training in einem anderen Inhaltsbereich und damit insgesamt deutlich weniger Unterricht erhielten als die Kinder in den Versuchsgruppen. Auf der Grundlage dieser Studien lässt sich folglich nicht ausschließen, dass zusätzlicher Unterricht in anderen Inhaltsgebieten zu den gleichen kognitiven Effekten führen würde.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen sind daher zwar mit der Hypothese *verträglich*, dass sich mathematische Fähigkeiten durch musikalische Betätigung fördern lassen. Sie können aber aus den genannten methodischen Gründen nicht als Belege für die Hypothese gelten, dass Musikunterricht die *spezifische* Ursache für Leistungsverbesserungen im Bereich mathematischer Fähigkeiten ist. Aus diesen Gründen sind also weitere methodisch verbesserte Untersuchungen erforderlich, bevor die Hypothese vom besonderen Einfluss musikalischer Betätigung auf mathematische Leistungen als empirisch belegt angesehen werden kann. Hinzu kommt, dass es sicherlich interessant wäre, die Überlegungen von Bahr und Christensen (2000) weiter zu verfolgen und zu überlegen, für welche spezifischen Bereiche mathematischer Leistungen musikalische Betätigung aufgrund gemeinsamer Wissens Elemente die stärksten Transfereffekte haben könnte.

## 2.5 Allgemeine Intelligenz

Neben den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung auf die verschiedenen aufgeführten Fähigkeiten ist auch untersucht worden, ob sich musikalische Betätigung auf die allgemeine Intelligenz auswirkt. Vielen Untersuchungen liegt dabei die Hypothese zugrunde, dass die kognitiven Effekte in Bezug auf einzelne Fähigkeiten Folgen bzw. Ausdruck einer generellen Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit durch musikalisches Training sind. Damit stellt sich also die Frage, ob es zusätzlich zu den Hinweisen auf bereichsspezifische Transferleistungen auch Belege für unspezifischen Wissenstransfer gibt.

### 2.5.1 Korrelationsstudien

In einer Studie von Lynn et al. (1989) wurde der Zusammenhang zwischen musikalischer Begabung und allgemeiner Intelligenz untersucht, indem neun- bis zehnjährigen Kindern Aufgaben zur Unterscheidung von Rhythmen und Tonhöhen sowie allgemeine Intelligenztests vorgegeben wurden. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse der Tests zur musikalischen Begabung positiv mit den Ergebnissen der Intelligenztests korrelierten. Die intelligenteren Kinder waren demnach auch musikalischer. Musikalische Begabung kann damit als Funktion allgemeiner Intelligenz aufgefasst werden. Umgekehrt lässt sich danach musikalische Begabung aber auch als Prädiktor für allgemeine Intelligenz ansehen. Da es sich hierbei um eine Korrelationsstudie handelt, lässt sich auf der Grundlage dieses Ergebnisses allerdings keine Aussage darüber machen, in welchem kausalen Verhältnis musikalische Begabung und allgemeine Intelligenz zueinander stehen. Es ist nämlich durchaus möglich, dass ein dritter, bislang nicht erfasster Faktor in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle spielt. So ist es beispielsweise denkbar, dass die musikalischen und intelligenten Kinder in Elternhäusern aufwachsen, in denen viel Wert auf eine gute Ausbildung gelegt und ihre kognitive Entwicklung dementsprechend besonders intensiv gefördert wird. Auch in der Studie von Phillips (1976), in der die musikalischen Fähigkeiten und die allgemeine Intelligenz von 194 Schulkindern untersucht wurden, wird bereits darauf hingewiesen, dass der sozioökonomische Status der Eltern wahrscheinlich die beste Erklärung für die positive Korrelation zwischen musikalischen Fähigkeiten und allgemeiner Intelligenz darstellt (zum Einfluss des sozioökonomischen Status der Eltern auf die kognitiven und musikalischen Fähigkeiten ihrer Kinder siehe auch Orsmond & Miller, 1999).

Gruhn et al. (2003) befassten sich mit der Frage, in welchem Zusammenhang allgemeine Intelligenz bzw. geistige Verarbeitungsgeschwindigkeit (mental speed) und musikalische Fähigkeiten zueinander stehen. Dazu verglichen sie die geistige Verarbeitungsgeschwindigkeit von 17 drei- bis siebenjährigen Kindern, die Musikunterricht erhielten, mit der geistigen Verarbeitungsgeschwindigkeit von 82 Kindern aus der gleichen Altersgruppe, die keinen Musikunterricht bekamen. Es stellte sich heraus, dass die geistige Verarbeitungsgeschwindigkeit bei den Kindern mit Musikunterricht größer war als bei den Kindern aus der Kontrollgruppe. Zudem zeigte sich eine deutliche positive Korrelation zwischen geistiger Verarbeitungsgeschwindigkeit bzw. allgemeiner Intelligenz und der

Dauer musikalischen Trainings. Je länger die Kinder am Musikunterricht teilnahmen, umso höher war ihre geistige Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Autoren weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Ergebnisse einer solchen Korrelationsstudie für sich genommen zu unterbestimmt sind, um damit die Behauptung rechtfertigen zu können, dass höhere Intelligenz die Ursache für musikalische Begabung und damit für die Fähigkeit ist, über einen längeren Zeitraum erfolgreich am Musikunterricht teilzunehmen. Schließlich ist es wiederum möglich, dass diese Ergebnisse dadurch zustande kommen, dass Kinder, die über einen längeren Zeitraum Musikunterricht erhalten, aus Elternhäusern kommen, in denen auf die intensive Förderung ihrer geistigen Entwicklung besonderer Wert gelegt wird, so dass sie auch in Intelligenztests bessere Leistungen zeigen.

In einer anderen Studie mit 147 Schulkindern zwischen sechs und elf Jahren ging Schellenberg (2003) der Frage nach, ob die Dauer des Musikunterrichts ein geeigneter Prädiktor für allgemeine Intelligenz ist. Der Intelligenzquotient (IQ) wurde in dieser Untersuchung mit dem Wechsler-Intelligenztest (WISC-III) gemessen. Um andere konfundierende Faktoren auszuschließen, wurden zudem der sozioökonomische Status (gemessen als Haushaltseinkommen), die Ausbildung der Eltern (gemessen als deren IQ) sowie die Zeit berücksichtigt, die die Kinder mit außerschulischem Unterricht verbrachten. Von diesen vier Variablen korrelierte der zeitliche Umfang des Musikunterrichts am stärksten mit dem IQ. Dieser Befund steht also in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Gruhn et al. (2003). Obwohl dieser Befund grundsätzlich mit der Hypothese verträglich ist, dass Musikunterricht auch in anderen Inhaltsbereichen positive kognitive Effekte hervorruft, weist Schellenberg selber ausdrücklich darauf hin, dass sich dieses Ergebnis möglicherweise auch mit Bezug auf die beiden folgenden Faktoren erklären lässt: (1) Kinder mit höherem IQ nehmen mit größerer Wahrscheinlichkeit Musikunterricht als Kinder mit niedrigerem IQ. (2) Eine bislang unbekannt Variable beeinflusst sowohl den IQ als auch die Wahrscheinlichkeit, Musikunterricht zu nehmen.

Um Aufschluss darüber zu erhalten, wie dauerhaft die kognitiven Effekte von Musikunterricht sind und ob diese Effekte mit zusätzlichem Unterricht auch größer werden, hat Schellenberg (2006a) in einer Untersuchung die beiden folgenden Korrelationsstudien zueinander in Beziehung gesetzt:

Das Ziel der ersten Studie bestand darin, die Vorhersage zu überprüfen, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Dauer des Musikunterrichts und dem Intelligenzquotienten gibt. Dazu wurden 147 sechs- bis elfjährige Schulkinder, die in unterschiedlichem Umfang Musikunterricht erhalten hatten, mit dem WISC-III getestet. Zudem wurden ihre Schulnoten erfasst und ihre schulischen Leistungen mit dem „Kaufmann Test of Educational Achievement“ gemessen. Es zeigte sich, dass zwar geringe, aber statistisch signifikante positive Korrelationen zwischen der Dauer des Musikunterrichts und dem IQ sowie den schulischen Leistungen bestehen. Je länger die Kinder Musikunterricht hatten, desto bessere kognitive Leistungen zeigten sie. Zum Ausmaß des Effektes lässt sich sagen, dass im Durchschnitt mit jedem Monat Musikunterricht der IQ der Kinder sich um 1/6 Punkt erhöhte. Schellenberg verdeutlicht diese Effekte an einem Beispiel: Ein Kind, das sechs Jahre lang acht Monate Musikunterricht

im Jahr hatte, wird nach diesem Zeitraum durchschnittlich einen um 7,5 Punkte höheren IQ haben, als wenn es keinen Musikunterricht gehabt hätte.

Diese positiven Korrelationen zeigten sich auch dann, wenn potentiell konfundierende Faktoren wie das Familieneinkommen, der Ausbildungsstand der Eltern sowie die Teilnahme an weiterem außerschulischem Unterricht bei der statistischen Analyse konstant gehalten wurden. Hingegen korrelierte die mit nicht-musikalischem Unterricht verbrachte Zeit nicht mit der Höhe des IQ oder mit den schulischen Leistungen. Die Korrelationen sind damit für den Musikunterricht *spezifisch*. Außerdem ist es wichtig hervorzuheben, dass die aufgewiesenen Korrelationen ganz allgemein *alle* Bereiche kognitiver Leistungen betreffen, die mit den oben genannten Tests erfasst wurden. Es ist also nicht der Fall, dass zwischen der Dauer des Musikunterrichts und einzelnen Kompetenzen wie mathematischen oder sprachlichen Fähigkeiten besonders ausgeprägte Beziehungen bestehen. Dieses Ergebnis spricht also gegen die Hypothese, dass durch Musikunterricht spezielle kognitive Fähigkeiten in besonderer Weise gefördert werden können.

Die zweite Studie befasste sich mit den langfristigen Folgen von Musikunterricht – insbesondere mit der Frage, ob die in der ersten Untersuchung aufgewiesenen positiven Korrelationen auch nach Beendigung des Musikunterrichts noch bis in das junge Erwachsenenalter fortbestehen. Dazu wurden 150 Studierende zwischen 16 und 25 Jahren mit dem Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (WAIS-III) getestet. Zudem wurden der Umfang ihres Musikunterrichts in der Kindheit, ihre Schulnoten sowie ihre Noten in der Highschool erfasst. In dieser Studie wurden signifikante positive Korrelationen zwischen der Dauer des Musikunterrichts in der Kindheit sowie dem Intelligenzquotienten und den akademischen Leistungen in der Highschool festgestellt. Die Dauer des Musikunterrichts in der Kindheit ist also ein signifikanter Prädiktor für den IQ und die akademischen Leistungen im jungen Erwachsenenalter. Allerdings waren diese Korrelationen schwächer als die entsprechenden Korrelationen in der ersten Untersuchung. In IQ-Punkte übertragen lässt sich das Ausmaß des Effektes folgendermaßen beschreiben: Mit jedem Jahr Musikunterricht in der Kindheit erhöhte sich der IQ um 1/3 Punkt. Ein Erwachsener, der in der Kindheit sechs Jahre lang Musikunterricht hatte, wird also im Durchschnitt einen um zwei Punkte höheren IQ haben, als wenn er keinen Musikunterricht gehabt hätte. Die geringere Ausprägung dieser Korrelationen gegenüber den Korrelationen in der ersten Untersuchung erklärt Schellenberg damit, dass in der Zeit, die zwischen dem Musikunterricht in der Kindheit und dem Erreichen des Erwachsenenalters liegt, eine ganze Reihe zusätzlicher Faktoren Einfluss auf die kognitive Entwicklung nehmen können. Ebenso wie in der ersten Untersuchung zeigte sich auch in der zweiten Untersuchung, dass alle vom Intelligenztest erfassten kognitiven Leistungen gleichermaßen positiv mit der Dauer des Musikunterrichts korrelierten. Beide Untersuchungen sprechen damit gegen die Hypothese, dass zwischen Musikunterricht und einzelnen Kompetenzen wie mathematischen oder sprachlichen Fähigkeiten ein besonders ausgeprägter Zusammenhang besteht.

Zusammenfassend lässt sich also behaupten, dass diese beiden Studien zeigen, dass die Dauer des Musikunterrichts in der Kindheit signifikant positiv mit dem IQ sowie mit den schulischen bzw. akademischen Leistungen in der Kindheit sowie im jungen Erwachsenenalter korreliert und dass diese Korrelationen zwar nicht stark ausgeprägt sind, aber ganz allgemein *alle* kognitiven Leistungen betreffen und dauerhaft sind. Wie lassen sich diese positiven Korrelationen erklären? Schellenberg weist ausdrücklich darauf hin, dass die Ergebnisse seiner beiden Untersuchungen zwar mit der kausalen Interpretation *verträglich* sind, Musikunterricht würde sich positiv auf die Intelligenzentwicklung auswirken, dass aber ebenso gut auch andere Erklärungen denkbar sind. Eine weitere plausible Erklärung besteht laut Schellenberg nämlich darin, dass Kinder mit höherem IQ mit größerer Wahrscheinlichkeit zusätzlichen Musikunterricht wählen und auch länger dabei bleiben, weil ihnen dieser Unterricht aufgrund ihrer höheren Intelligenz leichter fällt als Kindern mit einem niedrigeren IQ. Da bislang noch keine empirischen Befunde vorliegen, die eine Entscheidung zwischen diesen konkurrierenden Erklärungsoptionen ermöglichen, kommt Schellenberg zu dem Ergebnis, dass die Frage nach den Ursachen dieser positiven Korrelationen nach wie vor *offen* ist und erst im Zuge zukünftiger Untersuchungen eindeutig beantwortet werden kann.

### 2.5.2 Quasi-experimentelle Studien

Die Schweizer Studie von Weber et al. (1993) untersuchte insgesamt 1.200 Schüler der Unter-, Mittel- und Oberstufe. Während die Schüler in der Kontrollgruppe das normale Unterrichtsdeputat erhielten, bekamen die Schüler in der Versuchsgruppe zusätzlich Musikunterricht, wobei allerdings der Unterricht in den Hauptfächern um 20 bis 25% reduziert wurde. Es zeigten sich in der Versuchsgruppe zwar positive Effekte im motivationalen und sozialen Bereich, aber nicht in Bezug auf die Intelligenzentwicklung. Bemerkenswert ist allerdings, dass der um 20 bis 25% verringerte Unterricht nicht zu schlechteren Leistungen in den Hauptfächern führte. Denn bei einer Verringerung des Unterrichts in diesem Umfang wären negative Effekte in der Versuchsgruppe eigentlich zu erwarten und plausibel zu erklären gewesen. Die Autoren beziehen in die Interpretation ihrer Ergebnisse außerdem den so genannten „John-Henry-Effekt“ mit ein: Demnach wäre in der Kontrollgruppe damit zu rechnen, dass sich die Schüler im Wettkampf mit der Versuchsgruppe besonders herausgefordert fühlen. Die Autoren halten es für wahrscheinlich, dass durch diesen Effekt mögliche Unterschiede nivelliert sein könnten.

Mit dem Zusammenhang zwischen musikalischen Fähigkeiten und allgemeiner Intelligenz befasst sich auch die Untersuchung von Helmbold et al. (2005). Dabei wurden 70 erwachsene Musiker mit mindestens zehn Jahren musikalischer Praxis mit 70 erwachsenen Nicht-Musikern hinsichtlich einer ganzen Reihe von kognitiven Fähigkeiten wie sprachliche, räumlich-visuelle und mathematische Fähigkeiten, schlussfolgerndes Denken, Gedächtnisleistungen, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Flexibilität der Gestaltwahrnehmung (flexibility of closure) verglichen. Es stellte sich heraus, dass zwischen beiden Gruppen mit Hinsicht auf die meisten Fähigkeiten *keine* signifikanten Unterschiede be-

stehen. Nur mit Bezug auf die Wahrnehmungsgeschwindigkeit und die Flexibilität der Gestaltwahrnehmung zeigten die Musiker deutlich bessere Leistungen als die Nicht-Musiker. Dieses Ergebnis stimmt mit den Resultaten einer früheren Untersuchung von Barrett und Barker (1973) überein, die anhand der Untersuchung von 51 Schulkindern zu dem Ergebnis gekommen sind, dass musikalisch begabte Kinder unmusikalischen Kindern mit Hinsicht auf die Wahrnehmungsgeschwindigkeit, die Flexibilität und die Geschwindigkeit der Gestaltwahrnehmung überlegen sind. Helmbold et al. (2005) vermuten, dass diese Wahrnehmungsfähigkeiten bei Musikern stärker entwickelt sind, weil diese stärkere Ausprägung entweder von vorneherein Bestandteil musikalischer Begabung oder aber die Folge häufigen Notenlesens im Zuge langfristigen musikalischen Trainings ist. Aufgrund der weitgehenden Übereinstimmung der Intelligenzstruktur beider untersuchter Gruppen stützt diese Studie also die Behauptung, dass die Intelligenz von Musikern und Nicht-Musikern *nicht* grundsätzlich verschieden ist. Diese Studie bestätigt damit die Ergebnisse der Untersuchung von Brandler und Rammsayer (2003), die ebenfalls kaum Unterschiede zwischen der allgemeinen Intelligenz von Musikern und Nicht-Musikern feststellen konnten. Die Autoren verglichen 35 erwachsene Musiker mit 35 erwachsenen Nicht-Musikern und kamen zu dem Ergebnis, dass sich deren Intelligenz nur hinsichtlich des sprachlichen Gedächtnisses und des schlussfolgernden Denkens unterscheidet: Während sich die Musiker durch ein besseres sprachliches Gedächtnis auszeichneten, waren die Nicht-Musiker den Musikern im schlussfolgernden Denken überlegen.

### 2.5.3 Experimentelle Studien

Die Studie von Costa-Giomi (1999) ist besonders interessant, weil sie Licht auf die Nachhaltigkeit der durch Musikunterricht erzielten kognitiven Effekte wirft. 117 neunjährige Schulkinder wurden auf zwei nahezu gleich große Gruppen verteilt, von denen die eine Gruppe über einen Zeitraum von drei Jahren kostenlosen Klavierunterricht erhielt. Die kognitiven Fähigkeiten der Kinder wurden zu Beginn der Untersuchung sowie in jährlichen Abständen innerhalb des Untersuchungszeitraumes getestet. Während sich die Kinder in ihren kognitiven Fähigkeiten zu Beginn des Untersuchungszeitraums nicht unterschieden, zeigten sich nach zwei Jahren Klavierunterricht bei den Kindern aus der Versuchsgruppe etwas bessere kognitive Leistungen in Bezug auf räumlich-visuelle Fähigkeiten als bei den Kindern aus der Kontrollgruppe. Allerdings holten die Kinder aus der Kontrollgruppe diesen Vorsprung nach dem dritten Jahr wieder ein. Diese Untersuchung spricht also dafür, dass die Wirkungen von Klavierunterricht auf allgemeine kognitive Fähigkeiten weder besonders ausgeprägt noch dauerhaft sind. Grundsätzlich lässt sich gegen diese Untersuchung der methodische Einwand vorbringen, dass die Kinder in der Kontrollgruppe keinerlei zusätzlichen Unterricht erhielten, so dass es möglich ist, die vorübergehenden kognitiven Effekte des Klavierunterrichts darauf zurückzuführen, dass die Kinder in der Versuchsgruppe generell mehr Zeit mit Unterricht verbrachten.

In der Studie von Bastian (2000) wurden über einen Zeitraum von sechs Jahren 170 Berliner Schulkinder untersucht, von denen 123 Kinder zusätzlichen

Musikunterricht erhielten. Die kognitiven Fähigkeiten der Kinder wurden mit einem Intelligenztest gemessen, der Alltagswissen, schulische Rechenfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit, die Geschwindigkeit in der symbolischen Informationsverarbeitung im manuell-visuellen Bereich, räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen, verbal-logisches Denken sowie soziales Erfassen und Reflektieren erfasst. Die Auswertung der Tests nach sechs Jahren Versuchszeit erbrachte aber, wie zum Beispiel Altenmüller (2001a) klar hervorhebt, *keine* signifikanten Unterschiede zwischen den kognitiven Fähigkeiten der Personen aus der Versuchs- und der Kontrollgruppe. Der Musikunterricht hatte demnach keinen Einfluss auf die Intelligenzentwicklung. Lediglich in Bezug auf das Sozialverhalten soll die Versuchsgruppe laut Bastian besser abschneiden als die Kontrollgruppe. Allerdings wird dieser Punkt von Spychiger (2001a) dahingehend kritisiert, dass es sich bei der Interpretation des geringeren Antipathiemaßes bei der Versuchsgruppe (bei der sich das Maß für die gegenseitige Sympathie *nicht* signifikant verbessert hatte) um eine post-hoc-Erklärung handelt. Zudem gilt auch für diese Studie, dass sie in methodischer Hinsicht problematisch ist, weil die Kinder in der Kontrollgruppe keinen zusätzlichen Unterricht in einem anderen Gebiet erhielten. Hätten sich also signifikante Unterschiede gezeigt, dann wäre es nicht möglich gewesen auszuschließen, dass diese Effekte lediglich auf den Umstand zurückzuführen sind, dass die Kinder in der Versuchsgruppe deutlich mehr Zeit mit Unterricht verbrachten als die Kinder aus der Kontrollgruppe. Ein weiterer methodischer Kritikpunkt an dieser Untersuchung wird von Spychiger (2001b) mit Hinsicht auf den Stichprobenumfang vorgebracht. Demnach besteht eine wesentliche Schwäche dieser Studie darin, dass Versuchs- und Kontrollgruppe nicht die gleiche Anzahl von Personen umfassten, sondern sich ganz asymmetrisch aus 123 sowie 47 Kindern zusammensetzten. Auf der Grundlage einer derart kleinen Kontrollgruppe lassen sich Spychiger zufolge aber keine zuverlässigen Konsequenzen herleiten (zu weiteren Kritikpunkten an dieser Studie siehe Spychiger, 2001a).

Die derzeit einzige experimentelle Untersuchung zur Wirkung musikalischer Betätigung auf die allgemeine Intelligenz, die in methodischer Hinsicht hohen Anforderungen entspricht, stammt von Schellenberg (2004), der in seiner Studie 144 sechsjährige Kinder untersucht hat. Die Kinder wurden nach dem Zufallsprinzip auf die folgenden vier Gruppen verteilt: Während die Kinder in den beiden Versuchsgruppen über ein Schuljahr verteilt entweder Klavier- oder Gesangsunterricht erhielten, bekamen die Kinder in den beiden Kontrollgruppen entweder ein Schuljahr Theaterunterricht oder keinen zusätzlichen Unterricht. Der Intelligenzquotient wurde bei allen Kindern zu Beginn und am Ende der Untersuchung mit dem Wechsler-Intelligenztest für Kinder gemessen. Es zeigte sich, dass die Kinder in den beiden Versuchsgruppen im Vergleich zu den Kindern in den beiden Kontrollgruppen einen etwas größeren Zuwachs beim IQ verzeichneten: Während der IQ der Kinder in den Kontrollgruppen im Durchschnitt um 4,3 Intelligenzpunkte anstieg, verzeichneten die Kinder in den Versuchsgruppen einen Anstieg des IQ um durchschnittlich 7,0 Intelligenzpunkte. Dieser Unterschied im Zuwachs des Intelligenzquotienten ist aufgrund der Größe der untersuchten Gruppen zwar statistisch signifikant, aber dennoch mit

2,7 Intelligenzpunkten sehr geringfügig und damit unbedeutend. Allerdings zeigte er sich durchgängig in *allen* Bereichen des Intelligenztests. Dieses Ergebnis, das mit den Resultaten von Schellenbergs (2006a) Korrelationsstudien übereinstimmt, spricht also gegen die Hypothese, dass durch Musikunterricht spezielle kognitive Fähigkeiten in besonderer Weise gefördert werden. Interessanterweise entwickelten die Kinder in der Theater-Kontrollgruppe ein deutlich besseres adaptives Sozialverhalten als die Kinder in den drei übrigen Gruppen. Laut Schellenberg lässt sich der größere Anstieg des Intelligenzquotienten bei den Kindern aus den beiden Versuchsgruppen wahrscheinlich damit erklären, dass sie im Zuge des Musiktrainings durch Einzelunterricht bzw. durch Unterricht in kleinen Gruppen besonders intensiv betreut wurden. Schellenberg weist daher ausdrücklich darauf hin, dass ähnliche positive Effekte möglicherweise auch durch Unterricht in anderen Inhaltsgebieten – wie zum Beispiel Schach- oder Erdkundeunterricht – erzielt werden können, wenn dieser Unterricht mit einer vergleichbar intensiven Betreuung der Schüler einhergeht.

Zusammengenommen ergeben die Ergebnisse dieser Untersuchungen bisher ein eher uneinheitliches Bild. Einerseits spricht der Umstand, dass sich keine Unterschiede in der allgemeinen Intelligenz von Musikern und Nicht-Musikern feststellen lassen, dafür, dass musikalische Betätigung keine Auswirkungen auf die Intelligenzentwicklung hat. Auch die Ergebnisse der Studien von Weber et al. (1993), Costa-Giomi (1999) und Bastian (2000) weisen darauf hin, dass die Wirkungen von Musikunterricht auf allgemeine kognitive Fähigkeiten weder besonders ausgeprägt noch dauerhaft sind. Andererseits gibt es Belege dafür, dass ein positiver Zusammenhang zwischen musikalischer Begabung sowie dem zeitlichen Umfang des Musikunterrichts in der Kindheit und der allgemeinen Intelligenz sowie den schulischen bzw. akademischen Leistungen besteht. Vor allem die Resultate der Korrelationsstudien von Schellenberg (2003, 2006a) zeigen, dass die Dauer des Musikunterrichts in der Kindheit signifikant positiv mit dem IQ sowie mit den schulischen bzw. akademischen Leistungen in der Kindheit und im jungen Erwachsenenalter korrelieren und dass diese Korrelationen zwar nicht stark ausgeprägt sind, aber ganz allgemein *alle* kognitiven Leistungen betreffen und dauerhaft sind. Zudem deuten die Ergebnisse der experimentellen Studie von Schellenberg (2004) darauf hin, dass sich Musikunterricht in statistisch signifikantem Umfang positiv auf die Intelligenzentwicklung auswirkt. Laut Schellenberg ergänzen die Ergebnisse seiner beiden Korrelationsstudien die Resultate dieser experimentellen Untersuchung darin, dass damit belegt wird, dass die kognitiven Effekte von Musikunterricht (1) mit längeren Trainingszeiträumen zunehmen, (2) dauerhaft sind, (3) nicht auf konfundierende Faktoren zurückgeführt werden können und (4) verschieden sind von den kognitiven Effekten nicht-musikalischer Übungen. Allerdings sind die in den genannten Untersuchungen von Schellenberg gemessenen Effekte zwar statistisch signifikant, aber so geringfügig, dass sie nicht als Belege für bedeutende Leistungssteigerungen aufgefasst werden dürfen. Solange deutlichere empirische Ergebnisse nicht zur Verfügung stehen, muss es daher als offene Frage angesehen werden, ob sich die allgemeine Intelligenz durch Musikunterricht tatsächlich in nennenswertem Umfang fördern lässt.

## 2.6 Ansätze zur Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung

Bevor aus den in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Untersuchungen pädagogische Konsequenzen für die Gestaltung des Schulunterrichts abgeleitet werden können, ist es erforderlich, nach Erklärungen dafür zu suchen, durch welche geistigen Mechanismen kognitive Effekte musikalischer Betätigung überhaupt zustande kommen können. Schließlich geht es darum, herauszufinden, aus welchen Gründen bestimmte Aspekte der musikalischen Betätigung (Notenlesen, Erkennen von Rhythmen und Melodien, etc.) zu bestimmten kognitiven Effekten führen. Im Folgenden wird daher ein Überblick über die wichtigsten theoretischen Optionen gegeben, die als potentielle Erklärungsansätze in Frage kommen. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass die psychologische und neurowissenschaftliche Diskussion über die Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung noch ganz am Anfang steht und dass daher bislang kein Konsens darüber erzielt wurde, auf welche Weise diese Effekte tatsächlich am besten erklärt werden können.

### 2.6.1 Lernpsychologische Erklärungen

Die Teilnahme am Schulunterricht wirkt sich bei Kindern grundsätzlich positiv auf deren kognitive Fähigkeiten aus und führt damit zu einem Anstieg ihres Intelligenzquotienten (Ceci & Williams, 1997). Dieser Effekt wird in der Psychologie als „*schooling effect*“ bezeichnet (siehe dazu den Beitrag zur Intelligenzentwicklung von Elsbeth Stern in diesem Band). Erhalten Kinder also zusätzlichen Unterricht, indem sie beispielsweise nachmittags am Musikunterricht teilnehmen, so wird die Entwicklung ihrer kognitiven Fähigkeiten und ihrer Intelligenz entsprechend intensiver gefördert als bei Kindern, die keinen zusätzlichen Unterricht erhalten. Hinzu kommt, dass Schulunterricht in kleinen Klassen oft besonders effizient ist (Ehrenberg et al., 2001). Möglicherweise lassen sich daher die kognitiven Effekte musikalischer Betätigung damit erklären, dass sich zusätzlicher Musikunterricht positiv auf die Intelligenzentwicklung auswirkt, weil er in vielen Merkmalen mit normalem Schulunterricht übereinstimmt (man richtet seine Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Sache, bearbeitet unter Anleitung einer erwachsenen Person bestimmte Aufgaben, etc.), üblicherweise in kleinen Gruppen oder im Einzelunterricht erteilt wird und darüber hinaus von den Kindern überwiegend als angenehm und interessant erlebt wird. So gesehen ist es also möglich, dass sich neben Musikunterricht auch zusätzlicher Unterricht in *anderen* Inhaltsgebieten, die die Kinder in besonderer Weise interessieren, wie Schach- oder Malkurse, naturwissenschaftliche Experimentierkurse oder Lesegruppen in ähnlicher Weise positiv auf die Intelligenzentwicklung der Kinder auswirkt. Sollte dies zutreffen, dann wären die kognitiven Effekte von Musikunterricht also ein Beispiel für den „*schooling effect*“.

Eine weitere theoretische Option liegt darin, die Ursachen für die kognitiven Effekte des Musikunterrichts in dessen Einfluss auf die Motivation der Kinder sowie auf deren Haltung zum Schulunterricht zu suchen, denn vielen Kindern bereitet die Teilnahme am Musikunterricht Freude und beschert ihnen eine

ganze Reihe motivierender Lernerfolge. Es ist daher plausibel anzunehmen, dass das Erleben von Lernerfolgen sowie der eigenen Kompetenz im Musikunterricht dazu führt, dass sich grundsätzlich die Haltung der Kinder zum Schulunterricht in positiver Weise verändert: Sie erfahren, dass sie selber gute Leistungen erbringen können, wenn sie sich konzentrieren und beharrlich üben, und sie entwickeln auf dieser Grundlage möglicherweise auch in Bezug auf den Unterricht in anderen Inhaltsgebieten eine positivere Haltung, die schließlich auch in diesen Gebieten zu besseren kognitiven Leistungen führt.

Diesen beiden Erklärungsansätzen ist die Konsequenz gemeinsam, dass sich Musikunterricht nicht nur auf einige spezifische kognitive Kompetenzen, sondern auf *alle* kognitiven Fähigkeiten in gleicher Weise fördernd auswirken sollte. Denn wenn die kognitiven Effekte des Musikunterrichts mit dem „schooling effect“ oder mit höherer Motivation und größerer Lernbereitschaft erklärt werden können, dann gibt es keinen Grund, warum sich dies nur bei einigen und nicht bei allen kognitiven Fähigkeiten gleichermaßen mit besseren Leistungen niederschlagen sollte. Diese Erklärungsansätze passen daher gut zu den Untersuchungen von Schellenberg (2003, 2004, 2005, im Druck), denen zufolge sich Musikunterricht ganz generell positiv auf die Entwicklung der allgemeinen Intelligenz auswirkt. Allerdings deuten andere Untersuchungen eher darauf hin, dass nur einige kognitive Fähigkeiten wie sprachliche, räumlich-visuelle und mathematische Leistungen vom Musikunterricht profitieren könnten. Zur Erklärung dieser begrenzten Effekte des Musikunterrichts muss daher auf andere kognitive Mechanismen Bezug genommen werden – wie zum Beispiel auf das Konzept des Wissenstransfers, das im folgenden Abschnitt dargestellt wird.

### 2.6.2 Wissenstransfer

Die erfolgreiche Anwendung angeeigneten Wissens bzw. erworbener Fertigkeiten im Rahmen einer neuen, in der Situation der Wissens- bzw. Fertigeitsaneignung noch nicht vorgekommenen Anforderung wird als *Transfer* bezeichnet. Der Begriff des Transfers ist grundsätzlich fast ausschließlich mit positiver Konnotation verbunden, dennoch sind auch negativer Transfer bzw. Interferenz denkbar. Wenn neues Lernen oder Problemlösen durch vorangegangenes Lernen erleichtert wird, spricht man von positivem Transfer. Wirkt sich das frühere Lernen hingegen hemmend auf die Lösung neuer Aufgaben aus, so hat negativer Transfer stattgefunden.

Eine wichtige Unterscheidung betrifft die Reichweite der zu übertragenden Wissens Elemente (siehe dazu die Arbeit von Barnett & Ceci, 2002). Beim *spezifischen Transfer* überträgt die lernende Person eng umgrenzte neu erworbene Fertigkeiten oder spezifische inhaltliche Kenntnisse auf eine neue Situation. So liegt zum Beispiel spezifischer Transfer vor, wenn eine Person im Erdkundeunterricht gelernt hat, welche Landeshauptstädte zu welchen Bundesländern gehören, und wenn sie dieses Wissen zur Lösung eines Kreuzworträtsels nutzen kann. Die Person kann aber auch im Erdkundeunterricht für sich herausgefunden haben, wie man Fakten auswendig lernen kann oder wie man sich selbst zum Lernen motiviert. Wenn solche Strategien oder Prinzipien in anderen Kontexten oder anderen Lernfeldern genutzt werden, dann spricht man von *un-*

*spezifischem* bzw. *generellem Transfer*. Im Unterschied zum spezifischen Transfer tritt unspezifischer Transfer allerdings eher selten auf. Die psychologische Forschung der vergangenen Jahrzehnte hat nämlich gezeigt, dass menschliche Kognition weitaus situations- und anforderungsspezifischer ist, als dies lange Zeit in Theorien der Informationsverarbeitung angenommen wurde. Aufgaben aus unterschiedlichen Inhaltsgebieten können sich trotz isomorpher Struktur deutlich in ihrer Schwierigkeit unterscheiden, und die beim Lösen bestimmter Aufgaben erworbenen Strategien werden nur selten spontan auf neue Aufgaben ähnlicher oder gleicher Struktur übertragen.

Zahlreiche Experimente zeigen, dass es zur Übertragung bekannter Lösungsstrategien auf neue Inhaltsbereiche nur dann kommt, wenn bei der Transferaufgabe *die gleichen Wissens Elemente* genutzt werden können wie bei den Aufgaben, mit denen diese Strategien eingeübt wurden. Es gehört mittlerweile zu den am häufigsten replizierten Befunden in der kognitiven Psychologie, dass der Lerntransfer ausbleibt, wenn diese Übereinstimmung der Wissens Elemente fehlt. Transfer ist also nur zu erwarten, wenn zur Bewältigung der Anforderung A („source“) und der Anforderung B („target“) auf die gleichen Wissens Elemente zurückgegriffen werden kann. Das heißt, dass es von der Art der Wissensrepräsentation einer Person abhängt, ob es zum Transfer kommt oder nicht. Aber aus den vielfältig dokumentierten Befunden zum gescheiterten Transfer selbst bei isomorphen Aufgaben wissen wir, dass das Vorliegen von gemeinsam nutzbarem Wissen noch keine Garantie für Transferleistung ist. Vielmehr herrscht inzwischen in der Lehr-Lern-Forschung Übereinstimmung darüber, dass Transferleistungen nicht ohne gezielte Intervention zu erwarten sind. Der menschliche Geist lernt anforderungsspezifisch und ist bei der Bewältigung neuer Anforderungen eher zurückhaltend, was die Übertragung von bereits etabliertem Wissen angeht. *Die Voraussetzung für Lerntransfer besteht daher nicht allein in der objektiven Ähnlichkeit von Lern- und Anwendungssituation, sondern zudem in der subjektiv wahrgenommenen Übereinstimmung im Wissen.* Wenn das verfügbare Wissen einer Person nicht so organisiert ist, dass die für die Bewältigung einer Aufgabe entscheidenden Gemeinsamkeiten zwischen zwei Anforderungssituationen erkannt werden, kann kein Transfer stattfinden.

Musikunterricht zeichnet sich nun gerade dadurch aus, dass dabei eine ganze Reihe unterschiedlicher kognitiver Fähigkeiten zusammenwirken. Neben feinmotorischen Fähigkeiten wird dabei zum Beispiel das auditive Vermögen zum Identifizieren von Tönen sowie das Notenlesen und die rasche Umsetzung symbolischer Repräsentationen von Musik in Töne geübt. Wer musiziert, muss zudem lernen, Emotionen in der Musik wahrzunehmen und selber auszudrücken, musikalische Strukturen zu identifizieren und Gedächtnisstrategien zu entwickeln, um sich längere Passagen merken zu können. Hinzu kommen Anforderungen an das abstrakte Denken, denn um ein und dasselbe musikalische Thema in verschiedenen Tonarten und Tempi identifizieren zu können, sind Abstraktionsleistungen erforderlich.

Mehrere Autoren vertreten daher die Auffassung, dass die verschiedenen kognitiven Fähigkeiten, die beim Musizieren in Anspruch genommen werden, durch das Training so verbessert werden, dass sie auch in anderen Kontexten

zu besseren Leistungen führen. Die kognitiven Effekte des Musikunterrichts ließen sich demnach durch *spezifischen Transfer* erklären. Zu den Untersuchungen, die sich auf diesen Erklärungstyp beziehen, zählt zum Beispiel die Studie von Thompson et al. (2004), der zufolge Musikunterricht die Fähigkeit fördert, die Emotionen eines Sprechers anhand des Sprachrhythmus zu bestimmen. In diesem Fall soll also ein spezifischer Transfer von der Art stattfinden, dass das Wissen, wie sich Emotionen anhand des musikalischen Rhythmus identifizieren lassen, auf den Bereich sprachlicher Äußerungen übertragen wird. Entsprechend argumentieren auch Bahr und Christensen (2000) dafür, dass es spezifische Transfereffekte von Musikunterricht in Bezug auf einige mathematische Leistungen gibt, die musikalischen Leistungen in struktureller Hinsicht ähnlich sein sollen.

Allerdings bleibt es bislang bei den meisten Untersuchungen lediglich bei recht allgemeinen Erläuterungen, die noch zu wenig eindeutig und präzise sind, um wirklich als kognitionspsychologische Erklärungen gelten zu können (siehe dazu auch die kritischen Forschungsberichte von Behne, 1995 und Gembris, 2001). Denn um kognitive Effekte als Transferleistungen zu erklären, ist es erforderlich aufzuweisen, (a) worin die gemeinsamen Wissens Elemente der Lern- und Anwendungssituation im Einzelnen bestehen und (b) welche Hinweise dafür sprechen, dass die Versuchspersonen die Übereinstimmung der Wissens Elemente auch tatsächlich bemerken. Diese Anforderungen werden von den bisherigen Untersuchungen aber kaum erfüllt. Bevor also die kognitiven Effekte von Musikunterricht in Bezug auf Fähigkeiten wie sprachliche, räumlich-visuelle und mathematische Leistungen als spezifische Transfereffekte erklärt werden können, muss im Zuge künftiger Untersuchungen Folgendes geleistet werden:

- (1) Bereits vor der Durchführung der Untersuchung sollte bestimmt werden, in welchen Wissens Elementen Lern- und Anwendungssituation übereinstimmen. Auf dieser Grundlage sollten Prognosen über zu erwartende Transfereffekte aufgestellt werden.
- (2) Es sollte untersucht werden, welche Belege dafür sprechen, dass die Versuchspersonen die Übereinstimmung der Wissens Elemente auch bemerken.
- (3) In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls wichtig zu untersuchen, welche Unterschiede in der Art der Wissensrepräsentation die Wahrnehmung einer solchen Übereinstimmung und damit entsprechende Transfereffekte begünstigen: Wie ist das Wissen von Personen organisiert, die die meisten kognitiven Vorteile aus dem Musikunterricht ziehen?

Erst wenn diese Anforderungen erfüllt sind, genügen die Untersuchungen zu den spezifischen Transfereffekten von Musikunterricht den Standards, die auch in der übrigen psychologischen Forschung zum Transfer üblich sind. Denn allein auf dieser Grundlage lässt sich im Einzelnen nachvollziehen, welche gemeinsamen Wissens Elemente bei der Bewältigung musikalischer und zum Beispiel mathematischer und räumlich-visueller Aufgaben involviert sind, und welche spezifischen Transfereffekte aufgrund dieser Gemeinsamkeiten zu erwarten sind. Zudem würde die Einbeziehung der Frage nach der Art der Wissensrepräsentation, die in Punkt (3) angesprochen wird, dazu führen, dass der Einfluss

der Wissensorganisation auf diese spezifischen Transfereffekte genauer untersucht wird. Auf der Grundlage solcher Untersuchungen ließe sich dann auch konkreter bestimmen, welche Art der Wissensorganisation die optimale Voraussetzung dafür ist, um vom Musikunterricht in verschiedenen kognitiven Hinsichten profitieren zu können.

Eine andere theoretische Option besteht darin, die kognitiven Effekte des Musikunterrichts als Folgen *unspezifischen Transfers* zu erklären. Wer sich zum Beispiel häufig und intensiv mit schriftlichem Material in bestimmten Inhaltsgebieten auseinandersetzt, kann Strategiewissen zum Lesen von Texten entwickeln, das bei der Einarbeitung in neue Gebiete Vorteile bringt. Dazu bedarf es nicht eines direkten Strategietrainings, sondern einer Vielzahl von Texten unter den verschiedensten Aufgabenstellungen (Palincsar & Brown, 1984). Ähnliches Strategiewissen lässt sich möglicherweise auch im Zuge des Musikunterrichts erwerben, denn dieser erfordert neben der Aufmerksamkeit und Konzentration auf eine bestimmte Sache auch regelmäßiges Üben. Es ist daher denkbar, dass Personen, die über einen längeren Zeitraum Musikunterricht erhalten, dabei Lernstrategien entwickeln, wie sie sich auf eine bestimmte Sache konzentrieren oder sich selbst zum Üben motivieren können. Beispielsweise wurde der Einfluss von Suzuki-Geigenunterricht auf die Aufmerksamkeit und das Ausdauerverhalten von Scott (1992) in einer quasi-experimentellen Studie mit 80 drei- bis fünfjährigen Kindern untersucht. Zwar schnitten die Kinder aus den Versuchsgruppen bei Aufmerksamkeits- und Beharrlichkeitstests besser ab als die Kinder aus den Kontrollgruppen, aber die Autorin verweist selber darauf, dass dieses Ergebnis möglicherweise auch auf Selektionseffekte zurückzuführen ist, da die Kinder mit Suzuki-Geigenunterricht aus stärker bildungsorientierten Elternhäusern stammten als die Kinder in den Kontrollgruppen (zur Kritik siehe auch (Behne, 1995).

Grundsätzlich ist es aber denkbar, dass die Übertragung solcher Lernstrategien auf andere Inhaltsbereiche den betreffenden Personen Vorteile bei der Aneignung neuen Wissens verschafft und damit positive Effekte von Musikunterricht auf kognitive Fähigkeiten in ganz unterschiedlichen Inhaltsbereichen erklärt. Dieser Erklärungsansatz passt wiederum gut zu den Untersuchungen von Schellenberg (2004, 2006a, 2006b), denen zufolge sich Musikunterricht positiv auf die allgemeine Intelligenz auswirken soll. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass dieser Erklärungsansatz dazu führt, Musikunterricht nur als *eine* Trainingsmaßnahme unter vielen zu betrachten: Wenn es nämlich primär der unspezifische Transfer von Lernstrategien ist, der für die kognitiven Effekte des Musikunterrichts verantwortlich ist, dann lassen sich dieselben Effekte auch durch Unterricht in anderen Inhaltsgebieten erzielen, wenn dadurch die Entwicklung bzw. Aneignung derselben Lernstrategien gefördert wird.

Grundsätzlich gilt aber, dass unspezifischer Transfer weitaus seltener vorkommt als spezifischer Transfer und dass es sich bei der Übertragung von Lernstrategien zwischen verschiedenen Inhaltsbereichen nicht um einen Effekt handelt, der automatisch zustande kommt, sobald Personen in einem bestimmten Inhaltsgebiet über solche Lernstrategien verfügen. Vielmehr handelt es sich bei dieser Art von Strategien um *bereichsspezifisches Wissen*, das nicht ohne weite-

res auf andere Inhalte übertragen wird. Eine ganze Reihe psychologischer Untersuchungen zeigt, dass Personen auf einzelnen Gebieten Expertise entwickeln können und sehr viel Zeit zur Übung bestimmter Fertigkeiten aufwenden, ohne dass dies zur Folge hätte, dass sie die dabei erworbenen Strategien zum Erwerb und zur Organisation ihres Wissen auch auf andere Gebiete übertragen oder beginnen, sich ähnlich intensiv mit anderen Inhaltsgebieten zu beschäftigen. Zudem gilt auch in Bezug auf den unspezifischen Transfer, dass die bislang verfügbaren Untersuchungen noch nicht die oben aufgeführten Anforderungen erfüllen, im Einzelnen zu klären, welche Gemeinsamkeiten von Lern- und Anwendungssituation gegeben sein und von den lernenden Personen bemerkt werden müssen, damit es zu einem unspezifischen Transfer von Lernstrategien zwischen verschiedenen Inhaltsgebieten kommt. Dieser Punkt wird also im Zuge künftiger Studien zu untersuchen sein, bevor davon gesprochen werden kann, die kognitiven Effekte musikalischer Betätigung durch unspezifischen Transfer zu erklären.

Welche theoretischen Optionen bleiben übrig, falls keiner der dargestellten psychologischen Ansätze zu überzeugenden Erklärungen führt – wenn also kognitive Effekte musikalischer Betätigung weder als Folgen des „schooling effects“ oder höherer Motivation, noch als Folgen von Transfer erklärt werden können? Mehrere Untersuchungen befassen sich mit diesen kognitiven Effekten aus der Perspektive der Neurowissenschaft und bieten damit Erklärungen an, die sich auf einer ganz anderen theoretischen Ebene befinden als die bislang thematisierten psychologischen Erklärungen (siehe dazu die Beiträge von Eckart Altenmüller, Lutz Jäncke, Aljoscha Neubauer & Andreas Fink in diesem Band). Grundsätzlich lässt sich das Verhältnis von psychologischen und neurowissenschaftlichen Erklärungen bzw. Theorien am besten so veranschaulichen, dass es sich dabei um verschiedene Perspektiven auf dieselbe Sache handelt. Es ist daher möglich, dass ein geistiges Phänomen aus der Sicht der Psychologie zum Beispiel als Transfer von Lernstrategien und aus der Sicht der Neurowissenschaft als ein bestimmtes Muster der Aktivierung von Hirnarealen beschrieben wird. In einem solchen Fall *ergänzen* sich psychologische und neurowissenschaftliche Theorien. Es sind aber auch Fälle denkbar, in denen wir auf psychologischer Ebene für bestimmte kognitive Effekte bislang noch keine Erklärung haben, bei denen wir aber aus der Sicht der Neurowissenschaft bereits die Gehirnprozesse kennen, die üblicherweise mit dem Auftreten dieser Effekte einhergehen. Dies wäre zum Beispiel gegeben, wenn sich die kognitiven Effekte von Musikunterricht auf mathematische Fähigkeiten auf psychologischer Ebene noch nicht erklären ließen, während sich auf neurowissenschaftlicher Ebene zeigen ließe, dass diese Effekte durch die Aktivierung gemeinsamer Hirnareale beim Musizieren und Rechnen zustande kommen. In einem solchen Fall stellt uns die Neurowissenschaft also eine Erklärung zur Verfügung, für die es auf der psychologischen Ebene noch keine Entsprechung gibt. Um die im folgenden Abschnitt dargestellten neurowissenschaftlichen Erklärungsansätze richtig einschätzen zu können, ist es daher wichtig, sich zu überlegen, welcher der beiden folgenden Fälle gerade vorliegt: Handelt es sich um eine neurowissenschaftliche Erklärung, zu der es eine korrespondierende psychologische Erklä-

rung gibt, so dass beide Ansätze ein und dieselbe Sache aus verschiedenen Perspektiven beleuchten? Oder handelt es sich um die neurowissenschaftliche Erklärung eines Phänomens, für das bislang noch kein überzeugendes psychologisches Erklärungsmodell vorliegt?

### 2.6.3 Neurowissenschaftliche Erklärungen

Die Voraussetzung der neurowissenschaftlichen Erklärung kognitiver Effekte musikalischer Betätigung liegt in der *Plastizität des menschlichen Gehirns* – das heißt, in dessen Fähigkeit, auf spezifische Umweltaforderungen durch die strukturelle (anatomische) und/oder funktionelle Veränderung der neuronalen Vernetzung bzw. der Gehirnorganisation zu reagieren. Grundsätzlich gilt, dass *alle Lernvorgänge in jedem Lebensalter* mit Veränderungen in der Vernetzung des Gehirns einhergehen. Nicht nur im Kinder- und Jugendalter, sondern auch im Erwachsenenalter zeichnet sich das menschliche Gehirn durch große Plastizität aus. Geht es also darum, die kognitiven Effekte musikalischer Betätigung in Bezug auf andere kognitive Fähigkeiten im Rahmen der Neurowissenschaft zu erklären, so ist es zunächst erforderlich zu bestimmen, welchen Einfluss regelmäßiges Musizieren auf die neuronale Vernetzung nimmt: In welchen Hinsichten unterscheidet sich die Gehirnorganisation musizierender Personen von der neuronalen Vernetzung von Personen, die sich musikalisch nicht betätigen? Anschließend muss untersucht werden, ob die gegebenenfalls festgestellten Unterschiede in der Gehirnorganisation geeignet sind, um damit Unterschiede im Verhalten bzw. in den kognitiven Leistungen beider Gruppen zu erklären.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig hervorzuheben, dass die Frage, *ob* Musikunterricht positive Effekte in Bezug auf andere kognitive Leistungen hervorbringt, im Rahmen der Neurowissenschaften nicht beantwortet werden kann. Denn solche kognitiven Effekte lassen sich ausschließlich im Rahmen psychologischer Untersuchungen mithilfe entsprechender Leistungstests nachweisen, mit denen beispielsweise die sprachlichen, mathematischen und räumlich-visuellen Leistungen der Versuchspersonen erfasst werden. Die spezifische Kompetenz der Neurowissenschaft besteht in diesem Kontext vielmehr darin, durch Unterschiede in der Gehirnorganisation und -aktivierung Leistungsunterschiede zu erklären, die im Rahmen psychologischer Studien gemessen wurden.

Zahlreiche anschauliche Beispiele und Erklärungen für die Wirkungen, die das Musizieren auf die strukturelle sowie funktionelle Organisation der Großhirnrinde hat, finden sich in den beiden Beiträgen von Eckart Altenmüller und Lutz Jäncke in diesem Band (zur Übersicht siehe auch Altenmüller et al., 2000; Bangert & Altenmüller, 2003a; Jäncke, 2001 sowie Zatorre & McGill, 2005). Diese Beispiele zeigen, dass Musikerziehung und Gehörbildung die neuronale Vernetzung der Großhirnrinde spezifisch beeinflussen können. So führt beispielsweise bei Berufsmusikern die langjährige Übung der Feinmotorik zu einer Veränderung der Größe der Handregionen in den primären motorischen Hirnrindengebieten (Amunts et al., 1997; Gaser & Schlaug, 2003a; Schlaug et al., 1995a). Ein Vergleich der Fingerareale der linken Hand von professionellen Geigern mit nicht musizierenden Personen zeigte, dass mit Ausnahme des Daumens die kortikale Repräsentation der Finger bei den Geigern deutlich grö-

ber war als in der Vergleichsgruppe. Dieser Größeneffekt war wiederum abhängig von dem Alter, in dem die Versuchspersonen das Violinspiel begonnen hatten, und am stärksten bei denjenigen, die vor dem Alter von sieben Jahren den ersten Geigenunterricht erhalten hatten (Elbert et al., 1995). Weitere Hirnregionen, die sich laut Altenmüller und Jäncke als Folge professionellen Musizierens in ihrer funktionellen Organisation verändern, sind die sensomotorischen Areale der Zentralregion, die auditiven Areale der linken Schläfenregion sowie die als „Balken“ bezeichnete Verbindung zwischen der linken und rechten Gehirnhälfte. Jäncke zufolge weisen alle Hirnstrukturen, die in die Kontrolle von Musikfertigkeiten (z.B. motorische Fertigkeiten zum Betätigen eines Instrumentes) und in die Analyse von Musikreizen (z.B. Hören und Memorieren von Musik) eingebunden sind, bei Musikern teilweise erhebliche strukturelle sowie funktionelle Veränderungen auf.

Können solche veränderten neuronale Netzwerke auch für andere kognitive Leistungen genutzt werden? Können solche „Nervenfaser-Autobahnen“, wie es Eckart Altenmüller in einem seiner Aufsätze anschaulich formuliert (Altenmüller, 2001a), auch für effizienteres Denken in anderen Inhaltsbereichen eingesetzt werden? Diese Fragen lassen sich, wie gesagt, nur in Verbindung mit psychologischen Leistungstests beantworten: Zuerst muss gemessen werden, ob sich die kognitiven Leistungen von Personen mit Musikunterricht von den Leistungen von Personen ohne musikalisches Training unterscheiden. Lässt sich ein solcher Leistungsunterschied tatsächlich feststellen, kann anschließend nach seiner neurowissenschaftlichen Erklärung gesucht werden.

Die Strategie neurowissenschaftlicher Ansätze bei der Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung auf andere kognitive Leistungen besteht im allgemeinen darin aufzuweisen, dass (a) bei Personen mit musikalischem Training aufgrund der Veränderungen in der strukturellen und/oder funktionellen Organisation des Gehirns beim Musizieren andere Gehirnareale aktiviert werden als bei Personen ohne Musiktraining und dass (b) diese Gehirnareale auch noch an weiteren kognitiven Funktionen beteiligt sind, die auf diese Weise durch die Aktivierung stimuliert werden. Eine Übersicht über den aktuellen Forschungsstand zu den Unterschieden zwischen Musikern und Nicht-Musikern hinsichtlich der kortikalen Aktivierung bei der Wahrnehmung von Musikreizen, während des Durchführens von Gedächtnis- und auditorischen Aufmerksamkeitsaufgaben oder während des Durchführens von motorischer Aktivität (Klavierspielen, etc.) findet sich in dem Beitrag von Lutz Jäncke. Dort wird ebenfalls auf ein Beispiel für eine Erklärung nach dem obigen Muster hingewiesen: Demnach sind die Hirnstrukturen, die bei professionellen Musikern für musikalische Gedächtnisleistungen zuständig sind, auch in verbale Arbeitsgedächtnisfunktionen sowie andere Sprachfunktionen eingebunden (siehe dazu auch Jentschke et al., 2005; Koelsch & Friederici, 2003; Koelsch et al., 2003; Schuppert et al., 2000). Patel (1998) weist beispielsweise darauf hin, dass an der Verarbeitung syntaktischer Strukturen von Sprache und Musik gemeinsame Hirnareale beteiligt sind. Diese Art der Überlappung von Hirnarealen wird als möglicher Grund dafür angesehen, dass musikalisches Training zum Beispiel nicht nur das Gedächtnis für auditorische Musikinformationen, sondern auch

das sprachliche Gedächtnis schult. Darüber hinaus ist bislang allerdings noch nicht bekannt, welche neuronalen Mechanismen im Einzelnen zum Auftreten von positiven Effekten musikalischer Betätigung in Bezug auf andere kognitive Fähigkeiten führen. Die neurowissenschaftliche Erklärung solcher kognitiven Effekte wird zudem durch einen Umstand erschwert, auf den Altenmüller (2003a) hinweist: Demnach ist die Entwicklung der neuronalen Netzwerke, die für musikalische Fähigkeiten zuständig sind, in hohem Maße von der individuellen Lerngeschichte abhängig, so dass eine beträchtliche interindividuelle Varianz hinsichtlich der Lokalisierung der neuronalen Korrelate musikalischer Fähigkeiten besteht. Einzelne Beobachtungen der Aktivierung überlappender Hirnareale lassen sich aus diesem Grund nicht ohne weiteres verallgemeinern.



### 3 Psychologische und neurowissenschaftliche Beiträge zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung

#### 3.1 Eckart Altenmüller: Neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens im Kindes- und Jugendalter und Transfereffekte auf Intelligenzleistungen

##### 3.1.1 Einleitung

Obwohl es als Binsenweisheit gilt, dass Musik die Entwicklung des Gehirns fördert, sind bislang wenig handfeste Nachweise erbracht worden. Der Zusammenhang zwischen Musikalität und Intelligenz wurde bereits 1925 von Terman in seiner Untersuchung an tausend überdurchschnittlich intelligenten Kindern nachgewiesen. Er stellte fest, dass mit einem hohen Intelligenzquotienten auch künstlerisch-musikalische Hochbegabung weit überzufällig häufig einher geht (Terman & Oden, 1925). In jüngerer Zeit fand in Deutschland in einer durch das BMBF geförderten Studie Bastian (2000) bei Schulkindern eine positive Korrelation zwischen musikalischer Begabung und dem Intelligenzquotienten. Aktuell konnten kanadische Wissenschaftler in Längsschnittstudien Auswirkungen von Musikunterricht auf Intelligenzleistungen überprüfen und teilweise (geringe) Effekte feststellen (Schellenberg, 2004). Gegenstand dieser Expertise ist, in konzentrierter Form erstens neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens darzustellen und zweitens mögliche Transfereffekte auf kognitive oder emotionale Leistungen aufzuzeigen.

##### 3.1.2 Neuronale Auswirkungen musikalischen Lernens

###### Auswirkung von Musikhören auf neuronale Netzwerke

Bereits das *Hören von Musik* ist musikalisches Lernen, denn es fördert auditive Mustererkennung und Gedächtnisbildung (Altenmüller, 2002). Im Mutterleib werden ab der 22. Schwangerschaftswoche auditive Muster gehört, die im Wahrnehmungssystem des Ungeborenen implizites Wissen über Regularitäten erzeugen könnten, wobei bislang unklar ist, in welchem Umfang das geschieht. Das Gedächtnis für im Mutterleib Gehörtes scheint nach der Geburt nur für etwa 14 Tage stabil zu sein (Parncutt, 2006). Im frühen Säuglingsalter ist die (implizite) Gedächtnisbildung aber effizient, denn sechs Monate alte Säuglinge sind schon in der Lage, harmonische Dreiklänge von unharmonischen zu unterscheiden oder weisen eine Vorliebe für einfache Schwingungsverhältnisse wie Quinten (2:3) und Oktaven (1:2) gegenüber komplexen Intervallen, (45: 32) auf. Dies wird als früher Nachweis akkulturierter auditiver Mustererkennung gewertet, da harmonische Akkorde und Intervalle in unserer Kultur häufiger auftreten als Unharmonische (Übersicht bei Trehub, 2001). Die zum Beweis not-

wendige Gegenprobe mit Säuglingen aus einer realen oder künstlich erzeugten „unharmonischen“ Kultur steht aber noch aus.

Der Gesang der Mutter führt bei Säuglingen zu einer spezifischen Wirkung auf die Cortisolproduktion des Speichels: Säuglinge mit niedriger Vigilanz werden durch den mütterlichen Gesang aktiviert (Erhöhung des Speichelkortisols), solche mit hoher Vigilanz werden beruhigt (Shenfield et al., 2003). Beide Effekte steigern die Fitness, denn sowohl zu passive als auch zu aktive Säuglinge gedeihen schlechter (Trehub, 2003).

Hören Erwachsene subjektiv als angenehm und anregend empfundene Musik, dann lassen sich vielfältige Effekte auf das Verhalten nachweisen, die allerdings hinsichtlich ihrer neurobiologischen Grundlage noch nicht im Detail verstanden sind. Berühmt wurde der von Rauscher et al. 1993 beschriebene „Mozart-Effekt“. Er besagt, dass das Hören von anregender Musik für etwa 20 Minuten eine verbesserte Leistung in einem Test für räumliche Vorstellung erzeugt. Dieses Experiment hat hunderte von Folgeuntersuchungen auch an Kindern nach sich gezogen, die sehr verkürzt folgendes Bild ergaben:

- (1) Der „Mozart-Effekt“ funktioniert wohl mit jedem Reiz, der anregend ist und positiv bewertet wird. So zeigt Schellenberg, dass bei Kindern auch das Hören einer Kurzgeschichte von Stephen King zu einer Verbesserung der räumlichen Vorstellung führt, vorausgesetzt die Kinder bewerten die Geschichte entsprechend positiv (Schellenberg, 2006b).
- (2) Musik kann auch sprachliche Intelligenzleistungen kurzfristig (für ca. 30 Minuten) leicht verbessern – dieser Effekt ist allerdings weniger stark ausgeprägt (Schellenberg & Hallam, 2005).
- (3) Die Erhöhung der Wachheit (Vigilanz) scheint Voraussetzung zu sein, denn die eher beruhigende Musik von Albinoni beeinflusste die kognitive Leistungsfähigkeit nicht (Schellenberg, 2006b).
- (4) Eine länger anhaltende Wirkung des Musikhörens auf Intelligenzleistungen ist bislang nicht bewiesen (Hetland, 2000).
- (5) Neurobiologisches Korrelat des flüchtigen Mozart-Effektes scheint am ehesten eine verstärkte Hirndurchblutung und durch Neurohormone ausgelöste beschleunigte neuronalen Interaktionen auf Grund des erhöhten Wachheitsgrades und der positiven Stimmung zu sein (Chabris, 1999).

### **Auswirkung von Gehörbildung auf neuronale Netzwerke**

Gehörbildung ist ein Fach, das an Musikschulen und Musikhochschulen unterrichtet wird. Im Wesentlichen zielt Gehörbildung auf eine Verbesserung der akustischen Mustererkennung und auf die Zuordnung akustischer Muster zu Begriffen. Dabei wird nicht nur das implizite Wissen „von“ Musik sondern auch explizites Wissen „über“ Musik vermittelt, wobei beide Wissensformen je nach Lehrmethode unterschiedlich stark angesprochen werden. In der einzigen Studie, in der direkt Veränderungen der neuronalen Vernetzung bei unterschiedlichen Gehörbildungsarten an drei Gruppen von Jugendlichen untersucht wurde, hatten Schüler die Aufgabe, musikalische Phrasen als „offen“ oder als „geschlossen“ zu klassifizieren. Diese Leistung beruht auf dem Erkennen musi-

kalischer Regularitäten, wobei in unserer Musikkultur geschlossene musikalische Phrasen bei weitem dominieren. Die erste Schülergruppe erhielt über sechs Wochen einmal wöchentlich verbal betonten Unterricht mit Unterweisung über die Regeln, nach denen musikalische Phrasen gestaltet werden. Die zweite Gruppe erhielt Musik betonten Unterricht mit aktivem Improvisieren an Instrumenten und rhythmischen Bewegungsübungen, eine dritte Kontrollgruppe betrachtete Musikvideos. Überwiegend verbale Vermittlung des Wissensstoffes führte bei der ersten Schülergruppe nach den sechs Wochen Unterricht zu einer Mehraktivierung der sprachrelevanten Regionen der linken Schläfen- und Stirnhirnregion beim Lösen der Gehörbildungsaufgaben. Bei der zweiten Schülergruppe entstand eine Mehraktivierung der rechten Stirnhirn- und beider Scheitelregionen. Die Scheitelregionen sind als polymodale Hirnregionen für die Integration von visuellen, akustischen und senso-motorischen Informationen wichtig. Die dritte Kontrollgruppe zeigt nach den sechs Wochen erwartungsgemäß keine Veränderungen der Gehirnaktivierung (Altenmüller et al., 1997). Trotz der unterschiedlichen Lehrmethoden hatten beide aktive Gruppen den gleichen Leistungszuwachs in der Gehörbildungsaufgabe. Bei einer Nachuntersuchung nach einem Jahr zeigte allerdings die zweite, überwiegend durch musikalisch-rhythmische Aktivität trainierte Schülergruppe noch einen leichten – statistisch nicht bedeutsamen Vorsprung vor den verbalen Lernern (Altenmüller & Gruhn, 1997). Die Ergebnisse sind nicht überraschend, da es bekannt ist, dass unterschiedliche mentale Repräsentationen im Zentralnervensystem auch räumlich unterschiedlich abgelegt werden. Wichtig ist aber die Erkenntnis, dass die an der Musikwahrnehmung beteiligten neuronalen Netzwerke durch die Hörbiographie, also **durch die Art und Weise, wie wir Musik** gelernt haben, ganz wesentlich beeinflusst werden (Altenmüller, 2003a). Das heißt, die durch Musik induzierte Gehirnaktivität ist individuell unterschiedlich. Damit werden alle vereinfachenden Modelle, die beispielsweise der rechten Hemisphäre die Musikverarbeitung zuweisen in Frage gestellt (Übersicht dazu in Altenmüller et al., 2000).

### **Auswirkung des Musizierens auf neuronale Netzwerke**

Musizieren gilt als starker Anreiz für plastische Veränderungen des Zentralnervensystems. Unter Neuroplastizität versteht man die funktionelle und strukturelle Anpassung des Nervensystems an Spezialanforderungen, die in aller Regel relevante und komplexe Informationsverarbeitung einschließen müssen. Plastizität kann in allen Zeitbereichen beobachtet werden und ist begleitet von kurz- und langfristigen Lernvorgängen. Die Mechanismen der Plastizität schließen rasche Veränderungen synaptischen Signalverhaltens im Sekundenbereich, Wachstum von Synapsen und Dendriten über Stunden bis Tage, verstärkte axonale Myelinisierung mit Verbesserung der neuronalen Signalübertragung über Wochen und verringertes (physiologisches) Absterben von Neuronen im Jahresbereich ein. Begleitet werden diese Veränderungen von Anpassung der Blutkapillaren und des Stützgewebes im ZNS.

Der Einfluss musikalisch-sensomotorischen Lernens auf die neuronalen Netzwerke wurde an Erwachsenen beim Erlernen des Klavierspiels nachgewie-

sen (Bangert & Altenmüller, 2003b). Bereits nach 20 Minuten Klavierübungen entsteht bei Anfängern eine funktionelle Kopplung mit gleichzeitiger Aktivierung der Nervenzellverbände in den Hörrinden und in den sensomotorischen Arealen. Nach fünf Wochen Training am Klavier sind diese zunächst nur vorübergehenden Änderungen der neuronalen Vernetzung stabil und es kommt zu einer Zunahme der neuronalen Kohärenz und der Geschwindigkeit der neuronalen Leitgeschwindigkeit zwischen den Hör- und Bewegungsregionen (Bangert, 2001). Bei ausgebildeten Pianisten kommt es beim Hören von Klaviermusik (Bangert et al., 2005) oder beim Betrachten pianistischer Bewegung (Haslinger et al., 2005) zu einer starken Mitaktivierung der senso-motorischen Handregion, ohne dass Bewegungen sichtbar sind. Umgekehrt führen bei professionellen Klavierspielern pianistische Handbewegungen auf einer stummen Tastatur zu einer Aktivierung der Hörregionen. Diese Befunde dokumentieren die durch musikalisches Training verursachte enge Kopplung von neuronalen Repräsentationen im Dienste der auditiv-senso-motorischen Integration. Interessanterweise zeigten Pianisten beim Spiel auf einer stummen Tastatur oder beim Beobachten pianistischer Bewegungen auch eine Aktivierung der linkshemisphärischen Broca-Regionen im Stirnhirnbereich. Dies hat zu einer Neubewertung der Funktion dieser Hirnregionen geführt. So wird heute die Broca Region in einem erweiterten Verständnis übergreifend als Ort der Programmierung geübter symbolhaltiger Bewegungssequenzen interpretiert.

Ein Zusammenhang zwischen dem Grad der musikalischen Expertise und stärker ausgeprägten oder erweiterten neuronalen Antworten auf musikalische Reize konnte in zahlreichen Studien mit unterschiedlichen Methoden belegt werden. Pantev und Mitarbeiter (1998) zeigten beispielsweise, dass intensives musikalisches Training zu einer Vergrößerung der neuronalen Antwort in primären und sekundären auditiven Regionen führt. Dabei sind diese Veränderungen spezifisch für die jeweiligen Instrumente und musikalischen Erfordernisse. Trompeter beispielsweise besitzen nur für Trompetenklänge, nicht aber für Geigenklänge vergrößerte rezeptive Felder in den auditiven Arealen des Schläfenlappens (Pantev et al., 2001). Dirigenten zeigen im Vergleich zu Pianisten eine stärkere Reaktion auditiver Neurone bei Aufgaben, die eine präzise Ortslokalisierung von Klangquellen erfordern (Münste et al., 2001). Eben diese Fertigkeit wird im Alltag eines Dirigenten ständig geübt. Auch in Verhaltensexperimenten wird deutlich, dass Musikwahrnehmung spezifisch für die jeweiligen Erfordernisse des Instrumentes trainiert wird: Geiger beispielsweise sind aufgrund der freien Wahl der Tonhöhen auf der Geige auf eine sehr präzise Tonhöhenwahrnehmung angewiesen und besitzen daher ein besseres Unterscheidungsvermögen für Tonhöhen als Pianisten (Hofmann et al., 1997). Die speziellen Hörfertigkeiten von Musikern spiegeln sich auch in neuroanatomischen Anpassungen wider (siehe Abschnitt 2d, Übersicht dazu auch bei Münste et al., 2002). Inwiefern diese Veränderungen Auswirkungen auf außermusikalische Leistungen haben, wurde in all diesen Studien nicht überprüft. Wie in *Abschnitt 3b* dargestellt wird, hat Klavierunterricht aber (geringfügige) Auswirkungen auf einige kognitive Funktionen.

Die bislang einzige Studie, in der mit neurophysiologischen Methoden Transferleistungen musikalischer Aktivität auf Sprachleistungen bei Kindern explizit untersucht wurde, stammt aus der Arbeitsgruppe um Stefan Koelsch im Max-Planck Institut für kognitive Neurowissenschaften in Leipzig. An musikalisch regelmäßig geschulten elfjährigen Chorsängern zeigte Sebastian Jentschke, dass diese Kinder im Vergleich zu musikalisch nicht aktiven Kindern nicht nur stärkere neuronale Antworten auf Verletzungen musikalischer Regularitäten aufwiesen, sondern auch syntaktische Verletzungen in gesprochenen Sätzen mit einer stärker ausgeprägten Komponente des Ereignis korrelierten Potentials beantworteten. Diese verstärkte neuronale Aktivierung war vor allem in dem späteren Zeitbereich um 500 bis 1000 ms ausgeprägt, was für eine andersartige bewusste Verarbeitung der syntaktischen Verletzungen bzw. für eine andersartige interne Fehlerkorrektur spricht (Jentschke et al., 2005). Kritisch anzumerken ist an dieser Studie, dass 1.) kein Längsschnittdesign vorliegt, die Unterschiede zwischen beiden Gruppen also auch durch eine Stichprobenverzerrung zu erklären wären, (wobei die Autoren darauf geachtet haben, dass Ausbildungsstand der Eltern und sozio-ökonomischer Hintergrund der Kinder in beiden Gruppen vergleichbar waren) und 2.) das sprachliche Verhalten der Kinder nicht ausdrücklich überprüft wurde. Weiter unten (*Abschnitt 5*) wird dargestellt, welche Studien notwendig sind, um eindeutige Aussagen zu den Auswirkungen des Musizierens auf das Zentralnervensystem und auf das Verhalten zu erlauben.

### **Auswirkung des Musizierens auf die Hirnstruktur**

Intensive Gehörbildung und jahrelanges Üben auf dem Instrument führen zu strukturellen Anpassungen des ZNS, die sich mit den neuen Methoden der Kernspintomographie sehr gut abbilden lassen. Langjährige Übung der Feinmotorik führt bei Pianisten und Geigern zu einer Größenzunahme der sensorischen Handregionen, insbesondere der nicht dominanten Hand. Diese Unterschiede sind besonders bei denjenigen Instrumentalisten deutlich, die vor dem Alter von sieben Jahren mit dem Instrumentalspiel begonnen hatten. Entsprechend ist bei trainierten Musikern auch die mit der Zweipunktunterscheidungsschwelle gemessene Feinempfindung an den Fingerspitzen gegenüber Nicht-Musikern verbessert (Ragert et al., 2003). Neue Untersuchungen mit der „Voxel-basierten Morphometrie“ (VBM) zeigen, dass nicht nur die anatomische Größe des motorischen Kortex bei Musikern zunimmt, sondern auch die Dichte der Neuronen (Gaser & Schlaug, 2003a), und dass letztere Veränderungen auch noch entstehen, wenn erst im Erwachsenenalter begonnen wird, zu üben. Auch das Broca-Areal der linken Stirnhirnregion, das Kleinhirn, und der primäre auditive Kortex besitzen bei Musikern eine größere neuronale Dichte. Die absolute Größe der primären Hörrinde korreliert sehr gut mit Hörfertigkeiten, die vor allem auditives Arbeitsgedächtnis erfordern (Schneider et al., 2002). Derartige übungsabhängige plastische Anpassungen des Nervensystems betreffen auch die Faserstruktur. So ist der Balken bei Musikern im Vergleich zu Nichtmusikern kräftiger ausgeprägt. Mit Hilfe der Faserdarstellung (Diffusion Tensor Imaging oder „DTI“) konnte unlängst gezeigt werden, dass diese Größenzunahme vor allem diejenigen Anteile des Balkens betreffen, die die Hörre-

gionen beider Hemisphären verbinden. Auch die Pyramidenbahn vom primär motorischen Kortex zu den Vorderhornregionen des Rückenmarkes ist bei Pianisten stärker ausgeprägt als bei einer Kontrollpopulation (Bengtsson et al., 2005).

An dieser Stelle sei kurz darauf eingegangen, warum von allen Berufen gerade bei Musikern die stärksten plastischen Anpassungsvorgänge des Nervensystems beobachtet werden: Vier wichtige Gründe kann man anführen:

- (1) Musizieren wird in früher Kindheit begonnen und in aller Regel von zukünftigen Berufsmusikern intensiv durchgeführt. Das Nervensystem wird während seiner wichtigsten Wachstumsphasen vor und während der Pubertät stark stimuliert.
- (2) Professionelles Musizieren erfordert höchste räumlich-zeitliche Kontrolle zahlreicher neuronaler Systeme und ist daher auf hohe Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung zwingend angewiesen. In Tierversuchen konnte nachgewiesen werden, dass diese Bedingungen die Bemerkung der Nervenfasern und die synaptische Effizienz fördern (Fields & Grahams, 2002).
- (3) Die präzise Informationsverarbeitung ist für Musiker von großer Bedeutung. Professionelles Musizieren findet in einem unnachgiebigen gesellschaftlichen Belohnungs- und Bestrafungssystem statt, in dem wenige Sekunden der Leistungsschwäche oft biographisch wichtige Konsequenzen nach sich ziehen (Probispiel, Wettbewerb). Diese Situation führt zu Hormonausschüttungen, insbesondere der Botenstoffe Adrenalin und Dopamin, die die Neuroplastizität unterstützen.
- (4) Musizieren ist selbstbelohnend und stellt einen starken emotionalen Reiz dar. Auch hier wirken hormonelle Faktoren wie die Ausschüttung von Dopamin und von Endorphinen auf neuroplastische Vorgänge ein.

Ein weiterer Grund dafür, dass man gerade bei klassisch ausgebildeten Musikern bevorzugt neuroplastische Veränderungen findet liegt in der Methodik der Untersuchungen. In aller Regel werden nämlich die Plastizitätsbefunde als Gruppenvergleich zwischen klassisch ausgebildeten Berufsmusikern und musikalischen Laien erhoben. Da professionelles Musizieren klassisch ausgebildeter Musiker auf einem mehr oder weniger kanonischen Ausbildungsweg beruht, der in der Gruppe starke Gemeinsamkeiten aufweist, nämlich früher Beginn des Instrumentalunterrichts, hohe kumulative Lebensübezeit und vergleichbare sensomotorisch-auditive Aktivitäten, können sehr homogene Probandengruppen zusammengestellt werden. Dadurch werden die Effekte deutlicher als in heterogen zusammengesetzten Gruppen, wie wir sie z.B. bei den bildenden Künstlern oder bei den Schriftstellern finden würden.

Anzumerken ist hier, dass bei Zusammenstellung ähnlich homogener Gruppen in anderen Fertigungsdomänen ähnliche strukturelle Anpassungen des Gehirns nachweisbar sind. So fanden Maguire et al. (2000) bei Londoner Taxifahrern eine Vergrößerung von Gedächtnisstrukturen im Hippocampus, die vermutlich der räumlichen Orientierung und Navigation dienen. Sechs Wochen dauerndes Training im Jonglieren führte bei Erwachsenen zu einer Vermehrung der neuronalen grauen Substanz im Übergangsbereich zwischen Sehrinde und

Scheitelregion. Diese Regionen dienen der visuell-räumlich-motorischen Integration (Draganski et al., 2004).

In der Laienpresse werden diese Anpassungsvorgänge häufig als sehr positiv bewertet, letztendlich sind es jedoch Phänomene von eher geringem Aussagewert. Sie zeigen, dass sich das Gehirn, – wie andere Organe – stärker in der Kindheit, aber auch im Erwachsenenalter an Spezialanforderungen anpasst. Die zu Grunde liegenden überraschend dynamischen Mechanismen sind derzeit nur in Teilen aufgeklärt. Unser Gehirn spiegelt das wider, mit dem wir uns im Leben intensiv beschäftigen, es ist Struktur gewordene Lebensgeschichte. Die mit der Spezialisierung einhergehende Vergrößerung oder neuronale Verdichtung bestimmter Zentren bringt vermutlich in anderen Hirnbereichen funktionelle Verkleinerungen mit sich. Um das zu verdeutlichen denke man nur daran, dass ein Konzertpianist nicht auch noch intensiv Zeit investieren könnte, um in London Taxi zu fahren – das würde man ihm auch gar nicht wünschen. Nicht gezeigt wird durch diese Untersuchungen

- (1) ein irgendwie gearteter positiver Transfereffekt auf andere Fertigkeitssdomänen,
- (2) welcher Anteil an diesen Veränderungen genetisch bedingt ist. So ist theoretisch denkbar, dass „Begabung“ sich gerade in einer genetisch angelegten Bereitschaft zur spezifischen oder generellen Neuroplastizität niederschlägt.
- (3) welche negativen Auswirkungen mit diesen Veränderungen verbunden sein können. Bei Musikern tritt in etwa ein Prozent der Fälle ein Verlust der feinmotorischen Kontrolle lang geübter Bewegungen auf. Diese als „fokale Dystonie“ oder als „Musikerkrampf“ bezeichnete Erkrankung ist als dysfunktionelle, maladaptive Neuroplastizität interpretierbar (Altenmüller, 2003b). Auch andere Folgen des Übertrainings sind denkbar. So können chronische Schmerzen oder Angsterkrankungen auch bei Berufsmusikern überdurchschnittlich häufig beobachtet werden (Übersicht in Blum, 1995).

### **3.1.3 Transfereffekte: Verbessert Musizieren kognitive oder emotionale Fertigkeiten?**

In diesem Abschnitt werden Transfereffekte des Musizierens auf andere kognitive und emotionale Leistungen dargestellt. Dabei soll im ersten Teil die besondere Problematik des intensivierten Musikunterrichts an Schulen am Beispiel des Berliner Schulversuchs exemplarisch beleuchtet werden.

#### **Schulversuche mit intensiviertem Musikunterricht**

Schulversuche, die Auswirkungen von intensiviertem Musikunterricht auf andere schulische Leistungen und auf das Sozialverhalten überprüfen, sind nicht neu. Es ist ein besonderes Problem der Erziehungswissenschaften, dass derartige Studien stets mit großen methodischen Schwierigkeiten und mit immensen Kosten verbunden sind. Schon bei der Frage, welchen Intelligenztest und welchen Musikalitätsbegriff man heranziehen soll, scheiden sich die Geister. Kinder und Jugendliche sind zahlreichen wechselnden Einflüssen ausgesetzt und können nicht wie in einem Laborexperiment durch Veränderung einer einzigen

Einflussgröße, hier durch intensivierte Musikunterricht, untersucht werden. Klaus Ernst Behne (1995) hat die methodischen Fallstricke der Interventionsstudien sehr klar dargestellt. Unspezifische Effekte können die Ergebnisse verfälschen. Allein die Tatsache, Teilnehmer eines Experimentes – des Musikversuches – zu sein, kann die Kinder zu überdurchschnittlichen Leistungen motivieren. Dieses Problem ist aus der allgemeinen Psychologie als „Hawthorne-Effekt“ bekannt. Wissen Lehrer und Lehrerinnen dass ihre Schüler an Modellversuchen teilnehmen, werden sie möglicherweise engagierter unterrichten und den Kindern mehr Zuneigung und Interesse entgegen bringen. Dieser Effekt wird als „Pygmalion-Effekt“ bezeichnet. Schließlich kann der Umstand, dass Kinder durch Musikunterricht eine größere Anzahl von Unterrichtsstunden haben und somit mehr Zuwendung erfahren, die Ergebnisse günstig beeinflussen, unabhängig davon, ob Musik oder beispielsweise Kunst, Ballett oder Sport unterrichtet wird.

In seiner Übersicht würdigte Klaus Ernst Behne (1995) die bis 1994 durchgeführten Schulversuche. Eine vereinfachte Metaanalyse der größeren Studien zeigt, dass intensiver Musikunterricht positive Auswirkungen auf Sozialverhalten und Motivation der Schüler hat (z.B. Weber et al., 1993). Instrumentalunterricht scheint darüber hinaus geeignet, Aufmerksamkeit und Ausdauerverhalten positiv zu beeinflussen (z.B. Scott, 1992). Weniger klar ist die Aussage hinsichtlich der Steigerung intellektueller Fertigkeiten durch Musikunterricht, insbesondere da nicht in allen Studien unspezifische Effekte ausgeschlossen wurden. Das gilt auch für die unter der Leitung von H.G. Bastian (2000) durchgeführte Berliner Längsschnittstudie, die hier exemplarisch etwas eingehender vorgestellt werden soll. Zu dieser auf sechs Jahre angelegten Studie wurden 130 Kinder in Modellschulen und 40 Kinder aus Kontrollschulen herangezogen. Die Kinder in den Modellschulen erhielten im Rahmen von musikbetonten Zügen einen zweistündigen Fachunterricht in Musik, erlernten einzeln oder in Gruppen ein Instrument und musizierten in unterschiedlichen Ensembles. Der mittlere Intelligenz-Quotient wurde mit dem „Culture Fair Intelligence Test“ (CFT1) erfasst. Dieser Test fragt im wesentlichen Spearman's „Grundintelligenz“ ab. Dabei wird geprüft, inwieweit Kinder die Fähigkeit haben, Regeln zu erkennen, Merkmale zu identifizieren und Wechsel der Merkmale schnell wahrzunehmen. Eine erste Zwischentestung ergab nach drei Jahren keinen signifikanten Unterschied zwischen den Modell- und den Kontrollgruppen (Bastian, 1997). Die Endauswertung zeigte nach vier Jahren (offenbar wurde der CFT nicht über die ganze Dauer des Schulversuchs eingesetzt) ein besseres Abschneiden der Versuchsgruppe um sechs IQ-Punkte im Mittelwert. Als weiterer Intelligenztest wurde eine Kurzform des „Adaptiven Intelligenz-Diagnostikum“ eingesetzt. Dieser Test ist umfassender und untersucht Alltagswissen, schulische Rechenfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit, Schnelligkeit in der symbolischen Informationsverarbeitung im manuell-visuellen Bereich, räumlich-zeitliches Denken, verbal-logisches Denken und soziales Erfassen und Reflektieren.

Die Gesamtauswertung dieses Tests erbrachte nach sechs Jahren Versuchszeit keine signifikanten Unterschiede zwischen den Modellklassen und den Kontrollschulen. Auch hinsichtlich der Konzentrationsfähigkeit waren die Kin-

der der musikbetonten Zügen den Versuchskindern nicht langfristig im Verlauf der Jahre überlegen. Als deutlicher Effekt wird eine Verbesserung des Sozialverhaltens in den musikbetonten Zügen beschrieben. So finden sich z.B. insgesamt weniger völlig ausgegrenzte Schüler. Darüber hinaus ist die musikalische Leistung der Kinder in den Schulen, die intensivierten Musikunterricht erhalten, tendenziell besser.

Insgesamt ist die Bilanz dieses Schulversuches ernüchternd. Eindeutige langfristige Transfereffekte für sprachliche, logisch-mathematische und räumliche Intelligenz finden sich nicht. Möglicherweise zeigen sich Transfereffekte hinsichtlich der sozialen Intelligenzen. Eine Zunahme des IQ um sechs Punkte entspricht der statistischen Schwankungsbreite (siehe Macintosh, 1998). Das Design der Studie war fehlerhaft, denn eine echte Kontrollgruppe, die z.B. in einem anderen Fach, etwa Werken oder Malen eine entsprechende Mehrzuwendung erfuhr, fehlt. Aus diesem Grund kann keine kausale Beziehung zwischen intensiviertem Musikunterricht und den beobachteten Effekten hergestellt werden. Es bleibt also unklar, ob nicht allein die vermehrte Zuwendung, etc. für die Verbesserung von Sozialverhalten verantwortlich ist.

### **Kontrollierte Interventionsversuche mit Musikunterricht**

Der Einfluss des Musizierens auf kognitive Fertigkeiten lässt sich in Interventionsstudien mit überprüfem Einzel-Instrumentalunterricht besser kontrollieren. Mehrere derartige Studien wurden in den letzten Jahren durchgeführt. Von Frau Costa-Giomi wurde die Entwicklung des Intelligenzquotienten bei Kindern mit und ohne Klavierunterricht verglichen. Dieses bislang langfristige Experiment wurde in den Jahren 1994 bis 1997 in Montreal durchgeführt. 67 neunjährige Kinder aus eher sozial schwachen Familien erhielten über drei Jahre wöchentlich Klavierunterricht, 50 Kinder waren in der Kontrollgruppe (ohne Klavierunterricht). Während zu Beginn der Studie alle Kinder den gleichen, sprachliche, räumliche und mathematische Leistungen umfassenden Intelligenzquotienten aufwiesen, zeigte sich nach zwei Jahren Klavierunterricht ein Vorsprung der Klavierschüler in allen drei getesteten IQ-Domänen, der allerdings nach drei Jahren von den Kindern der Kontrollgruppe wieder aufgeholt war (Costa Giomi, 1999).

In einigen neueren Studien wurden ähnliche Resultate erzielt. Die Gruppe um Schellenberg untersuchte in einer Interventionsstudie 144 Kinder im Alter von sechs Jahren die 36 Wochen Klavierunterricht, Gesangsunterricht, Schauspielunterricht oder keinen Unterricht erhielten. Die Klavier- und Gesangskinder hatten nach diesen 36 Wochen einen um 3 – 3.5 Punkte höheren IQ als die Kinder mit Schauspielunterricht oder die ohne Unterricht. Diese Ergebnisse verfehlte in Einzeltestungen die Signifikanz, wurden aber dann schwach signifikant ( $p > 0.05$ ), wenn Gesang- und Klaviergruppen gemeinsam gegen Schauspiel- und Kontrollgruppe getestet wurden (Schellenberg, 2004). Insgesamt ist der Effekt also sehr schwach.

Offensichtlich sind Auswirkungen auf die Kognition nach Musikunterricht nicht auf Kinder beschränkt. Bugos und Mitarbeiter (2004) erteilten 20 Senioren im Alter zwischen 60 und 85 Jahren über sechs Monate Klavierunterricht und

verglichen sie mit einer Kontrollgruppe von 18 gleich alten Probanden. Die Klaviergruppe hatte nach dem Unterricht eine Verbesserung von Gedächtnisleistungen, die Arbeitsgedächtnis, Planungsgedächtnis und Strategiebildungen mit einschlossen ( $p < 0.05$ ).

### **Bessere kognitive Leistungen bei musizierenden Kindern und Erwachsenen**

Ein einfacher, wenngleich methodisch anfechtbarer Zugang zur Frage, ob Musizieren kognitive Leistungen fördert wäre die einmalige Intelligenztestung von musizierenden Kindern und Erwachsenen im Vergleich zu sonst möglichst gleichartigen nicht musizierenden Altersgenossen. Methodisch anfechtbar bleibt die Stichprobenauswahl. So ist bekannt, dass Kinder, die Musikunterricht erhalten in der Regel aus sozioökonomisch besser gestellten Familien mit höherem Bildungsniveau stammen als nicht musizierende Kinder. Beide Faktoren beeinflussen den Intelligenzquotienten (Macintosh, 1998). Bastian stellte eine positive Korrelation zwischen musikalischen Leistungen und dem IQ bei Schülern in Gymnasien her (Bastian, 2000). Dieser Intelligenzvorsprung lässt sich aber bei Musikstudenten im Vergleich mit Psychologie – oder Medizinstudenten nicht mehr finden. Lediglich ausgestanzte Fertigkeiten, wie die visuelle Mustererkennung und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit sind bei Musikstudenten verbessert. Hier handelt es sich am ehesten um einen Effekt spezifischen Trainings beim Noten lesen und vom Blattspiel (Helmbold et al., 2005). Die Befunde führen zu der aparten Schlussfolgerung, dass offensichtlich nur die weniger Intelligenten der intelligenten musizierenden Schüler Musik auch als Profession betreiben wollen. Ohne auf die Diskussion um die lebenspraktische Bedeutung des Intelligenzquotienten eingehen zu wollen ist diese Folgerung durchaus plausibel. Angesichts der derzeit schlechten beruflichen Aussichten von Musikern und der immer währenden Abhängigkeit von hoher körperlicher Leistungsfähigkeit ist es einsehbar, dass Jugendliche mit alternativen Möglichkeiten eine sichere berufliche Laufbahn wählen.

In anderen Ländern sind weitere stabile Befunde positiver Korrelationen von kognitiven Fertigkeiten mit musikalischer Betätigung gefunden worden. So zeigte die Gruppe um Agnes Chan, dass erwachsene Musiker (Chan et al., 1998) und musizierende Kinder (Ho et al., 2003) über ein besseres Wortgedächtnis als Nichtmusiker verfügen. Hier ist allerdings anzumerken, dass die chinesische Sprache als tonale Sprache besonders musiknah ist. So dienen im Chinesischen Wortmelodien und Melodiekonturen der Übermittlung von Wortbedeutungen. Im indogermanischen Sprachraum überwiegen die Intonationssprachen – hier scheint dieser Effekt auf das Wortgedächtnis nicht zu existieren. Hinsichtlich emotionaler Sprachfertigkeiten sind neue Interessante Befunde hinzugetreten. So zeigten Thompson und Kollegen (2004), dass musikalisch geschulte Kinder den emotionalen Gehalt traurig, fröhlich, ängstlich und ärgerlich gesprochener Sätze sicherer erkennen konnten als Kinder, die nicht musizieren. Ähnliche, aber nicht ganz so positive Ergebnisse erzielten Kinder, die Schauspielunterricht erhielten, während Gesangsunterricht keine Auswirkung auf die Erkennensleistung des emotionalen Gehaltes von Sprache hatte.

### **3.1.4 Zusammenfassung und Schlussbewertung**

Fasst man die dargestellten Ergebnisse dieser Expertise zusammen, so kann man Folgendes feststellen:

- (1) Musikhören mit Induktion von Aktivierung und positiver Stimmung führt (wie andere Stimuli mit gleicher Wirkung) zu einer kurzfristigen Verbesserung kognitiver Leistungen, besonders bei zeitlich räumlichen Denkaufgaben.
- (2) Gehörbildung führt zu zusätzlichen mentalen Repräsentationen von Musik, die sich in differenzierten neuronalen Netzwerken niederschlagen.
- (3) Intensives Musizieren führt zu unterschiedlichen kurz- und langfristigen plastischen Anpassungen des zentralen Nervensystems.
- (4) Es gibt Hinweise auf eine zumindest kurzfristige leichte Steigerung kognitiver und emotionaler Fertigkeiten durch Musizieren. Nicht kausal bewiesen sind langfristige Effekte und Effekte auf das Sozialleben.
- (5) Musikstudenten in Deutschland sind nicht intelligenter als andere Studenten.
- (6) Es gibt eine Korrelation von musikalischen Leistungen und Sprachgedächtnis bei chinesischen Kindern und Erwachsenen.

Zusammenfassend sind die Befunde hinsichtlich einer positiven Auswirkung des Musizierens auf andere kognitive Leistungen enttäuschend. Aber auch wenn nur wenig wissenschaftlich fundierte Beweise für einen Transfer von Musikerziehung und Musizieren auf andere Intelligenzleistungen existieren, sollte dies nicht im Umkehrschluss als Argument gegen die Bedeutung von Musikerziehung für die kognitiven Fertigkeiten und die Persönlichkeitsentwicklung von Kindern und Jugendlichen eingesetzt werden. Eine Schwierigkeit der Transferforschung ist ja, dass in vielen Bereichen derzeit noch geeignete Testinstrumente fehlen, die man zum Messen von Transfereffekten benötigt. Wie etwa will man intrapersonale und interpersonale Intelligenz mit vertretbarem Aufwand messen? Wie sollen „kreatives Potential“, „Selbstvertrauen“, „langfristige Zielsetzung“, „ästhetisches Empfinden“, „emotionale Wärme“, in einer Langzeitstudie an schwer kontrollierbaren, hochdynamischen und zahlreichen Einflußfaktoren ausgesetzten biologischen Systemen – nämlich an Kindern – mit wissenschaftlicher Exaktheit erfaßt werden? Und was wissen wir über die Spätfolgen, die frühe Musikerziehung im Erwachsenenalter erzeugen kann, was über Einflüsse auf die Lebensqualität? Dies führt direkt zum letzten Abschnitt. An welchen Fragen sollte in den nächsten Jahren weiter geforscht werden?

### **3.1.5 Forschungsdesiderate:**

#### **Neurobiologische Forschung außerhalb des Transferbereiches:**

- Neurobiologische Forschungen sollten verstärkt die Aufklärung der Mechanismen der Neuroplastizität in Angriff nehmen. Hier werden neue Methoden der Morphometrie durch kernspintomographische Spezialverfahren einen großen Stellenwert haben.
- Bislang ist noch sehr wenig über die Dynamik der plastischen Anpassungen bekannt. Überhaupt nicht untersucht ist, ob sich plastizitätsbedingte Anpassungen

sungen bei Musikern nach Beenden der Musikerlaufbahn wieder zurückbilden.

- Untersuchungen an Kindern fehlen.
- Unklar ist, ob es ein „Plastizitätsgen“ gibt, ob also die Fähigkeit des individuellen Gehirns, sich morphologisch-funktionell an Spezialanforderungen anzupassen, genetisch bedingt ist.

### **Neurobiologische Forschung mit Transferaspekten**

- Die Bedingungen plastischer Anpassungen sind nicht geklärt. Welche Rolle spielt sensomotorische Aktivität, welche Motivation, welche positive oder negative Emotion?
- Grundsätzlich sollte in neurobiologischen Studien an Musikern das Verhalten breiter mit überprüft werden. Beispielsweise sollte die Konsequenz einer gemessenen Vergrößerung der sensomotorischen Handareale bei Musikern auch durch einen objektiven Handgeschicklichkeitstest (außerhalb des Instruments) überprüft werden. Hinweise auf einen Teiltransfer motorischer Leistungen bei Musikern auf andere Handfertigkeiten existieren bereits (Hundt-Georgiadis & v. Cramon, 1999).

### **Transferexperimente mit Interventionen in Form von Musikunterricht**

- Alle Interventionsstudien müssen ein Design mit Parameterkonstanz aufweisen. Intensivierter Musikunterricht muss durch einen anders gearteten intensivierten Unterricht als Kontrollgruppe ergänzt werden.
- Dringend benötigt werden langfristige, auf 10 bis 15 Jahre angelegte Interventionsstudien.
- Dringend benötigt werden Studien in denen die oben angesprochenen „weichen Kriterien“, Sozialverhalten, emotionale Wahrnehmung, subjektive und objektive Lebensqualität, als Zielvariablen integriert werden.
- Dringend benötigt werden Studien, in denen die Möglichkeit, durch Musizieren gesundheitliche Störungen zu beeinflussen, gezielt untersucht wird. Eine derartige Studie an Schlaganfallpatienten ist derzeit bei uns in Arbeit (Schneider et al., 2006).

### 3.2 Werner Deutsch:

#### **Wie in der Entwicklung des Singens und Zeichnens Kreativität wächst, vergeht und manchmal weiterlebt**

Für die meisten Erwachsenen sind Singen und Zeichnen Tätigkeiten, die aus ihrem alltäglichen Leben weitgehend verschwunden sind, aber Erinnerungen an die Kindheit wachrufen. Als Kinder haben sie gezeichnet und gesungen, ohne dass sie jemand dazu auffordern musste. Wie kommt es, dass Tätigkeiten, die in der Kindheit wie von selbst auftreten, später weitgehend verschwinden? Haben die musischen Schulfächer Musik und Kunst die Lust am Zeichnen und Singen wegen unpassender, d.h. überfordernder oder unterfordernder Ansprüche, verdorben? Oder gehört zum Erwachsenwerden auch eine Art Abschied von den Tätigkeiten, die im Mittelpunkt der Kindheit gestanden haben? Das Verschwinden bzw. Nachlassen von Singen und Zeichnen ist unter Jugendlichen und Erwachsenen weit verbreitet. Aktuelle Umfragen zufolge singen nur noch drei Prozent der Erwachsenen im Alltag, und die Fähigkeit, ein Lied vollständig reproduzieren zu können, hat seit 30 Jahren erheblich abgenommen (Gembris, 2002). Was für viele gilt, gilt keineswegs für alle. Es gibt Menschen, die das Zeichnen und Singen nicht den anderen bzw. technischen Medien überlassen, sondern selbst aktiv bleiben. Die Minoritäten sind keine homogene Gruppe. Sie setzen sich aus professionell geschulten Künstlern, dilettierenden Liebhabern und verkannten Genies zusammen, die zeitlebens hoffen, wegen ihrer besonderen künstlerischen Begabung noch entdeckt zu werden. Das Werden und Vergehen (oder Überleben) von musischen Aktivitäten stellt die Entwicklungspsychologie vor Herausforderungen, die theoretisch und praktisch gleichermaßen bedeutsam sind.

Wie lassen sich Entwicklungsverläufe über verschiedene Lebensabschnitte hinweg beschreiben? Gibt es überhaupt ein allgemein gültiges Beschreibungsmodell, oder sollte man besser von vornherein verschiedene Entwicklungswege veranschlagen? Welche Faktoren erklären den hohen Stellenwert der so genannten weichen Funktionen in der frühen und mittleren Kindheit im Vergleich zu den harten Funktionen, die Denken, Problemlösen, Rechnen, Reproduzieren und Konstruieren in späteren Lebensabschnitten umfassen? Ist es möglich, differentielle Vorhersagen über Entwicklungswege zu treffen? Wie bereichsspezifisch müssen solche Vorhersagen sein? Gibt es das früh erkennbare außergewöhnliche musische Talent oder äußern sich musische Begabungen als allgemein erkennbare, besondere Begabungen für musikalischen Ausdruck oder graphische Darstellung?

Niemand kann auf alle diese Fragen überzeugende Antworten geben. Ohne Kenntnis der Faktoren, die mit der Entwicklung von weichen Funktionen verbunden sind, kann man sowohl Entwicklungsoptimist als auch Entwicklungspessimist werden. Vor dem Hintergrund der neurobiologischen Grundlagen von Entwicklung zeigt sich, dass die Entwicklungspotenziale, die in den ersten Lebensjahren stecken, nur unvollständig genutzt werden. Menschen können beispielsweise nicht nur eine, sondern mehrere Sprachen gleichzeitig lernen. Manche leiten daraus ab, dass möglichst viele Kinder durch ein entsprechendes

Angebot zur Mehrsprachigkeit angeleitet werden sollten. Der Entwicklungsoptimist wird zufrieden sein, wenn möglichst viele Kinder auf ein solches Angebot anspringen. Der Entwicklungspessimist wird einwenden, beim Lernen fremder Sprachen seien viele berufen, aber nur wenige auserwählt. In ihrer weiteren Entwicklung würden Kinder sich nicht mit vielen, sondern einer Bezugsgruppe identifizieren, deren gemeinsames Band eine gemeinsame Sprache ist. Trotz Mehrsprachigkeit entwickelt sich dann doch die Dominanz einer Sprache.

Ich plädiere dafür, in der gegenwärtigen Situation sich nicht durch allzu optimistische und allzu pessimistische Perspektiven verleiten zu lassen, sondern Entwicklungsrealist zu bleiben bzw. zu werden. Hierzu gehört nicht nur, die Entwicklungsmöglichkeiten der frühen Kindheit zu sehen, sondern gleichzeitig die Entwicklungsgrenzen zu beachten, die mit der Plastizität des menschlichen Gehirns in der Pubertät und später einhergehen. Grenzen setzen auch soziale Prozesse, wenn der für die frühe und auch noch für die mittlere Kindheit zentrale Modus des spielerischen Lernens übergeht in Lernvorgänge, die auf Ziele ausgerichtet sind und Lernergebnisse vergleichend bewerten.

So viel zum allgemeinen Rahmen meiner Überlegungen. In den vergangenen Jahren habe ich das Glück gehabt, in Forschungsprojekten mit Personen aus verschiedenen Disziplinen zusammenzuarbeiten: der Linguistin Christliebe El Mogharbel, der Musikpädagogin und Sängerin Grit Sommer, der Pädagogischen Psychologin und Malerin Nina Schulz, dem Kinder- und Jugendtherapeuten Markus Wenglorz sowie dem Musikwissenschaftler und Komponisten Ingo Laufs. Ohne diese interdisziplinäre Zusammenarbeit wäre es nicht möglich gewesen, erstens den verschiedenen Facetten der Entwicklung von Singen und Zeichnen gerecht zu werden und diese zweitens auch theoretisch zu integrieren.

Ich stelle in Kurzform drei Projekte vor, die ein Licht auf die Frage werfen, welches „Schicksal“ die Entwicklung der Kreativität von Singen und Zeichnen unter außergewöhnlichen und ganz gewöhnlichen Entwicklungsbedingungen haben kann.

Beginnen möchte ich mit einem außergewöhnlichen Fall, einem Mädchen, das autistisch gestört und zudem noch geistig schwer behindert ist. Dieses Mädchen mit Namen Samantha kann selbst kein einziges Wort sprechen und kaum ein Wort verstehen, aber sie kann singen, und wie! Markus Wenglorz (El Mogharbel, Wenglorz, Sommer, Deutsch & Laufs, 2003; Wenglorz, 2003; Wenglorz & Deutsch, 1997) hat alltägliche Situationen mit Samantha, beginnend im dritten Lebensjahr, auf Video dokumentiert. Aus der Videodokumentation, die einen Zeitraum von zwölf Jahren umfasst, haben wir alle Liedproduktionen nach psychologischen, linguistischen und musikalischen Gesichtspunkten analysiert und dabei herausgefunden, dass

- (1) Samantha nur allein singt. Sie hört zu singen auf, wenn eine andere Person in ihren Gesang mit einstimmt.
- (2) Samanthas Gesänge über die Jahre hinweg dem sprachlichen Input immer ähnlicher werden, wobei der Ausgangspunkt einfache Silben mit einem Vokal sind, die für sich stehen oder mit dem Vokal verbunden sind.

- (3) Samantha musikalisch improvisiert, indem sie das Ausgangslied spielerisch abändert und dabei keine Vorlieben für den Liedanfang und das Liedende zeigt.
- (4) Samantha beim Singen oder beim Bewegen (Tanz) nach Musik höchste Glücksgefühle zu erleben scheint.
- (5) Samantha singt, wenn ihr danach zumute ist, und nicht, wenn die Situation es erlaubt oder sogar dazu einlädt.

Ein Einzelfall, vielleicht sogar bis jetzt ein einzigartiger Einzelfall, denn uns ist kein Vergleichsfall bekannt, wonach ein Mensch gesungen hat, der nicht auch sprechen gelernt hat bzw. hatte. Es sind jedoch zahlreiche Fälle von Menschen bekannt, die nach einer – vornehmlich linksseitigen – Hirnschädigung im Bereich der Broca Region nicht mehr sprechen, aber sehr wohl noch singen können. (vgl. dazu Deutsch, Sommer & Pischel, 2003). Die musikalischen Restfähigkeiten können bei Aphasien, die die nicht-flüssige Sprachproduktion betreffen, genutzt werden, um über das Bindeglied von Sprache und Musik, die Prosodie, den Weg vom Singen zum Sprechen wieder zu bahnen. Mit Schlussfolgerungen aus Einzelfällen sollte man sehr vorsichtig sein. Doch zeigt unser Fall nicht, dass die Fähigkeit, singen zu können, nur minimale geistige Fähigkeiten voraussetzt und kreative Prozesse im Umgang mit lautlich-musikalischem Material freisetzt, die vieles in den Schatten stellen, was normale Kinder, die singen und sprechen können, bei Liedreproduktionen von sich geben? Schließlich ist Musik Samanthas Leben, das sie immer wieder in Zustände von Verückung versetzen kann.

Musik kennt keine Grenzen, jedenfalls nicht die, die natürliche Sprachen setzen. Das Projekt Samantha zeigt, wie weit die Entwicklung des Singens gehen kann, wenn sie nicht durch Konventionen eingeschränkt und gehemmt wird. Die Freiheit des Singens stößt, wie unser zweites Projekt (Sommer, El Mogharbel, Deutsch & Laufs 2005) zu diesem Thema zeigt, schnell an Grenzen. Kinder, die von keiner „tiefgreifenden Entwicklungsstörung“ betroffen sind und gleichzeitig singen und sprechen lernen, reproduzieren die gleichen Lieder, mit deren musikalischem und sprachlichem Material Samantha so freizügig umgegangen ist, weitaus beschränkter als sie. Viele der von uns untersuchten Kinder zwischen drei und sechs Jahren aus Braunschweiger Kindergärten haben sich geschämt, als sie im Rahmen eines Spiels singen sollten. In 589 Fällen wurden Kinder während eines Spiels aufgefordert, ein Lied zu singen. In 182 Fällen weigerten sie sich, trotz Hilfestellung auf die Aufforderung einzugehen. Bei Kontrollaufgaben sah die Situation anders aus. Nur in 71 von 573 Fällen folgten die Kinder nicht der Aufforderung, eine Bewegung zu demonstrieren oder ihr Wissen zu einem Problem auszubreiten. Die kreative Umgestaltung der originalen Liedvorlagen ging lange nicht so weit wie bei Samantha. Trotzdem kamen auch hier kreative Spuren zum Vorschein in so genannten *Mondegreens*. Das sind Textabweichungen, die bewusst oder unbewusst Eingang in die Liedproduktion finden, wie zum Beispiel die folgenden, die sich auf das Lied „Hopp, hopp, hopp, Pferdchen lauf Galopp“ beziehen:

- |   |               |
|---|---------------|
| (1) Pferdchen fährt Galopp                      | Alma (6;0)    |
| (2) Aber bricht sich nicht das Bein             | Tim (4;1)     |
| (3) Brich dir aber nicht das Bein               | Frank (4;5)   |
| (4) Laufe über Stock und Steine                 | Thorben (6;0) |
| (5) Hopp hopp hopp Das Pferdchen hinter hopp    | Enno (4;10)   |
| (6) (Über) – schreit er brich dir keine Beine   | Lisa (4;1)    |
| (7) Pferdchen hoff Galopp Dapp das wieder kocht | Björn (4;1).  |

Solche Mondegreens haben wir in unserer Braunschweiger Kindergartenstudie genauer aufgeschlüsselt. Wir wollten wissen, welche Regeln und Konventionen Mondegreens bei der Reproduktion des Kinderliedes „Hopp, hopp, Pferdchen lauf Galopp!“ nicht beachten. Die Ergebnisse sprechen, was das entwicklungs-spezifische Verhältnis von Musik und Sprache anbelangt, eine klare Sprache. Ältere Kinder achten darauf, dass bei Textabwandlungen semantisch und gram-matisch etwas Korrektes (Regelkonformes) herauskommt. Für jüngere Kinder steht dagegen im Vordergrund, dass das Metrum und der Reim, also die musi-kalischen Parameter stimmen. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass das Musi-kalische an der Sprache bereits vor Schuleintritt unter den Deckel von Lexikon und Syntax gerät. Die Freiheitsgrade für kreative Prozesse werden bei der Lied-reproduktion immer mehr eingeschränkt, bis sie da enden, wo Reproduktionen und Original nicht mehr voneinander zu unterscheiden sind. Allerdings ist der Weg bis zur perfekten Reproduktion des Liedoriginals vor allem aus musikalischen Gründen noch weit. Unsere entsprechenden Analysen ergaben, dass zwis-chen drei und sechs Jahren das Tonalitätsgefühl noch instabil ist (siehe hierzu auch Schwarzer, Siegismund & Wilkening, 1993) und Tonhöhenwiederholun-gen sowohl innerhalb von Phrasen als auch bei Phrasenwechsel häufig nicht ge-lingen. Da Liedersingen im Gegensatz zum Sprechen vornehmlich eine Grup-penaktivität ist, ist die Treue gegenüber dem Original in sprachlicher und musi-kalischer Hinsicht wichtig, damit der Einzelne beim Singen im gemeinschaftli-chen Klang ein- und aufgehen kann. Für – wie auch immer bedingte – individu-elle Abweichungen bleibt da kein Platz mehr. Die Kreativität muss sich andere Wege suchen und findet sie möglicherweise in der Instrumentalmusik oder so genannten Erzählgesängen, bei denen Kinder ihre eigene Melodie zu vorgege-benen oder selbst gedichteten Texten erfinden (vgl. Stadler Elmer, 2002).

Musikalische Strukturen sind, wenn sie nicht in Notenschrift festgehalten werden, flüchtig. Wir wissen einiges darüber, wie Kinder vorgegebene musika-lische Strukturen zu reproduzieren versuchen, aber noch sehr wenig über spon-tanes Singen und instrumentale Improvisationen, die nicht auf die Wiedergabe eines Vorbilds ausgerichtet sind.

Für die Entwicklung des Zeichnens sieht die Lage anders aus. Papier ist ge-duldig. Kinderzeichnungen gibt es in Kulturen, in denen Papier kein kostbares Gut ist, wie Sand am Meer. Angesichts dieser Datenlage ist es leichter als bei der musikalischen Entwicklung möglich, genaue Aussagen über Entwicklungsver-läufe zu machen, insbesondere über den Zeitpunkt, von dem es mit dem Zeich-nen bei vielen, aber keineswegs allen Kindern bergab geht (vgl. hierzu Deutsch, 2000).

Nach Gardner und Winner (Gardner, 1980; Gardner & Winner, 1982) beginnt der kritische Zeitabschnitt für den Interessenverlust beim Zeichnen im Alter von neun Jahren. Zwei Gründe wurden genannt: eine Interessenverlagerung vom Zeichnen auf andere (attraktivere) Tätigkeiten und die Unzufriedenheit mit der eigenen zeichnerischen Kompetenz. Wenn diese Krise überwunden ist, soll es nach Gardner und Winner zu einem erneuten Hoch beim Zeichnen kommen. Dieser Aufschwung kann jedoch empirisch nur selten bestätigt werden (Davis, 1997). Er gilt wohl nur für Kinder, die künstlerische Ambitionen über ihre späte Kindheit hinweg verfolgen.

In einer von mir betreuten Dissertation ist Nina Schulz (2006) der Frage nachgegangen, welche Schutzfaktoren es in der späten Kindheit gibt, die dafür sorgen, dass Zeichnen und Malen – voraussichtlich – nicht untergehen. Zwei Kandidaten sind in der längsschnittlich geführten Untersuchung herausgestellt worden, erstens das zeichnerische Talent und zweitens die intrinsische Motivation (Flow-Erleben, Freude am Zeichnen) für das Zeichnen. Die Einschätzung des zeichnerischen Talents ist eine äußerst problematische Angelegenheit. Selbsteinschätzung und Fremdbeurteilung stimmen selten überein, aber auch Fremdeinschätzungen von Kunstexperten, Kunstpädagogen und Peers kommen nur in Ausnahmefällen auf einen Nenner. Angesichts dieser Befunde verwundert nicht, warum standardisierte diagnostische Erhebungen weitgehend aus der Forschungslandschaft verschwunden sind. Von den mehr als 123 teilnehmenden Kindern konnte nur bei einem Kind eine vollständige Übereinstimmung bei Selbst- und Fremdeinschätzungen festgestellt werden. Nina Schulz konnte in ihrer Längsschnittuntersuchung, die einen Zeitraum von eineinhalb Jahren mit drei Messzeitpunkten umfasste, nachweisen, dass es keinen allgemein gültigen Entwicklungsverlauf in der späten Kindheit gibt, sondern differentiell verschiedene Muster. Am Ende der Untersuchung malen talentierte Kinder, die mindestens drei von fünf Talentkriterien erfüllen, genau so oft und gerne wie zu Beginn, und ihr Flow-Erleben ist gestiegen. Bei den weniger Talentierten zeigt der längsschnittliche Vergleich einen anderen Verlauf: das Interesse am Zeichnen sinkt, die Häufigkeit lässt nach, die Einschätzung der eigenen Kompetenz geht herunter. Das Ende der Karriere im Zeichnen ist absehbar. Künstlerisches Talent scheint ein Faktor zu sein, der Entwicklungskrisen erst gar nicht aufkommen lässt.

Welche Schlussfolgerungen können aus den drei vorgestellten empirischen Untersuchungen gezogen werden und welche theoretischen Spekulationen werden durch sie angeregt?

- (1) Die Einzelfallstudie, in der wir bei einem tiefgreifend gestörten Mädchen die Entwicklung des Singens von der Kindheit bis in die Pubertät hinein verfolgt haben, vermittelt ein paradoxes Bild über den Zusammenhang von weichen und harten psychischen Funktionen in der Entwicklung. Diesem Mädchen bleibt der Zugang zu den meisten Kulturtechniken versagt, weil die kognitiven und sozialen Voraussetzungen zum Erwerb von Sprechen, Sprachverstehen, Schreiben, Lesen, symbolisch-abstraktem Denken usw., fehlen. Trotzdem findet in einem isolierten Bereich, dem Singen, eine erstaunliche Entwicklung statt, die früh beginnt und danach, von einer schwer

- zu erklärenden Pause angesehen, auf einem relativ hohen Niveau stehen bleibt. Die Familie, in der das Mädchen aufgewachsen ist, fällt nicht durch besondere musikalische Interessen und Begabungen auf. Auch scheint das Mädchen selbst im herkömmlichen Sinn nicht außergewöhnlich musikalisch begabt zu sein. Vielmehr ist ihre vokale Entwicklung ein ganz seltenes, aber keineswegs einzigartiges Beispiel dafür, wie musikalische Entwicklung voranschreiten kann, wenn sie nicht durch andere Entwicklungsprozesse kanalisiert wird. Singen ist bei Samantha durchweg mit positiven Emotionen verbunden. Sie singt, wann ihr danach zumute ist, ohne auf Konventionen des Singens Rücksicht zu nehmen. Sie singt so, wie, in einem Bilde ausgedrückt, ihr der Schnabel gewachsen ist. Die musikalischen Strukturen, die dabei zu Tage treten, orientieren sich an dem, was der Input durch Musikkonserven und singende Personen anbietet. Sie folgt rhythmischen und melodischen Konventionen musikalischer Strukturen in einer Weise, die bei Kindern, die sich normal entwickeln, zumindest in vergleichbar frühen Entwicklungsabschnitten selten anzutreffen ist. Die Einzelfallstudie beruht auf einem höchst seltenen Experiment der Natur. Musikalische Kreativität kann davon profitieren, dass sie frei von kognitiven und sozialen Eingrenzungen ihren Lauf nehmen kann.
- (2) Genau an diesem Punkt setzt unsere Braunschweiger Kindergartenstudie an, in der wir wochenlang über eine CD die Lieder abgespielt haben, die das autistisch gestörte Mädchen mit Begeisterung gesungen hat. Die soziale und kognitive Entwicklung nehmen Einfluss darauf, ob und wie Kindergartenkinder ein Lied reproduzieren. Bereits dreijährige Kinder schämen sich, wenn sie aufgefordert werden, ein Lied alleine zu singen. Sie haben Angst, bei der Liedreproduktion stecken zu bleiben oder einen Fehler zu machen. Liedreproduktion wird zu einer Leistungsaufgabe, deren Ergebnis als gelungen oder misslungen bewertet wird. Auch unter diesen Umständen, wo die möglichst genaue Reproduktion die Produktion beherrscht, sind kreative Prozesse am Werke. Sie äußern sich allerdings ganz anders als in unserer Einzelfallstudie. Am Beispiel von Mondegreens haben wir zeigen können, wie Liedtexte verändert werden, wenn sie in ihrer Bedeutung nicht oder nicht ganz verstanden werden. Auffällig ist der Unterschied zwischen den älteren und jüngeren Kindern. Die alte Frage nach dem Wertverhältnis zwischen Wort und Musik, die in der Kunst bis heute heftige Kontroversen auslöst, taucht hier in einem neuen Gewand auf. Die Devise „*Prima la musica, poi le parole*“ scheint im Entwicklungsverlauf in ihr Gegenteil verkehrt zu werden: Zuerst das Wort und dann die Musik.
- (3) Das dritte Untersuchungsbeispiel betrifft einen anderen musischen Bereich, das Zeichnen und Malen. Am Ende der Kindheit wollen Kinder nicht mehr Kinder sein. Sie beginnen, sich von ihrer eigenen Vergangenheit und damit auch von ihrer Art, zu zeichnen und zu malen zu distanzieren. Zeichnen und Malen sind dann nicht mehr Tätigkeiten, die hauptsächlich um ihrer selbst willen praktiziert werden, sondern Leistungsnachweise für zeichnerisches Können. Wie kann in solchen Zeiten des Umbruchs Zeichnen und Malen weiterleben? Das zeichnerische Talent ist der zentrale Fak-

tor, aber er allein garantiert keine Kontinuität, zumal er eine Größe ist, über die noch schwieriger Konsens zu erreichen ist als über musikalische Begabungen. Wichtig ist das Erleben von Zeichnen und Malen als intrinsisch befriedigende und stimulierende Aktivitäten. Könnte die Möglichkeit des Flow-Erlebens nicht auch in der musikalischen Entwicklung ein wichtiger Schutzfaktor dafür sein, dass musikalisches Interesse und Talent in Zeiten grundlegender Veränderungen nicht vor die Hunde gehen?

Mein Beitrag ist ein empirisch gestütztes Plädoyer dafür, so genannte weiche psychische Funktionen in der Kindheit unabhängig von Leistungsdruck individuell anzuregen und zu fördern, weil hierdurch auch jenseits der Kindheit Spielräume kreativer Gestaltung – in welchem Bereich auch immer – aktiv genutzt werden. Damit wird nicht jeder Mensch zu einem Künstler, der sein Können anderen zeigen will, um beachtet zu werden. Die kreativen Aktivitäten können jedoch eine wichtige Ressource sein, um in einer auf Arbeitsteilung und Arbeitslosigkeit ausgerichteten Konsumwelt ein Gegengewicht gegen einseitige Belastungen zu bilden. Die Grundlagen hierfür werden in der Entwicklung da gelegt, wo Kindheit spielerische Zugänge zur Welt möglich macht, die in den späteren Ernst des Lebens hineingerettet werden können (Deutsch, 2004).

Von Einstein wird berichtet, er habe sehr gerne Geige gespielt (Fischer, 2005). Er soll nur ein einziges Mal öffentlich aufgetreten sein, und zwar in einem Benefizkonzert in der Berliner Synagoge an der Oranienburger Straße. Einstein trat nicht als Solist auf, sondern als ein Mitglied der zweiten Geigen. Hätte Einstein Einstein werden können, wenn er nicht ein Leben lang laut und lustvoll auf einer Geige gespielt hätte?

### **3.3 Lutz Jäncke: Musik als Motor der Plastizität**

#### **3.3.1 Plastizität des menschlichen Gehirns**

Unter dem Begriff Plastizität des Gehirns werden anatomische und funktionelle Veränderungen des Nervensystems aufgrund von externen Einflüssen zusammengefasst. Externe Einflüsse können bewusste und unbewusste Lernerfahrungen sein. Von dieser erfahrungsbedingten Plastizität muss die reifungsbedingte Plastizität unterschieden werden, die auf genetische oder andere biologische Faktoren zurückzuführen ist. Erfahrungsbedingte und reifungsbedingte Plastizität interagieren allerdings auf eine bislang nicht vollständig bekannte Art und Weise. Mittlerweile ist bekannt, dass die anatomischen und funktionellen Veränderungen auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Prinzipiell können zwei unterschiedliche Ansatzpunkte der funktionellen Plastizität unterschieden werden: 1. Die Veränderung bereits existierenden neuronalen Netzwerke und 2. die Etablierung neuer neuronaler Netzwerke.

Bestehende Netzwerke werden im Wesentlichen durch Vergrößerung der Dendritenbäume (man kann sie mit Empfangsantennen der Nervenzellen vergleichen), Vermehrung von Synapsen (Kontaktstellen an denen chemische Botenstoffe ausgeschüttet werden) und durch Vergrößerung der synaptischen Kontaktflächen modifiziert. Das erfahrungsbedingte Ausbilden neuer neuronaler Netzwerke wurde bis vor der Mitte der 1990er-Jahre noch als eine Sonderform der oben beschriebenen Modifikation bereits bestehender Netzwerke aufgefasst. Eine Neubildung von Neuronen im Erwachsenen Gehirn galt als unmöglich. Diese Doktrin geriet um 1970 ins Wanken, als erstmalig bei Singvögeln gezeigt werden konnte, dass im Zusammenhang mit dem Erlernen neuer Gesänge auch neue Neurone im erwachsenen Tier gebildet werden. Seit Mitte der 1990er-Jahre sind auch Befunde publiziert worden, die belegen, dass im Säugergehirn und auch bei Primaten in Abhängigkeit von Erfahrung neue Neurone in verschiedenen Regionen z.B. in Teilen des Riechhirns (z.B. Bulbus olfactorius) und Hippocampus gebildet werden. Mittlerweile ist sogar belegt, dass neue Neurone selbst im Frontal- und Temporalkortex von Primaten im Zusammenhang mit Lern- und Gedächtnisaufgaben gebildet werden können (Eriksson et al., 1998; Gould, Tanapat, Hastings, & Shors, 1999). Die genauen Gründe und biochemischen Ursachen sind bislang noch nicht bekannt, doch es wird derzeit davon ausgegangen, dass diese Neuronenneubildung im adulten Gehirn die Plastizität des Gehirns unterstützen soll. Interessant ist auch, dass erfahrungsbedingte Plastizität sich nicht nur durch veränderte oder neue neuronale Netzwerke ausdrückt, sondern sich auch im Hinblick auf die Zusammensetzung und Morphologie anderer Gehirnbausteine auswirkt. So konnte z.B. gezeigt werden, dass sich die Dendritenlänge, das Kapillarvolumen und die Astrozytengröße sowie der Aktivität der Astrozyten im Zusammenhang mit erfahrungsbedingten Einflüssen verändert. Insgesamt wirken sich diese Mikroveränderungen in der Größe des Gehirns aus, denn Tiere mit intensiveren und anregenden Erfahrungen weisen neben den oben beschriebenen Aspekten auch Größere Gehirnvolumina auf.

Auch das Volumen des menschlichen Gehirns scheint sich in Interaktion mit Reifungsprozessen und erfahrungsbedingten Einflüssen zu ändern. Dies ist insbesondere in den ersten sechs Lebensjahren offensichtlich. Während der postnatalen Reifung des menschlichen Gehirns nimmt das Gehirnvolumen von ca. 400 gr. nach der Geburt innerhalb von fünf bis sechs Jahren auf das Dreifache zu. In dieser Entwicklungsphase werden sehr viele spezialisierte Funktionsmodule angelegt und die Myelinisierung (Reifung des Kabelsystems) vollendet sich. Offenbar wird dieser Reifungsprozess von Erfahrung überlagert, so dass Kinder mit (extrem) verminderter Stimulation (Lernanregung, soziale Stimulation, etc.) über geringere Hirnvolumina verfügen. Neben diesen erfahrungsbedingten Einflüssen sind auch Ernährungseinflüsse für die Hirnentwicklung von herausragender Bedeutung. Diese Gehirnvolumenunterschiede sind bei Vergleichen von Extremgruppen herausgearbeitet wurden (z.B. rumänische Waisenkinder verglichen mit amerikanischen Durchschnittskindern), so dass die direkte Übertragbarkeit auf Gehirndaten aus einer homogenen Gruppe schwierig ist (Giedd, 2004; Giedd et al., 1999).

### **3.3.2 Musik und makroskopisch erfassbare Hirnplastizität**

Lange Zeit wurde der Plastizität des menschlichen Gehirns wenig Beachtung geschenkt. Zwar hat die Lernpsychologie das menschliche Lernen auf Verhaltenesebene dezidiert herausgearbeitet, es fehlt bislang allerdings die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Lernen und den damit verbundenen anatomischen und funktionalen Veränderungen. Erste Hinweise auf erfahrungsbedingte funktionelle und anatomische Veränderungen des menschlichen Gehirns wurden in den 1970er- und 1980er-Jahren fast ausschließlich im Zusammenhang mit der Untersuchung von Spontanremissionen und Rehabilitationserfolgen von neurologischen Erkrankungen herausgearbeitet. Hierbei lieferten insbesondere elektroenzephalographische (EEG) Untersuchungen und ab der Mitte der 1980er-Jahre auch positronenemissionstomographische (PET) Messungen wichtige Hinweise darauf, dass das Gehirn sich innerhalb gewisser Grenzen neu organisieren kann. Der Durchbruch im Hinblick auf die Plastizitätsforschung wurde allerdings durch neurophysiologische Untersuchungen an nicht-menschlichen Primaten Anfang der 1990er-Jahre erreicht. So konnte z.B. nachgewiesen werden, dass sich die somatotopische Repräsentation der Finger innerhalb kurzer Zeit änderte, wenn einzelne Finger durch Operationen zusammengefügt wurden, so dass sie nicht mehr unabhängig voneinander bewegt werden können. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass auditorische Diskriminationstrainings bei Primaten die tonotopische Organisation des auditorischen Kortex nach relativ kurzer Trainingsphase massiv verändert werden kann (Recanzone, Merzenich, & Jenkins, 1992; Recanzone, Schreiner, & Merzenich, 1993). Vielfach beachtete Befunde lieferte Ramachandran Anfang der 1990er-Jahre (Ramachandran & Rogers-Ramachandran, 2000; Ramachandran, Rogers-Ramachandran, & Cobb, 1995) mit seinen Untersuchungen an Patienten, denen die Hand oder der Unterarm amputiert wurde. Bei diesen Patienten konnte er nachweisen, dass sich die kortikale sensorische Repräsentation des Gesichtsareals, das unmittelbar neben der sensorischen Repräsentation des Handareals

liegt, sich bei amputierten Patienten in die kortikale Repräsentation des somatosensorischen Handareals ausgedehnt hat. Diese ersten vielfach beachteten Befunde haben das Forschungsgebiet der funktionellen Plastizität des menschlichen Gehirns befruchtet und viele Untersuchungen zu diesem Thema motiviert.

In diesem Zusammenhang drängte sich natürlich die Frage auf, ob und wie bei gesunden Menschen plastische Prozesse durch externe Einflüsse induziert werden können. Zur Untersuchung bieten sich in diesem Zusammenhang insbesondere professionelle Musiker an, die in der Regel sehr früh mit ihrem musikalischen Training beginnen (teilweise schon im Alter von drei Jahren) und auch bis ins hohe Alter viele Stunden ihre musikalischen Fertigkeiten trainieren. Insofern sind gerade professionelle Musiker eine ideale Versuchsgruppe, um plastische Prozesse bei gesunden Menschen zu untersuchen. Das grundsätzliche Versuchsparadigma der bislang zu diesem Thema publizierten Arbeiten besteht darin, professionelle Musiker im Hinblick auf anatomische und funktionelle Kennwerte mit Kontrollpersonen zu vergleichen. Varianten dieses Versuchsdesigns haben auch professionelle Musiker mit bestimmten Fähigkeiten (z.B. absolutem Gehör) mit professionellen Musikern als Kontrollpersonen verglichen, die nicht über diese spezifische Fähigkeit verfügen. Die mit diesem Untersuchungsansatz durchgeführten Untersuchungen kann man wie folgt zusammenfassen (Münste, Altenmüller, & Jäncke, 2002; Schlaug, 2001): Alle Hirnstrukturen, die in die Kontrolle von Musikfertigkeiten (z.B. motorische Fertigkeiten zum Betätigen eines Instrumentes) und in die Analyse von Musikreizen (z.B. Hören, analysieren und memorieren von Musik) eingebunden sind, weisen bei professionellen Musikern teilweise erhebliche strukturell anatomische Veränderungen auf. So sind insbesondere die Handmotorareale (indiziert durch die horizontalen Tiefen des Sulcus centralis im Handmotorareal) bei Profimusikern im Vergleich zu Nichtmusikern erheblich vergrößert. Hierbei fällt auch auf, dass insbesondere das Handmotorareal, welches die subdominante Hand (bei Rechtshändern die linke Hand) kontrolliert, überproportional an Volumen zugenommen hat. Dieser Befund korrespondiert mit einer Magnetencephalographie-Studie (MEG), in der die einzelnen Finger der linken Hand bei Streichern taktile stimuliert wurden und die neurophysiologischen Antworten im somatosensorischen Handareal registriert wurden. Hierbei zeigte sich, dass die räumliche Distanz zwischen dem Daumen und dem kleinen Finger bei Streichern deutlich größer ist, als bei Nichtmusikern (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995). Insofern ist festzuhalten, dass sowohl das motorische wie auch das sensomotorische Handareal bei Musikern größer zu sein scheinen. Beide Untersuchungen haben darüber hinaus auch zeigen können, dass die anatomischen Veränderungen mit dem Alter des Beginns des musikalischen Trainings zusammenhängen. Je früher die Musiker mit dem musikalischen Training begannen, desto größer waren die anatomischen Veränderungen in diesen Hirngebieten. Eine neuere Arbeit, in der mittels MRT und moderner statistischer Analyseverfahren anatomische Unterschiede zwischen Profimusikern, Amateurmusikern und Nichtmusikern detailliert untersucht wurden, konnte belegen, dass Profimusiker in diesen Hirngebieten über eine größere Dichte an grauer Substanz verfügen (Gaser & Schlaug, 2003b). Die anatomi-

sche bzw. funktionelle Bedeutung dieses Befundes ist noch nicht eindeutig geklärt, da diese Dichtemasse bislang noch nicht durch Postmortem-Untersuchungen validiert wurden. Plausible Erklärung für diese Dichteveränderung bei Profimusikern ist, dass das Nervenzellenvolumen größer ist, was mit einer verbesserten synaptischen Verbindung an Nachbarzellen assoziiert ist. Ein weiterer wichtiger Befund dieser Arbeit ist, dass ein korrelativer Zusammenhang zwischen dem Trainingsaufwand und den anatomischen Auffälligkeiten vorlag. Und zwar waren diese anatomischen Veränderungen bei jenen Musikern am deutlichsten, die ein besonders intensives (objektiviert anhand des Trainingsaufwandes) Musiktraining absolviert hatten.

Neben diesen strukturellen Veränderungen in den Hirngebieten, die für die motorische und sensomotorische Kontrolle von Bedeutung sind, konnten auch strukturelle Veränderungen (Zunahme der Dichte der grauen Substanz) in Hirngebieten objektiviert werden, die in auditorische und räumlich-visuelle Analysen eingebunden sind. Auch für diese Hirnstrukturen gilt wieder der Zusammenhang zwischen Intensität und Ausmaß des musikalischen Trainings und den objektivierten strukturellen Veränderungen. Gerade das Training von auditorischen Funktionen ist ja bei Musikern offensichtlich und wesentlicher Bestandteil der Musikprofession. Allerdings müssen Musiker auch über gute bis sehr gute räumliche Fertigkeiten verfügen, denn sie müssen bei der Orchestermusik die Klänge und Musikpassagen der Mitspielenden im Raum identifizieren, ggfs. den Anweisungen des Dirigenten folgen, das Notenlesen vom Blatt mit den sensomotorischen Aktionen koppeln und ggfs. ein räumliches Perzept entwickeln (insbesondere beim Ballet).

Eine gewisse Sonderstellung nehmen die anatomischen Befunde bzgl. der absolut hörenden Musiker ein. Absolut hörende Musiker können einen Ton ohne zu Hilfenahme eines Referenztones benennen. Diese Fähigkeit ist außerordentlich selten und wird bei ca. 10 bis 20% der Musiker identifiziert. In mittlerweile drei anatomischen Untersuchungen konnte eine starke linksgerichtete Asymmetrie (Links größer als Rechts) des Planum temporale bei absolut hörenden Musikern festgestellt werden (Keenan, Thangaraj, Halpern, & Schlaug, 2001; Luders, Gaser, Jäncke, & Schlaug, 2004; Schlaug, Jäncke, Huang, & Steinmetz, 1995). In einer dieser Untersuchungen konnte darüber hinaus auch gezeigt werden, dass im linksseitigen Planum temporale absolut hörende Musiker über eine größere Dichte der grauen Substanz verfügen. Das Planum temporale ist eine Hirnstruktur, welche das „Dach“ des Gyrus temporalis superior bildet und in komplexe auditorische Analyseprozesse eingebunden ist (Griffiths & Warren, 2002; Jäncke, Wüstenberg, Scheich, & Heinze, 2002). Aufgrund der anatomischen Studien wird spekuliert, dass die Größe des Planum temporale die Größe der in die auditorischen Analyse- und Benennprozesse eingebunden neuronalen Netzwerke indiziert. Vermutet wird in diesem Zusammenhang, dass sich im linksseitigen Planum temporale spezialisierte neuronale Netzwerke ausgebildet haben, welche die außergewöhnlichen auditorischen Benennungsfunktionen ermöglichen. In gewisser Weise wird diese Sichtweise durch eine neuere fMRT-Studie bestätigt, in der gezeigt werden konnte, dass Musiker mit absolutem Gehör über stärkere Durchblutungszunahmen im linksseitigen Planum

temporale beim Hören von Musikstücken verfügen (Ohnishi et al., 2001). Interessant ist auch, dass die absolut hörenden Musiker, welche in diesen Studien untersucht worden sind, meist sehr früh (vor dem sechsten bis siebten Lebensjahr) mit dem musikalischen Training begonnen hatten. Offenbar wird diese seltene und außergewöhnliche Funktion nur dann ausgebildet, wenn in früher Kindheit bereits musikalische Stimulation vorliegt.

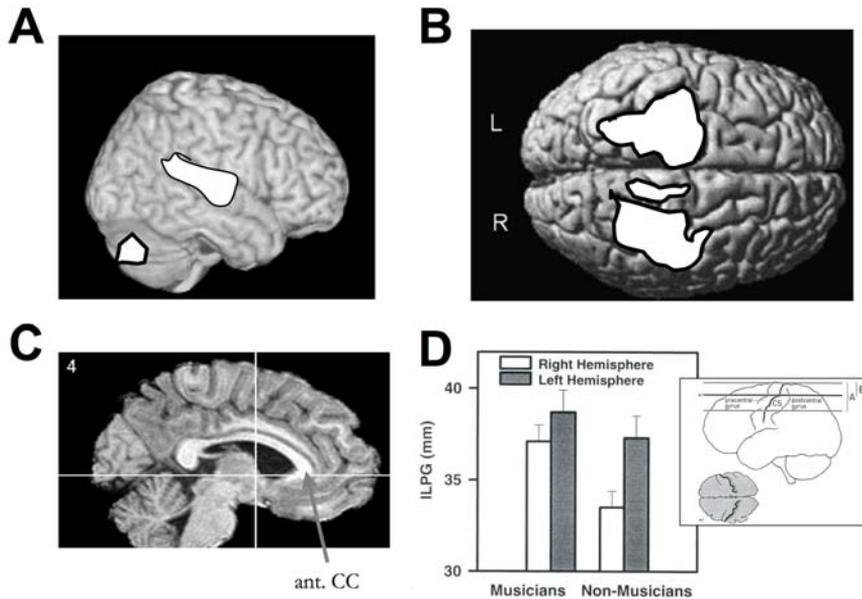


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Hirnareale (schwarz umrandete und weiß gefüllte Felder), für die Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern berichtet wurden. A) Auditorische Areale und Kleinhirn; B) motorische und sensomotorische Areale; C) vorderes Corpus callosum; D) Tiefe der dorsalen Bank des Sulcus centralis als Indikator für die Größe des Handmotorareals.

Neben den strukturellen und funktionellen Veränderungen im sekundären auditorischen Kortex (dazu wird das Planum temporale gezählt) wurden jüngst auch strukturelle Auffälligkeiten im primären auditorischen Kortex (Heschl'scher Gyrus) identifiziert. So konnte gezeigt werden, dass bei Profimusikern der antero-mediale Heschl'scher Gyrus im Hinblick auf das Volumen der grauen Substanz deutlich vergrößert ist (Schneider et al., 2002). Im Übrigen korrelierte dieser anatomische Befund mit den frühen neurophysiologischen Antworten (19-30 ms) des Heschl'scher Gyrus auf Tonsignale, welche um 130% größere Amplituden aufwiesen. Offenbar werden die Tonsignale aufgrund anatomischer Grundlagen (größere neuronale Netzwerke im Heschl'scher Gyrus) effizienter verarbeitet. In einer weiteren Untersuchung dieser Arbeitsgruppe konnte nachgewiesen werden, dass die Volumenasy-metrie der grauen Substanz im

Heschl'scher Gyrus mit der Verarbeitungsstrategie auditorische Reize zusammenhängt. So wiesen jene Musiker, die vornehmlich Musikklänge auf der Basis von spektralen Analysen verarbeiten, eine deutliche Volumenzunahme der grauen Substanz auf der rechten Hemisphäre auf. Jene Musiker, die Musikklänge eher im Hinblick auf die Grundfrequenz analysieren, zeigen dagegen eine linksseitig betonte Volumenasymerie der grauen Substanz im Heschl'scher Gyrus (Schneider et al., 2005).

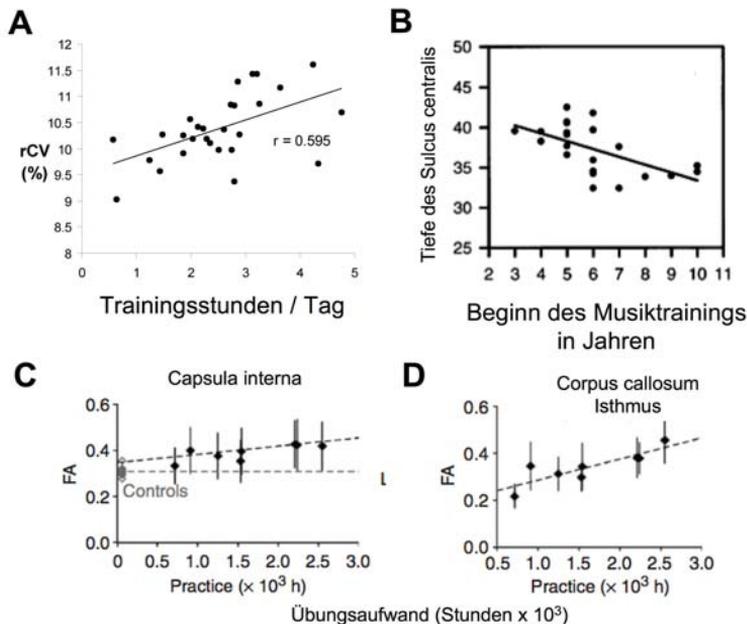
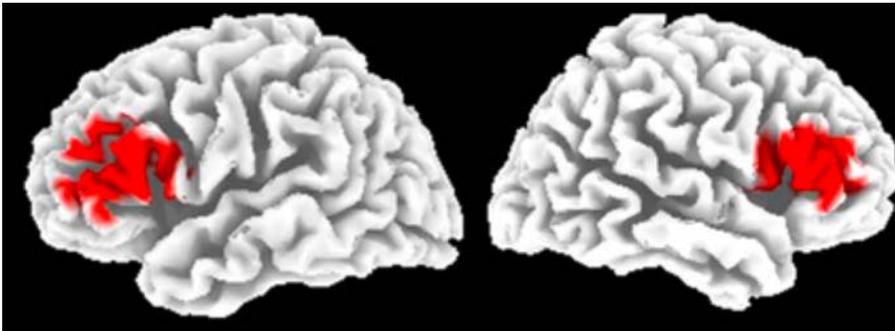


Abbildung 3: Abhängigkeit der anatomischen Veränderungen von der Intensität des Trainings und dem Alter des Beginns des Musiktrainings. A) Dichte der grauen Substanz im Kleinhirn; B) Tiefe des Sulcus centralis (Größe des Handmotorareals) in Abhängigkeit vom Alter des Beginns des Musiktrainings; C) Zusammenhang zwischen Anisotropie (als Indikator für das Ausmaß der Verkabelung) in der Capsula interna und dem Trainingsaufwand (Trainingsstunden); D) Zusammenhang zwischen Anisotropie in der Capsula interna und dem Trainingsaufwand (Trainingsstunden).

Sluming et al. (2002) verglichen Musiker und Nichtmusiker, wobei sie Versuchspersonen unterschiedlichen Alters untersuchten. Unter Verwendung der Voxelbasierten-Morphometrie (VBM) konnten sie zeigen, dass jene Personen die auch mit zunehmendem Alter Musik ausübten, einen geringeren oder keinen Abbau der grauen Substanz im Frontalkortex verfügen. Dieser Befund ist deshalb so interessant, weil die hier identifizierten Hirnstrukturen auch in die Kontrolle verbaler Arbeitsgedächtnisfunktionen eingebunden sind. Offenbar scheint das Musiktraining einem Abbau der grauen Substanz im Frontalkortex entgegen wirken.



*Abbildung 4: Dargestellt sind die Frontalhirnbereiche, für die bei Musikern mit zunehmendem Alter keine oder geringere Abnahmen der grauen Substanz mit zunehmendem Alter festgestellt werden konnten (rekonstruiert nach Sluming et al., 2002).*

Neben den strukturellen Veränderungen der grauen Substanz sind auch strukturelle Veränderungen der weißen Substanz bei Profimusikern festgestellt worden. Bereits 1995 haben Schlaug et al. (1995) demonstrieren können, dass Musiker (Pianisten und Streicher), welche vor dem siebten Lebensjahr mit dem Musiktraining begonnen hatten, über ein größeres vorderes Corpus callosum (CC) verfügen. Aus postmortem Untersuchungen ist bekannt, dass die CC-Größe die Anzahl und Dicke der durch das CC verlaufenden Axone determiniert. Dies bedeutet, dass ein großes CC viele und besonders dicke Axone enthält. Da der vordere CC-Bereich Axone enthält, welche den Frontalkortex und dort insbesondere die motorischen sowie prämotorischen Areale beider Hirnhemisphären miteinander verbindet, wurde bzw. wird vermutet, dass bei Profimusikern der interhemisphärische Informationsaustausch zwischen diesen beiden Hirngebieten besonders effizient vonstatten geht. Hierbei ist zu bedenken, dass ein besonders effizienter interhemisphärischer Informationsaustausch (der auch effiziente Hemmung bedeuten kann; siehe unten) zwischen diesen Hirngebieten bei Musikern durchaus plausibel ist, denn Musiker (insbesondere Pianisten, Streicher, Bläser, Schlagzeuger, etc.) müssen sehr häufig besondere bimanuale Leistungen erbringen, deren Voraussetzung eine Feinabstimmung beider Hirnhemisphären erfordern.

Im Rahmen einer neuen Studie zu strukturellen Auffälligkeiten bei Profimusikern wurde eine neue anatomische Analyseverfahren (Diffusion-Tensor-Imaging; DTI) verwendet, um Besonderheiten der weißen Substanz zu quantifizieren. Mittels dieser Methode gelingt es, einzelne Kabel aber auch Kabelsysteme anhand von speziellen DTI-Bildern zu berechnen. Die Berechnung der Fasersysteme basiert auf der recht präzise zu messenden Isotropie bzw. Anisotropie des Wassers. Innerhalb eines Axons, das in der Regel von einer abdichtenden Fettschicht (Myelin) umgeben ist, kann das Wasser nur entlang des Kabels in zwei Richtungen diffundieren. Insofern ist die Anisotropie groß, während in Hohlräumen wie den Ventrikeln die Isotropie groß ist. D.h. das Wasser kann in den letzteren Räumen praktisch in alle Richtungen diffundieren. Mittels der relativ neuen DTI-Methode gelingt es, die Anisotropie in der weißen Substanz im

lebenden Gehirn zu berechnen. Mit dieser Methode konnten Bengtsson et al. (2005) zeigen, dass Pianisten, die bereits in früher Kindheit mit dem Pianotraining begonnen hatten, über differenziertere Assoziations- und Projektionsbahnen (z.B. auch differenziertere Pyramidenbahnen) verfügen als Nichtmusiker und jene Musiker, welche später mit dem Musiktraining begonnen hatten. Neben diesem Gruppenunterschied konnte auch ein linearer Zusammenhang zwischen der Ausdifferenzierung der Assoziations- und Projektionsbahnen festgestellt werden (je früher der Beginn desto differenzierter die Assoziations- und Projektionsbahnen). Insofern belegt auch diese Studie, dass strukturelle Veränderungen des menschlichen Gehirns besonders auffällig sind, je früher die Musiker mit dem Musiktraining begonnen hatten.

### **Zusammenfassung**

- Hirnareale, die in motorische, auditorische und räumliche Kontrollprozesse eingebunden sind, sind bei Profimusikern strukturell verändert.
- Die strukturellen Veränderungen beziehen sich auf vergrößerte Volumina der grauen Substanz sowie auf vergrößerte Dichtemasse der grauen Substanz.
- Strukturelle Veränderungen können auch in der weißen Substanz insbesondere im vorderen Corpus callosum, aber auch in anderen Assoziations- und Projektionsbahnen identifiziert werden.
- Die meisten anatomischen Studien belegen einen Zusammenhang zwischen dem Beginn des musikalischen Trainings und dem Ausmaß der anatomischen Veränderungen (je früher desto intensiver).

### **3.3.3 Musik und funktionelle Hirnplastizität**

Unter funktioneller Hirnplastizität soll hier die funktionelle Anpassung des Musikergehirns an die musikalischen Anforderungen aufgefasst werden. Hierzu sind weit mehr Arbeiten in der wissenschaftlichen Literatur publiziert worden, als Arbeiten zu strukturellen Anpassungen. Insofern wird es nicht möglich sein, die gesamte Publikationsbreite zu diesem Thema im Rahmen dieser Zusammenfassung zu besprechen. Aus diesem Grunde werden vor allem neuere und aus der Sicht des Autors besonders aussagekräftige Arbeiten dargestellt. Funktionelle Besonderheiten des Gehirns von Musikern wurden mittels klassisch neurophysiologischer Methoden wie EEG, MEG und neuerdings auch mittels TMS untersucht. Zunehmend kommen allerdings auch moderne bildgebende Verfahren zum Einsatz, die im Wesentlichen kortikale Durchblutungsveränderungen bei Musikern messen (funktionelle Magnetresonanztomographie: fMRT, Positronenemissionstomographie: PET). Mit diesen Methoden wurde überprüft, ob sich Musiker und Nichtmusiker im Hinblick auf die so erfassten kortikalen Aktivierungen bei der Wahrnehmung von Musikreizen (Musikstücke, kurze Takte, einzelne Töne), während des Durchführens von Gedächtnis- und auditorischen Aufmerksamkeitsaufgaben oder während des Durchführens von motorischen Aktionen (Pianospielen, andere bimanuale oder unimanuale Tätigkeiten) unterscheiden. Im Folgenden werden diese Studien und den wesentlichsten Befunden detaillierter dargestellt.

## Passives Hören

Beim passiven Hören von Musikstücken zeichnen sich Musiker durch eine höhere Phasenkohärenz im Gammafrequenzbereich innerhalb eines räumlich verteilten Netzwerkes auf (Bhattacharya & Petsche, 2001b). Das von den Autoren identifizierte Netzwerk mit phasenkohärenter Aktivität im Gammafrequenzbereich umfasst parietale, temporale und frontale Hirngebiete. Die Phasenkohärenz wurde mittels der MEG-Technik an der Schädeloberfläche erfasst und repräsentiert korrelierte Oszillationen im Frequenzbereich von 30-80 Hz in dem identifizierten Netzwerk. Dies bedeutet, dass bei Musikern ausgedehntere neuronale Netzwerke beim Hören von Musik aktiv sind, als bei Nichtmusikern. Phasenkohärente Aktivität im Gammaband zwischen räumlich auseinander liegenden Hirngebieten werden auch als neurophysiologische Indikatoren des Bindings aufgefasst, mit dem unterschiedliche Verarbeitungsmoduln zusammengesaltet werden. Dies könnte die neuronale Grundlage für die häufig berichtete differenzierte und vielfältige Wahrnehmung von Musikern beim Hören von Musik erklären (Bhattacharya & Petsche, 2001b; Bhattacharya, Petsche, & Pereda, 2001).

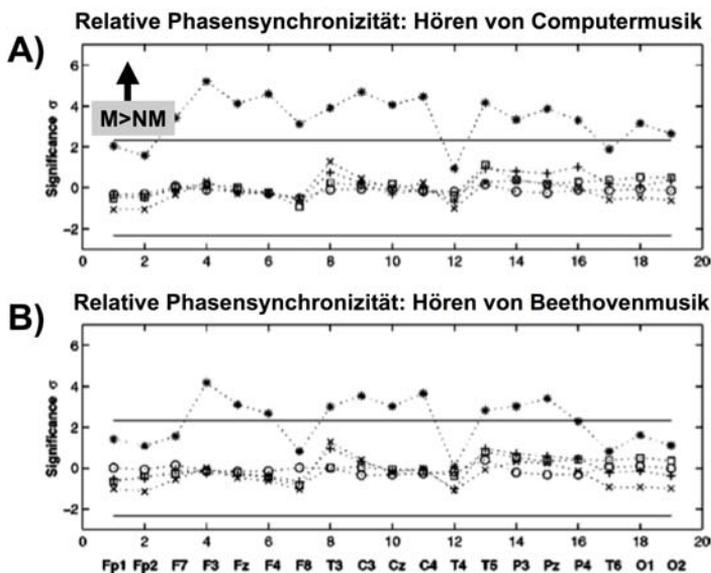


Abbildung 5: Differenz der Phasensynchronizität in verschiedenen Frequenzbereichen zwischen Musikern und Nichtmusikern beim Hören von Musik. Dargestellt sind die Phasensynchronizitäten für verschiedene Elektrodenpositionen (Abszisse). Kennwerte oberhalb der vertikalen Linie indizieren signifikante Gruppenunterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern für die Phasensynchronizität im Gammabandbereich. Man erkennt, dass Musiker insgesamt höhere Phasensynchronizitäten im Gammabandbereich beim Hören verschiedener Musikstücke aufweisen als Nichtmusiker. Die Phasensynchronizität nimmt insbesondere beim Hören von Beethoven-Musik zu. Bei den Musikern handelt es sich um Musiker mit klassischer Ausbildung (nach Bhattacharya & Petsche, 2001a).

Interessant ist, dass Musiker auch im Zusammenhang mit kognitiven Aufgaben, die eigentlich nichts mit dem Musikausüben gemein zu haben scheinen, (z.B. mentales Rotieren von dreidimensionalen Objekten) eine stärkere phasenkohärente Aktivität im Gammabandbereich in einem distribuierten Netz aufweisen (parietale, frontale, temporale Areale) (Bhattacharya, Petsche, Feldmann, & Rescher, 2001). Derzeit wird diskutiert, ob umgekehrt das Hören bestimmter Musik (vorzugsweise Mozart-Sonaten) zumindest kurzfristig die Kohärenzen zwischen verschiedenen Hirnregionen (insbesondere zwischen temporalen und parietalen Hirngebieten) erhöht, was in der Folge auch räumliche Analyseleistungen verbessern soll. Die diesbzgl. publizierten EEG-Arbeiten scheinen diese Annahme zu bestätigen (Jausovec & Habe, 2003, 2004, 2005; Sarnthein et al., 1997).

Neben diesen eher globalen kortikalen Aktivierungsunterschieden zwischen Musikern und Nichtmusikern, sind auch Aktivierungsunterschiede in Abhängigkeit der zu verarbeitenden Musikaspekte berichtet wurden. So evoziert die Wahrnehmung von Melodiewechseln bei Nichtmusikern eine eher rechtsseitige Aktivierung im Präfrontalkortex, während Musiker bilaterale frontale Aktivierungen in dieser Bedingung zeigen (Overman, Hoge, Dale, Cross, & Chien, 2003).

fMRT-Untersuchungen während des passiven Hörens von Musik konnten keine einheitlichen Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern offenlegen. In einigen Untersuchungen sind die auditorischen Areale bei Musikern stärker aktiv (Koelsch, Fritz, Schulze, Alsop, & Schlaug, 2005 im Planum polare; Morrison, Demorest, Aylward, Cramer, & Maravilla, 2003 rechtsseitig im auditorischen Kortex; Ohnishi et al., 2001 linksseitig im Planum temporale). Gelegentlich werden auch stärkere Aktivierung im visuellen Kortex sowie im inferioren Parietallappen (Schmithorst & Holland, 2003) sowie im Frontalkortex gefunden (Morrison, Demorest, Aylward, Cramer, & Maravilla, 2003). Möglicherweise ist der Grund für die mehrdeutigen Befunde darin zu suchen, dass beim passiven Zuhören sehr unterschiedliche kognitive Funktionen wirksam werden. Darüber hinaus ist die fMRT-Methode auch ungeeignet, um die an der Musikwahrnehmung beteiligten psychischen Prozesse zeitlich präzise aufzulösen. Ergiebiger sind deshalb Studien, in denen gut kontrollierte Aufgaben gestellt werden, zu deren Lösung klar abgrenzbare kognitive Verarbeitungsmodul notwendig sind. Ideal sind in diesem Zusammenhang Studien, die während des Ablaufs dieser kognitiven Verarbeitungsschritte evozierte Potentiale (EVP) erfassen.

## **Wahrnehmung**

Das essentielle Ziel des Musikmachens besteht darin, hörbare Musik zu generieren. Aus diesem Grunde sind die hörbare Musik und ihre Bestandteile (Töne, Klänge, Rhythmen, etc.) für Musiker wichtige Reize, die es gilt zu generieren, kontrollieren und zu vergleichen. Insofern müssen Musiker gerade im Bereich der Musikwahrnehmung besonders ausgebildete Funktionsmodule besitzen. Anhand von Läsionsstudien ist bekannt, dass sich spezifische Hirnstrukturen für die Analyse von Tonhöhe, Timbre, Musikkontur, zeitliche Struktur und Rhythmus herausgebildet haben. (Kohlmetz, Müller, Nager, Münte, & Alten-

müller, 2003; Peretz & Zatorre, 2005). Die meisten dieser Strukturen sind auch bei Nichtmusikern in die Analyse von Musik eingebunden. Bei Musikern haben sich allerdings diese Funktionsmodule infolge des intensiven Musiktrainings reorganisiert und damit an die spezifischen Anforderungen angepasst. Schon aus Verhaltensuntersuchungen ist bekannt, dass Musiker und Nichtmusiker die Klangfarbe (Timbre) anders wahrnehmen. Dies zeigt sich eindrücklich in Klangdiskriminationsaufgaben, in denen Musiker mehr auf den Grundton des Klanges achten, während Nichtmusiker eher die Obertoninformation zur Klangdifferenzierung heranziehen (Beal, 1985; Pitt & Crowder, 1992; Surprenant, Pitt, & Crowder, 1993). Selbst innerhalb der Gruppe von Musikern haben sich infolge des häufigen Hörens der mit dem eigenen Instrument selbst produzierten Töne spezifische subtile Fertigkeiten herausgebildet. So haben die meisten Musiker eine hohe Sensibilität für die Klangfarbe ihres eigenen Instrumentes entwickelt, was zu exzellenten Klangdiskriminationsleistungen für Klänge ihres eigenen Instrumentes führt (Beal, 1985; Crummer, Walton, Wayman, Hantz, & Frisina, 1994; Pitt, 1994; Prior & Troup, 1988). Offenbar ist diese sehr gute Diskriminationsleistung auch dafür verantwortlich, dass Musiker wesentlich besser als Nichtmusiker anhand weniger gehörter Noten erkennen können, ob das präsentierte Musikstück bekannt ist (Dalla Bella, Peretz, & Aronoff, 2003).

Diese Verhaltensexperimente sind durch aktuelle EEG-Studien bestätigt und ergänzt worden. So konnten Pantev und Kollegen eindrücklich zeigen, dass die Repräsentation von Klängen mit unterschiedlicher Klangfarbe bei Streichern und Trompetern anders kortikal repräsentiert sind (Pantev, Roberts, Schulz, Engelen, & Ross, 2001). Dies konnten die Autoren anhand der N1m-Amplitude schätzen, welche ca. 100 ms nach Präsentation der Töne und Klänge mittels der MEG-Technik am Schädel messbar ist. Anhand der Verteilung der magnetischen Felder zum Zeitpunkt der N1m und geeigneter mathematischer Methoden konnten die Autoren dann die Dipolstärken im auditorischen Kortex schätzen und nachweisen, dass signifikant stärkere Dipole bei Stimulation von gewohnten Klängen auftraten (bei Trompetern sind dies Trompetenklänge bei Streichern Geigenklänge). Eine neuere Arbeit der gleichen Arbeitsgruppe ergab, dass Musiker und Nichtmusiker polyphone Musik bereits unbewusst im Hinblick auf Irregularitäten bzw. Auffälligkeiten analysieren. Die neurophysiologischen Antworten (Mismatch Negativity generiert im auditorischen Kortex) waren bei beiden Gruppen allerdings identisch, so dass man davon ausgehen kann, dass nur die Musiker von diesen unbewussten Vorverarbeitungen einen Gewinn haben (Fujioka, Trainor, Ross, Kakigi, & Pantev, 2005). Während sich für die Analyse von polyphonen Musikinformationen zwar keine Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern für die Aktivität im auditorischen Kortex ergeben hat, zeigten sich dennoch deutlich neurophysiologische Aktivitätsunterschiede bei Aufgaben, in denen Kontur- und Intervallinformationen systematisch variiert wurden. Die Musiker zeigen auf ungewöhnliche Kontur- und Intervallinformationen schon sehr früh (ca. 100-150ms nach Reizpräsentation) größere neuronale Antworten als Nichtmusiker (Fujioka, Trainor, Ross, Kakigi, & Pantev, 2005; van Zuijen, Sussman, Winkler, Naatanen, & Tervaniemi, 2005). Dies bedeutet, dass das auditorische System schon auf einer vorbewussten Stu-

fe (also mehr oder weniger automatisch) komplexe Klanganalysen vornehmen kann.

### **Aufmerksamkeit**

Um ein Musikinstrument zu spielen, muss ein erhebliches Maß an Aufmerksamkeit aufgewendet werden. So müssen sich die Musiker beim Spielen auf ihr Instrument, die Noten und ggfs. auf ihre Mitspieler konzentrieren. Besonders offensichtlich ist die enorme Aufmerksamkeitsleistung bei Dirigenten, die nicht nur differenzierte akustische Abweichungen vor dem Hintergrund eines recht lauten Orchesters erkennen müssen, sondern auch die erkannte Abweichung einem Ort im Orchester zuordnen müssen. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass Dirigenten besondere auditorische räumliche Fertigkeiten ausgebildet haben. Die Arbeitsgruppe von Thomas Münte hat in zwei eindrucksvollen Experimenten nachgewiesen, dass Dirigenten aber auch Orchestermusiker über exzeptionelle räumliche auditorische Aufmerksamkeitsfertigkeiten verfügen (Münte, Kohlmetz, Nager, & Altenmüller, 2001; Nager, Kohlmetz, Altenmüller, Rodriguez-Fornells, & Münte, 2003). Das in diesen Studien verwendete Versuchsdesign verlangte das Erkennen bzw. Reagieren auf akustische Reize, die entweder direkt vor der den Testpersonen (0 Grad) oder zunehmend peripher (bis 90 Grad) dargeboten wurden. Hierbei zeigten sich ca. 100 ms nach Reizpräsentation größere N1-Amplituden, wenn auf die Testreize geachtet werden musste. Dieser Aufmerksamkeitseffekt war bei Dirigenten auch bei Testreizen feststellbar, welche peripher (z.B. 90 Grad vom Geradeaus) dargeboten wurden. Bemerkenswert ist auch, dass bei Profimusikern dieser Effekt deutlich geringer ausfällt, als bei Dirigenten, so dass davon auszugehen ist, dass bei Dirigenten ein spezieller Trainingseffekt dieser Aufmerksamkeitsfertigkeiten vorliegt.

### **Gedächtnis**

Musikwahrnehmung und -produktion stellen besondere Anforderungen an verschiedene Gedächtnissysteme. Ein wichtiger Grund hierfür ist die Tatsache, dass sich akustische Reize über die Zeit hinweg entfalten und mehr als visuelle Reize auf Gedächtnisfunktionen angewiesen sind. Mittels dieser Gedächtnisfunktionen müssen die Klänge und Geräusche über die Zeit hinweg integriert und zu einem kohärenten Perzept zusammengefügt werden. Dieser Serien-Parallel-Wandelprozess wird wahrscheinlich über bestimmte Arbeitsgedächtnisfunktionen vermittelt. Darüber hinaus haben Musiker offenbar eine besondere Fertigkeit für das Erinnern bzw. Erkennen von Musik bzw. Musikelementen entwickelt. Anders als bei der Sprache scheint die Musik abstrakter und in Form von Wahrnehmungscodes gespeichert zu werden. Läsionsstudien sowie neuere bildgebende Studien haben gezeigt, dass insbesondere der posteriore perisylvische Hirnbereich (Gyrus temporalis superior und der Gyrus supramarginalis) als auditorischer Arbeitsspeicher fungiert, der unter anderem Musikinformationen wie Tonhöhe, Klangfarbe, Rhythmus, Kontur und Intervall speichert. Da diese Informationen auch für Nichtmusiker relevant sind, denn auch Nichtmusiker können durch häufiges Hören von Musik ein gewisses Maß an

Expertenwissen in diesen Hirnstrukturen ausbilden, sind diese Strukturen und die darin enthaltenen Funktionsmodule bei Nichtmusikern und Musikern gleichermaßen ausgebildet. Nur Musiker müssen ein besonderes Expertenwissen auf diesem Gebiet ausbilden, um die vielfältigen musikalischen Informationen effizient zu speichern und auch schnell verfügbar zu machen. In gewisser Weise ähnelt dieses Expertenwissen dem von Schachspielern, die für visuell kodierte Schachkonstellationen bemerkenswerte Gedächtnisleistungen erbringen. Trotz der Tatsache, dass Musiker wahrscheinlich ein besonderes Expertenwissen für Musikinformationen angeeignet haben, sind bislang wenige Untersuchungen diesbezüglich unternommen worden.

Eine kürzlich durchgeführte EEG-Studie konnte zeigen, dass bei Musikern zum Erkennen bzw. Wiedererkennen von Musikstücken bestimmte Töne und Noten wichtiger sind als andere. Offenbar fungieren bestimmte Töne und Noten als strukturelle Marker, bei deren Präsentation es gelingt, das gesamte Wissensnetzwerk abzurufen (Williamson & Egner, 2004). Interessant ist auch, dass diese „wichtigen“ Reize auch besonders starke neuronale Reaktionen hervorrufen, was als Hinweis dafür gewertet wird, dass diese Reize in einem distribuierten Netzwerk fest verankert sind. In gewisser Weise kann dieser Befund mit der Skilled Memory Theorie von Ericsson und Kintsch (1995) erklärt werden. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der von den Autoren propagierte Langzeit-Arbeitsgedächtnisspeicher, in dem domänenspezifische Informationen (hier Musikinformation) gespeichert werden. Mittels einer eigens konstruierten Mechanismusses zum Abrufen von Informationen (Retrieval Structure), der als ein Gruppe von miteinander verknüpften Assoziationen aufgefasst werden kann, können dann die Musiker die gespeicherten Informationen anhand von spezifischen Hinweisreizen oder wie oben dargestellt, mittels bestimmter und wichtiger Reize abrufen können. Diese spezifischen Gedächtniselemente sind gemäß neuer bildgebender Studien bilateral in perisylvischen Hirnstrukturen (Gyrus temporalis superior, Gyrus supramarginalis) und im Frontallappen gespeichert (Gyrus frontalis inferior und Gyrus frontalis medius). Allerdings werden bei Musikern im Zusammenhang mit Tongedächtnisaufgaben stärkere Aktivierungen vorwiegend im rechten Temporallappen und im Gyrus supramarginalis gefunden (Gaab & Schlaug, 2003).

In diesem Zusammenhang ist besonders interessant, die oben kurz skizzierten Hirnstrukturen auch in verbale Arbeitsgedächtnisfunktionen sowie andere Sprachfunktionen eingebunden sind (Koelsch & Friederici, 2003; Koelsch, Gunter, Schröger, & Friederici, 2003; Schuppert, Münte, Wieringa, & Altenmüller, 2000). Diese neuroanatomische „Überlappung“ könnte der Grund dafür sein, dass das musikalische Training nicht nur das Gedächtnis für auditorische Musikinformationen sondern auch das verbale Gedächtnis schult. Dass Musiker (jeden Alters) über bessere verbale Gedächtnisleistungen verfügen, konnte jüngst durch eine Serie von sehr gut kontrollierten Verhaltensexperimenten nachgewiesen werden (Chan, Ho, & Cheung, 1998; Ho, Cheung, & Chan, 2003).

## **Motorische Kontrolle**

Das Musiker, insbesondere jene die ein Instrument spielen, über besondere motorische Fertigkeiten verfügen, ist jedem sofort einsichtig. Insbesondere professionelle Pianisten können außergewöhnliche motorische Leistungen erbringen. Gute Pianisten sind z.B. in der Lage bis 1800 Noten pro Minute bimanual zu realisieren. Ähnliche motorische Leistungen können bei Streichern beobachtet werden, die darüber hinaus auch biomechanisch ungewöhnliche Haltungen einnehmen müssen, um das Instrument zu halten und zu bedienen. Ein weiterer wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist die hervorragende Fähigkeit, beide Hände mehr oder weniger unabhängig voneinander zu benutzen. Dies ist insbesondere beim Pianospiele evident, wo die rechte Hand bei den meisten Stücken die Melodie spielt, während die linke Hand eher den Rhythmus generiert. Bei vielen Musikstücken von Bach müssen sogar beide Hände aufeinander abgestimmt Melodien spielen. Bei der Violine ist dies etwas anders aber gleichermaßen schwierig, denn die rechte Hand muss den Bogen führen und damit komplexe Raum-Zeit-Koordinaten realisieren. Die linke Hand ist auf dem Steg platziert und muss dort die Seiten bedienen.

Auf der Basis von Verhaltensexperimenten sind die exzeptionellen motorischen Fertigkeiten bei Musikern quantifiziert worden. So können Pianisten und Streicher erheblich mehr schnelle Fingerbewegungen durchführen als Nichtmusiker. So ist die Fingerbewegungsgeschwindigkeit der dominanten Hand um ca. 14% und die der subdominanten Hand um ca. 20% bei Pianisten und Streichern erhöht. Auffallend ist hierbei, dass die subdominante Hand (die linke bei Rechtshändern) einen stärkeren Leistungszuwachs aufweist als die dominante Hand, was dazu führt, dass die motorischen Handasymmetrien bei Profimusikern durchgängig geringer ausfallen oder gar verschwinden (Jäncke, Schlaug, & Steinmetz, 1997). Interessant ist auch, dass Pianisten etwas besser sind als Streicher, obwohl Streicher immer noch wesentlich schnellere Fingerbewegungen zeigen, als Nichtmusiker. Offenbar führt das spezifische Pianotraining mit den vielen schnellen Fingerbewegungen zu spezifischen motorischen Anpassungseffekten.

Neben der Tatsache, dass Musiker (insbesondere jene die ein Instrument spielen) schnellere Fingerbewegungen ausführen können, zeichnen sich Musiker dadurch aus, dass die Variabilität im Hinblick auf die zeitliche Aufeinanderfolge der Fingerbewegungen geringer als bei Nichtmusikern ist. Dies wird als Ausdruck der zeitlichen Stabilität und Genauigkeit des motorischen Systems gewertet (Krampe, Engbert, & Kliegl, 2002; Krampe & Ericsson, 1991). Sollen Musiker bekannte Musikstücke durch motorische Aktionen begleiten (z.B. durch Mittappen mit einem Finger), dann verlangsamt sich die Tapgeschwindigkeit leicht, allerdings synchronisieren die Musiker die Bewegung besser mit markanten Takt gebenden akustischen Reizen (Drake & Ben El Heni, 2003). Interessant ist auch, dass Musiker sehr gut die zu erwartenden motorischen Aktionen beim Spielen eines Musikstückes antizipieren können, so dass die notwendigen motorischen Aktionen effizient den Bedürfnissen angepasst werden können (Drost, Rieger, Brass, Gunter, & Prinz, 2005).

Ein interessantes Beispiel für die Fähigkeit des motorischen Systems sich an veränderte Anforderungen anzupassen, liefern Untersuchungen mit dem Reversed Keyboard. Hierbei handelt es sich um ein Klavier, bei dem die Tasten für die hohen Töne nicht rechts sondern links angeordnet sind. Lässt man linkshändige Klavierschüler an einem solchen Piano spielen, lernen sie relativ schnell und machen weniger Fehler als Rechtshänder. D.h. das Reversed Keyboard ist offenbar für das Klavierlernen für Linkshänder durchaus von Vorteil, während es für Rechtshänder eher zusätzliche Probleme aufwirft. Sofern allerdings Linkshänder längere Zeit an einem normalen (Regular Keyboard) gelernt haben, gelingt ihnen der Wechsel zu einem Reversed Piano nicht mehr. Sie machen dann genauso viele Fehler wie die trainierten Rechtshänder. Offenbar hat sich das motorische System der linkshändigen Pianisten derart an das reguläre Piano angepasst, dass es nicht mehr gelingt, auf ein Reversed Keyboard zu wechseln (Laeng & Park, 1999). Eine Ausnahme ist wahrscheinlich ein exzeptioneller Pianist, dem es trotz jahrelangem Training auf einen Regular Keyboard gelingt, auch außergewöhnlich gut auf einem Piano mit einem Reversed Keyboard zu spielen (Jäncke, 2002).

Neurophysiologische Untersuchungen des motorischen Systems bei Musikern haben eine mittlerweile lange Tradition. Eine der ersten Studien, in denen mittels des EEGs Musiker und Nichtmusiker miteinander verglichen wurden, ist die Arbeit von Lang et al. (1990). In dieser Arbeit wurden Gleichspannungspotentiale vor vorgestellten und tatsächlich durchgeführten einfachen und komplexen Fingerbewegungen registriert. Leider erfolgte keine Untersuchung von Kontrollpersonen, so dass die Interpretation der Befunde limitiert ist. Die Autoren fanden distribuierte kortikale Aktivierungen bilateral in M1 und auch in den mesialen prämotorischen Arealen. In einer neueren Arbeit mit Streichern wurde prinzipiell die gleiche Methodik eingesetzt. Ergänzend zu der frühen Arbeit von Lang et al. erfolgte allerdings die etwas präzisere kortikale Kartierung der elektrischen Aktivität (Kristeva, Chakarov, Schulte-Monting, & Spreer, 2003). Die Autoren konnten hierbei feststellen, dass der linksseitige ventrale Prämotorkortex bei einer Subgruppe von Streichern vor dem Musizieren aktiv war. Die Autoren vermuten, dass der ventrale Prämotorkortex durch das Musiktraining in die motorische Kontrolle komplexer Bewegungen eingebunden wird. Verschiedene Studien haben ergeben, dass diese Hirnstruktur in die Kontrolle und mentale Simulation komplexer Bewegungen eingebunden ist. Offenbar gewinnt die motorische Kontrolle bei Musikern eine andere Qualität, wenn diese Struktur in die Kontrolle des Musizierens eingebunden wird.

Lotze et al. (2003) untersuchten Profi- und Amateurgeiger mittels fMRT während sie sich vorstellten ein Violinkonzert zu spielen. Gleichzeitig baten sie die Testpersonen, die entsprechenden Fingerbewegungen auf ihrer Brust auszuführen, da es nicht möglich ist, im Magnetresonanztomographen eine Geige zu verwenden. Der Hauptbefund dieser Studie ist, dass Musiker räumlich eng umschriebene Aktivierungen im Handareal kontralateral zur sich bewegenden Hand, bilateral im Parietallappen und im ipsilateralen Kleinhirn aufwiesen. Interessant war auch, dass Musiker während des „gestellten“ Musizierens starke Aktivierungen im rechtsseitigen auditorischen Kortex aufwiesen. Ein ähnliches

Aktivierungsmuster konnte auch beim mentalen Vorstellen der Bewegung festgestellt werden, außer dass der auditorische Kortex nicht aktiv war. Offenbar wird der auditorische Kortex nur bei tatsächlichen aber nicht vorgestellten Bewegungen aktiv, eine Befund, der darauf hinweisen könnte, dass für Musiker der auditorische Kortex bei der motorischen Kontrolle eine wesentliche Bedeutung hat. Prinzipiell ähnliche Befunde konnten auch Meister et al. feststellen, wonach vorgestellte und tatsächliche musikrelevante Bewegungen bei Musikern die gleichen neuronalen Netzwerke aktivierte (Meister et al., 2004).

In drei weiteren Studien wurden Musiker und Nichtmusiker kernspintomographisch während des Durchführens einfacher und komplexer Bewegungen untersucht (Jäncke, Shah, & Peters, 2000; Krings et al., 2000; Meister et al., 2005). Diese Studien ergaben, dass Musiker während dieser Bewegungen geringere Durchblutungszunahmen in den motorischen Arealen (primär, lateral und mesial prämotorisch) aufwiesen als Nichtmusiker. Interessant war auch der Befund, wonach Nichtmusiker insbesondere für komplexe Bewegungen stärkere Durchblutungen in den Motorarealen aufwiesen als Musiker, während bei einfachen Bewegungen die Unterschiede zu den Musikern eher gering ausfielen. Eine Sonderstellung nahm der dorsale Prämotorkortex ein, bei dem diese erfahrungsspezifischen Aktivierungsunterschiede besonders deutlich zu beobachten waren. Offenbar benötigen Musiker weniger neurale Kontrollressourcen als Nichtmusiker selbst für einfache Fingerbewegungen, wobei insbesondere die Prämotorareale (mesiale und laterale) durch Training an Kontrolleffizienz gewinnen. Zu bemerken ist allerdings, dass neuronale Aktivierungsunterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern nur bei Bewegungen auftraten, die eine große Ähnlichkeit mit den Bewegungen beim Spielen des Instrumentes aufweisen. Werden von den Versuchspersonen jedoch komplexe bimanuale und unimanuale Bewegungen abverlangt, die keinen direkten Bezug zum betätigten Musikinstrument aufweisen (z.B. Geschicklichkeitsaufgaben), sind keine Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern feststellbar in den kortikalen Motorarealen aber im Kleinhirn feststellbar (Koenke, Lutz, Wüstenberg, & Jäncke, 2004a). Im Kleinhirn finden sich allerdings komplexe Aktivierungsunterschiede, die derzeit noch schwer interpretierbar sind (Koenke, Lutz, Wüstenberg, & Jäncke, 2004b).

Eine gewisse Sonderstellung nimmt die Untersuchung von Hund-Georgiadis et al. (Hund-Georgiadis & von Cramon, 1999) ein. In dieser Studie wurden Pianisten und Nichtmusiker während des Lernens einfacher Fingerbewegungen (Steigerung der Fingertapfrequenz) untersucht, während bei ihnen kortikale und subkortikale Aktivierungen mittels fMRT gemessen wurden. Alle Versuchspersonen konnten innerhalb der kurzen Trainingsphase von 35 Minuten die Bewegungsleistung der rechten Hand verbessern, wobei die professionellen Pianisten allerdings immer besser blieben, als die Nichtmusiker. Nach dem kurzen Training nahm die Aktivität im primären Motorkortex bei Pianisten zu, während gleichzeitig die Aktivität in den Prämotorarealen und im Kleinhirn abnahm. Für die Nichtmusiker ergab sich in den ersten sieben bis vierzehn Minuten des Motortrainings eine rapide Abnahme der Aktivierung in den Motorarealen. Wenn nach dem Training die untrainierte linke Hand die gelernte Bewegung auszu-

führen hatte, zeigte sich auch bei der untrainierten Hand eine Verbesserung (positiver Transfer), welche mit geringer Aktivierung des primären Motorkortex aber stärkerer Aktivierung der Prämotorareale einherging. Insofern offenbart diese Studie komplexe und differentielle Transfereffekte von einfachen Bewegungen und den damit verbundenen kortikalen und subkortikalen Aktivierungen. Auffallend ist, dass bei professionellen Pianisten das Lernen von neuen Bewegungen auf der Basis eines bereits modifizierten neuronalen Netzwerkes abläuft.

Neuerdings wird auch die transkranielle Magnetstimulation (TMS) eingesetzt, um neurophysiologische Inhibitions- und Faszilitationseffekte im Motorkortex und den interhemisphärischen Informationstransfer zu analysieren. Das Grundprinzip dieser Studien besteht darin, dass der Motorkortex mittels der TMS-Technik kurz stimuliert wird und die dadurch evozierten MEPs (evozierte Muskelpotentiale) in einem Fingermuskel registriert werden. In den Studien, die Musiker mit dieser Technik untersucht hatten, kam die so genannte paired-pulse Technik zur Anwendung. Hierbei wird kurz vor der Teststimulation ein kurzer Störreiz mittels TMS in die gleiche Region appliziert. Abhängig von der Intervalldauer zwischen Teststimulus und vorangehendem Reize kann man Hemm- oder Verstärkungseffekte für den nachfolgenden Testreiz auslösen. Mittels dieser Methodik konnten Nordstrom und Butler zeigen, dass die Hemm- und Verstärkungseffekte bei Musikern weniger gut ausgelöst werden konnten, als bei Nichtmusikern, was als Hinweise für eine veränderte Erregungsbalance im primären Motorkortex gewertet wurde (Nordstrom & Butler, 2002). Mittels eines modifizierten Designs hat die gleiche Arbeitsgruppe die interhemisphärische Kommunikation über das Corpus callosum bei Musikern untersucht (Ridding, Brouwer, & Nordstrom, 2000). Hierbei haben sie den Motorkortex einer Hemisphäre mittels TMS stimuliert und 4 bis 16 ms später den Motorkortex der anderen Hemisphäre. Bei Musikern ergab sich insgesamt eine geringe interhemisphärische Beeinflussung als bei Nichtmusikern. Die Autoren werten dies als Indikator für eine reduzierte interhemisphärische Kommunikation beider Motorareale.

### 3.3.4 Zusammenfassung

Die oben dargestellten Studien belegen das rege Interesse, die neurophysiologischen und neuroanatomischen Grundlagen exzeptioneller Musikleistung zu ergründen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass intensives Musiktraining viele musikrelevante Leistungen verbessert und dass diese Verbesserungen auch mit charakteristischen neurophysiologischen und neuroanatomischen Kennwerten einhergehen. Verbesserte Leistungen sind für die auditorische Wahrnehmung von Musikreizen, auditorischen Aufmerksamkeitsfunktionen, musikbezogenen aber auch verbalen Gedächtnisleistungen und für die motorische Kontrolle eindrücklich beschrieben worden. Alle Hirnareale, die in die Kontrolle dieser Funktionen eingebunden sind, weisen bei Musikern unterschiedliche Aktivitätsmuster sowie anatomische Besonderheiten auf. Insofern sind deutliche Anzeichen für kortikale und subkortikale Reorganisationsprozesse bei Musikern erkennbar. Im Hinblick auf mögliche Transfereffekte von musikrelevanten

Leistungen zu Leistungsbereichen, die nicht originär mit dem Musikausüben verbunden sind, liefern die Arbeiten zum Musik- bzw. Tongedächtnis bei Musikern. Die hierbei involvierten Hirnstrukturen „überschneiden“ sich mit Hirnarealen, die auch in die Kontrolle des verbalen Arbeitsgedächtnisses eingebunden sind. Möglicherweise wird deshalb auch das verbale Arbeitsgedächtnis durch Musiktraining positiv im Sinne eines positiven Transfers beeinflusst.

### **3.4 Aljoscha C. Neubauer & Andreas Fink: Kreativität aus neurowissenschaftlicher Perspektive**

Konzentrierte sich die Erforschung neurowissenschaftlicher Grundlagen menschlicher Leistungsfähigkeit bislang fast ausschließlich auf die Analyse klassisch-kognitiver Fähigkeiten, etwa der Intelligenz, so lässt sich in jüngerer Zeit vielerorts ein Ruf nach einem breiteren Begabungsbegriff ausmachen, der im Hinblick auf eine umfassende Beschreibung menschlicher Leistungsfähigkeit – neben anderen Begabungsaspekten – auch die Bedeutung von kreativen Fähigkeiten betont. Ein diesbezüglicher Bedarf ergibt sich aus ganz unterschiedlichen Bereichen unserer Gesellschaft. Nicht nur in der Arbeitswelt, in der neben kognitiven und sozialen Kernkompetenzen von MitarbeiterInnen zunehmend auch kreative Fähigkeiten (z.B. Ideenflexibilität, Innovationsfähigkeit) gefragt sind, sondern insbesondere auch in unterschiedlichen Anwendungsbereichen der Pädagogischen Psychologie (Schule und Erziehung) wird das individuelle kreative Potential zunehmend als bedeutsame Quelle interindividueller Unterschiede erkannt, einhergehend mit der Intention, das individuelle kreative Potential bestmöglich zu fördern. Doch worin besteht nun genau Kreativität?

#### **3.4.1 Definition und Erfassung von Kreativität**

Kreativität wird sehr oft als Fähigkeit definiert, etwas Neues zu produzieren. Gleichzeitig wird aber auch betont, dass ein kreatives Verhalten oder ein kreatives Produkt nicht nur bloß „neu“, sondern auch brauchbar, wertvoll und fruchtbar sein muss (Sternberg & Lubart, 1996). Guilford, der 1950 als Präsident der American Psychological Association mit seinem Vortrag zum Thema Kreativität einen sehr nachhaltigen Einfluss auf die Kreativitätsforschung ausübte, stellt in seiner Definition zur Kreativität Charakteristika der Person in den Vordergrund. Er sieht eine kreative Persönlichkeit unter anderem durch folgende Merkmale charakterisiert: (1) Kreative Personen neigen zu einer höheren Sensitivität gegenüber Problemstellungen (Problemsensitivität), d.h. während Kreative in bestimmten Situationen einen erklärungs- oder änderungsbedürftigen Sachverhalt vermuten, sehen weniger Kreative keinen unmittelbaren „Handlungsbedarf“. (2) Kreatives Talent, so Guilford, kann auch durch eine höhere Produktivität oder (Ideen-)Flüssigkeit charakterisiert werden. (3) Eine kreative Person ist zudem auch dadurch charakterisiert, dass sie neue Ideen (Neuigkeit) hervorbringt, üblicherweise erfasst über die Häufigkeit mit der ungewöhnliche (allerdings prinzipiell akzeptable) Antworten abgegeben werden. Auch (4) Flexibilität bzw. umgekehrt das Ausmaß, in dem jemand in perseverativen, engstirnigen Denkkategorien oder -mustern verharret (Rigidität) sowie (5) Originalität (Seltenheit, von herkömmlichen Denkschemata abweichende Denkprodukte) sind entscheidend.

Ausgehend von Guilfords Kreativitätskonzeption wurden zahlreiche Versuche unternommen, Kreativität mittels Tests zur Erfassung divergenter Denkprozesse zu messen. Die Abgrenzung zu traditionellen Intelligenztests sollte hierbei über die von Guilford vorgeschlagene Abgrenzung konvergenter von divergenten Denkprozessen vollzogen werden: Während bei konvergenten

Aufgabenstellungen, etwa dem schlussfolgernden Denken (z.B. Fortsetzen von Zahlenreihen: 2 4 6 ?) die einzig richtige Lösung erkannt werden muss, so sind beispielsweise im Alternativen Verwendungstest – dem vermutlich am häufigsten verwendeten Test zur Erfassung divergenter (kreativer) Denkprozesse – möglichst viele und vor allem originelle Verwendungsarten für einen herkömmlichen Alltagsgegenstand (z.B. Ziegel, Bleistift, Schnur oder Konservendose) zu nennen. Typische Items in Kreativitätstests sind zudem auch utopische, ungewöhnliche oder erklärungsbedürftige Situationen oder Sachverhalte, zu denen mögliche Erklärungen, Ursachen oder Konsequenzen genannt werden müssen (z.B. „Was würde alles passieren wenn plötzlich eine Eiszeit hereinbrechen würde“; siehe dazu Verbaler Kreativitätstest VKT; Schoppe, 1975). Auch figural-bildhafte Testaufgaben, in denen unvollständige Zeichen, Figuren oder Symbole fortgesetzt oder ergänzt werden müssen, zählen zum fixen Bestandteil gebräuchlicher Inventare zur Erfassung von Kreativität (vgl. Torrance Tests of Creative Thinking TTCT; Torrance, 1966; Aufgaben zum Einfallsreichtum aus dem Berliner-Intelligenzstrukturtest BIS von Jäger et al., 1997). Neben der Ideenflüssigkeit oder „Produktivität“ (d.h. Anzahl der produzierten Ideen), sind in gebräuchlichen Kreativitätstestverfahren vor allem die Ideenvielfalt oder Flexibilität (d.h. Anzahl der unterschiedlichen Kategorien von Ideen) sowie im Besonderen auch die Ungewöhnlichkeit, Einzigartigkeit oder Originalität der genannten Antworten ausschlaggebend.

Dass kreatives Verhalten in unterschiedlichen Stufen oder Phasen stattfindet, wird in prozessorientierten Zugängen zur Kreativität betont. Copley und Urban (2002) etwa unterscheiden in ihrem „Phasenmodell zur Kreativität“ sieben Phasen des kreativen Prozesses. In einer Vorbereitungsphase werden zunächst Problem- bzw. Fragestellungen identifiziert (Phase 1), gleichzeitig mögliche Ziele definiert (im Sinne des konvergenten Denkens); die anschließende „Informationsphase“ (2) steht ganz im Zeichen der (problemzentrierten) Informationsbeschaffung (Wahrnehmung, Lernen, Erinnern, konvergentes Denken). In der Phase der „Inkubation“ (3) werden divergente Denkprozesse wirksam, Assoziationen werden geknüpft sowie Netzwerke aufgebaut bis schließlich in der „Illumination“ oder „Erleuchtung“ (Phase 4) ein (vorläufig) Erfolg versprechender Lösungsansatz gefunden wird. Dieses vorläufige kreative Produkt wird in der Phase der Verifikation (5) im Hinblick auf dessen Relevanz sowie Effektivität geprüft, wobei (6) hier auch die Beteiligung kommunikativer Elemente („Kommunikation“, z.B. Erhalten von Feedback) angenommen wird. In einer abschließenden Phase der Validierung (7) wird schließlich die Relevanz sowie die Effektivität des kreativen Produktes bewertet.

### **3.4.2 Kreativität aus der Sicht der Neurowissenschaften**

#### **Die „low arousal“-Hypothese**

Neurowissenschaftliche Ansätze in der Kreativitätsforschung verfolgen in erster Linie das Ziel, die Funktions- oder Arbeitsweise des Gehirns während kreativer Denkprozesse zu analysieren. Der rasante technologische Fortschritt in der (Weiter-) Entwicklung unterschiedlicher neurowissenschaftlicher Analyse-

verfahren führte zu einer in diesem Umfang noch nie da gewesenen Auseinandersetzung mit diesem Thema: Von der Analyse unterschiedlicher Parameter im EEG, etwa der Hemisphärenasymmetrie (Martindale et al., 1984), der dimensional Komplexität (Mölle et al., 1999), dem Ausmaß der kortikalen Aktivierung (Fink & Neubauer, 2005a) oder der Kohärenz von EEG Signalen (Razoumnikova, 2000; Jausovec, 2000), über die Messung der regionalen Hirndurchblutung mittels Positronen Emissionstomografie (PET; siehe z.B. Bechtereva et al., 2004), bis hin zur Analyse von Funktionszuständen des „kreativen Gehirns“ mittels funktionaler Magnetresonanztomografie (fMRT; Jung-Beeman et al., 2004), reicht hier das Spektrum.

Auch wenn sich in jüngerer Zeit vielerorts ein verstärktes Interesse an der Erforschung neurowissenschaftlicher Grundlagen der Kreativität beobachten lässt, so liegen auf der anderen Seite kaum theoretische Modelle vor, die es erlauben, den kreativen Denkprozess umfassend zu beschreiben und zu erklären. Kris (1952) legte mit seiner Theorie primärer vs. sekundärer Bewusstseinszustände eine wichtige Basis für die neurowissenschaftlich orientierte Kreativitätsforschung. Nach Kris sollten Kreative im Vergleich zu weniger Kreativen besser in der Lage sein, zwischen primären (frei-assoziativen, traumähnlichen) und sekundären (abstrakten, logischen, kognitiven) Bewusstseinszuständen zu wechseln, während weniger kreative Personen der Theorie zufolge eher in sekundären Bewusstseinszuständen verharren sollen. Im Einklang mit Kris' Theorie berichten Kreative über mehr Phantasieaktivitäten, haben ein besseres Erinnerungsvermögen an Träume, sind leichter hypnotisierbar, darüber hinaus wird die gelegentlich in der Literatur berichtete Beziehung zwischen psychopathologischer Persönlichkeitsstruktur und Kreativität als Beleg für Kris' Theorie interpretiert (siehe dazu Martindale, 1999).

Mendelsohn (1976) sieht in der Defokussierung der Aufmerksamkeit eine wesentliche Grundlage der Kreativität. Demnach sollen sich Kreative durch eine defokussierte (oder breite) Aufmerksamkeitsausrichtung auszeichnen, während bei weniger Kreativen Personen eher eine fokussierte Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Ereignisse/Stimuli vorherrschend sein soll. In ähnlicher Weise geht Mednick (1962) davon aus, dass interindividuelle Unterschiede in der Hierarchie von Assoziationen eine wesentliche Grundlage kreativen Verhaltens seien. Weniger kreative Personen sollen demnach durch starre Assoziationshierarchien (Assoziationen zu nahe liegenden Bereichen), kreative Personen hingegen durch flache Assoziationshierarchien (Assoziationen zu weiter entfernten Bereichen) gekennzeichnet sein.

Die genannten Theorien zur Kreativität wurden in weiterer Folge durch die Beiträge von Colin Martindale (1999) einer Synthese zugeführt. In seiner so genannten Low arousal-Hypothese hat er Kris' Annahmen primärer/sekundärer Bewusstseinszustände, Mendelsohns Vorstellung über defokussierte Aufmerksamkeitsprozesse sowie Mednicks Ansatz bezüglich individueller Unterschiede in der Hierarchie von Assoziationen integriert und daraus eine Theorie gestaltet, aus der auch spezifische neurowissenschaftliche Hypothesen abgeleitet werden können. Unter Berücksichtigung dieser Ansätze soll bei frei-assoziativen, divergenten Problemstellungen, bei denen möglichst vielfältige oder ungewöhnliche

(also im weitesten Sinne kreative) Lösungen gefunden werden müssen, eine schwache, aber gleichmäßige (d.h. nicht fokussierte) Aktivität mehrerer Areale des Kortex (daher low arousal) dazu beitragen, weit auseinander liegende Elemente zu verknüpfen.

Obleich sich Colin Martindale mit dieser Hypothese um die Integration früherer Ansätze sehr verdient gemacht hat, muss kritisch bemerkt werden, dass bislang nur wenige empirische Überprüfungen ihrer Gültigkeit berichtet wurden. Martindale selbst (Martindale & Hines, 1975) berichtet von EEG Studien, in denen er die EEG Alpha-Aktivität während der Bearbeitung von Intelligenz- und Kreativitätstestaufgaben analysierte. Dabei konnte er zeigen, dass sich hoch Kreative gegenüber weniger kreativen Personen insbesondere während der Bearbeitung von Kreativitätstestaufgaben durch eine vergleichsweise geringe kortikale Aktivierung bzw. ein geringeres kortikales Arousal auszeichnen. In einer späteren Studie (Martindale & Hasenpus, 1978) beobachtete er ein vergleichbares Ergebnismuster während kreativer Inspiration (während dem Ausdenken einer Geschichte), allerdings nicht während dem Aufschreiben der Geschichte (der sog. Elaborationsphase). Interessanterweise waren Aktivierungsunterschiede zwischen Kreativen und weniger kreativen Personen noch deutlicher ausgeprägt, wenn die Probanden zu möglichst originellem Verhalten instruiert wurden. Ähnliche Befunde wurden auch von Jung-Beeman und Mitarbeitern (2004) vorgestellt. Die Autoren konnten zeigen, dass „Insight-Lösungen“ (Lösungen mit Einsicht), die charakteristischerweise mit einem einzigartigen, subjektiven „HEUREKA!“- oder „AHA“-Erlebnis einhergehen, über rechtshemisphärisch posterior-parietalen Kortexarealen mit mehr Alpha Power (oder einem geringeren kortikalen Arousal) assoziiert waren als „Non-Insight-Lösungen“ (kein „AHA“-Erlebnis).

In einer empirischen Untersuchung aus unserem Labor (Fink & Neubauer, 2005a) zeigte sich, dass kreative Denkprozesse mit mehr EEG Alpha Power (im Vergleich zu einer Ruhebedingung) einhergehen. Die Aufgabe der Probanden bestand hierbei darin, sich möglichst ungewöhnliche und originelle Konsequenzen oder Folgen zu bestimmten vorgegebenen Situationen (z.B. „Angenommen, es würde eine Kletterpflanze geben, die bis in den Himmel reicht. Was würde Sie am Ende dieser Pflanze erwarten?“) auszudenken. Im Einklang mit den oben vorgestellten empirischen Befunden, waren auch in dieser Studie kreative Denkprozesse mit mehr EEG Alpha Power assoziiert (im Vergleich zu einer Ruhe- oder Referenzbedingung), im Besonderen über anterioren (frontalen) Kortexarealen (Zustand der „Hypofrontalität“). Zum anderen waren originellere im Vergleich zu weniger originellen Ideen – analog zu Jung-Beeman et al. (2004) – mit geringfügig stärkeren Alpha Power Zunahmen (im Vergleich zur Ruhebedingung) über posterior-parietalen Kortexarealen assoziiert.

### **Neurophysiologische Vergleiche konvergenten vs. divergenten Denkens**

Wertvolle Beiträge zur Erforschung neurowissenschaftlicher Grundlagen der Kreativität liefern auch Studien, in denen qualitative Unterschiede zwischen konvergentem und divergentem Denken analysiert werden. Konvergentes Denken, bei dem die einzig richtige Lösung auf eine vorgegebene Problemstellung ge-

funden werden muss (und welches somit eher Intelligenztestaufgabencharakter hat) unterscheidet sich vom divergenten Denken insofern, als bei letzterem möglichst unterschiedliche/vielfältige Lösungen oder Antworten ausschlaggebend sind. Neurowissenschaftliche Studien, in denen diese beiden Denkprozesse gegenübergestellt wurden, zeigen übereinstimmend, dass divergentes Denken (im Vergleich zu konvergentem Denken) mit einer stärkeren intra- und interhemisphärischen Kohärenz von EEG Signalen (Razoumnikova, 2000; Petsche, 1996) sowie mit einer höheren dimensional Komplexität im EEG (Möller, 1999) assoziiert ist, was – so die Autoren – möglicherweise auf eine stärkere gleichzeitige Involvierung unterschiedlicher Hirnareale bei divergentem Denken hinweisen dürfte.

### **Gehirntopografie und Kreativität**

Die Suche nach neurowissenschaftlichen Korrelaten der Kreativität wird schließlich durch Studien bereichert, die neben dem generellen Ausmaß der kortikalen Aktivierung (bzw. des kortikalen Arousal) gezielt die topografische Verteilung der Aktivierung während kreativer Denkprozesse (z.B. Untersuchungen zur Hemisphärenasymmetrie) in den Vordergrund stellen. Derartige Studien stützen sich auf empirische Evidenz, die eine Differenzierung des Kortex in funktional unterschiedliche Bereiche nahe legen (Hutsler & Galuske, 2003). So wird etwa der linken Hemisphäre des menschlichen Gehirns eine besondere Bedeutung für Sprachverarbeitung und -produktion beigemessen. Zudem sollten Informationen in der linken Hemisphäre eher abstrakt und analytisch verarbeitet werden, während in der rechten Hemisphäre eher eine symbolische, ganzheitliche Informationsverarbeitung erfolgt. Auch die Verarbeitung visuell-räumlicher Aufgaben, sowie die Verarbeitung von musikalischer (Petsche, 1996) oder bildhafter Information (Bhattacharya & Petsche, 2005) ist mit einer stärkeren Beteiligung der rechten Hemisphäre verbunden.

Einschlägige empirische Befunde resultieren hier überwiegend aus Studien, in denen eine Aktivierung der rechten Hemisphäre induziert wird, etwa bei einer Stimulusdarbietung im linken visuellen Halbfeld, die zu einer Aktivierung der kontralateralen rechten Hemisphäre führt. Werden Stimuli im linken visuellen Halbfeld dargeboten, werden mehr unübliche, ungewöhnliche Wortassoziationen produziert (siehe dazu Martindale, 1999). Bei ähnlicher Versuchsanordnung wurde auch bei „Insight-Lösungen“ (s.o.) ein Vorteil der rechten Hemisphäre berichtet (Bowden & Jung-Beeman, 1998, 2003). Weitere Studien weisen auf die besondere Bedeutung der rechten Hemisphäre beim kreativen Erfinden von Geschichten (Howard-Jones et al., 2005) oder bei divergenter, semantischer Informationsverarbeitung beim Erkennen von Wörtern (Faust & Lavidor, 2003) hin. Demnach scheint die rechte Hemisphäre eher für eine „grob semantische Kodierung“ von (linguistischen) Stimuli zuständig zu sein (im Sinne einer diffusen Aktivierung von alternativen oder weiter auseinander liegenden Wortbedeutungen), während die „fein semantische Kodierung“ von Stimuli (z.B. Fokussierung der Aktivierung auf eine bestimmte Interpretation/Bedeutung eines Wortes) eher der linken Hemisphäre zugeschrieben wird (Bowden & Jung-Beeman, 2003; Bowden et al., 2005; Jung-Beeman, 2005).

### **3.4.3 Integration der empirischen Befunde**

Wie hier gezeigt wurde, dürfte – im Sinne von Martindale – eine gleichmäßige, eher geringe Aktivierung unterschiedlicher Areale des Kortex der kreativen Inspiration förderlich sein (low arousal Hypothese). Darüber hinaus weisen neurowissenschaftliche Studien auch auf eine höhere funktionale Konnektivität unterschiedliche Kortexareale bei divergentem (im weitesten Sinne also kreativem) im Vergleich zu konvergentem Denken hin. Aktivierungsmuster während der Bearbeitung von Kreativitätsaufgaben scheinen sich demzufolge von Aktivierungsmustern während der Bearbeitung klassisch-kognitiver Aufgaben insofern grundlegend zu unterscheiden, als bei ersteren eine gleichzeitige Aktivierung mehrerer neuronaler Netzwerke bzw. von Populationen von Neuronen beobachtet werden kann, während bei letzteren in der Regel eine Fokussierung der Aktivierung auf aufgabenrelevante Areale (auch als Neurale Effizienz bezeichnet; Neubauer et al., 2005) resultiert.

Darüber hinaus weisen neurowissenschaftliche Studien zur Kreativität auch in konsistenter Weise auf die Bedeutung posterior-parietaler (lexikalisch-semantischer) Hirnregionen hin (Bechtereva et al., 2004; Fink & Neubauer, 2005a; Jung-Beeman et al., 2004; Razoumnikova, 2000). Aus Befunden zur Hemisphärenasymmetrie kann festgehalten werden, dass die symbolisch-bildhafte rechte Hemisphäre, die im Sinne von Kris eher in Primärprozess-Manier arbeitet, eine besondere Stellung im Zusammenhang mit Kreativität einnimmt – im Gegensatz zur abstrakt-begrifflichen, logisch-analytischen Arbeitsweise der linken Hemisphäre, die eher mit Sekundärprozessen in Verbindung gebracht wird (siehe z.B. Bowden & Jung-Beeman, 1998; Faust & Lavidor, 2003; Howard-Jones et al., 2005; Jung-Beeman et al., 2004).

Schließlich dürften bei kreativen Denkprozessen auch frontale Kortexareale eine besondere Rolle spielen. Hier scheint das Ausmaß der Aktivierung frontaler Kortexareale gleichsam zwischen klassisch-kognitiver und kreativer Aufgabenbearbeitung zu diskriminieren: Während bei ersteren üblicherweise eine starke Aktivierung des Frontalkortex beobachtet werden kann (Duncan et al., 2000; Rypma et al., 2000; Neubauer et al., 2005), ist für letztere eher ein Zustand temporärer „Hypofrontalität“ – ein kurz- oder auch mittelfristiges Unterdrücken analytischer, metakognitiver Frontalhirnfunktionen kennzeichnend. Derartige Zustände können – ganz im Sinne des von Csikszentmihalyi (1996) postulierten Zustands des „Flow“ – durch eine intrinsische Mühelosigkeit charakterisiert sein (siehe auch Dietrich, 2004a und 2004b).

Diese Übersicht abschließend muss bemerkt werden, dass sich neurowissenschaftliche Kreativitätsforschung bislang im Sinne eines empirischen bzw. teils experimentellen Zugangs fast ausschließlich mit Charakteristika kreativer Gehirnzustände (im Sinne eines „states“), im Gegensatz zu traits, also überdauernden Charakteristika nachweislich (hoch-)kreativer Personen beschäftigt hat. Dies widerspiegelt die in der Kreativitätsforschung zumeist implizit getroffene Annahme, dass kreatives Denken weniger ein überdauerndes Merkmal von Menschen, sondern eher eine transiente Phase menschlichen Verhaltens darstellt, die möglicherweise auch durch entsprechende Interventionen zum Zwecke der Kreativitätsförderung hergestellt werden könnte. Auf Grundlage der hierzu re-

ferierten Befunde eröffnet sich möglicherweise ein Potential für die Entwicklung zukünftiger Kreativitäts- oder auch innovationsförderlicher Techniken bzw. Interventionsmaßnahmen.

Eine Frage bleibt allerdings offen: Was zeichnet die Gehirne von Menschen aus, die nachweislich besonders bedeutsame Beiträge zur kulturellen Entwicklung der Menschheit, sei es in Kunst, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik oder anderen Bereichen geliefert haben. Als Beispiel sei hier die neuroanatomische Analyse von Einsteins Gehirn genannt, dessen herausragende kognitive und kreative Leistungen mit besonderen Eigenschaften in der anatomischen Struktur seines Parietallappens in Verbindung gebracht werden (Witelson et al., 1999). Obgleich derartige Studien naturgemäß äußerst rar sein müssen, erscheint vor dem Hintergrund des enormen Wissensschatzes, den die Neurowissenschaften in den vergangenen 20 Jahren akkumuliert haben, eine Verbindung zur historiommetrischen Kreativitätsforschung (vgl. Simonton, 1999) als Perspektive für zukünftige Ansätze der Kreativitätsforschung besonders reizvoll. Obgleich eine größer angelegte post mortem Analyse von Gehirnen eminenten Personen nahe liegender Weise mangels Verfügbarkeit von „konservierten Gehirnen“ wohl nur in Einzelfällen möglich erscheint, könnten hier dennoch zwei sehr reizvolle neue Zukunftsfelder der Kreativitätsforschung an der Schnittstelle von Psychologie und Neurowissenschaften angedacht werden:

- a) Die Integration von Befunden zur Gehirnentwicklung einerseits mit dem Abgleich des biografischen Verlaufs kreativer Karrieren andererseits. So wurden gerade in den vergangenen Jahren bedeutsame Erkenntnisse darüber gewonnen, welche Gehirnareale sich in welchem Altersbereich entwickeln (z.B. hinsichtlich Wachstum und Rückbildung synaptischer Verbindungen, der Frage nach der Bildung neuer Nervenzellen nach der Geburt, der so genannten Myelinisierung, d.h. „Ummantelung“ von Nervenbahnen, sowie generell bezüglich jüngster Befunde zur „Plastizität“ des zentralen Nervensystems wie z.B. der Nachweis der Vergrößerung des rechtshemisphärischen posterioren Hippocampus durch jahrelange Anforderung räumlichen Navigierens bei Londoner Taxifahrern (Maguire et al., 2000). Wann haben eminente Persönlichkeiten welche Lernprozesse erfahren, welche „life-events“ haben sie erlebt, etc. und wie könnte sich das auf ihre Gehirnentwicklung ausgewirkt haben? Aus einer derartigen „Neuro-Historiometrie der Kreativität“ könnten möglicherweise wertvolle Hinweise abgeleitet werden für die Förderung kreativen Potentials zukünftiger „eminent personalities“.
- b) Die Untersuchung von Gehirnen lebender eminenten Persönlichkeiten aus Kunst und Wissenschaft mit noninvasiven bildgebenden Verfahren unter Einbeziehung des gesamten verfügbaren Wissens aus der Kreativitätsforschung: Was zeichnet die Gehirne eminenten Personen sowohl in neuroanatomischer als auch in funktioneller Hinsicht (dynamische Muster der Gehirnaktivierung) aus? Inwieweit stehen derartige Ergebnisse im Einklang mit den oben referierten Befunden zum kreativen Denken einerseits und mit Befunden zur Persönlichkeit kreativer Personen und deren mutmaßli-

cher neurophysiologischer Grundlagen (z.B. zur Extraversion, vgl. Fink & Neubauer, 2005b; oder zu Psychotizismus, vgl. Abraham et al., 2005).

Eine Erweiterung der Kreativitätsforschung auf diese beiden Bereiche könnte langfristig zu einem besseren Verständnis beitragen, warum und unter welchen Bedingungen manche Menschen herausragende Beiträge zur Entwicklung der Menschheit geliefert haben und liefern. Dies offeriert einerseits mögliche neue diagnostische Zugänge zur frühen Erkennung derartiger Potentiale (um diese angemessen fördern zu können) und andererseits könnte auch die Förderung „alltäglicher Kreativität“ von derartigen Erkenntnissen profitieren.

### **3.5 Gudrun Schwarzer: Parallelen musikalischer und visueller Informations- verarbeitung im Kindesalter**

#### **3.5.1 Entwicklung der Informationsverarbeitung**

Kinder wie auch Erwachsene sind mit einer enormen Vielfalt an Umweltreizen konfrontiert. Diese werden jedoch nicht unselektiert vom Individuum aufgenommen, sondern es erfolgt – meist implizit – eine Auswahl spezifischer Umwelteigenschaften, die enkodiert, intern verarbeitet und schließlich zur Regulation unserer Handlungen eingesetzt werden. Nur derartige Umweltreize, die letztlich auf diese Weise für das Individuum funktional werden, werden in der Regel als Information bezeichnet. Kandidaten für solche Informationen sind bei der Wahrnehmung von Musik die Tonhöhe, die melodische Kontur, die Intervalle und die Tonalität sowie der Rhythmus und das Metrum. Im Visuellen werden durch die Farbe, Form, Größe oder Textur einer Abbildung oder eines Objekts entsprechende Informationen geliefert.

Betrachtet man nun, wie sich die Verarbeitung solcher Informationen beim Musikhören entwickelt, so verdeutlicht die Zusammenschau aktueller Forschungsergebnisse, dass Kinder in den ersten Lebensmonaten ausgesprochen kompetente Musikhörer sind. So fallen ihnen schon geringfügige Änderungen einer Tonsequenz bei beibehaltener Kontur auf (Saffran et al., 2001). Später hingegen verliert sich diese frühe Sensitivität und es werden zunächst musikalische Informationen über die melodische Kontur und den Rhythmus verarbeitet. Erst mit zunehmendem Alter werden dann die genauen Intervalle, die Tonalität und ein zugrunde liegendes Metrum mit in die Verarbeitung einbezogen (Dowling, 1999; Schwarzer, 2000a; Senoi Ilari, 2002; Trehub, 2005).

Im Visuellen startet die Verarbeitung bedingt durch die Unreife des Auges zunächst leicht verzögert. Mit Beginn des zweiten Lebensjahres kann jedoch davon ausgegangen werden, dass für Kinder ein ähnlicher Zugang wie für Erwachsene zu sämtlichen visuellen Informationen besteht und dass diese potenziell in die visuelle Verarbeitung einfließen können (Überblick bei Schwarzer, 2005).

Insgesamt kann festgehalten werden, dass bereits in früher Kindheit die einzelnen zentralen Informationen des Musikalischen und Visuellen verarbeitet werden können, womit die Voraussetzung gegeben ist, die hohe Komplexität der visuellen und auditiven Welt grundsätzlich zu verarbeiten. Wie Kinder jedoch die gegebene Fülle an Informationen in ihrer Verarbeitung koordinieren, ist schon seit Jahrzehnten Gegenstand entwicklungs-psychologischer Forschung.

#### **3.5.2 Entwicklung holistischer und analytischer Verarbeitungsprozesse**

In der Entwicklungspsychologie ist man zunächst lange Zeit davon ausgegangen, dass Kinder bis zum Einschulungsalter die Komplexität der sie umgebenden Umwelt unanalysiert und als diffuses Ganzes aufnehmen würden. Dieses wurde als so genannte ganzheitliche oder holistische Wahrnehmung und Verar-

beitung bezeichnet. Bereits in der Ganzheitspsychologie der Leipziger Schule sprach man vom ontogenetischen Primat der ganzheitlichen Wahrnehmung (z.B. Werner, 1926). Hier wurde bis zum Schulalter die kindliche Wahrnehmung als vorwiegend undifferenziert aufgefasst. In diesem Zusammenhang bedeutete Wahrnehmungsentwicklung die zunehmende Fähigkeit, „mehrheitliche Ganze zu zergliedern, bestimmte Einzelheiten aus ihrem Verband isolierend herauszulösen“ (Sander, 1933, zitiert nach Sander & Volkelt, 1962).

Dass die Annahme einer hauptsächlich holistischen Wahrnehmung von Kindern (im Vorschul- und Einschulungsalter) auch heute noch diskutiert wird, ist größtenteils auf die so genannte Separabilitätshypothese der Wahrnehmungsentwicklung zurückzuführen (Shepp & Swartz, 1976; Smith & Kemler, 1977). Diese wurde ausgehend von der in der allgemeinen Wahrnehmungspsychologie vorgenommenen Unterscheidung in integrale und separable Reizstrukturen formuliert. Integrale Reizstrukturen sind demnach dadurch charakterisiert, dass ihre Komponenten psychologisch nicht oder nur schwer isoliert werden können. Ein Vergleich zwischen solchen Stimuli orientiert sich an Regeln der Gesamthähnlichkeit und nicht an einem Vergleich entlang einzelner Dimensionen. Typische Beispiele für integrale Reize sind Farben mit ihren integralen Dimensionen Farbton, Helligkeit und Sättigung oder Töne mit den integralen Dimensionen Tonhöhe und Lautstärke (Grau & Kemler Nelson, 1988). Separable Reizstrukturen sind demgegenüber durch die Unabhängigkeit ihrer Dimensionen gekennzeichnet und werden anhand von Vergleichen einzelner Dimensionen verarbeitet. Ein bekanntes Beispiel einer separablen Reizstruktur stellt die Kombination der Dimensionen aus Farbe und Form dar (z.B. Attneave, 1950; Lockhead, 1972; Shepard, 1964).

Bezogen auf die Art der Reizstruktur (integral oder separabel) postuliert nun die Separabilitätshypothese unterschiedliche Entwicklungsverläufe: Von Kindern bis zum Einschulungsalter würden zunächst sämtliche mehrdimensionale Reize holistisch wahrgenommen. Bei der Wahrnehmung separabler oder leicht analysierbarer Reize ginge mit zunehmendem Alter die holistische Wahrnehmung in eine analytische über. Integrale oder schwer analysierbare Reize würden dagegen in jedem Alter, also auch von Erwachsenen, holistisch wahrgenommen. Diese Annahme hat auch deshalb große Beachtung gefunden, weil man zeitweise meinte, die Einführung „ganzheitlicher“ Lehrmethoden im Schulunterricht (z.B. in den Fächern Mathematik, Lesen und Schreiben) auf solchen Grundlagenergebnissen aus der Entwicklungspsychologie aufbauen zu können.

Derartige Überlegungen zur Wahrnehmungs- und -verarbeitungsentwicklung stehen in engem Zusammenhang mit der wohl bekanntesten Theorie der Wahrnehmungsentwicklung von Eleanor Gibson (1969). Denn auch sie geht davon aus, dass das Entwicklungsziel darin besteht, aus einem Reiz einzelne Informationen zu extrahieren. Diese Informationsextraktion kommt nach Gibson durch Exploration und Entdecken oder Erkennen überdauernder grundlegender Eigenschaften von Objekten oder Ereignissen zustande. Durch fortschreitende Analyse werden also im Laufe der Entwicklung die dem Reiz zugrunde liegenden Strukturen wahrgenommen.

Inzwischen wurde die allgemeine Auffassung, dass sich die Wahrnehmungsentwicklung von einer holistischen Verarbeitung in Richtung einer zunehmenden analytischen Verarbeitung vollzieht, jedoch vielfach kritisiert. Die Kritik setzte allerdings nicht daran an, dass die Entwicklung in Richtung einer zunehmenden Analyse verläuft, sondern daran, dass jüngere Kinder bis zum Schulalter ihre Umwelt holistisch wahrnehmen und verarbeiten würden. Diese Kritik machte sich vor allem an methodischen Unzulänglichkeiten der Diagnose einer holistischen Verarbeitung im Vorschul- und Einschulungsalter fest. So konnte nämlich die angeblich holistische Verarbeitung der Kinder durch ein fehlendes Beachten individueller Unterschiede erklärt werden. Wurden individuelle Befunde im Kontext der üblichen Aufgabenstellungen berücksichtigt, so ergab sich, dass auch schon Kinder im Einschulungsalter eine ausgeprägte Tendenz zeigten, sich auf einzelne Dimensionen eines visuellen mehrdimensionalen Stimulus zu beziehen (Thompson, 1994; Wilkening & Lange, 1989). Insgesamt betonen neuere Befunde also, im Gegensatz zu den Arbeiten der Separabilitätshypothese, dass bei Kindern im Einschulungsalter wie auch bei Erwachsenen eine analytische Informationsverarbeitung dominiert.

Charakteristikum dieser Arbeiten aber ist, dass bei dem Schluss einer nahezu altersunabhängigen analytischen visuellen Wahrnehmung die Natur des eigentlichen Untersuchungsgegenstandes aus dem Auge verloren wurde. In den Studien wurden nämlich vor allem artifizielle und stark geometrisierte visuelle Abbildungen wie Kreise oder Quadrate als Stimuli verwendet, die vorwiegend nur an zwei Merkmalen wie Größe und Farbton oder Farbton und Helligkeit variiert wurden. Genauso ging es im musikalischen Bereich vor allem um die Verarbeitungsformen bei der Wahrnehmung weniger Töne oder Akkorde. Wichtiges Anliegen weiterer Forschungsarbeiten war deshalb zu prüfen, ob die Dominanz des Analytischen auch weiterhin besteht, wenn im Visuellen und Musikalischen hochkomplexe Stimuli verarbeitet werden. Im visuellen Bereich wurde dies über die Wahrnehmung von Gesichtern als einem sehr komplexen Stimulus mit großer ökologischer Relevanz, und im musikalischen Bereich über die Wahrnehmung von Melodien, einem ebenfalls komplexen und zudem hochgestalthaften Stimulus, untersucht.

### **3.5.3 Entwicklung analytischer und holistischer Prozesse bei der Verarbeitung von Gesichtern**

In einer Serie von Experimenten (Schwarzer, 2000b, 2002a) wurde unter Verwendung einer Kategorisierungsaufgabe die analytische und holistische Verarbeitung von Gesichtern bei Kindern zwischen drei und zehn Jahren sowie bei Erwachsenen untersucht. Im Wesentlichen ging es bei dieser Aufgabenstellung darum, im Kontext einer Kategorisierung festzustellen, ob Gesichter analytisch, durch Fokussierung auf einzelne Gesichtsmerkmale, oder holistisch, orientiert an der Gesamtähnlichkeit verarbeitet werden. Als Definition von analytischer Wahrnehmung galt also die Fokussierung auf ein einzelnes Gesichtsmerkmal und als Definition von holistischer Wahrnehmung wurde die Orientierung an der Gesamtähnlichkeit der Gesichter festgelegt. Die Durchführung sah generell so aus, dass Kinder und Erwachsene Gesichter, die sich in den Merkmalen Au-

gen, Nase, Mund und Kopfform voneinander unterschieden, Kategorien zuzuordnen sollten, die beispielsweise durch die Abbildung 6 zu entnehmenden Prototypen repräsentiert waren. Durch die Auswertung der Kategorisierungen konnte im Nachhinein für jeden Versuchsteilnehmer festgestellt werden, ob er oder sie die Gesichter analytisch, durch Fokussierung auf ein Einzelmerkmal, oder holistisch, orientiert an der Gesamtähnlichkeit, kategorisiert hatte.



Abbildung 6: Beispiele für Prototypen aus den Studien von Schwarzer et. al (2005)

In der Zusammenschau aufeinander aufbauender Studien (Schwarzer, 2000b, 2002a; Schwarzer, Huber & Dümmler, 2005) ergab sich folgender Entwicklungsverlauf, der in Abbildung 2 dargestellt ist.

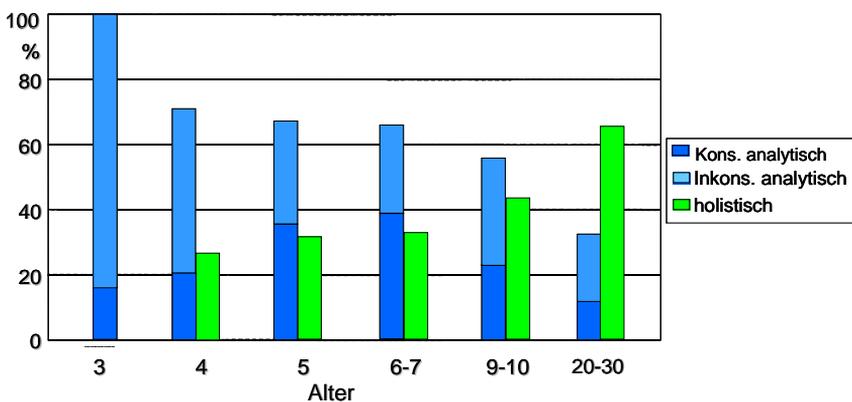


Abbildung 7: Zusammenführung der Ergebnisse über den Prozentsatz analytischer und holistischer Verarbeitung von Gesichtern in verschiedenen Altersgruppen (Schwarzer, 2000b, 2002a; Schwarzer, Huber & Dümmler, 2005)

Wie Abbildung 7 veranschaulicht, dominierte im Kindesalter eindeutig die analytische Verarbeitung von Gesichtern, wobei hier die meisten Kinder inkonsistent analytisch vorgehen. Damit ist gemeint, dass sie zwar einzelne Merkmale aus dem Gesicht analysierten, dass sie diese aber im Laufe der Durchgänge wechselten. Konsistent analytisch verarbeitende Kinder nutzten hingegen durchgängig das gleiche Merkmal für ihre Analyse. Die Ergebnisse legen somit

dar, dass auch bei hochkomplexem visuellem Material schon junge Kinder analytisch verarbeiten. Sie zeigen aber darüber hinaus, dass diese Verarbeitungsform nicht altersinvariant auftritt, sondern dass sich mit zunehmendem Alter die holistische Verarbeitung aufbaut. Anders als bei den Vorläuferstudien, in denen einfache visuelle Stimuli verwendet wurden, lässt sich also bei komplexem Stimulusmaterial, wie dem menschlichen Gesicht, ein Entwicklungsverlauf vom Analytischen zum Holistischen beobachten. Ein solcher Verlauf scheint nicht nur spezifisch zu sein für die Verarbeitung von Gesichtern, sondern auch auf die Verarbeitung anderer bekannter Objektklassen zu übertragen zu sein. So konnte in Studien zur Kategorisierung von Vögeln und Flugzeugen oder Fahrrädern und Motorrädern ein vergleichbarer Verlauf festgestellt werden, (Golly, Blender & Schwarzer, 2000; Schwarzer & Korell, 1999).

Insgesamt kann also festgehalten werden, dass sich die Dominanz der analytischen Verarbeitung – ganz im Gegensatz zu den Annahmen der Separabilitätshypothese – nicht nur bei hochkomplexem Stimulusmaterial bestätigen lässt, sondern dass sie sich bei bekannten Stimulusklassen mit zunehmendem Alter zu einer holistischen Verarbeitung hin verändert. Weiterführende Arbeiten konnten aufklären, dass diese holistische Verarbeitung, die auf die analytische folgt, als eine nahezu automatische, nicht additive Integration der einzelnen Stimuluskomponenten angesehen werden kann (Schwarzer & Massaro, 2001).

#### 3.5.4 Entwicklung holistischer und analytischer Prozesse bei der Verarbeitung von Melodien

Um zu prüfen, inwieweit die kindliche Analyse auch bei der Verarbeitung komplexer auditiver Stimuli stattfindet, wurde – analog zu den Studien zur Verarbeitung von Gesichtern – untersucht, wie Kinder Melodien verarbeiten. Melodien wurden deshalb als Untersuchungsgegenstand eingesetzt, weil sie ebenfalls ein hohes Ausmaß an Komplexität besitzen. Für den auditiven Bereich können sie nach von Ehrenfels (1890) als Prototyp einer Gestalt angesehen werden. Wie in den Arbeiten zur Gesichtsverarbeitung sollten Kinder und Erwachsene nun in einer methodisch analog aufgebauten Studie, kurze Dreiklangmelodien, die in den vier Merkmalen melodische Kontur, Rhythmus, Klangfarbe und Lautstärke variierten, zwei prototypischen Melodien (s. Abbildung 8) zuordnen (Schwarzer, 1997a).



Abbildung 8: Melodische Kontur der verwendeten melodischen Prototypen. Die aufsteigende Melodie wurde im angegebenen Viertelrhythmus, im Vibraphonklang in einer hohen Lautstärke gespielt. Die absteigende Melodie wurde in einem punktierten Rhythmus, im Streicherklang mit geringer Lautstärke präsentiert.

Wie in den Gesichterstudien konnte durch die Auswertung der Kategorisierungen im Nachhinein für jeden Versuchsteilnehmer bestimmt werden, ob die Melodien analytisch, durch Fokussierung auf ein Einzelmerkmal, oder holistisch, orientiert an der Gesamtähnlichkeit, kategorisiert worden waren.

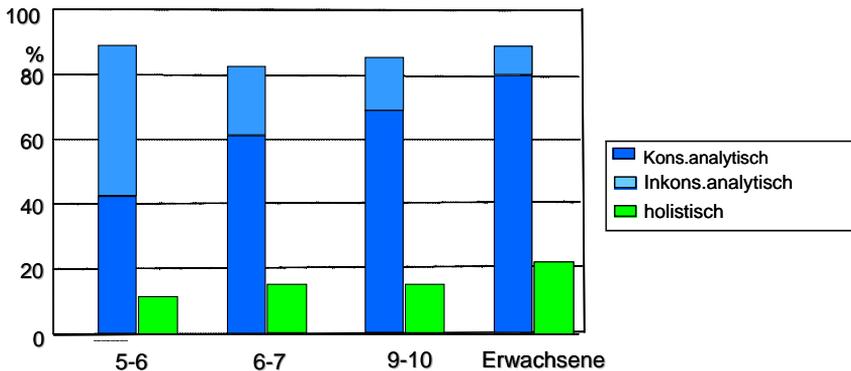


Abbildung 9: Prozentsatz analytischer und holistischer Verarbeitung von Melodien in verschiedenen Altersgruppen (Schwarzer, 1997a)

Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass sowohl in den Kinderstichproben als auch in der Erwachsenenprobe eindeutig das analytische Vorgehen gegenüber dem holistischen dominierte. In allen Altersgruppen stellte die holistische Verarbeitung die Ausnahme dar. Allerdings kamen bei dieser Studie auch Altersunterschiede zum Ausdruck. Diese betrafen die Merkmale, anhand derer die Melodien analysiert wurden. Während die Kinder die Melodien ausschließlich anhand so genannter melodischer Kontextmerkmale wie Klangfarbe und Lautstärke analysierten, bezogen die Erwachsenen auch melodische Strukturmerkmale wie die melodische Kontur in ihre Analyse ein. Die Erwachsenen analysierten die Melodien also im Hinblick auf für Melodien informative Merkmale, während die Kinder sich auf für Melodien wenig informative Merkmale stützten.

Vergleicht man nun die in den Abbildungen 7 und 9 dargestellten Entwicklungsverläufe, so ergibt sich, dass im Kindesalter zwischen visueller und musikalischer Verarbeitung Parallelen existieren. In beiden Wahrnehmungsbereichen hat sich nämlich herausgestellt, dass Kinder hierbei einzelne Merkmale aus den präsentierten komplexen Stimuli herausgefiltert haben, also analytisch vorgegangen sind. Ab dem neunten bis zehnten Lebensjahr aufwärts kommen jedoch Dissoziationen in den Verarbeitungsformen des Visuellen und Musikalischen zum Ausdruck. Während sich bei der Verarbeitung komplexer visueller Stimuli, wie Gesichtern, ab diesem Alter eine zunehmende holistische Verarbeitung einstellt, bleibt bei der Verarbeitung komplexer auditiver Stimuli wie Melodien, die analytische Verarbeitung weiterhin dominierend. Dieser Unterschied könnte nun darauf zurückzuführen sein, dass sich die Verarbeitung von Visuellem und Musikalischem grundsätzlich mit zunehmender Entwicklung und damit einhergehender Erfahrung in den jeweiligen Bereichen unterscheidet. Bevor aber ein solcher, weit reichender Schluss gezogen wird, sollte geprüft werden,

ob nicht Faktoren gegeben sind, hinsichtlich derer die angeführten Studien nicht unmittelbar vergleichbar sind. So kann z.B. die Wahl der Ausgangsstimuli in den verschiedenen Studien als ein derartiger Faktor angesehen werden, der in den Studien unterschiedlich angelegt war. Während nämlich in den Studien zur visuellen Verarbeitung durch die Verwendung von Gesichtern mit bedeutungshaltigen Stimuli gearbeitet wurde, sind in den Studien zur Musikverarbeitung einfache Dreiklangfolgen eingesetzt worden, die keine bekannte, übergeordnete Bedeutungshaltigkeit besaßen. Um diesen Faktor zu prüfen, wurde eine Folgestudie durchgeführt, in denen anstatt der Dreiklangfolgen, bedeutungshaltige Melodien wie eine Wiegenliedmelodie und eine Marschmelodie verwendet wurden.



Abbildung 10: Wiegenlied- und Marschmelodie der verwendeten melodischen Prototypen, die spezifische Veränderungen der melodischen Kontur und des Rhythmus beinhalten. Die Wiegenliedmelodie wurde im Streicherklang mit geringer Lautstärke gespielt. Die Marschmelodie wurde im Vibraphonklang mit hoher Lautstärke präsentiert (Schwarzer, 1997b).

Analog zu den Vorläuferstudien wurden Kindern und Erwachsenen Variationen dieser in Abbildung 10 notierten Prototypen dargeboten, die von ihnen kategorisiert werden sollten. Daran konnte dann wiederum ihr analytisches oder holistisches Vorgehen festgemacht werden.

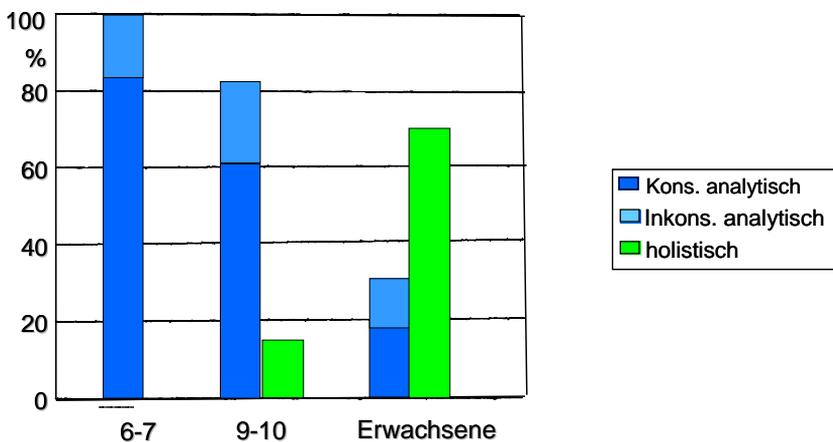


Abbildung 11: Prozentsatz analytischer und holistischer Verarbeitung von Wiegenliedmelodien und Marschmelodien in verschiedenen Altersgruppen (Schwarzer, 1997b)

Wie aus Abbildung 11 ersichtlich wird, kommt es bei der Verarbeitung bedeutungshaltiger Melodien wie bei Wiegenlied- und Marschliedmelodien tatsächlich – wie in der Gesichtsverarbeitung – mit zunehmendem Alter zu einer holistischen Verarbeitung. Bei den Kindern hingegen dominiert – vergleichbar mit den vorangegangenen Studien – die analytische Verarbeitung. Es stellen sich somit also auch bei älteren Kindern und Erwachsenen Parallelen bei der Verarbeitung komplexer visueller und musikalischer Stimuli ein, wenn sich die Verarbeitung in beiden Bereichen auf bedeutungshaltige Ausgangsstimuli bezieht.

### **3.5.5 Vergleich zwischen der Entwicklung visueller und musikalischer Verarbeitungsprozesse**

Bringt man die Verarbeitungsprozesse des Visuellen und Musikalischen nun in den direkten Vergleich, so ergeben sich im Kindesalter interessante Übereinstimmungen. In beiden Bereichen verarbeiten Kinder im Vorschulalter, derartig komplexe Stimuli, indem sie sie in ihre Komponenten zergliedern. Die Analyse scheint hier also eine grundlegende und modalitätsübergreifende Verarbeitungsweise zu sein. Diese Schlussfolgerung steht in direktem Kontrast zu frühen Annahmen der Ganzheitspsychologen oder der Autoren der Separabilitätshypothese, die genau diese Analysierfähigkeit zum Entwicklungsziel erklärt und sie erst älteren Kindern und Erwachsenen zugeschrieben haben.

Auch wenn schon Kinder im Vorschulalter zur Analyse befähigt sind, passiert mit zunehmendem Alter dennoch weiterer Entwicklungsfortschritt. Dieser ist so beschaffen, dass Kinder bei der Verarbeitung komplexer visueller und musikalischer Stimuli zunehmend den Gesamtstimulus in die Verarbeitung einbeziehen und damit holistisch verarbeiten. Bei der Verarbeitung von Gesichtern konnte dargelegt werden, dass sich diese holistische Verarbeitung selbst wiederum auf einer Verarbeitung von Teilen aufbaut, die dann nahezu automatisch zum Gesamtstimulus integriert werden (Campbell et al., 2001; Schwarzer & Massaro, 2001). Inwieweit ähnliche Integrationsprozesse auch bei der holistischen Verarbeitung von Musik vorkommen, ist bisher noch ungeklärt.

Während aus den aufgeführten Arbeiten hervorgeht, dass die analytische Verarbeitung visueller und musikalischer Stimuli im Kindesalter durchweg festzustellen war, kam die holistische Verarbeitung bei älteren Kindern und Erwachsenen nur unter einem spezifischen Bedingungsgefüge zum Ausdruck. Sie zeigte sich in beiden Bereichen nur dann, wenn sie sich auf bedeutungshaltige Stimuli bezog, in denen die vorkommenden Merkmale in typischer Weise miteinander kombiniert waren. Wurden im Bereich der Musik bekannte Liedkategorien als Stimuli zugrunde gelegt, so wurden diese von einigen älteren Kindern und der Mehrzahl der Erwachsenen holistisch, also in ihrer Gesamtheit, verarbeitet. Dienten jedoch lediglich Dreiklangfolgen als Stimulusmaterial, so dominierte auch bei den Erwachsenen die analytische Verarbeitung. Dass Erwachsene auch bei der visuellen Verarbeitung eine analytische Verarbeitung einsetzen, wenn die Stimuli für sie bedeutungslos sind, legen Studien nahe, in denen die Verarbeitung um 180 Grad gedrehter Gesichter untersucht wurde (Schwarzer, 2000). Hierbei konnten die Erwachsenen die typischen Merkmalskonfigurationen eines Gesichts nur erschwert wahrnehmen und verarbeiteten sie vornehm-

lich analytisch. Deshalb kann – auch in Anlehnung an erfolgreich durchgeführte Trainingsstudien zur holistischen Verarbeitung (Schwarzer, 2002b) – geschlossen werden, dass die holistische Verarbeitung im Musikalischen und Visuellen sehr stark von der Bedeutungshaltigkeit der Stimuli abhängt, die häufig durch die Erfahrung mit typischen Merkmalskonstellationen bestimmt wird. Entspricht nun der zu verarbeitende Stimulus einer solchen typischen Merkmalskonstellation, so wird er von älteren Kindern und Erwachsenen holistisch verarbeitet. Ob es zu einer holistischen Verarbeitung kommt, scheint somit nicht nur vom Alter abzuhängen, sondern vielmehr von Faktoren, die sich mit zunehmendem Alter einstellen, wie zunehmendes Wissen und Expertise über die in der Umwelt typischerweise vorkommenden Kombinationen verschiedener Merkmale. Während die analytische Verarbeitung also als modalitätsübergreifende Verarbeitungsweise vorzuliegen scheint, sollte die holistische Verarbeitungsweise eher als stark wissensabhängige und damit modalitätsspezifische Verarbeitungsweise aufgefasst werden.

### **3.6 Maria Spychiger: Ansätze zur Erklärung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung**

#### **Abstract**

Seit ungefähr 40 Jahren ist mit der Untersuchung der außermusikalischen Wirkungen der Musik bzw. musikalischen Tätigkeit ein Forschungsgebiet entstanden, welches durch die Entdeckung des „Mozart-Effekts“ 1993 noch wesentlich angeregt wurde. Es sind darunter Effekte der Musik/der musikalischen Betätigung auf andere Lebens- und Persönlichkeitsbereiche (wie Sozialverhalten, Kreativität, Motivation) und Leistungssteigerungen (z.B. in Sport, Mathematik, Spracherwerb, Lesefertigkeit) zu verstehen. Als „Wirkmechanismus“ wird bisher meistens die Übungsübertragung angenommen, weshalb der Forschungszweig mit der Zeit die Bezeichnung „Transferforschung“ erhalten hat. Außerdem, und zunehmend, werden neurophysiologische Korrelate dieser durch musikalische Betätigung „erzeugten“ Fähigkeiten identifiziert und für deren Erklärung geltend gemacht. Demgegenüber werden hier andere Zugänge zum Gegenstand vorgeschlagen. Erstens wird das im Umfeld musikbezogener Rezeption oder Aktion bisher als ‚Wirkungen‘ verstandene Verhalten und Erleben anders gedeutet, nämlich als Funktionen der Musik als Zeichensystem im Person-Welt-Bezug. Zweitens werden erlebte Musikwirkungen ebenso wie sich als überdauernd in einer Person etablierende Merkmale wesentlich im Zusammenhang mit dem musikalischen Selbstkonzept der betreffenden Person vorgestellt. Dieses entwickelt sich, interagierend mit dem Aufbau musikalischer Kompetenzen, in der Folge musikalischer Betätigung und es ist mit kulturellen Einfärbungen und von Person zu Person verschieden.

#### **Einleitung**

Vor dem Hintergrund der übergeordneten Frage, was der Wissenstand über die kognitiven Wirkungen musikalischer Betätigung sei, will dieser Beitrag sich mit der Erklärung dieser Effekte auseinandersetzen. Es ist bereits auf semantischer Ebene ein Ringen darüber auszumachen, mit welchen Begriffen und Wörtern über die Sache zu reden sei. Die Autoren von Überblicksreferaten verwenden zur Spezifizierung der Effekte Adjektive wie „extramusicale“ (Duault, 1986), „nonmusical“ (Wolff, 1978; Schellenberg, 2001), „nichtmusikalisch“ (Feil & Hassler, 1987) oder „außermusikalisch“ (Spychiger, 1992). Für den Begriff „Wirkungen“ oder „Effekte“ finden sich Synonyme bzw. Übersetzungen wie „effects“ oder „outcomes“. Diese Begrifflichkeiten verweisen auf implizite Vorstellungen darüber, wie die fokussierten Gegenstände zusammenhängen, nämlich kausal: Etwas – die Musikerziehung, die musikalische Betätigung oder möglicherweise die Musik selber – bewirkt etwas Weiteres, das ausserhalb des Musikalischen liegt. Etwas Musikalisches wird aussermusikalisch. Dies würde einen Umwandlungsprozess voraussetzen, oder, um bereits an dieser Stelle das Stichwort zu geben, eine Übertragung bzw. einen Transfer. Tatsächlich ist im einschlägigen Forschungsfeld zur Theoretisierung und Überprüfung von Mu-

sikwirkungen mit dieser Idee operiert worden, weshalb in Fachkreisen häufig kurzum und oft wenig reflektiert von der Transferforschung gesprochen wird.

Die dazu gehörige „Transfertheorie“ wird in Abschnitt 3 zusammen mit den Erklärungen anhand neuronaler Prozesse und hirnpfysiologischer Strukturen besprochen. Beginnen soll die Darstellung jedoch mit der Unterscheidung zwischen kurzfristigen und langfristigen Wirkungen (Abschnitt 1), dies insbesondere, weil die Reichweite des Beitrags eigentlich nur die Ansätze zur Erklärung der *langfristigen* Wirkungen umfasst. Abschnitt 2 enthält einige Ausführungen zum Stand des empirischen Nachweises dieser Wirkungen. In einem eigenen (vierten) Abschnitt wird der zeichentheoretische Ansatz vorgestellt, der geeignet sein wird, die bisherigen Modelle als im Grunde metaphysisches Denken zu identifizieren und zu einer neuen Sicht der Zusammenhänge zu führen. Es wird in einem fünften Abschnitt ein konstruktivistisches Denkmodell vorgeschlagen, in welchem Musikwirkungen aus einem interaktiven Prozess zwischen Merkmalen der Person, der Musik bzw. der musikalischen Betätigung sowie Merkmalen des Kontexts hervorgehen; die Person spielt beim Zustandekommen der Wirkungen nun eine aktive Rolle. Es wird deshalb zum Schluss ein musikalisches Selbstkonzept skizziert, welches sehr wohl als Instanz des Aufbaus und der Verarbeitung von Musikwirkungen fungieren könnte.

### 3.6.1 Effekte im langfristigen vs. kurzfristigen Bereich

Langfristige, d.h. den Musikreiz oder die spezifische musikalische Betätigung überdauernde Wirkungen, werden für viele Lebens- und Persönlichkeitsbereiche angenommen. Nebst dem Interesse an der Förderung von Fähigkeiten im kognitiven Bereich, wie es im Rahmen der vorliegenden Expertise verfolgt wird, befassen sich verschiedenste Interessengruppen mit den Folgen von musikalischer Betätigung in weiteren Bereichen, genannt seien die Persönlichkeit und deren Entfaltung, das Sozialverhalten, die Befindlichkeit, motorische Fähigkeiten und physische Geschicklichkeit sowie die psychische Gesundheit. Tatsächlich ist das Spektrum der beanspruchten Wirkungen beinahe unbegrenzt. Im kognitiven Bereich umfasst es Variablen wie Lesefertigkeit, Spracherwerb, mathematische Leistungen u.v.a.m., allgemein auch Konzentrationsfähigkeit und Kreativität, erwünschte Verhaltensweisen und Prozesse wie die Abnahme von Aggressivität und Gewaltbereitschaft, Prävention von Drogenabhängigkeit, Verringerung von Ängstlichkeit, Erhöhung von Belastbarkeit, Wohlbefinden und Zufriedenheit. In neuen Berichten treten noch neue Bereiche und Begriffe wie Salutogenese und Immunkompetenz auf, die auch mit musikalischer Betätigung in Zusammenhang gebracht werden.

Noch beeindruckender ist allerdings das Spektrum von Effekten im kurzfristigen Bereich. Die Abgrenzung von kurzfristigen oder unmittelbaren zu langfristigen oder überdauernden Musikwirkungen ist vorzunehmen,<sup>8</sup> weil der kurz-

---

<sup>8</sup> Diese Unterscheidung wurde m. W. in meiner Dissertation (Spychiger, 1995, Kapitel 2) erstmals eingeführt, nicht nur mit dem Hinweis auf die unterschiedlichen Messzugänge, sondern auch mit dem Hinweis auf die Disziplinarität der Interessen:

fristige Bereich, etwa das Aufkommen von Tränen, chills, Tanzlust oder entspannter Hingabe während des Musikhörens oder -machens u.a. viel deutlicher erfahren, besser benannt und leichter in einen direkten Zusammenhang mit dem Musikreiz gebracht werden kann als der langfristige. Erich Vanecek hat kürzlich (2005) einen Katalog über die Reaktionen auf musikalische Betätigung zusammengestellt, die sich anhand verschiedener Messinstrumente und Methoden zumeist überzeugend messen lassen:

- (1) Vegetative Reaktionen: Herz- und Pulsrate, Psychogalvanischer Hautreflex (PGR), Atmung, Blutdruck, Muskelspannung (EMG), Blutvolumen, Hauttemperatur, Darmbewegung, Pupillenreflex, Sauerstoffgehalt des Blutes und Hormonsekretion;
- (2) Affektive Reaktionen, z.B. Trauer und Glücksgefühle, Freude, Erfolgsgefühle, Angst, Bedrohung (auch als „musikalische Emotionen“ beschrieben, vgl. Zentner & Scherer, 2001);
- (3) Veränderungen der Stimmung und des Aktivationsniveaus: Anregung, Entspannung, Müdigkeit, Sorglosigkeit, Zufriedenheit;
- (4) Stimmungsbezogene ästhetische Reaktionen: Ästhetischer Genuss, Ergriffenheit im ästhetischen Sinne;
- (5) Präferenzreaktionen: Einstellungs- und geschmacksgeleitete Stellungnahmen zu Musik.

Besonders die erste Gruppe, die vegetativen Reaktionen, die ja physiologische Korrelate von Emotionen sind, wie sie im zweiten Punkt dann erwähnt werden, sind infolge der Reiz-Reaktions-Kontingenz der Messbarkeit sehr gut zugänglich. Wenn es im vorliegenden Beitrag um die Erklärung von Musikwirkungen geht, dann mag schon an dieser Stelle klar werden, dass sich die Frage nach den Erklärungen für die kurzfristigen Musikwirkungen weniger dringend stellt als für die langfristigen, weil bei ersteren der Zusammenhang offensichtlich ist, während bei den letzteren viele weitere Variablen zwischen die Musik oder die musikalische Betätigung (als „experimentellem Stimulus“) und das Ergebnis im verarbeitenden Organismus (der „Reaktion“) treten und dieses mit beeinflussen können.

Man ist deshalb zu denken geneigt, kurzfristige Wirkungen seien direkt durch den Musikreiz ausgelöst. Die Punkte (3) und (4) zeigen dann aber, dass bereits diese kurzfristigen, gut sicht- und messbaren Wirkungen nicht einfach direkte Musikwirkungen sind, sondern ebenfalls durch die Kultur und den darin gebildeten Hörgewohnheiten, dem Musikgeschmack, den begleitenden Einstellungen zu Musikstilen u.a.m. vermittelt sind. Die fünf Ebenen kovariieren allerdings in hohem Masse, die vegetativen Reaktionen sind moderiert durch kognitive Einstellungen, und man kann nicht genau sagen, was von der festgestellten Wirkung direkt durch die musikalischen Parameter und was durch das Aufnahmesystem, also die Filter in der betreffenden Person, hervorgebracht wurde.

---

Mit den kurzfristigen Wirkungen befasst sich meistens die Psychologie, während die langfristigen typischerweise Gegenstand philosophischer und erziehungswissenschaftlicher Auseinandersetzungen ist.

In diesem Sinne sind auch für die kurzfristigen Wirkungen keine schnellen Erklärungen zur Hand. Auch bei den kurzfristigen Effekten ist keinesfalls nur „der Reiz“ (und damit werden wir das behavioristische Sprachspiel abschließen), sondern es sind viele andere Faktoren mit im Spiel.

Darauf kam schon 1911 der sportinteressierte Forscher L. P. Ayers, der als aufmerksamer Beobachter eines Radrennens Messungen mit der Stoppuhr durchführte und feststellte, dass die Rennfahrer jeweils Tempo zulegten, wenn die Band aufspielte<sup>9</sup>. Hat sich da sozusagen die Energie von der Musik auf die Reifen übertragen? Oder, schon etwas weniger magisch, die musikalische Stimulierung des Gehirns des Rennfahrers auf dessen Muskeln und von da auf die Pedale und damit auf das Tempo? Ayers berichtet zusätzlich zur Messung über eine Beobachtung, nämlich dass das Publikum jeweils aufgesprungen war und seine Anfeuerungen intensiviert, wenn die Band zu spielen anhub. Er entwickelte bereits selbst die Hypothese, dass das Publikum ein entscheidender Wirkfaktor in dieser Temposteigerung war.

### 3.6.2 Zum empirischen Nachweis der Wirkungen

#### Anfänge in Ungarn

Die empirische Forschung der langfristigen Wirkungen hat eine weniger lange Geschichte als diejenige der kurzfristigen Wirkungen. Der Beginn von Messversuchen dürfte bei der Musikerziehung in Ungarn lokalisiert werden. Die Inhalte und pädagogische Anlage letzterer wurden durch die Musikerpersönlichkeiten Béla Bartók und Zoltán Kodály entwickelt, in die Volksschulen hineingetragen und in einem weltweit beachteten Buch veröffentlicht (herausgegeben von Frigyes, 1966). Es handelte sich um einen anspruchsvollen Unterricht, der u. a. bereits im ersten Schuljahr durch das Erlernen von 80 Liedern und dem Erwerb der Notenschrift ohne Wenn und Aber gekennzeichnet war. Unter den Autoren der Buchbeiträge findet sich Gábor Friss, der nebst seinen musikdidaktischen Ausführungen als erster ausführlich auf die „Auswirkungen des Gesangs- und Musikunterrichts auf die allgemeine geistige Entwicklung der Schüler“ (a.a.O., S. 168ff) zu sprechen kommt und ein Jahr später in einer neuerlichen Publikation (Friss, 1967) seine diesbezüglichen Aussagen spezifiziert und bekräftigt. Aus den Darstellungen geht hervor, dass die involvierten Lehrkräfte an den Spezialschulen die geschilderten Auswirkungen des vermehrten Musizierens und Singens oft mit Kodály diskutierten, und dass es ihnen „selbstverständlich“ und „natürlich“ vorkam, dass ihre Grundschul Kinder besser rechnen, schreiben und lesen lernten als Kinder ohne diese frühe intensive musikalische Förderung, dass sich deren Gedächtnis infolge der vermehrten Apperzeptions- und Abrufbarkeit stark entwickelte, und sich weiter deren Gefühlsleben entscheidend bereicherte. In beiden Publikationen von Friss finden sich eine statt-

---

<sup>9</sup> Über diese alte Studie, die im *American Physical Education Review* publiziert wurde, hat Klaus-Ernst Behne in seinem sehr interessanten Aufsatz „Wirkungen von Musik“ (1993) berichtet.

liche Anzahl von Testergebnissen in den verschiedensten kognitiven Bereichen. Die Fähigkeiten der Kinder aus den Musikgrundschulen werden mit denjenigen aus andern Schulen verglichen, wobei diese bereits als Kontrollgruppen bezeichnet werden. Die vorgelegten Prozentzahlen sprechen durchweg für die fördernde Wirkung des Gesangs- und Musikunterrichts.

### **Verbreitung der Idee und Entwicklungen in den wissenschaftlichen Überprüfungen**

In den folgenden Jahren und Jahrzehnten wurden an verschiedensten Orten auf der Welt immer wieder Studien über aussermusikalische Wirkungen von musikalischer Betätigung durchgeführt, zumeist in schulischen Kontexten. Einige Forscherinnen und Forscher trugen die Studien und deren Ergebnisse in Sammelreferaten zusammen, darunter Karen Wolff (1978), James Hanshumaker (1980), Françoise Duault (1986), Maria Spychiger (1992), Ellen Winner & Monica Cooper (2000) sowie E. Glenn Schellenberg (2001). Gemäss deren Urteilen gelang es unter konsequent angelegten wissenschaftlichen Kriterien über lange Zeit nicht, den Nachweis über solche Wirkungen zu erbringen;<sup>10</sup> einigermaßen gesicherte positive Aussagen konnten nur für stark spezifizierte Treatments und Populationen gemacht werden.

Die methodischen Probleme vieler Studien hatten zum Teil damit zu tun, dass die ausführenden Forscher/innen praktizierende Musiker/innen oder Musikpädagoge/innen waren und das Handwerk der sozialwissenschaftlichen Forschung nicht genügend kannten. Diese Situation hat sich in den letzten Jahren geändert. Zunehmend entwickeln Forscherinnen und Forscher aus dem nicht-musikalischen Bereich, z.B. aus der Wahrnehmungs- oder Emotionspsychologie, insbesondere aus den Neurowissenschaften, Interesse an musikbezogenen mentalen und aktionalen Prozessen. Es liegen heute einige hervorragende Studien vor, welche den härtesten Punkten bisheriger methodischer Kritik (vgl. dazu Spychiger, 2001a) standhalten und mit ihren Ergebnissen zu überzeugen vermögen. Dazu gehört die im längsschnittlichen Kreuzvergleich angelegte Studie der chinesischen Forschergruppe Ho, Cheung & Chan (2003), die weiter unten noch zitiert wird und weiter die Untersuchung von E. Glenn Schellenberg (2004), welcher der seit vielen Jahren erhobenen Kritik begegnet, dass in der bisherigen Forschung die Kontrollgruppendesigns immer nur Experimentalgruppen mit musikalischen Treatments enthalten. Er hat seine Studie an vier Gruppen durchgeführt, darunter zwei musikalischen (Keyboard und Gesang), einer Theatergruppe und einer Kontrollgruppe ohne Treatment, und mit dem affirmativen Titel „Music lessons enhance IQ“ versehen.

---

<sup>10</sup> Ausführlicher sind die Ergebnisse aus diesen Sammelreferaten dargestellt in Spychiger, 2002, S. 30ff.

### **Wirkungen auf die Intelligenz ?**

Damit hat Schellenberg auch gerade das brisanteste Thema der „Transferforschung“ aufgegriffen, nämlich die Frage, ob sie tatsächlich Kinder klug mache, wie an so mancher Stelle versprochen wurde, in beinahe unzähligen Studien und Publikationen immer wieder empirisch nachgewiesen und ebenso in Entgegnungen relativiert oder in Frage gestellt wurde. Die Schweizerstudie, in welcher über nicht wenige kognitive Effekte berichtet wird, brachte über drei Jahre und an 35 Musikklassen und deren gematchten Kontrollklassen – die größte mir bekannte Stichprobe und robusteste methodische Anlage – keine Unterschiede in der Intelligenzentwicklung hervor (gemessen anhand der Raven Standard Progressive Matrices, vgl. Weber, Spychiger & Patry, 1993, S. 78f.). Auch liegt eine ganz neue, ebenfalls methodisch überzeugende Studie vor (Helmbold, Rammsayer & Altenmüller, 2005), in welcher anhand einer Reihe von 13 Intelligenzskalen eine Anzahl von 70 Musiker/innen mit ebenso vielen Nicht-Musiker/innen gematcht und verglichen wurden.<sup>11</sup> Die Forscher fanden Unterschiede gerade mal in zwei Skalen, unglücklicherweise nicht denselben wie die Studie, die repliziert werden sollte (Brandler & Rammsayer, 2003). So gilt wohl auch für die Intelligenzfrage der gleiche Schluss wie für die übrigen Wirkungsbereiche, nämlich dass globale Wirkungen einfach nicht nachgewiesen und entsprechende Schlüsse nicht gezogen werden können, sondern immer nur lokale. Es bleibt noch zu zeigen, dass die Frage nach den aussermusikalischen Wirkungen falsch gestellt ist, was auch der Grund dafür ist, dass die Begründungen und Erklärungen für diese Wirkungen bisher immer auf wackligen Beinen gestanden haben.

### **Andere Disziplinen treten mit den gleichen Ideen und Vorgehen auf!**

Ein Notstand in der Begründungsfrage entsteht u.a. auch dadurch, dass andere Tätigkeiten, Übungen und Expertisen offenbar ähnliches bewirken. Zurzeit betrifft letzteres insbesondere den Bereich der Bewegung und körperlichen Betätigung. Zum Beispiel sind gerade im vergangenen Jahr (2005) die Verantwortlichen des UNO-Jahres für den Sport sehr stark in die Öffentlichkeit getreten und haben – oft leidenschaftlich – dargelegt, dass der Sport die Kraft hat, die individuelle Disziplin, Konzentration, Fairness und weitere wichtige Persönlichkeitsvariablen zu bilden, darüber hinaus aber Gemeinschaft sogar unter bisher verfeindeten Personengruppen hervorbringt sowie, selbstverständlich, die

---

<sup>11</sup> In meinem Vortrag „40 Jahre Forschung über langfristige Wirkungen von musikalischer Aktivität. Eine Bilanz mit methodischen Anmerkungen“ an der Fachtagung unter dem Thema „Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik und Kunst“ in Berlin (23./24. September) habe ich in diesem Zusammenhang auch aufgezeigt, dass die Studien zu den aussermusikalischen Effekten musikalischer Betätigung im Zuge der neuen Zuwendung von Nicht-Musikern zu diesem Forschungsgegenstand entsprechend auch vermehrt in peer-reviewten Publikationsorganen nicht-musikalischer Fachbereiche erscheinen.

Gesundheit und körperliche Kraft fördert, damit vor Sucht bewahrt, usw.<sup>12</sup> In ähnlich charismatischer Art sind, etwa nach dem Film „Rhythm is it“<sup>13</sup> Sport- und Tanzpädagogen mit der Formel „Schule braucht Bewegung“ aufgetreten und haben damit an verschiedenen Orten tatsächliche Bewegungen für die Bewegung auslösen können, ganz vergleichbar wie dies z.B. beim Schulversuch „Bessere Bildung mit mehr Musik“ in der Schweiz vor 15 Jahren gelang.<sup>14</sup>

Jennifer L. Etnier und Mitarbeiter haben schon 1997 die Ergebnisse einer Meta-Analyse über die Auswirkungen körperlich-sportlicher Aktivität auf kognitive Funktionen aus 134 Studien über diese Thematik vorgelegt. Das Ergebnis zeigt „signifikante Verbesserung“ der kognitiven Leistungen durch sportliche Aktivität über alle Studien hinweg. Dabei sei allerdings zu bemerken, dass die statistische Effektgrösse umso deutlicher ausfalle, je vager das Kriterium für kognitive Leistung ist. Dieser Befund gleicht genau demjenigen, der aus dem bereits erwähnten Überblicksreferat von Spychiger aus dem Jahr 1992 für die Studien über die aussermusikalischen Wirkungen von musikalischer Betätigung hervorgeht, nämlich dass die Sicherheit der Ergebnisse mit steigendem methodologischem Niveau der Studien abnimmt. Es kann auf weitere verblüffend ähnliche Gegebenheiten hingewiesen werden, aufgefallen ist mir etwa der Bericht über die Studie „Trois Rivières“, welche in Kanada an über 500 Primarschüler/innen durchgeführt wurde. Sie gleicht der Anlage der oben bereits erwähnten „Schweizerstudie“ bis ins Detail, ausser dass statt mehr Musikstunden mehr Turnstunden erteilt wurden. Das Fazit über die Ergebnisse hat in etwa denselben Wortlaut wie das unsrige: „Häufigere sportliche Betätigung ist nicht mit schlechteren, sondern mit tendenziell besseren schulisch-akademischen Leistungen verbunden“ (zitiert aus Bundesamt für Sport u.a., 1999).

---

<sup>12</sup> Dies sind Aussagen, die der Schweizer Adolf Ogi als Sonderbeauftragter der UNO für Sport im Rahmen des Jahrs des Sports in verschiedenen Medienauftritten immer wieder gemacht hat (vgl. z.B. *Bieler Tagblatt* vom 5. Dezember 2005 „Der Sport hat gesiegt“).

<sup>13</sup> „Rhythm is it“ ist ein Film des Regisseurs Thomas Grube und wurde 2004 in Deutschland produziert. Der britische Musikpädagoge Royce Madun spielt darin eine Schlüsselrolle. Aus Schweizer Sicht ist interessant, dass „the forth“, Rhythm, aus Englands Lehrplänen nun mit Madun nach dem starken Echo des Films in die Schweiz kommt. Ursprünglich wurde das vierte r – nach den drei r’s „reading“, „(w)riting“ und „(a)rhythmics“ (!) – in England aufgrund der Ergebnisse des Schweizer Schulversuchs mit erweitertem Musikunterricht eingeführt!

<sup>14</sup> Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Beispielsweise werden in der Schweiz z. Zt. an mehreren Orten „Purzelbaumkindergärten“ eingerichtet und zertifiziert. In diesen Kindergärten können alle Kinder den Purzelbaum, wozu Kinder in den letzten Jahren offenbar nicht mehr fähig waren. Die Kindergärtnerinnen berichten, dass ihre Kinder nicht nur den Purzelbaum machen, sondern auch lernbereiter sind und viele weitere Dinge besser können als dies in den vergangenen Jahrgängen der Fall war.

### 3.6.3 Aktuelle Modelle der Erklärung

Die Frage stellt sich umso deutlicher: Gibt es kognitive Effekte musikalischer Betätigung, die spezifisch sind, Effekte also, die insbesondere oder ausschliesslich mit dem musikalischen Aspekt der Anregung oder Betätigung zu tun haben? Wenn ja, wie sind diese Effekte zu erklären?

Es finden sich bereits viele Aufarbeitungen der These der aussermusikalischen Wirkungen von Musik, nicht zuletzt weil sie schon so alt ist.<sup>15</sup> Ernst Nolte hat (1986) in einem Beiheft zur Zeitschrift „Musikpädagogik“ eine ganze Reihe von Autoren zum Thema des erzieherischen Auftrags und damit zu den nutzbringenden Wirkungen von Musik und Musikunterricht sprechen lassen, darunter auch Sigrid Abel-Struth, die ihrerseits die These in ihrem umfassenden „Grundriss der Pädagogik“ (1985) sehr gründlich und aufklärend dargestellt hat. Viele dieser Arbeiten zeigen kritisch auf, wie Musik in den verschiedensten Kontexten und historischen Zeiten für die unterschiedlichsten Zwecke erzieherisch instrumentalisiert wurde. Die Erklärungen über die Wirkungen sind entsprechend unterschiedlich, wobei die älteren – der Verweis auf die göttlichen Kräfte oder die Vorstellung des bio-kosmischen Parallelismus – heute historischen Charakter haben.<sup>16</sup> Zum jetzigen Zeitpunkt scheint das Interesse weniger kritisch-analytisch auf solch historische Betrachtungen als vielmehr auf neue Perspektiven gerichtet zu sein, die man am ersten aus der Gehirnforschung gewinnen zu können glaubt. Musikwirkungen, ihre Spezifika und die interindividuellen Unterschiede, könnten möglicherweise durch entsprechende Vorgänge im Gehirn und Untersuchungen über Gehirnstrukturen erklärt werden. In diesem Sinne sind derzeit vor allem zwei Erklärungsansätze im Umlauf, erstens die

---

<sup>15</sup> Eine aus heutiger Sicht entzückende Darstellung hat der im 15. Jh. in Europa hoch angesehene Gelehrte und Komponist Johannes Tinctoris vorgelegt. Seine Darstellung der Musikwirkungen trägt die Merkmale des metaphysischen Denkens (vgl. Abschnitt 3.6.5, das Dreistadiengesetz des wissenschaftlichen Denkens). Seine Aussagen lauten etwa dahin, dass Musik zur Annahme der göttlichen Segnungen vorbereitet, Hartherzigkeit aufweicht, den Teufel wegtreibt, Ekstase erzeugt oder auch einfach froh macht. Anders als in den Vorstellungen des frühen und auch noch des antiken Menschen, wo Musikwirkungen direkt den göttlichen Kräften zugeschrieben wurden, ist hier der Gottesbezug nicht ein kausaler. Tinctoris sieht die Ursachen der Musikwirkungen bei der Musik selber (für eine ausführliche Darstellung vgl. Strohm & Cullington, 1996; verarbeitet in Spychiger, 2002).

<sup>16</sup> Das Modell des psycho-kosmischen Parallelismus stammt aus der Antike und beruht im Wesentlichen auf der Erkenntnis, dass die mathematischen Verhältnisse im Aufbau der Musik Parallelitäten mit denjenigen des Alls aufweisen. Kraft ihrer harmonischen Ordnung wirken diese auf die Person. Da man sich zu dieser Zeit den Sitz der menschlichen Seele in den "reinen Regionen des Alls" dachte, ist die Vorstellung gar nicht so weit her geholt. Musik und musikalisches Tätigsein ist dann ein geeignetes Medium zur Erhaltung oder Wiederherstellung dieser prinzipiellen Übereinstimmungen von Strukturen der kosmischen Ordnung und der menschlichen Seele (vgl. Kaiser, 1986).

neurowissenschaftlichen Modelle und zweitens die bereits in der Einleitung erwähnte Transfertheorie.<sup>17</sup>

### a) Gehirnphysiologische Korrelate und neurologische Prozesse

Aus Ergebnissen der Gehirnforschung über die Funktionsteilung des Cortex wurde von musikpädagogischer Seite etwa die vereinfachende Schlussfolgerung gezogen, mit musikalischer Aktivität könne die rechte bzw. subdominante Hemisphäre aktiviert und gegenüber der linken in ein Gleichgewicht gebracht werden, womit dann der Grundstein für eine allgemeine Harmonisierung der Persönlichkeit gelegt wäre. In eine ähnliche Richtung zielt der Ansatz der „Sensorischen Integration“ (Ayres, 1973), in dem argumentiert wird, dass die auditiven Wahrnehmungsprozesse gehirnphysiologisch mit den Bereichen kinästhetischer und visueller Wahrnehmung sowie den motorischen Funktionen verbunden und deshalb Transferwirkungen von musikalischer Betätigung auf ausser-musikalische Bereiche zu erwarten sind.

Besonders bemerkenswert sind vor dem Hintergrund solcher Argumentationen die Ergebnisse der Forschergruppe um Gottfried Schlaug (1995), welche anatomische Messungen am menschlichen Corpus callosum vorgenommen und dabei festgestellt hat, dass dieses bei Menschen, die früh in ihrem Leben mit musikalischem Training begonnen haben, verdickt ist, also eine stärkere Verbindung zwischen den Hemisphären besteht. Dies hat zu Erklärungen von der Form „wenn... (im Beispiel: ...Kinder von früh an musizieren), dann... (im Beispiel: ...verdickt sich das Corpus callosum), deshalb... (im Beispiel: ...fördert die musikalische Betätigung die ausgewogene Hirntätigkeit und damit das kreative Denken, oder: ...ist Emotion und Kognition bei diesen Personen in einem ausgewogenen Verhältnis, u.a.m.). Untersuchungen mit Ableitungen des EEG während des Musikhörens ergaben ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse bei Personen mit und ohne musikalischem Training, was wiederum für das Argument der Ausbalancierung der Gehirnhälften und seiner vielfältigen Manifestationen, eben der erhöhten Kreativität, dem ganzheitlichen Denken usw., verwendet wurde. Spychiger (1993) bezeichnete diesen Ansatz in eher despektierlichem Ton als „Hemisphärentheorie“, eine ausführliche Kritik hat bereits Herbert Bruhn (1989) angebracht. Tatsächlich sind die Schlüsse, die aus neurowissenschaftlichen Untersuchungen gezogen werden, oft alles andere als zwingend. Vielmehr sind es psychologische Annahmen; die erforschten Gehirnaktivitäten haben lediglich den Status von Korrelaten kognitiver Effekte, Gehirnstrukturen denjenigen von Materialisierungen musikalischer Betätigung.

---

<sup>17</sup> Neuerdings hat Schellenberg (2001) auch noch den Vorgang des *Priming* als Erklärungsansatz für Musikwirkungen vorgeschlagen. Es vermag einzuleuchten, wenn etwa die Melodie eines Liedes mit dessen Inhalt und mit dem typischen Anlass, zu welchem es gesungen wird, verknüpft wird. Musikalische Stimuli mit nicht-musikalischen Gedächtnisinhalten verbinden sich. Da das Priming aber so etwas wie der „short-term“ oder „low-level“ Verwandte des Transfers ist, ist dieser Mechanismus wohl eher bei den kurzfristigen Musikwirkungen als Erklärung beizuziehen.

Aber auch die chinesische Forschergruppe Ho, Cheung & Chan (2003) baute ihre methodisch hervorragend angelegte Studie auf einem gehirnphysiologischen Befund auf, nämlich dass bei Musiker/innen das rechte Planum temporale vergrößert ist. Wenn nun eine Gehirnstruktur infolge eines spezifischen Trainings angeregt und verstärkt wird, sollten andere Funktionen, die ebenfalls in dieser Gehirnregion lokalisiert sind, sich ebenfalls verbessern, so die Hypothese, deren Nachweis den Forschern gelang: Sie fanden bei ihren musizierenden Versuchspersonen gegenüber einer nicht-musizierenden Kontrollgruppe ein verbessertes verbales Gedächtnis. Dieser „Effekt“ fand sich nicht für das visuelle Gedächtnis, welches anderswo im Gehirn lokalisiert ist. Ho et al. haben aber auch richtig bemerkt, dass die Entwicklung kognitiver Funktionen aller Art durch Erfahrung – insbesondere durch frühe Erfahrung – systematisch beeinflusst und geformt werden kann, und dass diese Prozesse generell mit Veränderungen in neuroanatomischen Strukturen einher gehen (vgl. dazu Stern, Grubner & Schumacher, S. 18f. und S. 108).

Ansonsten ist die Gehirnforschung besonders im Bereich der kurzfristigen Wirkungen sehr aktiv, hier können die unter aktuellem Musikeinfluss laufenden Gehirnaktivitäten gemessen werden und geben als Korrelate der Musikwirkungen neuropsychologische Erklärungen ab. Auf jeden Fall ist bemerkenswert, dass musikalische Betätigung zweifellos die Gehirnaktivität vielfältig und über viele Areale hinweg stimuliert. Es besteht deshalb in den Neurowissenschaften heute ein reges Interesse an musikbezogenen neurologischen Prozessen, und immer mehr wird dieses Fachgebiet von Seiten der Musikpsychologen und –pädagogen herangezogen, um Erklärungen für die facheigenen Phänomene zu gewinnen. Im Rahmen der Fachtagung in Berlin (vgl. Anmerkung 11) ist die Metapher des Gehirnjoggings kreiert worden, welche die hohe und vielfältige Aktivierung des Gehirns infolge musikalischer Betätigung lebhaft veranschaulicht und auf den allgemeinen, über das Musikalische hinausgehenden Übungs- und Trainingseffekt verweist.

### **b) Der Übertragungsansatz: Wirkungen als Transfer**

Wie bereits in der Einleitung angetönt ist die Vorstellung des Transfers das am häufigsten vorzufindende Erklärungsmodell. Es ist deshalb oft einfach von Transfereffekten die Rede und die einschlägige Forschung wird als Transferforschung bezeichnet. Es wird angenommen, oft nur implizit, aber manchmal auch erklärtermassen, dass sich etwas überträgt. Im Rückgriff auf die alte Theorie der identischen Elemente (Thorndike & Woodworth, 1901), nach welcher Lerneffekte in einem Gebiet sich auf ein anderes im Verhältnis zu deren identischen Elemente übertragen, wird geltend gemacht, dass bei musikalischer Betätigung verschiedenste Elemente geübt werden, die in anderen Anwendungsgebieten ebenfalls vorkommen bzw. erforderlich sind. Beispielsweise erfordern Solfège, Notendiktate oder das Spielen eines längeren anspruchsvollen Stückes hohe Konzentration. Die im musikalischen Bereich erworbene Konzentration kann sich dann als Übungselement in einem andern Bereich, z.B. der erforderlichen Konzentration zum Reiten oder Sprachenlernen, aktualisieren, wodurch der Lernprozess in diesem neuen Bereich erleichtert und beschleunigt ist.

Genau so, wenn auch ohne Bezug auf eine vorliegende psychologische Theorie, hat wie erläutert schon Sandor Friss argumentiert, um die Wirkungen der Musikerziehung in Ungarn zu plausibilisieren, und im Prinzip ist alle Folgeforschung nach diesem Muster aufgebaut gewesen. Man ist der Annahme gefolgt, dass sich Übungsübertragung einstellt, und hat diese Zusammenhänge im Einzelnen überprüft, etwa entlang der Frage: ist es wirklich wahr, dass die durch die musikalische Betätigung erworbenen Fähigkeiten auf kognitive Bereiche wie Lesenlernen, mathematisches Verständnis, Kreativität, auch auf das Zuhörenkönnen, die soziale Interaktion usw. einwirken bzw. sich übertragen und sich die Leistungen in diesen Fähigkeitsbereichen verbessern? Manchmal – oft – wurde gefunden, dass dies zutrifft, aber manchmal auch wieder nicht, wobei die Schlüssigkeit zwischen den verschiedenen Studien hartnäckig niedrig blieb. Dies sollte allerdings nicht zu sehr verwundern, wenn man in Betracht zieht, dass die Frage des Transfers in der Lernpsychologie allgemein wenig geklärt ist. Man weiß heute u.a. aus der Expertiseforschung, dass es Lern- Wissensgebiete gibt, die kaum Transfer aufweisen. Beispielsweise erfordert das Schachspielen ausgezeichnete Fähigkeiten im komplex-logischen und antizipierenden Denken, aber Schachspieler weisen in anderen Lebensbereichen und nicht einmal bei andern Spielen keinerlei entsprechende Überlegenheiten auf (vgl. Ericsson & Smith, 1991). In der Tat gibt es heute viel mehr Hinweise darauf, dass Lernen und Gedächtnis situativ und domänenspezifisch funktionieren, als dass Leistungen aufgrund von Transfer zustande kommen.

Die Idee der Übertragung wurde aus verschiedenen Quellen genährt, besonders auch von technisch inspirierten Wahrnehmungs- und Kommunikationsmodellen, die auf der Anlage von Sendern und Empfängern beruhen. Die Vorstellung, dass „Information“ in „Kanälen“ von einem Ort zum andern übertragen wird oder analog die mentalen Bereiche von zwei Personen miteinander in dieser Art verbunden sind und sich berühren oder austauschen können, wird von den Konstruktivisten als Röhrenmetapher bezeichnet (Maturana & Varela, 1990). Auch die Modelle des Lehrens und Lernens waren noch lange, auch heute zum Teil noch, von der Idee geprägt, dass Wissen sich von einer Person auf eine andere überträgt. Es wirken einerseits althergebrachte Modelle des pädagogischen Verhältnisses nach, etwa das Konzept des pädagogischen Eros, aber auch Kontrollillusionen der Lehrenden bezüglich ihres Einflusses auf die Lernenden. Frauke Grimmer (2003) hat in ihren Untersuchungen zur Interaktion im berufsbildenden Instrumentalunterricht genau dieses Phänomen auch gefunden, wenn sie Professor A. beschreibt, der mit einem unerschöpflichen Enthusiasmus unterrichtet, nicht merkend, dass er seine Studentin, Frau B., damit schier erdrückt und diese nicht zu ihrer eigenen Entfaltung kommt. „Ich versuche, Ihnen die Energie für Ihre Interpretation zu geben“, begründet er u. a. seine Redeschwalle, er agiert im Glauben, dass seine Impulse auf die junge Pianistin übergehen. Demgegenüber macht Walter Herzog (2002, S. 285) geltend, dass Lernende bestenfalls einen Teil des Wissens erwerben, welches Lehrende zu vermitteln suchen, und der Vorgang der Übertragung vom Lehrenden auf den Lernenden kaum empirisch zu belegen sei. Mit Verweis auf den Holzkampfschen Lehr-Lern-Kurzschluss spricht Herzog sogar von einem Hiatus zwischen Lehren und Lernen, weil wir es mit Prozessen zu tun haben, die in verschiedenen Systemen ablaufen.

Demgegenüber stehen heute Modelle des Lernens zur Verfügung, welche die konstruktive Eigenleistung der Person zu ihrem Erleben und Verhalten ins Zentrum rücken. Darauf kommen wir im Abschnitt 3.6.5 noch ausführlicher zurück. Zur Überleitung soll dazwischen geschoben ein allgemeineres Modell des Musikalischen im Person-Welt-Bezug zur Darstellung kommen, welches zur Erklärung von Wirkungen musikalischer Betätigung, die infolge der Zurückweisung des Transfermodells entsteht, in die Lücke springen kann.

#### 3.6.4 Ein funktionaler Ansatz: Musik als konstitutives Zeichensystem des Person-Welt-Bezugs

Eigentlich ist die bemühte Nachfrage um den Transfer und die Rede von den ausser- oder nicht-musikalischen Effekten ihrerseits erklärungsbedürftig; schließlich sucht man bei Betätigungen in andern kognitiven Bereichen – Sprache und Mathematik zum Beispiel – auch nicht nach „nicht-mathematischen Effekten“ oder „außersprachlichen Wirkungen“. Vielmehr scheint es hier klar zu sein, dass man diese Dinge – sprachliche Kommunikation und Information oder der Umgang mit Mengen, Distanzen und Zeit – anhand sprachlicher bzw. mathematischer Zeichensysteme in allen möglichen Lebensbereichen braucht und die Fähigkeiten des Umgangs damit in verschiedenste Lebensbereiche hineinwirken (ausführlicher dazu Spychiger, 1999).

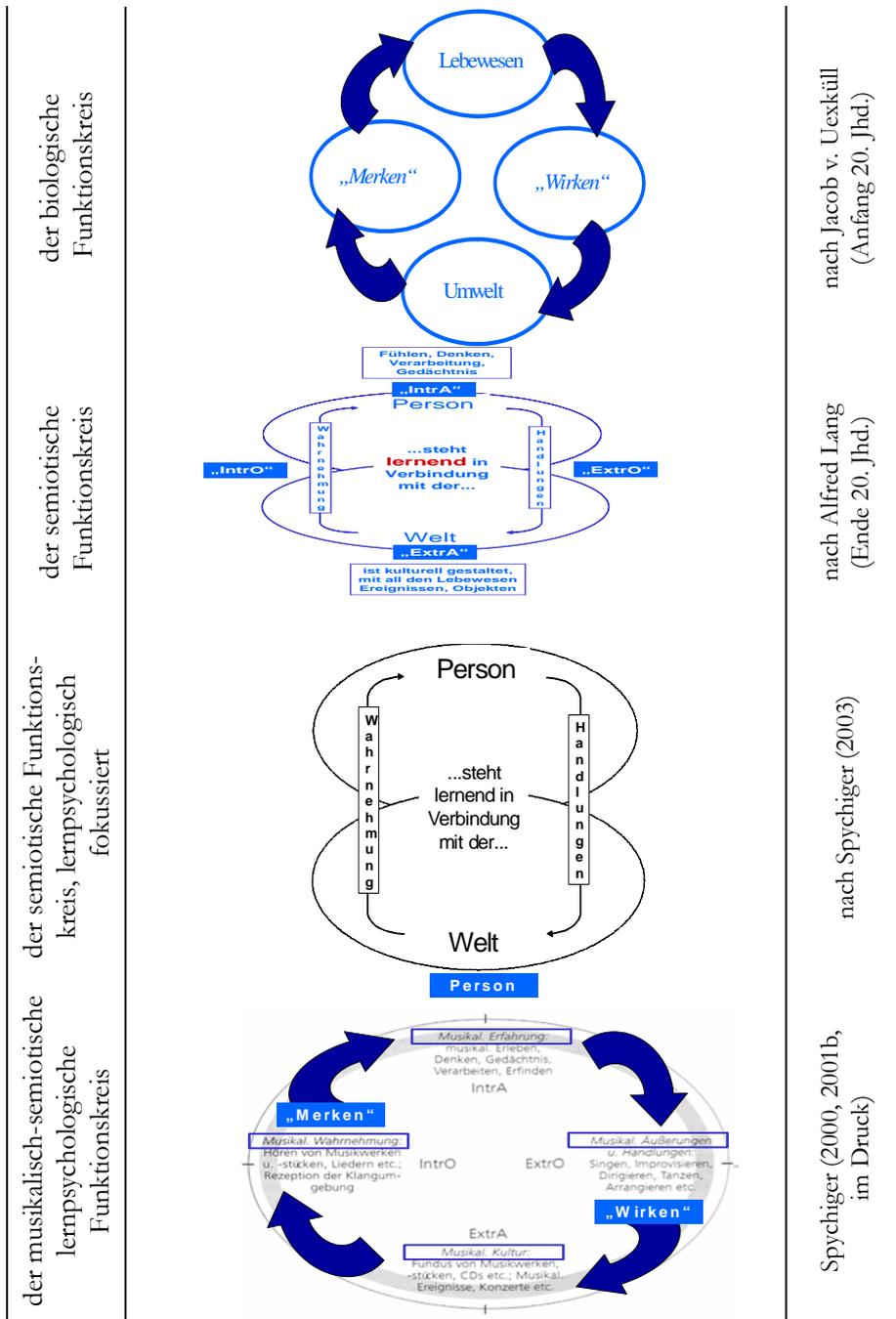
Vor diesem Hintergrund ist der zeichentheoretische Ansatz zu verstehen, der vorerst ein allgemeines funktionales Modell des musikalischen Ausdrucks und Verhaltens ist. Abbildung 12 zeigt die Entwicklung des Modells, welches den Uexküllschen biologisch-ökologischen Funktionskreis<sup>18</sup> zur Grundlage hat und sich dann weiter an den psychologischen Ausformulierungen in den Arbeiten Alfred Langs<sup>19</sup> orientiert, um schließlich das Musikalische als semiotische Funktion des Person-Welt-Bezugs zu isolieren.

---

<sup>18</sup> Jacob von Uexküll (1864-1944), Biologe und Philosoph von epochaler Bedeutung, hat vor 100 Jahren den ersten Funktionskreis vorgestellt. Uexküll führte den Begriff der Umwelt in die Biologie ein und gilt damit als Wegbereiter der *Ökologie*, welche von Ernst Haeckel als Wechselbeziehung der Organismen und den Beziehungen eines Organismus zu seiner Außenwelt erstmals definiert wurde.

<sup>19</sup> Für den semiotischen Aspekt des Modells hat sich Lang an einer triadischen Semiotik in der Tradition von Peirce und Morris orientiert bzw. diese für die Psychologie weiter entwickelt (Lang, 1993). Im Gegensatz zu einer dyadischen Semiotik (etwa in der Tradition von de Saussure) wird eine triadische Semiotik dem Umstand gerecht, dass Semiosen sich *in der Zeit* ereignen und ständig Veränderungen, im weitesten Sinne Evolutionen, herbeiführen. Lang bezeichnet seine Semiotik als „evolutiv“ oder „generativ“. Auf den Funktionskreis bezogen muss man sich das so vorstellen, dass die IntrO-Semiosen gleichermassen wie die ExtrO-Semiosen strukturbildend wirken. Diesen Vorgang erfasst Lang mit dem Begriff „Anafomation“. Im ersten Fall (IntrA) ereignet sich diese im Individuum und findet sich als mentale Repräsentationen oder Gedächtnis einer Person, im zweiten Fall (ExtrA) in der Welt, als Kultur mit all ihren Manifestationen.

Abbildung 12: Der musikalische semiotische Lernkreis und seine Vorlagen und Vorgänger



Uexküll hat als Biologe dieses Modell für alle Lebewesen entwickelt und von den Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozessen als Merkwelt, entsprechend von den Handlungen und deren Ergebnissen als Wirkwelt gesprochen. Entscheidend ist, dass die Bereiche Welt und Person miteinander verbunden sind und die gegenseitige Abhängigkeit erkannt wird, während in traditionellen Zugängen jeweils nur das individuelle Wesen oder eine einzelne Spezies als Untersuchungsgegenstand zählte. Lang hat das Modell übernommen (vgl. z.B. 1993), es aber für den Humanbereich als semiotischen Funktionskreis bezeichnet, weil der menschliche Weltbezug auf den menschlichen Zeichensystemen aufbaut und die menschliche Kommunikation durch die Bedeutungshaftigkeit des extensiven Zeichengebrauchs charakterisiert ist. „IntrO“ und „ExtrO“, Uexküls Merken und Wirken, sind die Scharniere in der Verbindung von Individuum („IntrA“) und Welt („ExtrA“).

Das dritte Modell betont dann, dass die Verbindung von Mensch und Welt immer eine lernende ist, Wahrnehmungs- und Handlungsprozesse Eindrucks- und Ausdrucksebenen sind, die uns in der Verbindung mit der Welt zur Verfügung stehen und sich in ständiger Veränderung und Anpassung befinden. Das Modell suggeriert, dass die Prozesse der Rezeption (Merken, IntrO) und der Produktion (Wirken, ExtrO) ständig ablaufen. Die Aufnahmeprozesse akkumulieren in der Person, die Handlungen der Person in der Welt, womit der Kreislauf ein spiralförmig-evolutiver ist.

Im vierten Modell schließlich sind alle Prozesse musikbezogen formuliert, womit alle Forschungsgebiete der Musikpsychologie und -pädagogik – die musikalische Wahrnehmung (die Rezeptionsforschung, das Hören von Musik aller Art, im weiteren Sinn die Klangumgebung), die musikalische Erfahrung (die Wirkungsforschung, die Prozesse der Verarbeitung und Produktion, das musikalische Gedächtnis usw.), die musikalischen Tätigkeiten (Singen, Musizieren, Dirigieren, Arrangieren, Tanzen, Lesen usw.) sowie die musikalische Kultur (Musikwerke, Musikstile, Ereignisse, technische Errungenschaften und Medien, Aufführungspraxis, etc.) – erfasst werden können. Die wesentliche Aussage der Darstellung besteht darin, dass Musik ein Medium des Person-Welt-Bezugs ist, ein menschliches Zeichensystem eben. Als solches Medium ist sie der Sprache nicht gleich, aber in der Eigenschaft der Bedeutungshaftigkeit vergleichbar. In unserem Kontext ist die wesentliche Implikation des Modells die, dass sich die Frage nach den Wirkungen in der bisherigen Form erübrigt. Ein bedeutungshaltiges Medium ist eben gerade dadurch charakterisiert, dass es „Wirkungen“ hat, es sind damit die vielfältigen Funktionen angesprochen, wie sie uns bei andern Medien des Person-Welt-Bezugs, insbesondere bei Wort und Zahl, den sprachlichen und den numerischen Zeichensystemen also, selbstverständlich ist. Wenn die semiotischen Funktionen aktualisiert sind – wenn Lebewesen sich anhand ihrer Zeichensysteme ausdrücken, bewegen, handeln, interagieren und kommunizieren – dann geschieht eben etwas, verändert sich etwas, werden „Wirkungen“ oder „Ergebnisse“ des Person-Welt-Bezugs evident

Es ist an dieser Stelle auf die Arbeiten der Biomusikologen hinzuweisen, die ebenfalls einen funktionalen Zugang zur Erklärung des Musikalischen gesucht und aufgezeigt haben. Wenn die Musik offenbar im vorwissenschaftlich-

anthropologischen wie auch im postmodern-individualisierten menschlichen Leben in mancher Beziehung den Status eines Mythos hat – wie Susanne Langer (1942) so eindrücklich herausgearbeitet hat<sup>20</sup> –, dann treten aus evolutionsgeschichtlicher Perspektive die Aspekte der Selektionsvorteile hervor, welche die menschliche Spezies in der musikalischen Betätigung gewonnen hat. So vertritt Björn Merker im Rückgriff auf viele anthropologisch-biologische Forschungsarbeiten die Ansicht, dass die Fähigkeit zum *Entrainment* den Hominiiden, die diese im „synchronous chorusing“ ausübten,<sup>21</sup> gegenüber den andern „ancient members“ (vgl. Steitz, 1993) die Grundlagen zur Höherentwicklung des Vokalsystems legte und schließlich zur Sprachfähigkeit des Menschen führte.<sup>22</sup> Dieser Ablauf bedeutet die Umkehrung der altgriechischen Vorstellung, nach welcher Musik aus der Sprache entstanden sei. Musik ist der Sprache nicht nach-, sondern vorgeordnet.

### 3.6.5 Konstruktivistische Sicht und musikalisches Selbstkonzept

Fokussiert man auf die erkenntnistheoretische Situation in den impliziten oder expliziten Vorstellungen zur Wirkweise von Musik bzw. musikalischer Betätigung, können anhand von Auguste Comtes Dreistadiengesetz der Entwicklung wissenschaftlichen Denkens unterschiedliche Zuweisungen vorgenommen werden. Comte hat erst der dritten und letzten Stufe (3) das eigentliche wissenschaftliche Denken zugeordnet, vorgeordnet sind ihr die Stufen (1) „theologisch“ und (2) „metaphysisch“. Mit dieser Klassifikation ist auszumachen, dass bei den älteren Erklärungsmustern (vgl. dazu auch das Beispiel von Johannes Tinctoris, Anmerkung 15) bis und mit zu den Transfervorstellungen ein metaphysisches Denken in Kraft ist: Entweder wird der Musik selber die Wirkung zugeschrieben, sie hat Objektkraft, sie ist Ursache des Ergebnisses, welches man anhand von Beispielen belegt. Oder aber die musikalische Betätigung bewirkt etwas, was sich dann auf mehr oder weniger magische Art in etwas ande-

---

<sup>20</sup> Dies betrifft das Kapitel 8 „Vom Sinngehalt der Musik“ in Langers Hauptwerk *Philosophy in a New Key*. In meiner Dissertation (1995) findet sich ein Kapitel „Mythos Musik“ (6.1), wo die Thematik ausgeführt wird.

<sup>21</sup> Das Konzept des *Entrainments* festigt den hypothetischen Kern der Begründung des zeichentheoretischen Ansatzes zentral. Merker (1999/2000) bezeichnet damit die menschliche Fähigkeit, sich mit andern Individuen zu synchronisieren, d.h. sich an einen Zeitgeber zu halten und auf einen gemeinsamen Puls oder Beat einzuschwenken. Meine eigenen Beispiele, etwa das gemeinsame Beten und Singen oder die Kommunion, sind mit Verweis auf Ernst Lévy oder Susanne Langer (vgl. Spychiger, 2000) eher im religiös-rituellen Bereich angesiedelt. Es geht mir dabei auch darum, die immer wieder kolportierte, aber triviale Eigenschaft der Musik „als Mittel der Kommunikation“ zu erweitern und Merkmale der Musik herauszuarbeiten, die auch wirklich musikspezifisch sind.

<sup>22</sup> Mit den Funktionen der Musik haben sich außerdem Soziologen und Anthropologen am ausführlichsten auseinandergesetzt, zu nennen wären etwa Alan Merriam mit seinem Grundlagenwerk „*The Sociology of Music*“ (1964) oder Donald Hodges mit der Frage „*Why are we musical?*“ (1989).

res transformiert oder überträgt. Noch älter, eben im „theologischen“ Stadium, sind die Zugänge, in welchen die Kraft nicht der Musik selber, sondern einer lenkenden göttlichen Kraft zugeschrieben wird, welche letztlich über die Wirkungen entscheidet und welche es – und dafür steht dann typischerweise die Musik als Vermittlerin – zu erreichen und gut zu stimmen gilt.<sup>23</sup>

Vor dem Hintergrund einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen und Entwicklung bedeutet der Wechsel vom einfachen Glauben an die Wirkung von Musik hin zum Glauben an die Wirkung musikalischer Betätigung bereits einen entscheidenden Unterschied. Mit der musikalischen Betätigung ist die Person ins Blickfeld gerückt, sie wird zum handelnden Subjekt, ist nicht mehr bloss passiv empfangend. Es klingt der Konstruktivismus an, wo Menschen sich ihr Wissen und Können handelnd, in eigener Aktivität aufbauen. Allerdings legen dann die weiteren zeitgenössischen Erkenntnisse über Lernen und Entwicklung auch nahe, dass diese Prozesse Domänenspezifität haben, will heißen: Kompetenzen erwirbt man in den Bereichen, wo man auch tatsächlich lernt, oder man wird sogar ein Experte auf dem Gebiet, wenn man sehr viel Zeit und Übung für die entsprechende Tätigkeit aufbringt (Ericsson, Krampe & Tesch-Römer, 1993) – wer die Oboe zu spielen lernt, eignet sich Wissen und Können im Oboenspiel an, wer sehr viel Zeit mit dem Schachspielen verbringt, wird ein Schachexperte, etc. Wer sich also viel musikalisch betätigt, wird in erster Linie *musikalische* Kompetenzen erwerben.



Abbildung 13: Entwicklung musikalischer Kompetenzen und des musikalischen Selbstkonzeptes und deren interagierendes Verhältnis als Folge musikalischer Betätigung.

An genau dieser Stelle möchte ich einen neuen Zugang zur Erklärung der Wirkungen musikalischer Betätigung vorschlagen. Man kann sich nämlich als Folge der Betätigung auf einem Gebiet die Entwicklung eines domänenspezifischen Selbstkonzeptes (vgl. Shavelson, Hubner & Stanton, 1976) vorstellen, man kann sich auf diesen psychologischen Aspekt der „Wirkungen“ dieser Betäti-

<sup>23</sup> Angaben über die drei Stadien nach Comte und deren Anwendung auf die Musik finden sich am ausführlichsten in Spychiger, 2002.

gung konzentrieren und sich Gedanken über die Implikationen und möglichen weiteren Konsequenzen des Vorhandenseins einer solchen Instanz machen. Musikalische Betätigung hätte dann zwei offensichtliche langfristige Wirkungen, nämlich die Entwicklung musikalischer Kompetenzen einerseits und der Aufbau des musikalischen Selbstkonzeptes andererseits, wobei die beiden Entwicklungen miteinander interagieren würden, wie Abbildung 2 zu veranschaulichen versucht.

Das musikalische Selbstkonzept kann nun mit einiger Plausibilität als Verwalterin sowohl kurzfristiger wie auch langfristiger Wirkungen von Musik und musikalischer Betätigung eingesetzt oder wenigstens als daran beteiligt aufgefasst werden. Viele Anekdoten und empirische Befunde über Musikwirkungen werden dann unmittelbar verständlich, etwa die Geschichte vom kalifornischen Besitzers eines luxuriösen Kleiderhauses, der statt Wächter aufzustellen, dazu übergang, in der Eingangszone seines Geschäftes klassische Musik abzuspielen, um unliebsame herumlungernde Jugendliche fernzuhalten. Diese hätten das Areal fast fluchtartig verlassen, während die gleiche Musik mehr Kundschaft für sein Haus angezogen habe, wie in einer Kurznachricht des Flensburger Tageblatts erzählt wurde<sup>24</sup>. Auch die Ergebnisse einer Studie der Genfer Forschergruppe um Klaus Scherer verweisen im Grunde genommen auf die Vermittlung der Musikwirkungen durch das musikalische Selbstkonzept: Es gelang in dieser Studie der Nachweis, dass das musikbezogene emotionale Erleben in Abhängigkeit des präferierten Musikstil erfolgt. Die Versuchspersonen wurden in Gruppen ihrer Stilpräferenzen eingeteilt, worauf sich zeigte, dass etwa „Klassiker“ in ihrer Musik mehr Beruhigung suchen und finden als im Alltag. Dagegen ist bei „Technos“ gerade das umgekehrte der Fall, sie erleben mit ihrer Musik vor allem Aktivierung, während es bei den Personen mit Präferenz Pop/Rock noch einmal anders ist, nämlich offenbar kein Unterschied zwischen dem emotionalen Erleben im Alltag und der Musik besteht.<sup>25</sup>

Das Modell der selbstkonzeptvermittelten Wirkungen von Musik und musikalischer Betätigung vermag sowohl einen Bogen zwischen den kurzfristigen und langfristigen Effekten als auch zwischen den musikalischen und aussermusikalischen Wirkungen der musikalischen Betätigung zu schlagen. Was den Nachweis der Wirkungen betrifft, kann man sich eigentlich dem sorglosen Urteil des Dichters Otto Höschle anschliessen: Seine Geschichte, die den Titel „Wozu gibt es Musik?“ trägt und sich variantenreich mit Musikwirkungen befasst, endet mit der Antwort: „Wer es nicht weiss, ist selber schuld!“ Tatsächlich, eigentlich weiß doch jede/r, dass es diese Wirkungen gibt, und ebenso zuverlässig kommen seriöse Forscher/innen zur Einsicht, dass es den generalisierungsfähigen empirischen Nachweis dieser Wirkungen nicht zu haben gibt. Nun habe ich die Frage trotzdem noch einmal aufgegriffen, nicht diejenige nach dem Nachweis der Wirkungen, sondern nach den Möglichkeiten, diese zu erklären, und

---

<sup>24</sup> Flensburger Tageblatt, 17. Juni 1993.

<sup>25</sup> Diese Studie hat Marcel Zentner in einer Weiterbildungsveranstaltung des Nachdiplomstudiums „Didaktik der Musik“ der Universität Bern (Programmheft S. 9f.) am 22. September 2001 vorgestellt.

komme dabei zum Vorschlag, das musikalische Selbstkonzept ins Blickfeld zu rücken und zu erforschen.<sup>26</sup> Mit Sicherheit werden diesbezügliche Aktivitäten und Ergebnisse für viele andere musikpsychologischen und pädagogisch-didaktischen Anwendungen fruchtbar gemacht werden können.

---

<sup>26</sup> Musikalische Selbstkonzepte wurden bisher zwar schon verschiedentlich theoretisiert und auch empirisch untersucht, aber offenbar nicht bei Personen außerhalb von Musikkontexten. Es gibt Untersuchungen bei Musiker/innen, Musikstudierenden und -lehrenden, nicht aber bei Nicht-Professionellen. Aus zeichentheoretischer Sicht ist eben gerade dies der Punkt, dass Musik ein menschliches Zeichensystem ist, eine Spielweise geistiger Funktionen. Im Laufe der Sozialisation entwickeln deshalb alle Menschen in der einen oder anderen Form ein musikalisches Selbstkonzept auf, welches ihr entsprechendes Erleben und Handeln leitet.

## **3.7 Elsbeth Stern: Intelligenz und ihre Entwicklung**

### **3.7.1 Was messen Intelligenztests?**

Trotz aller Kritik an herkömmlichen Intelligenztests bildet der Intelligenzquotient, also der IQ, die Differenz im geistigen Leistungspotenzial von Menschen recht gut ab, und zwar unabhängig davon, ob er mit verbalem, numerischem oder figuralem Material gemessen wird. Was ist Intelligenz? Im Widerspruch zu dem gerne zitierten Bonmot, es gäbe so viele Intelligenzdefinitionen wie es Intelligenzforscher gibt, ist nach rund 100 Jahren psychologischer Intelligenzforschung doch eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den jeweiligen Definitionen des Intelligenzbegriffs auszumachen. Intelligenz ist demzufolge die Fähigkeit,

- a) sich in neuen Situationen aufgrund von Einsichten zurechtzufinden,
- b) Aufgaben mit Hilfe des Denkens zu lösen, wobei nicht auf eine bereits vorliegende Lösungsstrategie zurückgegriffen werden kann, sondern diese erst aus der Erfassung von Beziehungen abgeleitet werden muss. (Stern, 2001).

### **3.7.2 Wie wird der IQ berechnet und wie genau sind diese Berechnungen?**

Um einen Intelligenztest zu entwickeln, werden bestimmte kognitive Aufgaben bzw. Problemstellungen konstruiert. Je nach Art des Tests können dies entweder Aufgaben bzw. Problemstellungen nur eines Typs sein oder Aufgaben verschiedener Typen, die dann zu Gruppen zusammengefasst werden. Diese Aufgaben sind von ganz unterschiedlicher Schwierigkeit: Sie reichen von ziemlich einfachen Aufgaben, die von 80 bis 90% der Bevölkerung gelöst werden können, bis hin zu sehr schwierigen Aufgaben, bei denen nur mehr 10 oder 20% der Bevölkerung zu richtigen Lösungen kommen. Durch die Verwendung einer größeren Zahl von Testaufgaben mit breit streuender Schwierigkeit können Personen auf einem weiten Kontinuum angeordnet werden, das von sehr geringer Intelligenz bis zu sehr hoher Intelligenz reicht.

Der eigentliche IQ wird dann berechnet, indem man die Leistung (die Anzahl der gelösten Aufgaben) in Beziehung zum Durchschnitt entweder der gesamten so genannten Normstichprobe (eine für die Bevölkerung eines Landes repräsentativen Stichprobe) oder aber einer adäquaten Vergleichsgruppe (z.B. einer bestimmten Altersgruppe: 18 bis 30-Jährige vs. 31 bis 45-Jährige, etc.) setzt. Einer Konvention folgend, wird der Durchschnittswert auf 100 gesetzt. Die Standardabweichung, also das statistische Maß für die Unterschiedlichkeit, beträgt 15 IQ-Punkte, wie aus der Abbildung zur Verteilung des Intelligenzquotienten hervorgeht.

Intelligenztests liefern also grundsätzlich ein allgemeines quantitatives Maß der Intelligenz von Personen relativ zur Intelligenz (altersmäßig) vergleichbarer Personen. Dieses allgemeine quantitative Maß wird als der Intelligenzquotient (IQ) bezeichnet.

Um verstehen zu können, warum der IQ auf diese Weise errechnet wird, muss auf ein paar Grundlagen eingegangen werden. Die Entwickler von Intelligenztests gingen von der Beobachtung aus, dass die Messwerte vieler leicht zu messender menschlicher Eigenschaften wie Körpergröße und Körpergewicht einer so genannten Normalverteilung unterliegen. Wie die folgende Abbildung zeigt, zeichnen sich Normalverteilungen dadurch aus, dass sich die Messwerte symmetrisch um einen mittleren Wert gruppieren, wobei die Mehrzahl der Messwerte in der Nähe des Mittelwertes liegt.

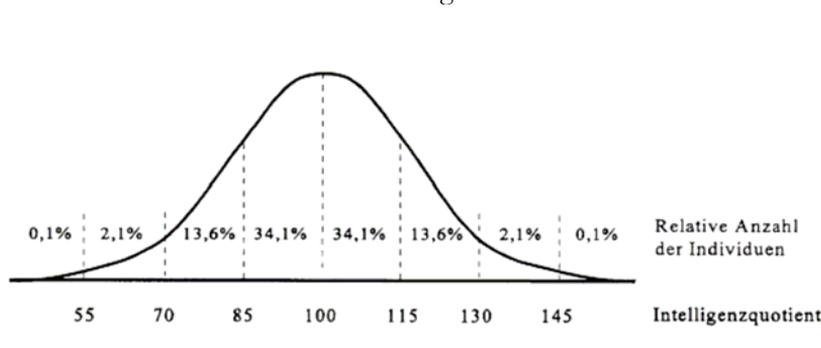


Abbildung 14: Verteilung der Intelligenztestleistung

Je weiter ein Messwert vom Mittelwert entfernt ist, umso geringer ist die Anzahl der Individuen, auf die dieser Wert zutrifft. Zum Beispiel beträgt die mittlere Größe von erwachsenen Männern in Westeuropa 1,79 Meter. Es gibt daher viele Männer, die 1,78 oder 1,80 Meter groß sind – aber deutlich weniger Männer, die 1,59 oder 1,99 Meter groß sind. Denn je weiter der Wert für die Größe vom Mittelwert entfernt ist, umso kleiner ist die Zahl der Männer, die diese Größe haben.

Eine solche Normalverteilung findet sich auch bei den Messergebnissen von Intelligenztests, wenn die untersuchte Gruppe hinreichend groß ist und eine repräsentative Stichprobe von Personen (für eine bestimmte Altersstufe) darstellt. Diese Normalverteilung bedeutet, dass die Mehrzahl der Testergebnisse in der Nähe des Mittelwertes liegt und dass nur wenige Menschen extrem niedrige oder extrem hohe Intelligenzquotienten haben. Die ersten Entwickler von Intelligenztests nahmen eine willkürliche Festlegung vor, die seitdem beibehalten wurde: Ein Wert von 100 wird solchen Personen zugewiesen, deren Testergebnis direkt mit dem für die betreffende Altersgruppe typischen Mittelwert übereinstimmt. (Dieser Mittelwert kann in den Jahren, nachdem ein bestimmter Test entwickelt wurde, ansteigen oder abfallen – und eine solche Veränderung des mittleren IQs über die Zeit hat in den Industriestaaten tatsächlich stattgefunden.)

Intelligenzquotienten beschreiben nicht nur den Mittelwert für bestimmte Tests, sondern auch die Standardabweichung von diesem Mittelwert. Die Standardabweichung ist das Maß der Variation der Messwerte innerhalb einer Verteilung. Gemäß der Definition der Normalverteilung müssen 68% der Messwerte zwischen einer Standardabweichung unterhalb und einer Standardabweichung oberhalb des Mittelwertes liegen (siehe die obige Abbildung). Ebenfalls

aus der Definition der Normalverteilung ergibt sich, dass 95% der Messwerte zwischen zwei Standardabweichungen unterhalb und zwei Standardabweichungen oberhalb des Mittelwertes liegen müssen.

Bei den meisten Intelligenztests beträgt die Standardabweichung 15 Punkte. Folglich hat ein Mensch, dessen Messergebnis um eine Standardabweichung über dem Mittelwert liegt (und damit über den Messergebnissen von 85% der Personen), einen Intelligenzquotienten von 115 (der Mittelwert von 100 plus die Standardabweichung von 15 Punkten). Eine Person mit einem Messergebnis, das um eine Standardabweichung unter dem Mittelwert liegt (und damit nur noch über den Messergebnissen von 16% der Personen), hat dementsprechend einen Intelligenzquotienten von 85 (der Mittelwert von 100 minus der Standardabweichung von 15). Aus der obigen Abbildung geht außerdem hervor, dass die Messwerte von 95% der Personen in einem Bereich liegen, der von zwei Standardabweichungen unterhalb des Mittelwerts bis zwei Standardabweichungen oberhalb des Mittelwertes reicht – das heißt, im Bereich zwischen einem IQ von 70 und einem IQ von 130.

Ein wichtiger Vorteil dieses Systems besteht darin, dass die IQs von Menschen verschiedener Altersstufen – ungeachtet des Wissenszuwachses, der mit der kognitiven Entwicklung im Kindesalter einhergeht – leicht miteinander verglichen werden können. Ein IQ von 130 im Alter von fünf Jahren bedeutet, dass die Messergebnisse des betreffenden Kindes über denen von 98% der Kinder seiner Altersgruppe liegen; ein IQ von 130 im Alter von 30 Jahren bedeutet genau das Gleiche bezogen auf die Altersgruppe der 30-Jährigen. Diese Eigenschaft des Systems hat die Analyse der Stabilität des IQs über die Zeit wesentlich erleichtert.

Lässt man ein und dieselbe Person in kurzem Abstand zwei Tests machen, wird man nur selten den gleichen IQ errechnen. Obwohl Intelligenztests eine höhere Genauigkeit haben als die meisten anderen psychologischen Tests und im Übrigen auch zuverlässigere Ergebnisse liefern als viele medizinische Tests, so sind sie doch mit Fehlern behaftet. Möchte man Aussagen über den IQ einer Person machen, so berechnet man deshalb das so genannte Konfidenzintervall. Der Grad an Zuverlässigkeit eines Tests lässt sich durch die wiederholte Vorgabe bestimmen und wird mit dem so genannten Korrelationskoeffizienten ausgedrückt, der ein Maß für den Grad an Übereinstimmung ist. Hat ein Intelligenztest einen Zuverlässigkeitskoeffizienten von  $r = .90$ , so beträgt das Konfidenzintervall neun IQ-Punkte. Das heißt: Wenn man bei einer Person einen IQ von 110 gemessen hat, liegt ihr so genannter wahrer Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% zwischen 101 und 119 Punkten. Die Bandbreite beträgt immerhin 18 IQ-Punkte. Vor diesem Hintergrund sind auch Ergebnisse zu sehen, in denen es gelingt, durch spezielle Trainings den Intelligenzquotienten um durchschnittlich drei bis vier IQ-Punkte zu steigern. Auch wenn ein solches Ergebnis statistisch bedeutsam ist, weil es an einer größeren Gruppe von Personen gewonnen wird, so ist im Einzelfall die Steigerung doch vergleichsweise gering, wie etwas später noch behandelt wird. Zuvor aber werden wir uns der Frage nach den kortikalen und genetischen Grundlagen des Lernens zuwenden.

### 3.7.3 Wie bildet sich Intelligenz im Gehirn ab?

Ganz genau wissen wir Psychologen dies noch immer nicht, aber es häufen sich Belege dafür, dass es im menschlichen Gehirn eine Vielzahl von Faktoren gibt, welche die Effizienz der Informationsverarbeitung beeinflussen. Beispielsweise spricht einiges dafür, dass sich die so genannte Myelinisierung im Gehirn positiv auf die Effizienz der Informationsverarbeitung auswirkt. Myelin ist eine fettthaltige Substanz, die, vereinfacht gesprochen, die Nervenzellen isoliert und damit eine störungsfreie Übertragung ermöglicht. Es ist davon auszugehen, dass viele andere neurophysiologische Merkmale ebenfalls dazu beitragen, wie effizient Information verarbeitet wird. Es häufen sich auch die Belege dafür, dass sich Intelligenzunterschiede vorwiegend in der Struktur des Frontalhirns abbilden. Diese Hirnregion ist maßgeblich an typisch menschlichen Informationsverarbeitungsprozessen wie langfristiger Planung, Integration von Information und bewusster Steuerung beteiligt (Blakemore & Frith, 2005). Die im Frontalhirn verfügbaren Ressourcen zur Informationsverarbeitung werden auch als Arbeitsspeicherkapazität (Baddeley, 2003; Engle, Tuholski, Laughlin & Conway, 1999) oder exekutive Funktionen bezeichnet. Da Intelligenztests die Verarbeitung bestehenden Wissens in neuen Zusammenhängen erfordern, sind die zentrale Exekutive bzw. die Arbeitsspeicherkapazität und damit das Frontalhirn besonders gefordert. Je effizienter letzteres strukturiert ist, und das heißt auch, je reibungsloser die chemisch-physikalische Übertragung zwischen den Nervenzellen funktioniert, um so effizienter und schneller können größere Informationsmengen verarbeitet werden. Inzwischen sieht man einen engen Zusammenhang zwischen der Arbeitsspeicherkapazität und der Intelligenz, der sich im Konzept der neuralen Effizienz wieder findet (Haier, Jung, Yeo, Head & Alkire, 2004; Grabner, Stern & Neubauer, 2003, Grabner, Neubauer & Stern, 2006). Es zeigt sich nämlich im EEG, dass Menschen mit einem höheren IQ (ermittelt durch einen Intelligenztest) bei der Bearbeitung von Intelligenztests weniger Aktivität insbesondere im Frontalhirn aufweisen als Menschen mit einem niedrigen IQ. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass letztere mehr Energie aufwenden müssen, um einer neuen geistigen Anforderung zu genügen.

Obwohl es unter Intelligenzforschern inzwischen unstrittig ist, dass die Effizienz, mit der im Frontalhirn Information verarbeitet wird, eine ganz entscheidende Komponente der Intelligenz ist, lässt sich diese doch nicht allein darauf reduzieren. Auch spezifische geistige Ressourcen, wie z.B. verbale und räumlich-visuelle Fähigkeiten, tragen zur Leistung in Intelligenztests bei.

### 3.7.4 Die Vererbung von Intelligenz

Wie kommt es zu den Unterschieden in der Intelligenztestleistung, die auch zwischen Menschen mit vergleichbaren Lernerfahrungen zu beobachten sind? Unbestritten ist, dass hier den Genen eine entscheidende Bedeutung zukommt. Zwillingsstudien sprechen gerade bei der Intelligenz für eine starke genetische Komponente, da genetisch identische eineiige Zwillinge sehr viel ähnlichere IQs haben als gleichgeschlechtliche zweieiige Zwillinge, obwohl die Umweltbedingungen für beide Typen ähnlich sind (Plomin & Spinath, 2004). Allerdings

ist es nicht sinnvoll, Erbe und Umwelt als zwei unabhängige Wirkungsfaktoren zu sehen. Damit Erbanlagen wirken können, benötigen sie eine entsprechende Umwelt. Daraus ergibt sich auch, dass der auf die Gene zurückzuführende Anteil der Intelligenzunterschiede umso größer ist, je mehr Chancengerechtigkeit in einer Gesellschaft besteht. Das erscheint erst auf den zweiten Blick plausibel. Doch wenn Menschen gar nicht die Chance haben, ihre Potenziale zu entfalten, lässt sich ihr Versagen auch nicht auf die Gene zurückführen. Umgekehrt: Hatten zwei Menschen gleiche Chancen, entwickelten sich aber trotzdem unterschiedlich, müssen die Ursachen für ihre Leistungsdifferenz bei ihnen selbst – z.B. bei ihren Genen – und nicht in der Umwelt gesucht werden. In Ländern, in denen Chancengerechtigkeit realisiert ist, können sich Menschen die Umgebung suchen, die zu ihren Genen passt. Gegenwärtig geht man davon aus, dass in westlichen Industrieländern etwa 50% der Intelligenzunterschiede genetisch bedingt sind. Bei diesem Wert handelt es sich nicht um eine Fixgröße, sondern sie ist von dem jeweiligen gesellschaftlichen Umfeld abhängig. In den skandinavischen Ländern mit ihrer traditionell größeren Chancengerechtigkeit lässt sich demnach ein größerer Anteil der Intelligenzunterschiede auf Gene zurückführen als in anderen industrialisierten Ländern. In Ländern, in denen keine Schulpflicht besteht und deshalb Analphabetismus verbreitet ist, lassen sich Unterschiede in der Intelligenz dementsprechend nur in geringerem Maß auf Gene zurückführen. Erst mit dem Schulbesuch kann sich die in Intelligenztests gemessene Intelligenz entwickeln. Die Ergebnisse von Intelligenztests sind nur sinnvoll interpretierbar, wenn die miteinander verglichenen Menschen in etwa die gleichen Bildungschancen hatten.

### **3.7.5 Der Einfluss der Umwelt auf die Intelligenzentwicklung**

Es gibt bereits Intelligenztests für Vorschulkinder, die aber natürlich noch nicht den Umgang mit Schrift und Zahlen verlangen. Entweder handelt es sich um mündlich durchzuführende Tests, in denen die Kinder befragt werden, oder um Bildermaterial, das auf Papier vorliegt und das sie ordnen müssen. Tatsächlich findet man bereits zwischen Intelligenztests, die Vorschulkindern im Abstand von zwei Jahren vorgegeben wurden, einen Korrelationskoeffizienten von ca.  $r=.50$ . In der Münchener Längsschnittstudie LOGIK (Weinert & Schneider, 1999) fanden sich solche Werte bei sprachlichen und bei nicht-sprachlichen Tests. Im Vorschulalter ist der IQ also noch nicht stabilisiert: Schwankungen, die man z.B. über zwei Jahre findet, sind nicht allein auf den Messfehler zurückzuführen.

Selbst bei Säuglingen kann man schon Unterschiede in der Informationsverarbeitung feststellen, die mit dem späteren IQ zusammenhängen. In diesem Alter kann man natürlich noch keine Intelligenztests durchführen. Stattdessen erfasst man die so genannte Habitationszeit. Zu diesem Zweck zeigt man Kindern wiederholt dasselbe Reizmaterial und erfasst ihre Blickdauer. Wenn sich die Kinder abwenden und damit signalisieren, dass ihr Interesse an dem gezeigten Reizmaterial nachlässt, sind sie habituiert. Mehrere Längsschnittuntersuchungen zeigen, dass Kinder, die im Säuglingsalter eine kurze Habitationszeit zeigten, später mit größerer Wahrscheinlichkeit einen höheren IQ hatten. Um-

gekehrt hatten Kinder mit einer längeren Habitationszeit mit größerer Wahrscheinlichkeit einen niedrigen IQ. Die Korrelationen liegen um  $r = -.40$ ). (Zusammenfassung bei Anderson, 1992).

In der bereits erwähnten Längsschnittstudie LOGIK stabilisierte sich der Intelligenzquotient für sprachliche Intelligenz unmittelbar nach Eintritt in die Grundschule, während sich die nicht-sprachliche Intelligenz erst gegen Ende der Grundschulzeit stabilisiert. Mit Stabilisierung des IQ ist gemeint, dass die Korrelation zwischen zwei Messzeitpunkten so hoch ist, wie die Reliabilität (also zwischen  $r = .80$  und  $r = .90$  liegt). Der Grund für die frühere Stabilisierung der sprachlichen Intelligenz liegt in der Sprachförderung durch den Schulunterricht. Insbesondere die Förderung des Schriftspracherwerbs ermöglicht es den Kindern, ihr sprachliches Potenzial – auch in Abhängigkeit von ihren genetischen Voraussetzungen – auszubauen. Nach dem zehnten Lebensjahr sind Unterschiede in der Intelligenz nahezu stabil, d.h. wenn man dieselben Personen zu unterschiedlichen Alterszeitpunkten in eine Rangfolge bringt, ändert sich an dieser Rangfolge nur noch wenig.

Auch wenn Gene einen deutlichen Einfluss auf die Entwicklung von Intelligenzunterschieden haben, so bleibt doch noch Raum für Umwelteinflüsse. Dauerhafte Fehl- und Mangelernährung, Kopfverletzungen sowie toxische Einwirkungen können in jedem Alter die geistige Leistungsfähigkeit beeinträchtigen, aber besonders in der Kindheit können Umwelteinflüsse negative und möglicherweise nicht mehr kompensierbare Auswirkungen auf die Intelligenzentwicklung haben. Allerdings darf man sich hier keine linearen Zusammenhänge im Sinne von „je mehr, desto besser“ vorstellen, also je besser die Ernährung desto höher die Intelligenz. Mangel- und Fehlernährung kann dazu führen, dass die potenzielle Intelligenz nicht erreicht wird, aber auch eine nach allen Regeln der Ernährungswissenschaft zusammengestellte Ernährung kann aus einem mittelmäßig begabten Kind kein Genie machen. Statt von einem linearen Zusammenhang spricht man von einem Schwellenwert: Es muss ein bestimmtes Maß von einer Ressource zur Verfügung stehen, aber was darüber hinausgeht, hat keinen weiteren Effekt. In der Ökonomie spricht man in diesem Zusammenhang von Grenznutzen. Viele Faktoren, die sich auf die Intelligenz auswirken, lassen sich eher mit dem Schwellenwertmodell als mit linearen Effekten beschreiben. Dazu gehört auch der familiäre Hintergrund. Aufgrund der Tatsache, dass Kinder einer Akademikerfamilie im Durchschnitt intelligenter sind als Kinder aus bildungsfernen Schichten, lässt sich allein noch nichts über die Einflüsse von Genen und Umwelt aussagen. Plausibel ist, dass die Kinder aus Akademikerfamilien im Durchschnitt günstigere genetische Voraussetzungen und besser Umweltbedingungen haben. In einer Adoptionsstudie von wurde der Frage nachgegangen, welchen Einfluss ein akademischer Hintergrund auf die Intelligenzentwicklung von Kindern hat, die bald nach der Geburt aus einem ungünstigen Milieu heraus adoptiert wurden. Es konnten drei Gruppen von Kindern verglichen werden: (1) Kinder, die nicht adoptiert wurden, sondern in dem ungünstigen Milieu blieben, (2) Kinder, die von einer Akademikerfamilie adoptiert wurden, und (3) Kinder, die von einer Nicht-Akademikerfamilie adoptiert wurden. Es kann davon ausgegangen werden, dass zwischen den geneti-

schen Voraussetzungen der Kinder in den Gruppen kein Unterschied bestand. Es zeigte sich, dass sich die Adoption sehr günstig auf die geistige Entwicklung der Kinder auswirkte: Der IQ der adoptierten Kinder lag um neun Punkte höher als der IQ der Kinder, die in dem ungünstigen Milieu blieben. Welchen Vorsprung hatten die Kinder, die von einer Akademikerfamilie adoptiert wurden? Gerade einmal einen IQ-Punkt! Entscheidend war, dass die Kinder in Familien kamen, die um ihr Wohl besorgt waren, während der Bildungshintergrund der Familie keinen nennenswerten Bonus brachte (van IJzendoorn, Juffer & Klein Poelhius, 2005).

Es gibt jedoch einen Umweltfaktor, bei dem sich ein linearer Einfluss zeigt: Die Dauer des Schulbesuchs. Selbst wenn man mit Hilfe von statistischen Methoden alle relevanten Einflussgrößen wie z.B. soziale Herkunft, Geschlecht oder Alter kontrolliert, so findet man, dass Menschen die mehr Lebenszeit in der Schule verbracht haben, einen höheren IQ haben. Eine Möglichkeit, die Dauer des Schulbesuchs zu untersuchen, bietet das „Stichtag-Design“: Kinder, die bis zu einem bestimmten Datum das festgesetzte Alter erreicht haben, werden zum nächstfolgenden Termin eingeschult, Kinder, die auch nur einen Tag jünger sind, kommen erst ein Jahr später in die Schule. Also können sich Kinder, die im chronologischen Alter nur einen Tag auseinander liegen, um ein ganzes Jahr Schulerfahrung unterscheiden. Es zeigte sich in vielen Studien, dass früher eingeschulte Kinder einen höheren IQ aufweisen als später eingeschulte Kinder. Hier wurden für Deutschland in einer Studie von Stelzl, Merz, Ehlers und Remer (1995) große Effekte gefunden. Früh eingeschulte zehnjährige Kinder hatten einen um ca. fünf Punkte höheren IQ als Gleichaltrige, die ein Jahr später eingeschult wurden. In anderen Ländern lag der Wert etwas niedriger. Einerseits zeigt das Ergebnis, dass Umweltfaktoren wie die Dauer des Schulbesuchs durchaus einen Effekt auf die Intelligenzentwicklung haben, andererseits wird aber auch deutlich, dass solche Effekte begrenzt sind. Fünf IQ-Punkte, also  $1/3$  Standardabweichung für eine immerhin um 25% verlängerte Dauer des Schulbesuchs, sind nicht überragend. In anderen Studien fand man nur drei Punkte für ein zusätzliches Jahr Schulbesuch. Zwar sind diese so genannten Schooling-Effekte stärker als die Musik-Effekte aber sie zeigen gleichzeitig auch, wie begrenzt Umwelteinflüsse auf die Entwicklung von Intelligenzunterschieden in Gesellschaften sind, in denen die für die geistige Entwicklung benötigten Ressourcen weitgehend allen zugänglich sind.

### 3.8 Oliver Vitouch: Kognitive Einflüsse musikalischer Aktivitäten: Die Frage des Transfers

#### 3.8.1 Introduction: Mozart To The Rescue!

Für den Kognitionswissenschaftler eröffnet die Befassung mit kognitivem Transfer durch musikalische Betätigung zunächst einmal ein Dilemma: Rasch gerät man in den assoziativen Dunstkreis von Phänomenen wie dem „Mozart-Effekt“, der Verheißung, dass wenige Minuten Musikhören die räumliche Intelligenz von Menschen oder Ratten signifikant steigern würden – solange es nur der richtige Komponist ist. In seiner kommerzialisierten Form (The Mozart Effect®; Campbell, 2001, und <http://www.mozarteffect.com>), und in mehrere Sprachen übersetzt, verspricht der Effekt über die Wunderwirkung von Musik nicht weniger als das folgende: „Music can drum out evil spirits, sing the praises of the Virgin Mary, invoke the Buddha of Universal Salvation, enchant leaders and nations, captivate and soothe, resurrect and transform.“ (ebd., S. 1). Eine Online-Rezension des Buches (<http://www.amazon.com>) fragt daher mit Recht: „Will prenatal music classes be the next big trend for yuppie babies?“ Diese Frage ist insofern gar nicht so futurologisch, als der Staat Florida allen seinen Neugeborenen sicherheitshalber eine Mozart-CD mit auf den Lebensweg gibt. Nun, ich denke keinesfalls, dass das schadet; und vielleicht ist es ja auch der späteren Entwicklung breit gefächelter Musikpräferenzen durchaus förderlich. Den suggerierten Effekt aber, nämlich eine praktisch mühelose kognitive Leistungssteigerung quasi schon *ab ovo* (oder wenigstens *post natum*), wird man damit nicht erzielen. Obwohl diese Hoffnung unserem Instant-Zeitalter durchaus gemäß ist, wird sich eine Intelligenzsteigerung durch Musik in der Art eines Fertigsuppen-Rezepts („Just Add Mozart“) sicher nicht bewerkstelligen lassen. Mozart als Leistungsdroge, als kognitives Glutamat? Schubert, Bach und Beethoven als *cognitive enhancers*, und eine Prise Johann Strauß, wenn einmal das *speed* ausgegangen ist? Ganz so wollen wir die kognitiven Einflüsse musikalischer Aktivitäten jedenfalls nicht modelliert wissen.

Auch die strikt wissenschaftliche Auslegung des Mozart-Effekts (sensu Rauscher, Shaw & Ky, 1993) – also die kurzfristige Steigerung einer bestimmten Teilleistung der räumlichen Intelligenz nach Anhören eines Auszugs aus einer Mozart-Sonate oder auch, späteren Arbeiten dieser Gruppe zufolge, eine Leistungssteigerung im Labyrinthlernen bei nachgeburtlich Mozart-exponierten Ratten – hat mit ernststen Problemen zu kämpfen. Sie erweisen sich als schlecht replizierbar, zum Teil auch als konzeptuell fragwürdig. Ein rechtes Requiem auf den Mozart-Effekt hat sich aus einer Serie von Arbeiten ergeben, die ebenso wie die Originalarbeit (Rauscher et al., 1993) in der prestigereichen Fachzeitschrift *Nature* erschienen sind: Sowohl in einer Metaanalyse (also einer quantitativ zusammenfassenden Analyse bislang erschienener Arbeiten; Chabris, 1999) als auch in Replikationsversuchen dreier unabhängiger Laboratorien, in die immerhin einige ForscherInnen aus der *crème de la crème* der Kognitiven Musikpsychologie involviert waren (Steele et al., 1999), ließen sich die von der Gruppe

um Rauscher und Shaw gefundenen Ergebnisse nicht bestätigen (siehe auch die Antwort von Rauscher, 1999).

Den vielleicht ernüchterndsten Befund bringt Steele (2003) in Bezug auf die Rattenstudie von Rauscher, Robinson & Jens (1998) vor: Während die AutorInnen mit dem Mozarttraining gründlicher Weise schon bei Rattenbabies ansetzen, führt Steele audiologische Studien ins Treffen, nach denen Ratten bis zehn Tage nach der Geburt stocktaub sind (primär aufgrund einer unzureichenden Verknöcherung des Mittelohrs), also bei Luftschall selbst noch bei einer experimentellen Lautstärke von 135 dB keine akustischen Hirnstammpotentiale erkennen lassen (Geal-Dor, Freeman, Li & Sohmer, 1993). Steele (2003, S. 251) fasst zusammen: „The in utero exposure would have been ineffective because rats are born deaf. A comparison of human and rat audiograms, in the context of the frequencies produced by a piano, suggests that adult rats are deaf to most notes in the sonata.”

Auch wenn man gerade in der Wissenschaft niemals „nie“ sagen soll, und das allerletzte Wort zum Mozart-Effekt wohl noch nicht gesprochen ist, ist auf Basis der vorhandenen Befunde also gerade im „Mozart-Jahr“ gehörige Skepsis angebracht. Es wäre ja auch zu schön um wahr zu sein: So simpel, dass man einfach nur ein wenig Musik vorspielen muss, um das kognitive Leistungsvermögen zu steigern, ist es eben nicht. Die folgenden Abschnitte werden sich der Frage des potentiellen Transfers musikalischer Aktivitäten, passiver (Musikhören) und aktiver Natur (Instrumentalpraxis), auf außermusikalische kognitive Leistungen bei etwas großzügigeren Zeitspannen widmen und einige Beispiele dafür geben, wonach man suchen und wo man die Suche eher aufgeben sollte – kurz, was man realistischerweise hoffen darf.

### 3.8.2 Auf der Suche nach dem Transfer

#### Absolutes Gehör: Außergewöhnliche Leistungen durch frühes Training

Der Begriff Absolutes Gehör (AG) bezeichnet die Fähigkeit, eine bestimmte Tonhöhe ohne Zuhilfenahme eines Referenztones exakt zu benennen (passives AG) oder zu produzieren (aktives AG; stimmlich oder durch Einstellung am Regler eines Tongenerators). Für einen ausführlichen Überblick zu dieser generell raren auditiven Fähigkeit – in der Gesamtpopulation der westlichen Welt geht man von einer Inzidenz zwischen 1 : 10.000 und 1 : 1.000 aus – siehe Vitouch (2005b). Während das AG die längste Zeit mit angeborener musikalischer Genialität in Zusammenhang gebracht wurde, häuften sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Befunde dafür, dass für seine Entstehung der Einfluss früher, einschlägiger musikalischer Übung wesentlich sein dürfte (*early learning theory*; siehe z.B. Vitouch, 2003). Nach aktuellem Wissensstand ist das AG eine (teil-)erworbene Fähigkeit, die für den Erwerb ein kritisches Zeitfenster (eine *sensitive period*) bis zum fünften oder sechsten Lebensjahr aufweist. Es besteht also, grob vergleichbar dem vollständig akzentfreien phonologischen Erwerb einer Sprache, ein „hartes“ Plastizitätslimit: Training bis zu einem gewissen Alter verleiht diese kognitive Fähigkeit, späteres Training ist zwecklos. (Inwiefern die Entwicklung AGs zusätzlich einer genetischen Grundlage be-

darf, über die nur manche Menschen – oder jedenfalls nicht alle gleichermaßen – verfügen, ist bis dato ungeklärt.)

Ein exemplarischer Beleg für den frühen Erwerb ist etwa die in einer japanischen *Yamaha*-Schule für musikalische Frühförderung durchgeführte Querschnitt-Entwicklungsstudie von Miyazaki & Ogawa (in press). Während sich bei vierjährigen Kindern Trefferquoten von 0 bis 25% im Absoluthörtest zeigten (die Ratewahrscheinlichkeit ist hier praktisch zu vernachlässigen), lagen sie bei den siebenjährigen schon bei 45 bis 95%, wobei sich im Wesentlichen keine Leistungssteigerung mehr nach dem achten Lebensjahr (60 bis 100%) ergab. Da diese Effekte nicht auf einer Entwicklungssselektion nach Absoluthörfähigkeit beruhen, sind sie ein interessanter Beleg für die Wirkung spezifischer Frühförderung.

In Zeiten, in denen Neuropädagogik und Intelligenztraining schon für Neugeborene stark *en vogue* sind, ergibt sich daraus fast ein Paradebeispiel: Adäquate Frühförderung im Kleinkindalter erwirkt die besondere kognitive Fähigkeit im Bereich der Wahrnehmung bzw. des Gedächtnisses; später hingegen ist das Entwicklungsfenster unwiderruflich geschlossen. Aber *trotz* dieses bemerkenswerten Umstandes müssen wir uns themengemäß vor Augen halten, dass es hier *keinerlei Transfer* geben dürfte; und zwar weder inner- noch außermusikalisch (siehe dazu Ward, 1999; Vitouch, 2005b): Absolutes Gehör gilt in der Musik, von einigen Ausnahmen abgesehen, nicht unbedingt als besonders nützlich, ja in manchen Kontexten – z.B. der transpositionsintensiven Klavier-Korrepetition – sogar als eher schädlich (ein Fall von *negativem Transfer*), und es scheint mit keinen besonderen extramusikalischen Eigenschaften zu korrelieren. Wir haben also eine kognitiv-musikalische Fähigkeit identifiziert, die es – wenn sie gewünscht wird – früh zu fördern gilt, die jedoch keinen positiven Transfer auf andere Kognitionsdomänen impliziert.

### **Makroskopische Gehirnveränderungen durch Musikpraxis**

Fragen der kognitiven Entwicklung lassen sich letztlich als Fragen der neuronalen *Plastizität* verstehen. Der Mensch ist ein Säugetier mit ausgeprägten corticalen Plastizitätsreserven (siehe z.B. Hoffrage & Vitouch, 2002, die vom *Homo plasticus* sprechen). In den Kognitiven Neurowissenschaften wurde das unter anderem am Beispiel musikalischer Aktivitäten eindrücklich demonstriert.

Schon jetzt ein Klassiker ist die Studie von Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh & Taub (1995): Sie konnten zeigen, dass das langjährige Übungspensum von Streichinstrumentalisten dazu führte, dass die Fingerrepräsentationen der Greifhand im Vergleich zu Kontrollpersonen ein größeres Areal umspannten und auch größere somatosensorisch evozierte Dipolmomente (Reizantworten) aufwiesen. Dabei ergab sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Alter, in dem mit dem regelmäßigen Üben begonnen wurde, und dem Vergrößerungseffekt: Bei einem Beginn erst nach dem dreizehnten Lebensjahr nahm der Effekt deutlich ab. Die Tatsache, dass analoge Resultate zuvor auch für die Zeigefingerrepräsentationen blinder Braille-Schrift-Leser gefunden worden waren, erlaubt eine kausale Interpretation dieser übungskorrelierten Resultate (im Unterschied zu einer potentiellen a-priori-Erklärung durch Personenvariablen).

Ganz ähnliche Resultate, inklusive der starken Korrelation mit dem Initialalter ( $r = -.60$ ), fanden Amunts, Schlaug, Jäncke, Steinmetz, Schleicher, Dabringhaus & Zilles (1997) für die Längenerstreckung und Hemisphärenasymmetrie des *gyrus praecentralis* bei Pianisten.

Solche übungskontingenten Ergebnisse aus dem Bereich der *Musikperformance* ließen sich in der Folge auch für die *Musikrezeption* finden. Pantev, Oostenveld, Engelien, Ross, Roberts & Hoke (1998) zeigten, dass die Dipolmomente im auditorischen Cortex in Reaktion auf Klaviertöne – hingegen nicht auf Sinustöne – bei Musikern um 25% größer ausfielen als bei Nicht-Musikern. Wiederum ergab sich eine substantielle Korrelation zwischen Effektgröße und Übungsbeginnalter. Die Autoren sprechen zusammenfassend von einer „gebrauchsabhängigen“ funktionellen Reorganisation im Bereich der sensorischen Cortices im Laufe der Entwicklung musikalischer Fertigkeiten. Schlaug, Jäncke, Huang & Steinmetz (1995) demonstrierten per struktureller *in-vivo*-Magnetresonanz-Morphometrie, dass das *planum temporale*, eine unter anderem mit phonologischen Aspekten in Zusammenhang gebrachte Region, bei Absoluthörern linksseitig vergrößert ist – möglicherweise das übungsbeeinflusste Substrat dieser Fähigkeit. Koelsch, Schröger & Tervaniemi (1999) wiesen „präattentives“, also noch vor dem Einsetzen von Aufmerksamkeitsrichtungsprozessen etabliertes Tuning der so genannten *mismatch negativity* bei Violinisten auf: Dieses frühe, dem Bereich der „vollautomatisierten“ Wahrnehmung zuzuordnende ereigniskorrelierte Potential im Elektroencephalogramm (EEG) zeigte sich in dieser Gruppe auch für Verstimmungen von < 1% des Mitteltones in einer Akkordsequenz sensitiv. Münte, Kohlmetz, Nager & Altenmüller (2001) schließlich konnten einen deutlichen Effekt im Sinne eines „räumlichen Tunings“ der auditorischen Aufmerksamkeit bei Dirigenten nachweisen: Die Orchesterleiter zeigten eine höhere Auflösung bei der Lokalisation von Ereignissen in der Hörperipherie, entsprechend den jeweils gerade „seitlichen“ Stimmen im Orchester.

All diese Befunde, die zum Teil durch modifizierte Replikationsstudien mehrfach abgesichert sind, verbürgen, dass langfristige Übung – in der Produktion wie in der Perzeption von Musik – Effekte zeitigt, die nicht nur auf Verhaltenesebene ersichtlich, sondern auch auf neuroanatomischer bzw. neurophysiologischer Ebene dingfest zu machen sind. Im Zusammenhang mit der Transferthematik stellen sich jedoch zwei Fragen. Zuerst jene der *Spezifität*: Sind die beobachteten Effekte spezifisch für musikalische Betätigungen, oder lassen sie sich ebenso gut als Korrelat anderer, professionell und langjährig betriebener Tätigkeiten (z.B. so profaner wie dem Schreibmaschinschreiben im Zehnfingersystem oder auch dem Sony-Playstation-Spielen) nachweisen? Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass Musik zwar eine sehr brauchbare Domäne für die Demonstration derartiger Effekte darstellt, dass diese sich aber nicht notwendigerweise strukturell von anderen Domänen unterscheiden (vgl. den oben erwähnten Braille-Befund). Zweitens dann die Frage des *Transfers*: Sind die morphologischen und physiologischen Effekte auf Verbesserungen im musikalischen Bereich beschränkt, oder sind durch diese „gezielte Hypertrophie des Gehirns“ Transferwirkungen auf ganz andere Bereiche zu erwarten? Schon Kram-

pe & Ericsson (1996) konnten beispielsweise zeigen, dass sich Transfereffekte der spielmotorischen Fertigkeiten von Pianisten im Wesentlichen auf stark tätigkeitsverwandte Leistungen (z.B. bidigitales und bimanuelles Tapping) beschränken. Ein nennenswerter „Ferntransfer“ dieser Veränderungen (siehe hierzu die Abschnitte 3 und 4) ist daher nicht ohne weiteres anzunehmen.

### Systematische Transferstudien

Eine größere Zahl von Experimentalstudien hat sich der systematischen Prüfung potentieller Transfereffekte von musikalischer Betätigung auf andere kognitive Bereiche gewidmet. Solche Studien sind in der Regel besonders aufwändig und stoßen auch auf grundsätzliche Hürden in der Durchführung, da es sich um echte Längsschnittstudien handelt, die auf randomisierten Gruppen beruhen müssen, aktive Kontrollgruppen führen sollen und mit Problemen des drop-out (oder auch des „Tätigkeits-drop-in“ in der Kontrollgruppe) konfrontiert sind. Es ist offensichtlich, dass derartige, über Jahre zu verfolgende Wirkungsstudien komplex, kostspielig und mit Risiken verbunden sind und letztlich auch an ethische Grenzen hinsichtlich des geforderten „widmungsgemäßen“ Verhaltens der gruppenzugehörigen Teilnehmer stoßen. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die Studien- bzw. Designqualität vieler Untersuchungen unbefriedigend ist und Mängel aufweist, die oft nicht nur Einschränkungen der wissenschaftlichen Aussagefähigkeit bedingen, sondern streng genommen überhaupt keine solide Interpretation der Ergebnisse (jenseits von Plausibilitätschlüssen) zulassen. Maria Spychiger hat in einer Reihe von Vorträgen und Arbeiten (z.B. Spychiger, 2001a) auf diese Problematik hingewiesen, typische Quellen von Design- und Interpretationsschwächen identifiziert und vor allem die häufigen Überinterpretationen in der zumeist „sensationssuchenden“ medialen Rezeption und der populärwissenschaftlichen Darstellung zum Thema gemacht. Nüchterer Schluss muss hingegen sein, dass die Befundlage noch vor einigen Jahren entweder keine eindeutigen Belege für nennenswerte Transfereffekte (oder „außermusikalische Wirkungen“) aufwies oder jedenfalls keine klaren – weil nicht potentiell gravierend methodisch konfundierten – Schlüsse zuließ.

Diese unerfreuliche Situation hat sich durch neueste Studien etwas gebessert. Hier ist vor allem die Arbeit von Schellenberg (2004) hervorzuheben, die den methodischen Anforderungen an vergleichende Wirkungsstudien – experimentelles (randomisiertes) Längsschnitt-Design mit aktiven Kontrollgruppen –, wie sie z.B. aus der Psychotherapieforschung seit längerem bekannt sind und wie sie auch für eine metaanalytische Aggregation essentiell sind, erstmals voll auf gerecht wird. Schellenberg untersuchte 144 Kinder im Alter von sechs Jahren, die zwei Experimentalgruppen mit Musikunterricht (Klavier bzw. Gesang) und zwei Kontrollgruppen (aktive Kontrollgruppe mit Schauspielunterricht bzw. passive Kontrollgruppe) zugeteilt wurden, über 36 Wochen und erhob als Zielvariable allgemeine Intelligenzsteigerungen (IQ-Zuwächse) durch einen aus zwölf Subtests bestehenden Standard-Intelligenztest. Dabei ergab sich ein Zuwachs von 6 bzw. 7,5 IQ-Punkten in den Musikgruppen (Klavier/Gesang), verglichen zu fünf bzw. vier IQ-Punkten in den Kontrollgruppen (Schau-

spiel/passiv). Aus statistischer Sicht ließen sich Experimental- und Kontrollgruppen jeweils poolen (kombinieren), woraus sich eine Effektgröße  $\delta_{\text{diff}} = .35$  ergibt. Das bedeutet, dass die Intelligenzleistung der Musikgruppen um 35% einer Standardabweichung stärker gestiegen ist als jene der Kontrollgruppen – ein quantitativer Effekt, der üblicherweise zwischen klein und mittelstark eingestuft wird. Ergänzend ist zu erwähnen, dass es im Bereich des „Adaptiven Sozialverhaltens“ (nach Inventareinschätzung durch die Eltern) zu einem gegenläufigen Effekt kam: Hier war ein Anstieg in der Schauspielgruppe zu verzeichnen, der sich um  $\delta_{\text{diff}} = .57$  von den anderen Gruppen unterscheidet und damit als mittelstark eingeschätzt werden kann.

Die Schellenberg-Studie deckt immerhin eine Trainingsdauer von etwa acht Monaten ab, und sie weist klare, gruppenspezifische (durch die Musikpraxis erklärliche, nicht nur allgemein tätigkeitskorrelierte), wenn auch nicht allzu große Transfereffekte aus. Obwohl eine noch wesentlich längere Studiendauer wünschenswert wäre (siehe dazu aber die oben geschilderten Schwierigkeiten) und es sich bislang nur um eine nicht replizierte Einzelstudie handelt, könnte man sagen: Was will man mehr? Je nach Erwartungshaltung ist das Glas also halb voll oder halb leer. Es ist halb voll, wenn man ins Treffen führt, dass eine achtmonatige Unterrichts- und Übungsdauer nun wirklich nicht die Welt ist und sich von realistischen Musikbiographien, einem „Leben mit Musik“, natürlich essentiell unterscheidet, und wenn man betont, dass selbst bei diesem „zeitlichen Miniaturausschnitt“ noch ein messbarer Ferntransfereffekt, in seiner allgemeinsten Form (Steigerung des Global-IQ), zustande kommt. Musik hat Transferwirkungen, die andere (auch künstlerische) Betätigungen und die Effekte des allgemeinen Schulunterrichtes übertreffen – *quod erat demonstrandum*. Das Glas ist hingegen halb leer, wenn man Wunderdinge in der Art von Mozart-Effekten oder anderen harmonischen Intelligenzdrogen erwartet. Dann ist der Effekt kaum der Rede wert; ein Indiz dafür, dass die Transferfrage oft falsch gestellt wird.

Eine Alternative zu experimentellen Längsschnittstudien besteht darin, einschlägige vorhandene Gruppen – also MusikerInnen – hinsichtlich ihrer mentalen Eigenschaften mit anderen Gruppen zu vergleichen. Tatsächlich existieren einige komparative Studien zur Intelligenz von MusikerInnen, von denen als neueste jene von Helmbold, Rammsayer & Altenmüller (2005) hervorzuheben ist. Helmbold et al. verglichen das Intelligenzprofil von 70 MusikerInnen mit jenem von 70 nach sozioökonomischem Status parallelisierten Kontrollpersonen. Sie fanden dabei wenig Differenzen, und jene Variablen, die auffällig erschienen – „flexibility of closure“ und „perceptual speed“, mit Effektgrößen von  $\delta = .34$  bis  $.43$  – waren zwar *post hoc* gut erklärlich, deckten sich aber nicht mit den Befunden früherer Studien. Zudem besteht in solchen Designs, auch bei sorgfältiger Vorgangsweise, stets ein offensichtliches Parallelisierungsproblem: Der Untersuchung liegen „frei gewählte Musikerbiographien“, und nicht randomisierte Gruppen wie im experimentellen Längsschnitt, zugrunde, so dass stets auch mit der Laufbahnwahl korrelierte Personenfaktoren eine Rolle spielen können („Wer wird professioneller Musiker, und weshalb?“). Die mögliche Hypothese, MusikerInnen seien – aufgrund ihrer langjährigen musischen Betä-

tigung – heimliche Intelligenzbestien, fand jedenfalls bislang keine substantielle Bestätigung.

### **Erwerb musikalischer Expertise und konative Faktoren**

In einer allgemeineren Eigenschaft sollten sich (aktive) Musiker jedoch sehr wohl von ihren Zeitgenossen unterscheiden: In jener, sich sehr langfristig der Befassung mit einer Sache, der Erreichung eines Ziels und der regelmäßigen Hintanstellung konkurrierender Handlungsanreize zu widmen. Gerade diese Langfristigkeit ist es, die Musik zu einem begehrten Gebiet für die Expertiseforschung gemacht hat (siehe dazu ausführlich Vitouch, 2005a). Die auf Simon und Chase zurückgehende „10-Jahres-Regel notwendiger Übung“ besagt, dass für das Erreichen von Spitzenleistungen – weitgehend unabhängig von der Leistungsdomäne – eine mindestens zehnjährige Vorbereitungs- bzw. Übungsfrist vonnöten ist. Ericsson, Krampe & Tesch-Römer (1993) zeigten des Weiteren, dass diese Übung planvoll und zielorientiert sein sollte (*deliberate practice*), und dass sie keineswegs immer angenehm ist. Musikalische Karrieren haben, bei allen Unterschieden im Detail, stets eines gemein: Sie sind durch Langfristigkeit, Kontinuität und Persistenz gekennzeichnet.

Dies rückt die Perspektive ein Stück weit weg von den kognitiven Faktoren, und hin zu den so genannten *konativen Faktoren* musikalischer Übung (von lat. *conatus* = Versuch, Anstrengung). Offenkundig spielen im Zusammenhang mit musikalischen Biographien auch motivationale, handlungsleitende und persönlichkeitsbildende Effekte eine Rolle – alles „nicht-kognitive“ Aspekte, die sich von den typischen Transfervermutungen abheben. In diesen Aspekten scheint auch eine deutliche Parallele zu den, ansonsten nicht so unmittelbar verwandten, sportlichen Aktivitäten zu bestehen.

Die Frage nach dem Transfer dürfte im konativen Bereich erstaunlicherweise noch nicht systematisch gestellt worden sein. Zwar schreiben etwa Lehmann & Gruber (in press) zum musikalischen Expertiseerwerb: „It is likely that high achievers have optimized their practice, work outcome oriented and can sustain the motivation to ‘do the right thing’ most of the time.“ Aber ob diese Fähigkeit generalisierbar ist – ob es hier Transfereffekte über die Musik hinaus gibt –, darüber lässt sich zwar begründet spekulieren, doch scheinen dazu noch kaum empirische Untersuchungen vorzuliegen.

### **Emotionales Erleben**

Eine weitere, nicht von der Hand zu weisende Besonderheit musikalischer Aktivität besteht darin, dass sie typischerweise mit gesteigertem emotionalem Erleben – oft in intensiver Form – einhergeht. Solche Erlebnisqualitäten sind ja schließlich und endlich der Grund dafür, dass wir uns überhaupt mit Musik beschäftigen (siehe Leder & Vitouch, 2006; Vitouch, 2006). Vom Versuch, diesen zentralen Aspekt adäquat zu erfassen, zeugt beispielsweise ein Cover des *Spiegel* (Nr. 31/2003), das Musik als „Die Mathematik der Gefühle“ bezeichnete.

Auch im Forschungsbereich gibt es durchaus viel versprechende Ansätze, den durch Musik hervorgerufenen Gemütsbewegungen näher auf die Schliche

zu kommen. Slobodas (1991) Idee der Identifikation von musikinduzierten *chills* & *thrills*, von durch „musikalische Höhepunkte“ ausgelösten subjektiven physiologischen Veränderungen (etwa Herzklopfen oder Gänsehaut), hat zuletzt einige Furore gemacht. Panksepp (1995; Panksepp & Bernatzky, 2002) geht bei echten *chill experiences* (inklusive „shivers down the spine“) von einer physiologischen Substratfunktion der Opioid-Achse aus, während sich Gabrielsson (2001) mit seinem verwandten Konzept der „Strong Experiences with Music“ (SEM) stärker auf die phänomenologische und verbalisierbare Seite intensiver Musikerlebnisse verlegt hat. Blood und Zatorre (2001) konnten zeigen, dass musikinduzierte Chill-Erfahrungen mit zentralnervöser Aktivität in Regionen einhergehen, die zu Aktivitätsmustern bei Schokoladeverzehr, sexueller Aktivität oder Drogenkonsum analog sind. Musik scheint also bestens in der Lage zu sein (und zwar auf moralisch einwandfreie, gesunde und nicht dick machende Weise), verschiedene *positive reinforcement centers*, die mit motivationalen, emotionalen und Belohnungsprozessen bis hin zu „Glückserfahrungen“ im Zusammenhang stehen, auf kurzem Wege zu aktivieren.

Ist der Transfer also möglicherweise an dieser Stelle, im Sinne eines „emotionalen Mehrwerts“, zu suchen? Ist musische Bildung als „emotionale Bildung“ unverzichtbar, um den Gefühlshaushalt aufgeräumt zu halten, gelegentliche Katharsis zu erlauben und jedenfalls auf andere Gefühls- und Erlebensbereiche, auf eine allgemeine homöostatische Gefühlsbalance, positiv auszustrahlen? Subjektive Berichte von Musikliebhabern sprechen dafür. Doch führt uns, um noch kurz auf der Ebene anekdotischer Evidenz zu bleiben, diese klassische Annahme eines „Wo man singt, da lass’ dich ruhig nieder“ nicht allzu weit: Mindestens ebenso klischeehaft geläufig ist das Bild des sentimental Nazi-Schergen, der in romantischem Gestus hingebungsvoll Beethoven und Wagner hört. Die Idee einer optimalen „Menschenbildung durch Musik“ ist also eine unbewiesene Annahme. Experimentelle Studien zu solchen emotionalen oder persönlichkeitswirksamen Transfereffekten sind aus nahe liegenden Gründen noch schwieriger durchzuführen als solche zu Aspekten des kognitiven Transfers, allein schon deshalb, weil entsprechend solide Messinstrumente hier – im Unterschied zu den oft gescholtenen, aber immerhin auf Validitäts- und Reliabilitätsaspekte hin geprüften Intelligenztests – weitgehend fehlen.

Eine mit dem emotionalen Erleben von Musik in engem Zusammenhang stehende Frage ist jene, *warum* es überhaupt Musik gibt, wozu wir sie erzeugen und ihr zuhören. Diese Frage nach den evolutionären Hintergründen von Musik hat bislang nicht eine, sondern eine Vielzahl von – teils widersprüchlichen, teils miteinander vereinbaren – Antworten gefunden (siehe Vitouch, 2006). Trotzdem lassen sich im Wesentlichen zwei Theriefamilien unterscheiden: Solche, die die sozialen Aspekte musikalischer Aktivität in den Vordergrund stellen (mutmaßliche Vorteile im Rahmen der natürlichen Selektion) und solche, die die Rolle der Musik im Bereich der sexuellen Selektion, etwa der Partnerwahl, betonen. Der *sexual selection*-Ansatz ist unter anderem deswegen so attraktiv, weil er die ästhetische Wirkung von Musik, den *appeal* musikalischer Klänge so elegant erklärt (Miller, 2000): Aus Sicht der biologischen Evolutionstheorie hängt das Auftreten von Schönheit – die bunte Blüte eines Strauches, der

prächtige Schwanz eines Pfaus –, die ja stets im Auge (und Ohr) des Betrachters liegt, typischerweise mit Selektionsvorteilen im Bereich der Fortpflanzung zusammen. Der Schönheitswettbewerb wird dabei durch innerartliche Prozesse wie die so genannte *runaway selection* rasch in Richtung Perfektion getrieben. Schönheit und Eros würden also essentiell zusammenhängen – und ein wohlklingendes Musikstück würde uns letztlich auf die gleiche, natürliche Weise angenehm berühren wie die erotische Ausstrahlung eines schönen Körpers. Auch wenn der *sexual selection account* von Musik nicht hinreichend belegt ist, so gibt er doch eine Idee von möglichen Ursprüngen und Gründen der emotionalen Wirkung von Musik.

### 3.8.3 Ein Perspektivenwechsel

Insgesamt drängt sich, nach all dem bisher gesagten, ein Perspektivenwechsel auf. Richten wir kurz den Blick weg von Musik als Mittel zum Zweck, und auf das, was Musik eigentlich ist: eine menschliche Universalie, die – in unterschiedlichen Formen – in sämtlichen bekannten Kulturkreisen und Winkeln der Welt auftritt. Beachten wir Musik kurz als *Wert an sich*: als Aspekt unseres Menschseins, wie Liebe und Eros, Poesie, Freude an Bewegung, Freude an visueller Betrachtung und andere Formen des intensiven Empfindens und Erlebens. Aus dieser Perspektive wird schlagartig klar, dass Musik Teil eines holistischen Bildungs- und Entwicklungskonzepts sein muss, dass über die intensivere und geschulte Befassung mit Musik die Eröffnung eines eigenen, wundervollen Kosmos gelingt, der Partizipation und Kreativität mit einschließt. Aus dieser Sicht ist Musik auch nicht immer nur „Förderung“; sie kann im Gegenteil etwa auch zeitweisen Abstand von der modernen Laufradgesellschaft bieten.

Aber auch, wenn wir wieder einen stärker instrumentalistischen Schritt zurückgehen, bleibt Musik eines: „An especially nice way to shape your brain“, eine Aktivität, die im begründeten Verdacht steht, hier und da Transfer-Mehrwert (kognitiven, konativen und emotionalen) zu erbringen. Dabei erscheint es bei musikalischer Betätigung leichter als in anderen Bereichen, „bei der Sache zu bleiben“ – etwa Frustrationen im spielpraktischen Bereich zu überwinden –, weil die Beschäftigung mit Musik stark selbstverstärkend wirken kann (vgl. den vorangegangenen Abschnitt über emotionales Erleben). Fast wird Musik zu einem Modell des Lebens: Man arbeitet an sich und seiner Umwelt, um voranzukommen; man ist immer wieder mit Hürden, Schwierigkeiten und Rückschlägen konfrontiert, aber man bewältigt sie, schreitet fort und tut all das letztlich mit Genuss.

Schließlich, vollends zurückgekehrt zum utilitaristischen Blickwinkel, lässt sich auch ganz nüchtern fragen: Gibt es denn andere Sparten mit *besserem* Transfersaldo? Das ist nach aktueller Faktenlage nämlich zu bezweifeln. Aber es ist offensichtlich, dass – wie in diesem Kapitel mehrfach angedeutet – die *Transferfrage teils falsch* gestellt, teils auch einfach zu unpräzise gelassen wird. Die Frage neigt zum Beispiel deshalb zum Irrlauf, weil sie gleich das Blaue vom Himmel herunterholen will (und weil das auch immer wieder, hochstaplerisch-verheißungsvoll, versprochen wird). Soviel sollte mittlerweile klar sein: Wenn man Mathematikleistungen verbessern will, dann soll man themenspezifisches

Training – Mathematikunterricht – geben (und sich keine wundersamen Transferzugänge auf weiten Umwegen erwarten). Wenn man eine ganzheitliche und auch musische Entwicklung anstrebt, soll man Musik ins Curriculum mit einbeziehen, woraus sich dann sogar noch der eine oder andere „Mehrwert“ in Transferbereichen ergeben kann.

### 3.8.4 Offene Fragen zur „Transferbilanz“

Bei dem Einwand, dass die Transferfrage oft falsch oder unzureichend klar gestellt wird, will ich es nicht einfach kommentarlos bewenden lassen. Auf Basis zahlreicher psychologischer und kognitionswissenschaftlicher Befunde sollte man sich als generellen Hintergrund vergegenwärtigen, dass *echter Ferntransfer selten ist*. Wenn man sich davon nicht einschüchtern lassen und sich trotzdem auf die couragierte Suche nach dem Transfer – in unserem konkreten Falle von musikalischen Aktivitäten aus – begeben möchte, dann sollte man sich präzisierend einige spezifische und bildungsplanerisch relevante Facetten der Transferfrage vor Augen halten. Ich schließe dieses Kapitel daher mit zehn Fragen zur Transferbilanz, die vielleicht als Leitlinie für künftige Diskussionen und Wirkungsstudien dienen können.

- (1) *Worauf* soll der Transfer erfolgen? (Kandidaten sind z.B.: IQ, Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, audiovisumotorische Koordination, analytische Fähigkeiten; Entwicklung des Gefühlslebens, der Persönlichkeit, der sozialen Sensitivität, des Selbstwertes, der Kreativität; Steigerung der Lebenszufriedenheit, etc.)
- (2) Wird an *Nab-* oder an *Ferntransfer* (Barnett & Ceci, 2002), also an den Transfer in tätigkeitsproximale oder tätigkeitsdistale Bereiche, gedacht?
- (3) In welchem *Alter* soll die Musikrezeption bzw. Musikpraxis erfolgen?
- (4) Welche *Effektgrößen* werden erwartet?
- (5) Wie ist es um die *Langfristigkeit* (Nachhaltigkeit) der Effekte bestellt?
- (6) Besteht *Spezifität* der Effekte im Vergleich zu anderen Aktivitäten (z.B. zu anderen Künsten, zu Sport, Förderklassen, Wissenschaftskursen, etc.)?
- (7) Ist eine „*Differentialdiagnostik*“ hinsichtlich einer besonderen Eignung (eines besonderen Talents) für musikalische Betätigungen sinnvoll? Profitieren also Einzelne von Musik, auch oder gerade in Sachen Transfer, mehr als andere?
- (8) Von welcher *Art der musikalischen Betätigung* ist die Rede: Rezeptive vs. produktive, reproduktive vs. kreative, leistungsorientierte vs. rekreative, etc.
- (9) Von welchen *Musikstilen* oder -genres werden Transferwirkungen erwartet (z.B. speziell für „Klassik“ / *high-brow music*, oder auch für andere Genres)?
- (10) Kann *konativer Transfer* die Wirkungen kognitiven Transfers übertreffen oder zumindest komplementieren?



## 4 **Schlussbetrachtung: Der aktuelle Forschungsstand und Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen**

Abschließend lassen sich die wichtigsten Punkte zum aktuellen Forschungsstand sowie zu Fragestellungen für weiterführende Untersuchungen folgendermaßen zusammenfassen:

### **Der Unterschied zwischen den kognitiven Effekten passiven Musikhörens und aktiven Musizierens**

Es ist von entscheidender Bedeutung, zwischen den kognitiven Effekten des passiven Musikhörens und aktiver musikalischer Betätigung zu differenzieren. Dieser Punkt ist in der öffentlichen Debatte oft übersehen worden und hat insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion über den so genannten „Mozart-Effekt“ zu zahlreichen Missverständnissen und Fehleinschätzungen geführt. Der Mozart-Effekt besteht darin, dass Personen durch das Hören von fröhlicher und schneller Musik Mozarts kurzfristig (für 20 bis 30 Minuten) in einen Zustand höherer Aktivierung und Leistungsbereitschaft versetzt werden und daher bei bestimmten Papier-Falt- und Schneide-Aufgaben etwas bessere räumlich-visuelle Leistungen zeigen als Personen, die entweder keine Musik oder Entspannungsanleitungen gehört haben. Dieser Effekt hat nichts mit der Verbesserung der allgemeinen Intelligenz oder einzelner kognitiver Fähigkeiten zu tun, sondern kommt allein dadurch zustande, dass die Versuchspersonen durch das Hören von Musik, die von ihnen bevorzugt und als angenehm betrachtet wird, vorübergehend in einen Zustand erhöhter kognitiver Erregung und guter Stimmung versetzt werden (arousal-and-mood-hypothesis). Hinzu kommt, dass dieser Effekt nicht für die Musik von Mozart spezifisch ist, sondern ganz generell durch Aktivitäten hervorgerufen werden kann, die von den betreffenden Personen als angenehm empfunden werden. Neben dem Hören der Musik von Schubert und moderner Popgruppen zählt dazu beispielsweise auch das Anhören von Geschichten von Stephen King.

Die Ergebnisse in Bezug auf die kognitiven Effekte musikalischer Betätigung sind komplexer und werden im Folgenden detaillierter erörtert.

### **Kaum eindeutige Belege für spezifische Wirkungen von Musikunterricht auf andere kognitive Fähigkeiten**

Aus den dargestellten methodischen Überlegungen ergibt sich, dass Korrelationsstudien und quasi-experimentelle Studien keine eindeutigen Belege für die kausale Hypothese liefern können, dass aktive musikalische Betätigung und Musikunterricht positive Effekte in Bezug auf andere kognitive Fähigkeiten hervorbringen. Es ist bei diesen beiden Typen von Studien nämlich stets mög-

lich, dass eine ganze Reihe verschiedener Ursachen für bestimmte Leistungsdifferenzen verantwortlich sind. Aus diesem Grund ist es selbst dann, wenn Personen mit Musikunterricht bessere kognitive Leistungen zeigen als Personen ohne musikalisches Training, nicht möglich, diese Leistungsunterschiede eindeutig auf den Musikunterricht als Ursache zurückzuführen. Denn es könnte zum Beispiel der Fall sein, dass Intelligenz und die Dauer des Musikunterrichts aus dem Grund positiv miteinander korrelieren, dass intelligente Personen mit größerer Wahrscheinlichkeit Musikunterricht wählen und auch länger dabei bleiben, weil ihnen der Musikunterricht aufgrund ihrer Intelligenz leicht fällt und Erfolgserlebnisse beschert.

Das Grundproblem der Mehrzahl der dargestellten experimentellen Studien liegt hingegen darin, dass sich deren Ergebnisse nicht als eindeutige Belege für die *spezifischen* Wirkungen von Musikunterricht auf bestimmte kognitive Fähigkeiten interpretieren lassen, weil die Versuchspersonen in den Kontrollgruppen kein zusätzliches Training in einem anderen Inhaltsbereich und damit insgesamt deutlich weniger Unterricht erhielten als die Personen in den Versuchsgruppen. Bei den betreffenden Untersuchungen lässt sich deshalb nicht ausschließen, dass die aufgewiesenen kognitiven Effekte auch durch Unterricht in anderen Inhaltsbereichen hervorgerufen werden können. Eine Ausnahme stellt beispielsweise die experimentelle Untersuchung von Thompson et al. (2004) dar, mit der der spezifische Einfluss von Musikunterricht auf die Fähigkeit, Emotionen anhand des Sprachrhythmus zu bestimmen, belegt werden konnte. Auch die in methodischer Hinsicht vorbildlichen Studien von Schellenberg (2003, 2004, 2006a) liefert Hinweise darauf, dass sich Musikunterricht in spezifischer Weise – wenn auch nur in geringfügigem Umfang – positiv auf den Intelligenzquotienten auswirkt. Zusammengefasst lässt sich also festhalten, dass die Ergebnisse aller drei Typen von Untersuchungen bislang nur sehr wenige Belege für *spezifische* Effekte musikalischer Betätigung auf außermusikalische kognitive Fähigkeiten liefern. Denn die überwiegende Mehrzahl der dargestellten Untersuchungen stellt nur Ergebnisse bereit, die mit der Annahme solcher kognitiven Effekte lediglich *verträglich* sind.

### **Keine Belege für besondere Wirkungen von Musikunterricht auf einzelne kognitive Fähigkeiten**

Die Ergebnisse von Schellenbergs Korrelationsstudien (Schellenberg, 2003, 2006) sowie seiner experimentellen Studie (Schellenberg, 2004) sprechen gegen die Hypothese, dass durch Musikunterricht einzelne kognitive Fähigkeiten wie zum Beispiel mathematische oder sprachliche Fähigkeiten in besonderer Weise gefördert werden. In den Korrelationsstudien betreffen nämlich die aufgewiesenen positiven Korrelationen zwischen der Dauer des Musikunterrichts und den kognitiven Leistungen ganz allgemein *alle* Bereiche, die mit den Intelligenztests sowie mit den Tests zur Erfassung schulischer Leistungen gemessen wurden. Auch in der experimentellen Untersuchung zeigten sich die kognitiven Effekte des Musikunterrichts in *allen* mit den Tests zur allgemeinen Intelligenz gemessenen Bereichen. Gegen die Hypothese, dass zwischen Musikunterricht und einzelnen kognitiven Kompetenzen ein besonders ausgeprägter Zusammen-

hang besteht, spricht weiterhin, dass die in den verschiedenen Studien zu speziellen kognitiven Fähigkeiten gemessenen Effektstärken nie über den Effektstärken lagen, die Schellenberg in den verschiedenen Bereichen der allgemeinen Intelligenztests gemessen hat. Während einzelne Untersuchungen, die zum Beispiel für einen positiven Zusammenhang zwischen Musikunterricht und sprachlichen Fähigkeiten sprechen, nicht als Belege angeführt werden können, um Schellenbergs Behauptung zu widerlegen, eignen sich umgekehrt die Ergebnisse von Schellenbergs Untersuchungen durchaus, um die Hypothese von dem besonders ausgeprägten Zusammenhang zwischen Musikunterricht und speziellen kognitiven Fähigkeiten zurückzuweisen.

### **Die geringe Ausprägung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung**

Allen Untersuchungsergebnissen, die für die kognitiven Effekte aktiver musikalischer Betätigung auf außermusikalische Fähigkeiten sprechen, ist gemeinsam, dass sie nur in geringer Ausprägung auftreten. Zum Beispiel liegt in der experimentellen Studie von Schellenberg (2004) der Vorsprung der Versuchsgruppen vor den Kontrollgruppen gerade einmal bei knapp drei Intelligenzpunkten. Dieses Ergebnis ist angesichts der großen Stichprobe zwar signifikant, aber im Einzelfall ist die Steigerung des IQ unter Berücksichtigung der Fehlertoleranzen von Intelligenztests doch recht gering. Die Effekte in den von Schellenberg (2006a) durchgeführten Korrelationsstudien sind ebenfalls zwar statistisch signifikant, aber eher gering. Die erste Korrelationsstudie zeigt, dass sich der IQ der Kinder im Durchschnitt mit jedem Monat Musikunterricht um  $1/6$  Punkt erhöhte. Schellenberg verdeutlicht diesen Effekt an dem folgenden Beispiel: Ein Kind, das sechs Jahre lang acht Monate Musikunterricht im Jahr hatte, wird nach diesem Zeitraum durchschnittlich einen um 7.5 Punkte höheren IQ haben, als wenn es keinen Musikunterricht gehabt hätte. Die zweite Korrelationsstudie führte zu dem Ergebnis, dass sich der IQ bei jungen Erwachsenen mit jedem Jahr Musikunterricht in der Kindheit durchschnittlich um  $1/3$  Punkt erhöht. Ein Erwachsener, der in der Kindheit sechs Jahre lang Musikunterricht hatte, wird also im Durchschnitt einen um zwei Punkte höheren IQ haben, als wenn er keinen Musikunterricht gehabt hätte. Angesichts dieser geringen Ausprägung der kognitiven Effekte musikalischer Betätigung ist es nicht angemessen, von dem Vorliegen einiger positiver Befunde darauf zu schließen, musikalisches Training sei ein besonders geeignetes Mittel, um kognitive Leistungen in einem nennenswerten Umfang zu steigern.

### **Der Stand der Ausarbeitung der Erklärungsansätze**

Die Diskussion über die verschiedenen Ansätze zur psychologischen und neurowissenschaftlichen Erklärung kognitiver Effekte musikalischer Betätigung („schooling effect“, Motivation, spezifischer oder unspezifischer Wissenstransfer, Aktivierung gemeinsamer Hirnareale) steht noch ganz am Anfang. Grundsätzlich gilt, dass präzisiert werden muss, von welchen Aspekten musikalischer Betätigung (Notenlesen, Erkennen von Rhythmen und Melodien, etc.) welche kognitiven Effekte erwartet werden. Um im Einzelnen zu verstehen, welche

kognitiven Mechanismen für das Zustandekommen dieser Effekte verantwortlich sind, muss daher im Zuge künftiger Untersuchungen zum Beispiel geklärt werden, in welchen Punkten Lern- und Anwendungssituation übereinstimmen und gemeinsame Wissens Elemente involvieren. Denn nur wenn eine solche Übereinstimmung der Wissens Elemente vorliegt und von der lernenden Person auch bemerkt wird, können sich Transfereffekte einstellen. In diesem Kontext sollte ebenfalls die Rolle der Wissensorganisation untersucht werden: Wie ist das Wissen von Personen organisiert, die die meisten kognitiven Vorteile aus dem Musikunterricht ziehen? Unter welchen Voraussetzungen bringt Musikunterricht optimale Effekte hervor? Im Rahmen der Neurowissenschaft ist man in diesem Zusammenhang noch nicht über die Vermutung hinaus, dass kognitive Effekte des Musizierens auf andere kognitive Fähigkeiten wohl dadurch hervorgerufen werden, dass beim Musizieren sowie beim Ausüben dieser Fähigkeiten überlappende Hirnareale aktiviert werden. In Bezug auf die psychologischen und neurowissenschaftlichen Erklärungsmodelle besteht daher großer Forschungsbedarf.

### **Die uneinheitliche Zusammensetzung der Altersgruppen**

Die dargestellten Studien zu den kognitiven Effekten musikalischer Betätigung haben Personen aus ganz unterschiedlichen Altersgruppen untersucht: Vorschulkinder, Schulkinder sowie Jugendliche und Erwachsene. Aus diesem Grund sind viele Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar, denn es ist plausibel anzunehmen, dass sich Musikunterricht in verschiedenen Entwicklungsabschnitten aufgrund der unterschiedlichen kognitiven Voraussetzungen ganz unterschiedlich auswirkt. Beispielsweise lässt sich daraus, dass die sprachlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern vom Musikunterricht profitieren, nicht ableiten, dass auch Schulkinder in der Gymnasialstufe noch in gleicher Weise davon profitieren werden. Umgekehrt folgt daraus, dass sich bei Grundschulkindern mathematische Fähigkeiten durch Musikunterricht fördern lassen, nicht, dass dies auch auf Vorschulkinder zutrifft. Um zu einer einheitlichen Datenlage zu gelangen, ist es daher erforderlich zu untersuchen, in welchen Entwicklungsabschnitten durch Musikunterricht welche kognitiven Effekte erzielt werden können.

### **Nutzen von Musikunterricht möglicherweise nur zu Beginn der kognitiven Entwicklung**

Die meisten Studien erklären die kognitiven Effekte des Musikunterrichts damit, dass dadurch recht grundlegende Fähigkeiten wie zum Beispiel die Fähigkeiten zum Erkennen von Sprachlauten und schriftlichen Symbolen gefördert werden. Wenn dies tatsächlich zutrifft, so ist zu erwarten, dass in erster Linie Vor- und Grundschul Kinder vom Musikunterricht profitieren, denen auf diese Weise der Zugang zum Lesen, Schreiben und Rechnen erleichtert wird. Allerdings stellt sich dann die Frage, welche kognitiven Vorteile Musikunterricht solchen Personen bringen soll, die bereits Lesen, Schreiben und Rechnen können. Denn man darf unter diesen Voraussetzungen nicht automatisch schlie-

ßen, dass Musikunterricht im Jugend- und Erwachsenenalter zu ähnlich positiven Effekten führt wie im Vor- und Grundschulalter. Um diesen Punkt zu klären, sollte also im Zuge künftiger Studien untersucht werden, welche Altersgruppe in ihrer kognitiven Entwicklung vom Musikunterricht am meisten profitiert.

### **Neurowissenschaftliche Untersuchungen von Profi-Musikern lassen sich nicht ohne weiteres verallgemeinern**

In Bezug auf neurowissenschaftliche Untersuchungen zu den strukturellen und funktionellen Veränderungen der Gehirnorganisation als Folge des Musizierens ist es wichtig hervorzuheben, dass es sich dabei vorwiegend um Veränderungen handelt, die bei *Berufsmusikern* als Wirkungen jahrelangen täglichen Übens und professionellen Musizierens auftreten. Diese Veränderungen finden sich also in erster Linie bei einer kleinen Personengruppe, die sich durch ein sehr intensives Training musikalischer Fähigkeiten auszeichnet. Aus diesem Grund ist es nicht angemessen, die neurowissenschaftlichen Ergebnisse, die bei der Untersuchung von Profi-Musikern gewonnen wurden, ohne weiteres auf andere Personengruppen zu übertragen – etwa in der Erwartung, dass zum Beispiel wöchentlicher Musikunterricht bei Schulkindern zu ähnlichen Veränderungen in der Gehirnorganisation führt.

### **Ungeklärte Dauerhaftigkeit der kognitiven Effekte**

Ein wichtiger Punkt, der bislang noch weitgehend ungeklärt ist, betrifft die Dauer der kognitiven Effekte, die möglicherweise durch Musikunterricht hervorgerufen werden. Verhält es sich so, dass beispielsweise Kinder, die im Vorschulalter aufgrund von Musikunterricht schneller gelernt haben, Buchstaben zu identifizieren, auch im Grundschulalter besser Lesen können? Führt musikalisches Training tatsächlich zu dauerhaften kognitiven Vorteilen? Oder beschränkt sich seine Wirkung darauf, dass zwar kurzfristig einige spezielle Fähigkeiten verbessert werden, dies aber keinen dauerhaften Einfluss auf die kognitiven Leistungen hat? Diese Fragen sind bisher im Zuge entwicklungspsychologischer Studien noch nicht ausreichend untersucht worden. Eine Ausnahme stellen die Studien von Hassler et al. (1985, 1987) dar, die im Anschluss an die erste Untersuchung mit einer follow-up Studie bestätigten, dass der Einfluss von Musikunterricht auf die Sprachflüssigkeit stabil ist. Hingegen zeigte sich bei der Untersuchung von Costa-Giomi (1999) zur Intelligenzentwicklung, dass die Kontrollgruppe, die keinen Musikunterricht erhielt, den anfänglichen Vorsprung der Versuchsgruppe, die Klavierunterricht bekam, nach drei Jahren wieder aufholte. Hetland (2000b) weist in ihrer Meta-Analyse zu Untersuchungen räumlich-visueller Leistungen zu Recht darauf hin, dass die bisherigen Studien noch keinen Aufschluss darüber geben, wie langfristig und beständig die Wirkungen von Musikunterricht zum Beispiel auf räumlich-visuelle Leistungen sind und dass man von der Beobachtung, dass *das Aufnehmen* von Musikunterricht die räumlich-visuellen Fähigkeiten verbessert, nicht vorschnell darauf schließen darf, dass fortgesetzter Musikunterricht ebenfalls zu einer weiteren Verbesserung

dieser Fähigkeiten führt. Die Untersuchung von Schellenberg (2006a) zeigt zwar, dass die Dauer des Musikunterrichts in der Kindheit signifikant positiv mit dem IQ sowie mit den schulischen bzw. akademischen Leistungen in der Kindheit sowie im jungen Erwachsenenalter korreliert und dass diese Korrelationen zwar nicht stark ausgeprägt, aber dauerhaft sind. Gleichzeitig zeigt sie aber auch, dass diese Korrelationen mit wachsendem Alter deutlich schwächer werden, weil zusätzliche Faktoren Einfluss auf die kognitive Entwicklung nehmen.

### **Musikunterricht ist kein schneller und einfacher Weg zur Verbesserung kognitiver Fähigkeiten**

Einige der in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten experimentellen Untersuchungen sprechen dafür, dass sich regelmäßiges musikalisches Training positiv auf bestimmte kognitive Fähigkeiten auswirkt, wobei die meisten Studien aufgrund methodischer Probleme allerdings nicht eindeutig belegen können, dass es sich dabei um *spezifische* Effekte musikalischen Trainings handelt. Hinzu kommt, dass die gemessenen Leistungssteigerungen durchweg nur gering ausfallen. Da aktives Musizieren, das solche Effekte hervorbringt, mit dem regelmäßigen Besuch von Musikunterricht und täglichem Üben verbunden ist und damit erheblichen Aufwand erfordert, ist es – gerade unter Berücksichtigung der geringen Stärke der kognitiven Effekte – nicht angemessen, dieses Training als besonders *schnellen* und *einfachen* Weg zur Verbesserung kognitiver Fähigkeiten zu bezeichnen.

Ein wichtiges Ziel dieser kritischen Übersicht über den Forschungsstand besteht darin, Informationen für eine realistische Einschätzung der kognitiven Effekte bereitzustellen, die vom passiven Musikhören sowie vom aktiven Musizieren erwartet werden können. Damit soll unter anderem übertriebenen Erwartungen entgegengewirkt werden, denen zufolge musikalisches Training ein besonders geeignetes Instrument zu einer ebenso schnellen wie beträchtlichen Verbesserung aller kognitiven Fähigkeiten darstellt. Aber ebenso unangemessen, wie solche übertriebenen Erwartungen zu hegen, wäre es nun, das Kind mit dem Bade auszuschütten und zu behaupten, dass auf Musikunterricht verzichtet werden kann, weil er für die kognitive Entwicklung im Kindesalter unbedeutend ist. Ganz generell zeigen die dargestellten Studien nämlich durchaus, dass sich *zusätzlicher* Unterricht positiv auf die kognitive Entwicklung im Kindesalter auswirkt.

In diesem Punkt ist daher Augenmaß erforderlich: Zwar gelingt es den wenigsten Studien, für den Musikunterricht *spezifische* kognitive Effekte aufzuweisen. Denn in den meisten Fällen lässt sich nicht ausschließen, dass durch zusätzlichen Unterricht in *anderen* Inhaltsgebieten dieselben kognitiven Effekte hervorgerufen werden können. Dennoch wird durch diese Untersuchungen am Beispiel von Musikunterricht belegt, dass zusätzlicher Unterricht grundsätzlich positive Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung im Kindesalter hat. Musikunterricht kann daher ein Weg von vielen sein, um die kognitive Entwicklung zu fördern. Man kann die dargestellten Forschungsergebnisse daher auch

so interpretieren, dass sie einem mehr Wahlmöglichkeiten hinsichtlich der Art der Förderung lassen – was ja für die Unmusikalischen unter uns gar keine schlechte Nachricht ist! Die Entscheidung, ob man die kognitiven Fähigkeiten von Kindern durch Musikunterricht oder durch zusätzlichen Unterricht in anderen Inhaltsgebieten wie Sprach-, Biologie- oder Physikkursen fördert, sollte sich daher in erster Linie nach deren Neigungen und Interessen richten.

### **Die Frage nach den Effekten des Musizierens auf die soziale und emotionale Entwicklung wird von diesem Ergebnis nicht berührt**

Die Wirkungen der Musik auf den Menschen sind vielfältig und erfordern eine entsprechend differenzierte Untersuchung. Dieser Forschungsbericht konzentriert sich auf einen ganz bestimmten Aspekt dieser Wirkungen, nämlich auf die *kognitiven* Effekte des Musikhörens und des Musizierens. Damit sind aber längst nicht alle wichtigen Effekte erfasst, die das Musikhören sowie das Musizieren beim Menschen hervorrufen. Zum Beispiel berichten viele Lehrer davon, dass Musikunterricht in *sozialer* und *emotionaler* Hinsicht positive Wirkungen mit sich führt, indem er Gemeinschaft zwischen den Schülern stiftet und die Art ihres Umgangs miteinander verbessert. Auch die Ergebnisse der Schweizer Studie (Weber et al., 1993) und der Berliner Untersuchung (Bastian, 2000) deuten darauf hin, dass sich musikalische Betätigung positiv auf die soziale und emotionale Entwicklung von Kindern und Jugendlichen auswirkt, indem sie unter anderem die soziale Verbundenheit stärkt. Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die Wirkungen gemeinsamen Musizierens auf die Motivation, denn Aktionen wie das von Sir Simon Rattle und Royston Maldoom geleitete Tanzprojekt „Rhythm is it!“ scheinen ihre Wirkung in erster Linie durch eine deutliche Verbesserung der Lernmotivation zu erreichen. Möglicherweise führt gemeinsames Musizieren also dazu, dass die Schule von den Kindern und Jugendlichen positiver gesehen wird. Daraus, dass Musikunterricht nicht als besonders schneller und einfacher Weg zur Steigerung *kognitiver* Leistungen angesehen werden kann, folgt also *nicht*, dass er nichts zur Verbesserung der Lernsituation oder der Persönlichkeitsentwicklung beitragen kann!

Damit entsteht der Eindruck, dass sich aktive musikalische Betätigung zwar unter bestimmten Bedingungen fördernd auf das schulische Lernen auswirken kann, dass wir aber noch nicht verstehen, auf welche Weise diese Wirkungen im Einzelnen zustande kommen. Möglicherweise suchen wir an der falschen Stelle, wenn wir diese Wirkungen durch die kognitiven Effekte musikalischer Betätigung zu erklären versuchen. Vielleicht liegt die Verbesserung des Unterrichtsklimas daran, dass die Kinder und Jugendlichen bei gemeinsamen Musikprojekten miteinander kooperieren und ihre Aktionen aufeinander abstimmen müssen. Oder beruhen diese Wirkungen darauf, dass musikalische Projekte besonders motivierend wirken, weil sie vergleichsweise schnell zu (Teil-) Erfolgen und Lernfortschritten führen und auf diese Weise das Erleben der eigenen Kompetenz fördern? Kommt der Erfolg solcher Projekte möglicherweise dadurch zustande, dass in diesen Fällen den Kindern und Jugendlichen der Unterricht durch professionelle Künstler erteilt wird, die ganz besonders ihren Ehrgeiz wecken und sie daher in ganz anderer Weise als Kunstlehrer zu Selbstdis-

ziplin und Konzentration anleiten? In seinem Artikel über das Berliner Tanzprojekt „Rhythm is it!“ äußert der Gymnasiallehrer Michael Felten (2006) die Vermutung, der Erfolg dieses Projektes sei wesentlich darauf zurückzuführen, dass der Choreograph Royston Maldoom hohe Anforderungen an die Schüler gestellt und die Probenarbeit mit merklicher Strenge geleitet hat. Welche Rolle spielt also künstlerische Professionalität in diesem Zusammenhang? Die meisten dieser Fragen sind nach wie vor offen. Aus diesem Grund sollten wir Initiativen wie dem Berliner „Musikkindergarten“, den Projekten „Singende Grundschule“ in Nordrhein-Westfalen und „Musikalische Grundschule“ in Hessen sowie den „Education“-Projekten der Berliner Philharmoniker, dem Projekt „Theater und Schule“ (TUSCH) und der Bundesinitiative „Tanz in Schulen“ – um nur einige Beispiele von vielen zu nennen – mit Offenheit und Neugier, und nicht mit Skepsis und Ablehnung begegnen. Diesen Projekten ist gemeinsam, dass sie auf der Basis des bisher verfügbaren praktischen Erfahrungswissens versuchen, die Bedingungen schulischen Lernens zu verbessern. Ebenso wie diese wichtigen Initiativen brauchen wir aber auch weitere theoriegeleitete Untersuchungen zum Einfluss musikalischer und künstlerischer Betätigung auf die soziale und emotionale Entwicklung sowie auf die Lernmotivation, um zu belastbaren Ergebnissen zu gelangen, auf deren Grundlage fundierte pädagogische Konzepte entwickelt werden können.

## 5 Exkurs: Kognitive Effekte künstlerischer Betätigung

Nicht nur musikalischer, sondern auch künstlerischer Betätigung durch Zeichnen, Tanzen und Theaterspielen wird häufig eine positive Wirkung auf unsere kognitiven Fähigkeiten zugeschrieben. In diesem Zusammenhang wird auf eine ganze Reihe von Gründen verwiesen, mit denen sich eine solche Wirkung erklären ließe: Zum einen könnte es sein, dass sich Transfereffekte in Bezug auf diejenigen kognitiven Fähigkeiten einstellen, die in künstlerische Aktivitäten involviert sind. Dazu werden oft die Fähigkeiten gerechnet, sich auf eine bestimmte Sache zu konzentrieren oder unabhängig und kritisch zu denken. Zum anderen ist es denkbar, dass sich Kunstunterricht positiv auf schulische Leistungen auswirkt, indem er Kinder durch Aktivitäten, die ihnen besonders gut gefallen, motiviert und ihre Einstellung zum Unterricht in positiver Weise verändert. Möglicherweise wirkt sich Kunstunterricht aber auch positiv auf das intellektuelle Selbstkonzept der Kinder aus und ist aus diesem Grund ein besonders geeignetes Mittel, um ihnen den Einstieg in das schulische Lernen zu erleichtern. Lässt sich die Annahme solcher Wirkungen künstlerischer Betätigung durch empirische Studien belegen? Da die Anzahl der Untersuchungen, die sich mit den kognitiven Effekten künstlerischer Betätigung befassen, weitaus geringer ist als die Zahl der Studien zu den Wirkungen des Musikhörens und des Musizierens, soll auf diese Frage abschließend nur kurz eingegangen werden.

Winner und Cooper (2000) haben sich im Zuge ihrer Meta-Analyse mit der Frage beschäftigt, ob sich kognitive Effekte künstlerischer Betätigung tatsächlich empirisch nachweisen lassen. Das Ergebnis ihrer Untersuchung wird durch den Titel ihres Aufsatzes klar zum Ausdruck gebracht: „Mute Those Claims: No Evidence (Yet) for a Causal Link between Arts Study and Academic Achievement“. Wie begründen diese Autoren im Einzelnen, dass sich kognitive Effekte künstlerischer Betätigung bislang nicht nachweisen lassen?

Bei den von ihnen untersuchten Studien handelt es sich entweder um Korrelationsstudien oder um experimentelle Untersuchungen. Bei den Korrelationsstudien zeigte sich zwar ein positiver Zusammenhang zwischen künstlerischer Betätigung und schulischen Leistungen, aber aus den in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Gründen können solche positiven Korrelationen nicht als eindeutige Belege für kausale Hypothesen angesehen werden. Vielmehr sind sie lediglich mit solchen kausalen Hypothesen *verträglich*. Winner und Cooper (2000) weisen in erster Linie darauf hin, dass Schüler, die sich für die Teilnahme am Kunstunterricht entscheiden, möglicherweise aus stärker bildungsorientierten Elternhäusern stammen, generell bessere schulische Leistungen aufweisen oder Kunstunterricht wählen, um ihre Aufnahmechancen an weiterführenden Schulen oder Universitäten zu verbessern. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls darauf eingegangen, dass die positiven Korrelationen möglicherweise dadurch zustande kommen, dass die Schulen, die ihren Schülern die Teilnahme an einem umfangreichen Kunstprogramm ermöglichen, ganz allgemein besseren Unterricht bieten als andere Schulen und daher auch zu besseren

schulischen Leistungen in den übrigen Fächern führen. Auch der Umstand, dass nicht nur künstlerische, sondern auch sportliche Betätigung positiv mit schulischen Leistungen korreliert, wird als weiterer Grund dafür angeführt, die Ergebnisse solcher Korrelationsstudien vorsichtig zu interpretieren. Da also durch die von Winner und Cooper (2000) untersuchten Korrelationsstudien Selektionseffekte nicht ausgeschlossen werden können, lässt sich durch sie die kausale Hypothese nicht belegen, dass sich künstlerische Betätigung positiv auf unsere kognitiven Fähigkeiten auswirkt. Hinzu kommt, dass eine Korrelationsstudie von Catterall (1999) sogar Hinweise liefert, die eher dagegen sprechen, dass künstlerische Betätigung positive kognitive Effekte hervorruft. Bei dieser Studie wurden in der achten, zehnten und zwölften Klasse der Zusammenhang zwischen künstlerischer Betätigung und schulischer Leistung untersucht, und es zeigte sich bei allen drei Messungen der *gleiche* Wert. Würde sich künstlerische Betätigung aber positiv auf die kognitiven Fähigkeiten auswirken, dann hätte sich dieser kausale Zusammenhang bei dieser Untersuchung darin zeigen müssen, dass der gemessene Wert mit der Zeit *zunimmt*. Das Ausbleiben dieses Anstiegs spricht folglich dafür, dass künstlerische Betätigung keinen Einfluss auf kognitive Leistungen hat.

Die von Winner und Cooper (2000) untersuchten experimentellen Studien zeichnen sich durch sehr geringe Effektstärken aus und liefern aus diesem Grund keine Belege für positive kognitive Effekte künstlerischer Betätigung. Zudem sind diese Studien in methodischer Hinsicht problematisch, weil die Personen in den Kontrollgruppen keinerlei zusätzlichen Unterricht in einem anderen Inhaltsgebiet erhielten. Die geringfügigen Leistungsunterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen können daher auch die Folge davon sein, dass die Personen aus den Versuchsgruppen deutlich mehr Zeit mit Unterricht verbracht haben als die Personen aus den Kontrollgruppen.

Ein weiterer Kritikpunkt, der von Winner und Cooper (2000) in diesem Zusammenhang hervorgehoben wird, liegt darin, dass sich die gegenwärtig vorliegenden Untersuchungen darauf beschränken, nach kognitiven Effekten künstlerischer Betätigung zu suchen, aber keinerlei Ansätze zur Erklärung solcher Effekte bereitstellen. Neben der Forderung nach methodisch verbesserten Untersuchungen formulieren sie daher auch die Forderung nach stärker *theoriegeleiteten* Studien, die im Rahmen eines Erklärungsmodells zunächst bestimmte Effekte prognostizieren und diese anschließend empirisch überprüfen.

Vaughn und Winner (2000) kommen in ihrer Meta-Analyse zu den kognitiven Effekten künstlerischer Betätigung auf sprachliche und mathematische Fähigkeiten zu dem gleichen Ergebnis. Auch hier gibt es Korrelationsstudien, die zwar für einen positiven Zusammenhang zwischen künstlerischer Betätigung und sprachlichen sowie mathematischen Leistungen sprechen, die sich aber aufgrund der oben genannten Selektionseffekte nicht eignen, um damit die kausale Hypothese von den kognitiven Wirkungen des Kunstunterrichtes zu stützen.

In Bezug auf die Förderung von Kreativität durch Kunstunterricht sieht es nicht viel anders aus, wie die Meta-Analyse von Moga et al. (2000) zeigt. Auch hier liegen wiederum Korrelationsstudien vor, die zwar auf einen geringfügigen positiven Zusammenhang zwischen Kunstunterricht und Kreativität hindeuten,

die aber aufgrund von Selektionseffekten uneindeutig sind. Allerdings gibt es experimentelle Studien, die für einen – allerdings schwach ausgeprägten – kausalen Zusammenhang zwischen Kunstunterricht und Kreativität sprechen, sofern Kreativität mithilfe von zeichnerischen Tests erfasst wurde. Wurde sie hingegen mit sprachlichen und schriftlichen Tests gemessen, so zeigte sich kein Zusammenhang.

Die Meta-Analyse von Burger und Winner (2000) zum Einfluss von Kunstunterricht auf die Lesefähigkeit kommt zu dem Ergebnis, dass Kunstunterricht, der nicht mit Lesetraining einhergeht, zwar nicht zu einer Verbesserung der Lesefähigkeit, aber zu einer geringfügigen Verbesserung der Fähigkeit zum Lesenlernen (reading readiness) führt. In diesem Fall liegt also ein bereichsspezifischer Transfer vom visuellen Erkennen von Formen auf die Fähigkeit zum Lösen visueller Testaufgaben vor. Allerdings bleibt dabei die Frage offen, ob dieser Transfer tatsächlich Einfluss auf die späteren Leseleistungen hat. Dies müsste im Zuge entsprechender follow-up Studien untersucht werden. Zum anderen kommt diese Meta-Analyse zu dem Ergebnis, dass Kunstunterricht, der mit Lesetraining kombiniert wird, die Kinder stärker zum Lesenlernen motiviert als Lesetraining ohne Kunstunterricht. Die Autoren heben allerdings hervor, dass sich diese Ergebnisse nicht verallgemeinern lassen, weil die Anzahl der analysierten Studien klein ist und weil sich nicht ausschließen lässt, dass die Ergebnisse dieser Studien durch die Erwartungen der Lehrer beeinflusst wurden.

Die Meta-Analyse von Keinänen et al. (2000) befasst sich mit den kognitiven Effekten des Tanzunterrichts. Während sich keine Effekte in Bezug auf die Lesefähigkeit feststellen ließen, deuten einige experimentelle Studien darauf hin, dass sich Tanzen positiv auf räumlich-visuelle Fähigkeiten auswirkt. Allerdings heben die Autoren einschränkend hervor, dass die Anzahl der untersuchten Studien nur sehr klein war und dass in der Hälfte der Studien nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Erwartungen der Lehrer das Ergebnis beeinflussen haben. Sie weisen deshalb ausdrücklich darauf hin, dass gerade bei derjenigen Studie, die die geringste Effektgröße aufweist, dem Lehrer die zu testende Hypothese nicht bekannt war.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die kausale Hypothese, künstlerische Betätigung würde sich positiv auf unsere kognitiven Fähigkeiten auswirken, bislang durch keine Untersuchung belegt wird. Der empirische Befund, dass sich solche kognitiven Effekte künstlerischer Betätigung nicht nachweisen lassen, darf aber keinesfalls als Rechtfertigung dafür verwendet werden, um damit Kürzungen im Bereich des Kunstunterrichts zu begründen! Denn die Künste haben ihren Wert in sich selber, weil sie uns den Zugang zu Ideen und Gefühlen erschließen, die auf andere Weise nicht kommunizierbar sind, und sie dürfen aus diesem Grund ebenso wenig wie die Musik für außer-künstlerische Zielsetzungen instrumentalisiert werden. Kunstpädagogen sind daher aus mehreren Gründen schlecht beraten, wenn sie versuchen, die Bedeutung des Kunstunterrichts in erster Linie mit dessen kognitiven Effekten in Bezug auf außer-künstlerische Fähigkeiten zu rechtfertigen. Hinzu kommt, dass bereichsübergreifender Transfer von einem Inhaltsgebiet zu einem anderen über-

aus selten ist – und wir sollten von künstlerischer Betätigung nicht mehr fordern, als wir auch zum Beispiel vom Deutsch- oder Mathematikunterricht fordern. Denn niemand würde ausbleibende bereichsübergreifende Transfereffekte als hinreichenden Grund ansehen, um Deutsch- oder Mathematikunterricht vom Lehrplan zu streichen.

# Literatur

- Abel-Struth, S. (1985). *Grundriss der Musikpädagogik*. Mainz: Schott Musik International.
- Abraham, A., Windmann, S., Daum, I., & Güntürkün, O. (2005). Conceptual expansion and creative imagery as a function of psychoticism. *Consciousness & Cognition*, 14, 520-534.
- Aleman, A., Nieuwenstein, M. R., Böcker, K. B. E., & de Haan, E. H. F. (2000). Music training and mental imagery ability. *Neuropsychologia*, 38, 1664-1668.
- Altenmüller, E. (2001a). Macht musizieren intelligent? *mip Journal*, 2, 4-13.
- Altenmüller, E. (2001b). How many music centers are in the brain? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 273–280.
- Altenmüller, E. (2002). Musikwahrnehmung und Amusien. In: Thier, P. & Karnath, H.O. (Eds). *Neuropsychologie* (439-452). Springer, Berlin.
- Altenmüller, E. (2003a). How many music centers are in the brain. In: Zatorre, R. & Peretz, I. (Eds). *The biological foundations of music* (267-279). Oxford University Press, Oxford.
- Altenmüller, E. (2003b). Focal dystonia: Advances in brain imaging and understanding of fine motor control. *Musicians Hand Clinics*, 19, 1-16.
- Altenmüller, E. (2005). Wohnt Faust neben Harry Potter. Orte der Kreativität im Hirn. In: Ermert, K & Kutzmutz O (Eds.) *Wie aufs Blatt kommt, was im Kopf steckt über kreatives Scheiben*. Wolfenbüttel: Wolfenbütteler Akademie-Texte.
- Altenmüller, E., Bangert, M., Liebert, G., & Gruhn, W. (2000). Mozart in us: How the brain processes music. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, 99-106.
- Altenmüller, E. & Gruhn, W. (1997). Music, the brain and music learning. Mental representation of music and changing activation patterns through learning. In: Gordon, E. (Ed.), *GIML Monograph Series Nr. 2*, G.I.A. Publ. Inc. Chicago.
- Altenmüller, E., Gruhn, W., Parlitz, D., & Kahrs, J. (1997). Music learning produces changes in brain activation patterns: A longitudinal DC-EEG-Study. *International Journal of Arts Medicine*, 5, 28-34.
- Amunts, K., Schlaug, G., Jäncke, L., Steinmetz, H., Schleicher, A., Dabringhaus, A., & Zilles, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: Structural compliance in the human brain. *Human Brain Mapping*, 5, 206-216.
- Anderson, M. (1992). *Intelligence and development. A cognitive theory*. Blackwell: Oxford, UK & Cambridge, USA.
- Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J., & Levy, B. A. (2002). Relations among musical skills, phonological processing and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83, 111-130.
- Attneave, F. (1950). Dimensions of similarity. *American Journal of Psychology*, 84, 147-166.
- Ayers, L. P. (1911). The influence of music on speed in the Six-day bicycle race. *American Physical Education Review*, 16, 321-325.
- Ayres, J. (1973). *Sensory Integration and Learning Disorders*. Los Angeles, Ca.: Western Psychological Services.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829-839.
- Bahr, N. & Christensen, C. A. (2000). Inter-domain transfer between mathematical skill and musicianship. *Journal of Structural Learning and Intelligent Systems*, 14, 187-197.

- Bangert, M. (2001). *Auditiv-sensomotorische Integration bei komplexen hochtrainierten Wahrnehmungs- und Verhaltensleistungen: Analyse kortikaler Koaktivierungsprozesse am Beispiel des Klavierspiels*. Dissertation Universität Hannover.
- Bangert, M. & Altenmüller, E. (2003a). Apollos Gabe und Fluch – Funktionelle und dysfunktionelle Plastizität bei Musikern. *Neuroforum* 2/03, 4-17.
- Bangert, M. & Altenmüller, E. (2003b). Mapping perception to action in piano practice: A longitudinal DC-EEG-study. *BMC Neuroscience*, 4, 26-36.
- Bangert, M., Peschel, T., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H., Schlaug, G., Heinze, H. J., & Altenmüller, E. (2005). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction. *Neuroimage*: doi.org/10.1016/.
- Barnett, S. M. & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128, 612–637.
- Barrett, H. C. & Barker, H. R. (1973). Cognitive pattern perception and musical performance. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 1187-1193.
- Barwick, J., Valentine, E., West, R., & Wilding, J. (1989). Relations between reading and musical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 59, 253-257.
- Bastian, H. G. (1997). Beeinflusst intensive Musikerziehung die Entwicklung von Kindern? *Musikforum*, 86, 4-22.
- Bastian, H. G. (2000). *Musik(erziehung) und ihre Wirkung. Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen*. Mainz: Schott Musik International.
- Beal, A. L. (1985). The skill of recognizing musical structures. *Memory & Cognition*, 13(5), 405-412.
- Bechtereva, N.P., Korotkov, A.D., Pakhomov, S.V., Roudas, M.S., Starchenko, M.G., & Medvedev, S.V. (2004). PET study of brain maintenance of verbal creative activity. *International Journal of Psychophysiology*, 53, 11-20.
- Behne, K. E. (1993). Wirkungen von Musik. *Musik und Unterricht*, 18, 4-9.
- Behne, K. E. (1995). Vom Nutzen der Musik. *Musikforum*, 82, 27-39.
- Bengtsson, S. L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H., & Ullen, F. (2005). Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature Neuroscience*, 8(9), 1148-1150.
- Bhattacharya, J. & Petsche, H. (2001a). Enhanced phase synchrony in the electroencephalograph gamma band for musicians while listening to music. *Physical Review*, 64, 012902.
- Bhattacharya, J., & Petsche, H. (2001b). Musicians and the gamma band: A secret affair? *NeuroReport*, 12(2), 371-374.
- Bhattacharya, J., Petsche, H., Feldmann, U., & Rescher, B. (2001). EEG gamma-band phase synchronization between posterior and frontal cortex during mental rotation in humans. *Neuroscience Letters*, 311(1), 29-32.
- Bhattacharya, J., Petsche, H., & Pereda, E. (2001). Long-range synchrony in the gamma band: Role in music perception. *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6329-6337.
- Bhattacharya, J. & Petsche, H. (2005). Drawing on mind's canvas: Differences in cortical integration patterns between artists and non-artists. *Human Brain Mapping*, 26, 1-14.
- Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A., & Olson, J. E. (2000). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20 (4), 615–636.
- Blakemore, S.-J. & Frith, U. (2005). *Wie wir lernen. Was die Hirnforschung darüber weiß*. Deutsche Verlags-Anstalt: München.

- Blood, A. J. & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 98, 11818-11823.
- Blum, J. (1995). *Medizinische Probleme bei Musikern*. Thieme Stuttgart, New York.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (2003). Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 730-737.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (1998). Getting the right idea: Semantic activation in the right hemisphere may help solve insight problems. *Psychological Science*, 9, 435-440.
- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 322-328.
- Brandler, S. & Rammsayer, T. H. (2003). Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of Music*, 31 (2), 123-138.
- Brochard, R., Dufour, A., & Després, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54, 103-109.
- Bruhn, H. (1989). Musik, Emotion und Sprache. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 36, 91-101.
- Bugos, J., Perlstein, W. M., Brophy, T. S., & Bedenbaugh, P. (2004). The effects of individualized piano instruction on executive memory functions in older adults (60-85). *Proceedings of the ICMPC8*, Evanston.
- Bundesamt für Sport u.a. (1999). Fakten zur gesundheitlichen Bedeutung von Bewegung und Sport im Jugendalter. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 47 (4), 175-179.
- Burger, K. & Winner, E. (2000). Instruction in visual art: Can it help children learn to read? *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Butzlaff, R. (2000). Can music be used to teach reading? *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Campbell, C. S., Schwarzer, G., & Massaro, D. W. (2001). Face perception: An information processing framework. In: Townsend, J. & Wenger, M. (Eds.), *Computational, geometric, and process perspectives on facial cognition: Contexts and challenges* (285-345). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Campbell, D. G. (2001). *The Mozart effect*. New York: Harper.
- Carstens, C.B., Huskins, E., & Hounshell, G. W. (1995). Listening to Mozart may not enhance performance on the Revised Minnesota Paper Form Board Test. *Psychological Reports*, 77, 111-114.
- Catterall, J. (1999). Involvement in the arts and human development: General involvement and intensive involvement in music and theater arts. In: Fiske, E. B. (Ed.), *Champions of Change: The Impact of the Arts on Learning*.
- Ceci, S. J. & Williams, W. M. (1997). Schooling, intelligence and income. *American Psychologist*, 52, 1051-1058.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the „Mozart Effect“? *Nature*, 400, 826-827.
- Chan, A., Ho, Y., & Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396, 128.
- Cheek, J. M. & Smith, L. R. (1999). Music training and mathematics achievement. *Adolescence*, 34, 759-761.
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, 47, 198-212.

- Cropley, A. J. & Urban, K. K. (2002). Programs and strategies for nurturing creativity. In: Heller, K. A., Mönks, F. J., Sternberg, R. J., & Subotnik, R. F. (Eds.), *International Handbook of Talent and Giftedness* (485-498). Oxford, UK: Elsevier Science.
- Crummer, G. C., Walton, J. P., Wayman, J. W., Hantz, E. C., & Frisina, R. D. (1994). Neural processing of musical timbre by musicians, nonmusicians, and musicians possessing absolute pitch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(5 Pt 1), 2720-2727.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. New York: Harper.
- Curtis, P. (2004, October 22). Music lessons 'dominated by middle-class girls'. *The Guardian*.
- Dalla Bella, S., Dunlop, T., Dawe, L., Humphrey, K., & Peretz, I. (1999). The Mozart effect revisited. Paper presented at the annual meeting of the Cognitive Neuroscience Society, Washington, DC.
- Dalla Bella, S., Peretz, I., & Aronoff, N. (2003). Time course of melody recognition: A gating paradigm study. *Perception & Psychophysics*, 65(7), 1019-1028.
- Davis, J.H. (1997). The what and the whether of the U: Cultural implications of understanding development in graphic symbolization. *Human Development*, 40, 145-154.
- Deutsch, W. (2000). It's (im)possible to become a genius! The development of drawing. In: van Lieshout, C. F., & Heymans, P.G. (Eds.), *Developing talent across the life span*. Hove: Psychology Press.
- Deutsch, W., Sommer, G., & Pischel, C. (2003). Sprechen und Singen im Vergleich. In: Rickheit, G., Herrmann, T., & Deutsch, W. (Eds.), *Handbuch der Psycholinguistik*. Berlin: de Gruyter.
- Deutsch, W. (2004). Die Entdeckung der frühen Jahre: Vergangenheit erinnern und Gegenwart erforschen. *Journal für Psychologie*. 12 (1), 11–24.
- Dietrich, A. (2004a). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 1011-1026.
- Dietrich, A. (2004b). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, 13, 746-761.
- Douglas, S. & Willatts, P. (1994). The relationship between musical ability and literacy skills. *Journal of Research in Reading*, 17 (2), 99–107.
- Dowling, J. W. (1999). The development of music perception and cognition. In: Levin, D. J. (Ed.), *Foundations of Cognitive Psychology*. Cambridge: MIT Press.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., May A. (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature* 427, 311-312.
- Drake, C. & Ben El Heni, J. (2003). Synchronizing with music: Intercultural differences. *Annals of the New York Academy of Science*, 999, 429-437.
- Drost, U. C., Rieger, M., Brass, M., Gunter, T. C., & Prinz, W. (2005). Action-effect coupling in pianists. *Psychological Research*, 69(4), 233-241.
- Duncan, J., Seitz, R. J., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., Ahmed, A. Newell, F. N., & Emslie, H. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289, 457-460.
- Ehrenberg, R. G., Brewer, D. J., Gamoran, A., & Wilms, D. J. (2001). Class size and student achievement. *Psychological Science in the Public Interest*, 2 (1).
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305-307.
- El Mogharbel, C., Wenglorz, M., Sommer, G., & Deutsch, W. (2003). Autismus und kreative Pathologie. *LOGOS Interdisziplinär* 11 (3), 207-213.

- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E. & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309-331.
- Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211-245.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Ericsson, K. A. & Smith, J. (1991). *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Bjork-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Petersson, D. A., & Gage, F. H. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, 4(11), 1313-1317.
- Etnier, J. L., Salazar, W., & Landers, D. M. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249-277.
- Faust, M. & Lavidor, M. (2003). Semantically convergent and semantically divergent priming in the cerebral hemispheres: Lexical decision and semantic judgment. *Cognitive Brain Research*, 17, 585-597.
- Feil, A. & Hassler, M. (1987). Musikalität und Leistungen in nicht-musikalischen Bereichen. *Zeitschrift für Musikpädagogik*, 40, 22-28.
- Felten, M. (2006). Spaß an der Ernsthaftigkeit. „Rhythm is it!“ und die neue Sehnsucht nach Pädagogik. *Die Deutsche Schule*, 98 Jg., H. 1, 100-103.
- Fields, R. D. & Stevens-Graham, B. (2002) New insights into neuron-glia communication. *Science*, 298, 556-562.
- Fink, A. & Neubauer, A. C. (2005a). EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity tasks: Differential effects of sex and verbal intelligence. Manuscript submitted for publication.
- Fink, A., & Neubauer, A. C. (2005b). Eysenck meets Martindale: The relationship between extraversion and creativity from the neuroscientific perspective. Manuscript submitted for publication.
- Fischer, E. P. (2005). *Einstein für die Westentasche*. München: Piper.
- Frigyes, S. (Eds.) (1966). *Musikerziehung in Ungarn*. Budapest: Corvina Verlag.
- Friss, G. (1966). *Die Musikgrundschule*. In: Frigyes, S. (Ed.) *Musikerziehung in Ungarn*. Budapest: Corvina Verlag.
- Friss, G. (1967). *Musikerziehung in den ungarischen Spezialvolksschulen*. *Musikerziehung*, 21, 22-25.
- Fudin, R. & Lembessis, E. (2004). The Mozart effect: Questions about the seminal findings of Rauscher, Shaw, and colleagues. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 389-405.
- Fujioka, T., Trainor, L. J., Ross, B., Kakigi, R., & Pantev, C. (2005). Automatic encoding of polyphonic melodies in musicians and nonmusicians. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1578-1592.
- Gaab, N. & Schlaug, G. (2003). The effect of musicianship on pitch memory in performance matched groups. *NeuroReport*, 14(18), 2291-2295.
- Gabrielsson, A. (2001). Emotions in strong experiences with music. In: Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (Eds.), *Music and emotion: Theory and research* (431-449). Oxford: Oxford University Press.
- Gardiner, M.F., Fox, A., Knowles, F., & Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*, 381, 284.
- Gardner, H. (1980). *Artful scribbles: The significance of children's drawings*. London: Jill Norman.

- Gardner, H., & Winner, E. (1982). First intimations of artistry. In: Strauss, S. (Ed.), *U-Shaped Behavioral Growth* (147-168). New York: Academic Press.
- Gaser, C. & Schlaug, G. (2003a). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23 (27), 920–945.
- Gaser, C. & Schlaug, G. (2003b). Gray matter differences between musicians and non-musicians. *Annals of the New York Academy of Science*, 999, 514-517.
- Geal-Dor, M., Freeman, S., Li, G., & Sohmer, H. (1993). Development of hearing in neonatal rats: Air and bone conducted ABR thresholds. *Hearing Research*, 69, 236-242.
- Gembris, H. (2001). Musik, Intelligenz und Persönlichkeitsentwicklung. In Gembris, H., Kraemer, R.-D., & Maas, G. (Eds.). *Macht Musik wirklich klüger? Musikalisches Lernen und Transfereffekte. Musikpädagogische Forschungsberichte*, Bd. 8, Augsburg: Wißner-Verlag, 173-187.
- Gembris, H. (2002). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*. Augsburg: Wißner.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and perceptual development*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Giedd, J. N. (2004). Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Science*, 1021, 77-85.
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C., & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Golly, C., Blender, A., & Schwarzer, G. (2000). Prozesse der Objektkategorisierung im Entwicklungsverlauf – Unterschiede und Gemeinsamkeiten mit der Gesichterverarbeitung. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 47, 269-280.
- Gould, E., Tanapat, P., Hastings, N. B., & Shors, T. J. (1999). Neurogenesis in adulthood: A possible role in learning. *Trends in Cognitive Science*, 3(5), 186-192.
- Grabner, R. H., Neubauer, A. C., & Stern, E. (2006). Superior performance and neural efficiency: The impact of intelligence and expertise. To appear in: *Brain Research Bulletin*.
- Grabner, R. H., Stern, E., & Neubauer, A. C. (2003). When intelligence loses its impact: Neural efficiency during reasoning in a familiar area. *International Journal of Psychophysiology*, 49, 89-98.
- Grainger, J., Van Kang, M. N., Segui, J. (2001). Cross-modal repetition priming of heterographic homophones. *Memory and Cognition*, 29(1), 53-61.
- Grau, J. W. & Kessler Nelson, D. G. (1988). The distinction between integral and separable dimensions: Evidence for the integrality of pitch and loudness. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 347-370.
- Graziano, A.B., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21 (2), 139–152.
- Griffiths, T. D., & Warren, J. D. (2002). The planum temporale as a computational hub. *Trends in Neurosciences*, 25(7), 348-353.
- Grimmer, F. (2003). Und wenn Prof. A. noch den Funken dazu gibt. *Üben & Musizieren*, 6, 17-22.
- Gromko, J. E. & Poorman, A.S. (1998a). Developmental trends and relationships in children's aural perception and symbol use. *Journal of Research in Music Education*, 46, 16–23.

- Gromko, J. E. & Poorman, A. S. (1998b). The effect of music training on preschoolers' spatial-temporal task performance. *Journal of Research in Music Education*, 46 (2), 173–181.
- Gruhn, W., Galley, N., & Kluth, C. (2003). Do mental speed and musical abilities interact? *Annals of the New York Academy of the Sciences*, 999, 485–496.
- Guilford, J.P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444–454.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., & Alkire, M. T. (2004). Structural brain variations and general intelligence. *NeuroImage*, 23, 425–433.
- Hallam, S. (2000). The effects of listening to music on children's spatial task performance. *Psychology of Education Review*. 25, 22–26.
- Hanshumaker, J. (1980). The effects of art education on intellectual and social development: A review of selected research. Council for Research in Music Education, Bulletin No. 61, 10–27.
- Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, H., & Ceballos-Baumann, A. O. (2005). Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 282–293.
- Hasselhorn, M., Schneider, W., & Marx, H. (2000). Diagnostik von Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten. Göttingen: Hogrefe.
- Hassler, M., Birbaumer, N., & Feil, A. (1985). Musical talent and visuo-spatial abilities: A longitudinal study. *Psychology of Music*, 13, 99–113.
- Hassler, M., Birbaumer, N., & Feil, A. (1987). Musical talent and visuo-spatial ability: Onset on puberty. *Psychology of Music*, 15, 141–151.
- Helmbold, N., Rammsayer, T., & Altenmüller, E. (2005). Differences in primary mental abilities between musicians and nonmusicians. *Journal of Individual Differences*, 26, 74–85.
- Herzog, W. (2002). *Zeitgemäße Erziehung. Die Konstruktion pädagogischer Wirklichkeit*. Weilerswist: Welbrück Verlag.
- Hetland, L. (2000a). Listening to music enhances spatial-temporal reasoning: Evidence for the „Mozart effect“. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4), 105–148.
- Hetland, L. (2000b). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4), 179–238.
- Ho, Y.-C., Cheung, M.-C., & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17, 439–450.
- Hobbs, C. (1985). A comparison of music aptitude, scholastic aptitude, and academic achievement of young children. *Psychology of Music*, 13, 93–98.
- Hodges, D. A. (1989). Why are we musical? Council of Research in Music Education Bulletin, No. 99, 7–22.
- Hoffrage, U. & Vitouch, O. (2002). Evolutionspsychologie des Denkens und Problemlösens. In: Müsseler, J. & Prinz, W. (Eds.), *Allgemeine Psychologie*(734–794). Heidelberg: Spektrum.
- Hofmann, G., Mürbe, D., Kuhlisch, E., & Pabst, F. (1997). Unterschiede des auditiven Frequenzdiskriminationsvermögens bei Musikern verschiedener Fachbereiche. *Folia Phoniatria et Logopaedica*, 49, 21–25.
- Howard-Jones, P.A., Blakemore, S.-J., Samuel, E.A., Summers, I.R., & Claxton, G. (2005). Semantic divergence and creative story generation: An fMRI investigation. *Cognitive Brain Research*, 25, 240–250.
- Huber, J. (1989). Eine sozialwissenschaftliche Interpretation der Humanökologie. In: Glaeser, B. (Ed.), *Humanökologie, Grundlagen präventiver Umweltpolitik* (57–75). Opladen: Westdeutscher Verlag.

- Hund-Georgiadis, M. & von Cramon, D. Y. (1999). Motor-learning-related changes in piano players and non-musicians revealed by functional magnetic-resonance signals. *Experimental Brain Research*, 125(4), 417-425.
- Hurwitz, I., Wolff, P. H., Bortnick, B. D., & Kokas, K. (1975). Nonmusical effects of the Kodály music curriculum in primary grade children. *Journal of Learning Disabilities*, 8, 167-174.
- Husain, G., Thompson, W.F., & Schellenberg, E.G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20, 151-171.
- Hutsler, J. & Galuske, A.W. (2003). Hemispheric asymmetries in cerebral cortical networks. *Trends in Neurosciences*, 26, 429-435.
- Isen, A. M. (2000). Positive affect and decision making. In: Levis, M. & Haviland-Jones, J. M. (Eds.), *Handbook of Emotions*, 2<sup>nd</sup> edition, 417-435, New York: Guilford Press.
- Ivanov, V. K. & Geake, J. G. (2003). The Mozart Effect and primary school children. *Psychology of Music*, 31 (4), 405-413.
- Jäger, A. O., Süß, H.-M., & Beauducel, A. (1997). *Berliner Intelligenzstruktur-Test*. Göttingen: Hogrefe.
- Jäncke, L. (2001). Was ist so Besonderes an den Gehirnen von professionellen Musikern? *Zeitschrift für Medizinische Psychologie*, 10, 107-114.
- Jäncke, L. (2002). The case of a left-handed pianist playing a reversed keyboard: A challenge for the neuroscience of music. *Neuroreport*, 13(13), 1579-1583.
- Jäncke, L. (2006). From cognition to action. In: Altenmüller, E., Kesselring, J., & Wiesendanger, M. (Eds.), *Music, Motor Control and the Brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Jäncke, L., Schlaug, G., & Steinmetz, H. (1997). Hand skill asymmetry in professional musicians. *Brain and Cognition*, 34(3), 424-432.
- Jäncke, L., Wüstenberg, T., Scheich, H., & Heinze, H. J. (2002). Phonetic perception and the temporal cortex. *Neuroimage*, 15(4), 733-746.
- Jakobson, L. S., Cudy, L. L., & Kilgour, A. R. (2003). Time tagging: A key to musician's superior memory. *Music Perception*, 20, 307-313.
- Jausovec, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative, and average individuals while solving complex problems: An EEG study. *Intelligence*, 28, 213-237.
- Jausovec, N. & Habe, K. (2003). The "Mozart effect": An electroencephalographic analysis employing the methods of induced event-related desynchronization/synchronization and event-related coherence. *Brain Topography*, 16(2), 73-84.
- Jausovec, N. & Habe, K. (2004). The influence of auditory background stimulation (Mozart's sonata K. 448) on visual brain activity. *International Journal of Psychophysiology*, 51(3), 261-271.
- Jausovec, N. & Habe, K. (2005). The influence of Mozart's sonata K. 448 on brain activity during the performance of spatial rotation and numerical tasks. *Brain Topography*, 17(4), 207-218.
- Jentschke, S., Koelsch, S. & Friederici, A. (2005): Investigating the relationship of music and language in children. Influences of musical training and language impairment. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 231-242.
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 512-518.
- Jung-Beeman, M., Bowden, E.M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P.J., & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLOS Biology*, 2, 500-510.

- Kaiser, H. J. (1986). Zur politisch-ästhetischen Grundlegung der These von der erzieherischen Funktion der Musik. *Musikpädagogik, Beiheft 1*, 55-71.
- Keenan, J. P., Thangaraj, V., Halpern, A. R., & Schlaug, G. (2001). Absolute pitch and planum temporale. *Neuroimage*, 14(6), 1402-1408.
- Keinänen, M., Hetland, L., & Winner, E. (2000). Teaching cognitive skill through dance: Evidence for near but not far transfer. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Kenealy, P. & Monsef, A. (1994). Music and IQ tests. *The Psychologist*, 7, 346.
- Kilgour, A. R., Jakobson, L. S., & Cuddy, L. L. (2000). Music training and rate of presentation as mediators of text and song recall. *Memory and Cognition*, 28, 700-710.
- Koelsch, S. & Friederici, A. D. (2003). Toward the neural basis of processing structure in music: Comparative results of different neurophysiological investigation methods. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 15-28.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsup, D., & Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: An fMRI study. *Neuroimage*, 25(4), 1068-1076.
- Koelsch, S., Grossmann, T., Gunter, T. C., Hahne, A., Schröger, E., & Friederici, A. D. (2003). Children processing music: Electric brain responses reveal musical competence and gender differences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(5), 683-693.
- Koelsch, S., Gunter, T., Schröger, E., & Friederici, A. D. (2003). Processing tonal modulations: An ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1149-1159.
- Koelsch, S., Maess, B., Grossmann, T., & Friederici, A. D. (2003). Electric brain responses reveal gender differences in music processing. *NeuroReport*, 14(5), 709-713.
- Koelsch, S., Schröger, E., & Tervaniemi, M. (1999). Superior attentive and pre-attentive auditory processing in musicians. *NeuroReport*, 10, 1309-1313.
- Koeneke, S., Lutz, K., Wüstenberg, T., & Jäncke, L. (2004a). Bimanual versus unimanual coordination: what makes the difference? *Neuroimage*, 22(3), 1336-1350.
- Koeneke, S., Lutz, K., Wüstenberg, T., & Jäncke, L. (2004b). Long-term training affects cerebellar processing in skilled keyboard players. *NeuroReport*, 15(8), 1279-1282.
- Kohlmetz, C., Müller, S. V., Nager, W., Münte, T. F., & Altenmüller, E. (2003). Selective loss of timbre perception for keyboard and percussion instruments following a right temporal lesion. *Neurocase*, 9(1), 86-93.
- Krampe, R. T., Engbert, R., & Kliegl, R. (2002). The effects of expertise and age on rhythm production: Adaptations to timing and sequencing constraints. *Brain and Cognition*, 48(1), 179-194.
- Krampe, R. T. & Ericsson, K. A. (1991). Tapping speed and bimanual coordination in expert versus amateur pianists – Talent or practice. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29(6), 490-490.
- Krampe, R. T. & Ericsson, K. A. (1996). Maintaining excellence: Deliberate practice and elite performance in young and older pianists. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 331-359.
- Krings, T., Topper, R., Foltys, H., Erberich, S., Sparing, R., Willmes, K., & Thron, A. (2000). Cortical activation patterns during complex motor tasks in piano players and control subjects: A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 278(3), 189-193.
- Kris, E. (1952). *Psychoanalytic explorations in art*. New York: International Universities.
- Kristeva, R., Chakarov, V., Schulte-Monting, J., & Spreer, J. (2003). Activation of cortical areas in music execution and imagining: A high-resolution EEG study. *Neuroimage*, 20(3), 1872-1883.

- Laeng, B. & Park, A. (1999). Handedness effects on playing a reversed or normal keyboard. *Laterality*, 4(4), 363-377.
- Lamb, S. J. & Gregory, A. H. (1993). The relationship between music and reading in beginning readers. *Educational Psychology*, 13, 19-27.
- Lang, A. (1993). Zeichen nach innen, Zeichen nach außen – eine semiotisch-ökologische Psychologie als Kulturwissenschaft. In: Rusterholz, P. & Svilar, M. (Eds.), *Welt der Zeichen – Welt der Wirklichkeit*. Bern: Paul Haupt.
- Lang, W., Obrig, H., Lindinger, G., Cheyne, D., & Deecke, L. (1990). Supplementary motor area activation while tapping bimanually different rhythms in musicians. *Experimental Brain Research*, 79(3), 504-514.
- Langer, S. K. (1965). *Philosophie auf neuem Wege. Das Symbol im Denken, im Ritus und in der Kunst*. Frankfurt a.M.: Fischer. (Orig. 1942).
- Leder, H. & Vitouch, O. (2006). Kunst- und Musikpsychologie. In: Pawlik, K. (Ed.), *Handbuch Psychologie (895-902)*. Berlin: Springer.
- Lehmann, A. C., & Gruber, H. (in press). Music. In: Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J., & Hoffman, R. R. (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lockhead, G. R. (1972). Processing dimensional stimuli: A note. *Psychological Review*, 79, 410-419.
- Lotze, M., Scheler, G., Tan, H. R., Braun, C., & Birbaumer, N. (2003). The musician's brain: Functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. *Neuroimage*, 20(3), 1817-1829.
- Luders, E., Gaser, C., Jäncke, L., & Schlaug, G. (2004). A voxel-based approach to gray matter asymmetries. *Neuroimage*, 22(2), 656-664.
- Lynn, R., Wilson, R.G. & Gault, A. (1989). Simple musical tests as measures of Spearman's  $\rho$ . *Personality and Individual Differences*, 10, 25-28.
- Mackintosh, N. J. (1998) *IQ and Human Intelligence*. Oxford University Press, Oxford.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97, 4398-4403.
- Maguire, E. A., Spiers, H. J., Good, C. D., Hartley, T., Frackowiak, R. S., & Burgess, N. (2003). Navigation expertise and the human hippocampus: A structural brain imaging analysis. *Hippocampus*, 13(2), 250-259.
- Martindale C., Hines, D., Mitchell, L., & Covello, E. (1984). EEG alpha asymmetry and creativity. *Personality and Individual Differences*, 5, 77-86.
- Martindale, C. & Hasenpus, N. (1978). EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original. *Biological Psychology*, 6, 157-167.
- Martindale, C. & Hines, D. (1975). Creativity and cortical activation during creative, intellectual, and EEG feedback tasks. *Biological Psychology*, 3, 71-80.
- Martindale, C. (1999). Biological bases of creativity. In: Sternberg, R. (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Marx, H. (1998). *Knuspels Leseaufgaben*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Maturana, H. R. & Varela, F. J. (1990). *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. München: Goldmann (Orig. 1984).
- Mayringer, H. & Wimmer, H. (2000). Pseudonym learning by German-speaking children with dyslexia: Evidence for a phonological learning deficit. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 116-133.
- McKelvie, P. & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 241-258.

- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220-232.
- Meister, I. G., Krings, T., Foltys, H., Boroojerdi, B., Müller, M., Töpper, R., & Thron, A. (2004). Playing piano in the mind – an fMRI study on music imagery and performance in pianists. *Cognitive Brain Research*, 19(3), 219-228.
- Meister, I., Krings, T., Foltys, H., Boroojerdi, B., Müller, M., Töpper, R., & Thron, A. (2005). Effects of long-term practice and task complexity in musicians and nonmusicians performing simple and complex motor tasks: implications for cortical motor organization. *Human Brain Mapping*, 25(3), 345-352.
- Mendelsohn, G. A. (1976). Associative and attentional processes in creative performance. *Journal of Personality*, 44, 341-369.
- Merker, B. (1999/2000). Synchronous chorusing and the origins of music. *Musica Scientiae, Special Issue 1999-2000*, 59-73.
- Merker, B. (2003). Is there a biology of music, and why does it matter? In: Kopiez, R., Lehmann, A.C., Wolther, I., & Wolf, C. (Eds.), *Abstracts of the 5th Triennial ESCOM Conference*. Hannover: University of Music and Drama.
- Merriam, A. P. (1964). *The Anthropology of Music*. Evanston: Northwestern University Press.
- Miller, G. (2000). Evolution of human music through sexual selection. In: Wallin, N. L., Merker, B., & Brown, S. (Eds.), *The origins of music* (329-360). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Miyazaki, K. & Ogawa, Y. (in press). Learning absolute pitch by children: A cross-sectional study. To appear in *Music Perception*.
- Mölle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H.L., & Born, J. (1999). EEG complexity and performance measures of creative thinking. *Psychophysiology*, 36, 95-104.
- Moga, E., Burger, K., Hetland, L., & Winner, E. (2000). Does studying the arts engender creative thinking? Evidence for near but not far transfer. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Morrison, S. J., Demorest, S. M., Aylward, E. H., Cramer, S. C., & Maravilla, K. R. (2003). fMRI investigation of cross-cultural music comprehension. *Neuroimage*, 20(1), 378-384.
- Münste, T. F., Altenmüller, E., & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 473-478.
- Münste, T. F., Kohlmetz, C., Nager, W., & Altenmüller, E. (2001). Superior auditory spatial tuning in conductors. *Nature*, 409, 580.
- Nager, W., Kohlmetz, C., Altenmüller, E., Rodriguez-Fornells, A., & Münste, T. F. (2003). The fate of sounds in conductors' brains: an ERP study. *Cognitive Brain Research*, 17(1), 83-93.
- Nantais, K. M. & Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10, 370-373.
- Nelson, D. J. & Barresi, A. L. (1989). Children's age-related intellectual strategies for dealing with musical and spatial analogical tasks. *Journal of Research in Music Education*, 37, 93-103.
- Neubauer, A. C., Grabner, R. H., Fink, A., & Neuper, C. (2005). Intelligence and neural efficiency: Further evidence of the influence of task content and sex on the brain-IQ relationship. *Cognitive Brain Research*, 25, 217-225.
- Newman, J., Rosenbach, J. H., Burns, K. L., & Latimer, B. C. (1995). An experimental test of the "Mozart Effect": Does listening to his music improve spatial ability? *Perceptual and Motor Skills*, 81, 1379-1387.

- Nilsonne, A., & Sundberg, J. (1985). Differences in ability of musicians and nonmusicians to judge emotional state from the fundamental frequency of voice samples. *Music Perception*, 2, 507-516.
- Nisbet, S. (1991). Mathematics and Music. *The Australian Mathematics Teacher*, 47, 4-8.
- Nolte, E. (1986). Historische Ursprünge der These vom erzieherischen Auftrag der Musik. *Musikpädagogik*, Beiheft 1, Mainz: Schott Musik International.
- Nordstrom, M. A. & Butler, S. L. (2002). Reduced intracortical inhibition and facilitation of corticospinal neurons in musicians. *Experimental Brain Research*, 144(3), 336-342.
- Ohnishi, T., Matsuda, H., Asada, T., Aruga, M., Hirakata, M., Nishikawa, M., Katoh, A., & Imabayashi, E. (2001). Functional anatomy of musical perception in musicians. *Cerebral Cortex*, 11(8), 754-760.
- Omniewski, R. A. & Habursky, B. (1999). Does arts infusion make a difference? The effect of an arts infusion approach on mathematics achievement. *Contributions to Music Education*, 26 (2), 38-50.
- Orsmond, G. I. & Miller, L. K. (1999). Cognitive, musical and environmental correlates of early music instruction. *Psychology of Music*, 27, 18-37.
- Overman, A. A., Hoge, J., Dale, J. A., Cross, J. D., & Chien, A. (2003). EEG alpha desynchronization in musicians and nonmusicians in response to changes in melody, tempo, and key in classical music. *Perceptual and Motor Skills*, 97(2), 519-532.
- Overy, K. (2000). Dyslexia, temporal processing and music: The potential of music as an early learning aid for dyslexic children. *Psychology of Music*, 28, 218-229.
- Overy, K., Nicolson, R. I., Fawcett, A. J. & Clarke, E. F. (2003). Dyslexia and music. Measuring musical timing skills. *Dyslexia*, 9, 18-36.
- Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.
- Panksepp, J. (1995). The emotional sources of 'chills' induced by music. *Music Perception*, 13, 171-207.
- Panksepp, J. & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. *Behavioural Processes*, 60, 133-155.
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L. E., & Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392, 811-814.
- Pantev, C., Roberts, L. E., Schulz, M., Engelien, A., & Ross, B. (2001). Timbre-specific enhancement of auditory cortical representations in musicians. *NeuroReport*, 12(1), 169-174.
- Parncutt, R. (in press). Prenatal development In: McPherson, G. E. (Ed.), *The child as musician: A handbook of musical development*. Oxford University Press.
- Patel, A. D., Peretz, I., Tramo, M., & Labreque, R. (1998). Processing prosodic and music patterns: A neuropsychological investigation. *Brain and Language*, 61, 123-144.
- Patel, A. D. (1998). Syntactic processing in language and music: Different cognitive operations, similar neural resources? *Music Perception*, 16(1), 27-42.
- Petsche, H. (1996). Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 145-159.
- Phillips, D. (1976). An investigation of the relationship between musicality and intelligence. *Psychology of Music*, 4, 16-31.
- Pitt, M. A. (1994). Perception of pitch and timbre by musically trained and untrained listeners. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(5), 976-986.
- Pitt, M. A. & Crowder, R. G. (1992). The role of spectral and dynamic cues in imagery for musical timbre. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 728-738.

- Plomin, R. & Spinath, F. M. (2004). Intelligence: Genetics, genes, and genomics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86, 112-129.
- Prior, M. & Troup, G. A. (1988). Processing of timbre and rhythm in musicians and non-musicians. *Cortex*, 24(3), 451-456.
- Ragert, P., Schmid, A., Altenmüller, E., & Dinse, R. (2004). Meta-plasticity in musicians. *European Journal of Neuroscience*, 19, 473-478.
- Ramachandran, V. S. & Rogers-Ramachandran, D. (2000). Phantom limbs and neural plasticity. *Archives of Neurology*, 57(3), 317-320.
- Ramachandran, V. S., Rogers-Ramachandran, D., & Cobb, S. (1995). Touching the phantom limb. *Nature*, 377, 489-490.
- Rauscher, F. H. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? [Reply]. *Nature*, 400, 827-828.
- 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., & Shaw, G. L. (1998). Key components of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 835-841.
- 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., & Newcom, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19 (1), 1-8.
- Razoumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: An EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10, 11-18.
- Recanzone, G. H., Merzenich, M. M., & Jenkins, W. M. (1992). Frequency discrimination training engaging a restricted skin surface results in an emergence of a cutaneous response zone in cortical area 3a. *Journal of Neurophysiology*, 67(5), 1057-1070.
- Recanzone, G. H., Schreiner, C. E., & Merzenich, M. M. (1993). Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *Journal of Neuroscience*, 13(1), 87-103.
- Ridding, M. C., Brouwer, B., & Nordstrom, M. A. (2000). Reduced interhemispheric inhibition in musicians. *Experimental Brain Research*, 133(2), 249-253.
- Runco, M. A. (2004). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 55, 657-687.
- Rypma, B., Berger, J.S. & D'Esposito, M. (2002). The influence of working memory demand and subject performance on prefrontal cortical activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 721-731.
- Saffran, J. R. & Griepentrog, G. J. (2001). Absolute pitch in infant auditory learning: Evidence for developmental reorganization. *Developmental Psychology*, 37, 75-85.
- Sander, F. & Volkelt, H. (1962). *Ganzheitspsychologie*. München: Beck.
- Sarnthein, J., von Stein, A., Rappelsberger, P., Petsche, H., Rauscher, F. H., & Shaw, G. L. (1997). Persistent patterns of brain activity: An EEG coherence study of the positive effect of music on spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19(2), 107-116.
- Schellenberg, E. G. (2001). Music and non-musical abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 355-371.

- Schellenberg, E. G. (2003). Does exposure to music have beneficial side effects? In: Peretz, I. & R. J. Zatorre (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Music*. Oxford: Oxford University Press: 430-448.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15 (8), 511-514.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14 (6), 317-320.
- Schellenberg, E. G. (2006a). Long-term positive associations between music lessons and IQ. Manuscript submitted for publication.
- Schellenberg, E. G. (2006b). Exposure to music: The truth about the consequences. In: McPherson, G. E. (Ed.), *The child as musician: A handbook of musical development*. Oxford University Press.
- Schellenberg, E. G. (in press). Music lessons enhance IQ: A reply to Black and Steele. *Scientific Review of Mental Health Practice*.
- 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, 1-8.
- Schellenberg, E. G., Nakata, T., Hunter, P. G., & Tamoto, S. (in press). Exposure to Music and cognitive performance: Test of children and adults. *Psychology of Music*.
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians. A model for functional and structural adaptation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 281-299.
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staiger, J. F., & Steinmetz, H. (1995a). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, 33(8), 1047-1055.
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., & Steinmetz, H. (1995b). In-vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science*, 267, 699-701.
- Schmithorst, V. J. & Holland, S. K. (2003). The effect of musical training on music processing: A functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 348(2), 65-68.
- Schmithorst, V. J. & Holland, S.K. (2004). The effect of musical training on the neural correlates of math processing: A functional magnet resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 354, 193-196.
- Schneider, S., Altenmüller, E., Bangert, M., & Münte, T. F. (2006). Audio-Motorische Integration beim Musizieren – und ihr Einsatz in der neurologischen Rehabilitation. In: Effenberg, K (Ed.), *Schriften zur Sportwissenschaft*, Bonn.
- Schneider, P., Scherg, M., Dosch, H. G., Specht, H. J., Gutschalk, A., & Rupp, A. (2002). Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature Neuroscience*, 5(7), 688-694.
- Schneider, P., Sluming, V., Roberts, N., Scherg, M., Goebel, R., Specht, H. J., et al. (2005). Structural and functional asymmetry of lateral Heschl's gyrus reflects pitch perception preference. *Nature Neuroscience*, 8(9), 1241-1247.
- Schneider, W., Roth, E., & Ennemoser, M. (2000). Training phonological skills and letter knowledge in children at risk for dyslexia: A comparison of three kindergarten intervention programs. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 284-295.
- Schoppe, K.-J. (1975). *Verbaler Kreativitäts-Test (V-K-T)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schulz, N. (2006). *Das zeichnerische Talent am Ende der Kindheit*. Braunschweig: Dissertation am Fachbereich für Biowissenschaften und Psychologie.
- Schuppert, M., Münte, T. F., Wieringa, B. M., & Altenmüller, E. (2000). Receptive Amusia: a Common symptom following unilateral cerebro-vascular cortical lesions. *Brain*, 123, 546-559.

- Schwarzer, G. (1997a). Analytic and holistic modes in the development of melody perception. *Psychology of Music*, 1, 10-21.
- Schwarzer, G. (1997b). Entwicklung der Melodiewahrnehmung. In: Rümmele, A., Pauen, S., & Schwarzer, G. (Eds.), *Kognitive Entwicklungspsychologie: Aktuelle Forschungsergebnisse*. Lengerich: Pabst.
- Schwarzer, G. (2000a). Entwicklung der Musikwahrnehmung: Wie Kinder Musik hören. *Musikpsychologie*, 15, 60-76.
- Schwarzer, G. (2000b). Development of face processing: The effect of face inversion. *Child Development*, 71, 391-401.
- Schwarzer, G. (2002a). Processing of facial and non-facial visual stimuli in 2-5-year-old children. *Infant and Child Development*, 11, 253-269.
- Schwarzer, G. (2002b). Entwicklung von Wahrnehmungsprozessen: Ein natürliches Labor menschlicher Informationsverarbeitung. *Psychologische Rundschau*, 53(1), 3-13.
- Schwarzer, G. (2005). Visuelle Wahrnehmung. *Enzyklopädie der Psychologie*, Band 2, Kognitive Entwicklung. Göttingen: Hogrefe.
- Schwarzer, G., Huber, S., & Dümmler, T. (2005). Gaze behavior in analytical and holistic face processing. *Memory & Cognition*, 33(2), 344-354.
- Schwarzer, G. & Korell, M. (1999). Objekt- und Gesichterverarbeitung im Entwicklungsverlauf. Beiträge zur 2. Tübinger Wahrnehmungskonferenz. Kirchentellinsfurt: Knirsch Verlag.
- Schwarzer, G. & Massaro, D. W. (2001). Modeling face identification processing in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 139-161.
- Schwarzer, G., Siegismund, A., & Wilkening, F. (1993). Entwicklung des Tonalitätsverstehens bei der Beurteilung und Produktion von Liedschlüssen. *Jahrbuch der deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie (Band 10)*. Göttingen: Hogrefe.
- Scott, L. (1992). Attention and perseverance behaviours of preschool children enrolled in Suzuki violine lessons and other activities. *Journal of Research in Music Education*, 40, 3, 225-235.
- Senoi Ilari, B. (2002). Music perception and cognition in the first year of life. *Early Child Development and Care*, 172, 311-322.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407-441.
- Shaw, G. L. (2000). *Keeping Mozart in Mind*. San Diego: Academic Press
- Shenfield, T., Trehub, S.E., & Nakata, T. (2003). Maternal singing modulates infant arousal. *Psychology of Music*, 31, 365-375.
- Shepard, R. N. (1964). Attention and the metric structure of the stimulus space. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 54-89.
- Shepp, B. E. & Swartz, K. B. (1976). Selective attention and the processing of integral and nonintegral dimensions. A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 22, 73-85.
- Simonton, D.K. (1999). Creativity from a historiometric perspective. In: Sternberg, R. (Ed.), *Handbook of creativity*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Slevc, L. R., & Miyake, A. (2006). Individual Differences in Second-Language Proficiency. *Psychological Science*, Vol. 17 (8), 675-681.
- Sloboda, J. A. (1991). Music structure and emotional response: Some empirical findings. *Psychology of Music*, 19, 110-120.
- Sloboda, J. & O'Neill, S. A. (2001). Emotions in everyday listening to music. In: Sloboda, J., & Juslin, P. (Eds.), *Music and Emotion. Theory and Research*. Oxford: University Press.

- Sloboda, J. A. & Howe, M. J.A. (1991). Biographical precursors of musical excellence: An Interview Study. *Psychology of Music*, 19, 3-21.
- Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayes, A., & Roberts, N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *Neuroimage*, 17(3), 1613-1622.
- Smith, L. B. & Kemler, D. G. (1977). Developmental trends in free classification: Evidence for a new conceptualization of perceptual development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 24, 279-298.
- Smith, B. D., Osborne, A., Mann, M., Jones, H., & White, T. (2004). Arousal and behaviour: Biosychological effects of caffeine. In: Nehlig, A. (Ed.), *Coffee, tea, chocolate, and the brain. Nutrition, brain, and behaviour*. 35-52, Boca Raton, FL: CRC Press
- Sommer, G., El Mogharbel, C., Deutsch, W. & Laufs, I. (im Druck). „Über Stein und über Stock, aber brich dir nicht –“ Eine Studie zur musikalischen und sprachlichen Liedreproduktion bei Kindergartenkindern. *Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikwissenschaft* 2005.
- Spychiger, M. (1993). Musik und aussermusikalische Lerninhalte. In: Bruhn, H. Oerter, R., & Rösing, H. (Eds.), *Musikpsychologie. Ein Handbuch*. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt.
- Spychiger, M. (1995). Mehr Musikunterricht an den öffentlichen Schulen? Entwicklung eines zeichentheoretisch orientierten Begründungsansatzes als Alternative zur aussermusikalischen Argumentation. Hamburg: Verlag Dr. Kovac (Dissertation).
- Spychiger, M. (1998). Response to Katie Overy's paper: Can music really 'improve' the mind? *Psychology of Music*, 26, No. 2, 199-201.
- Spychiger, M. (2000). Hören und Zuhören im Erweiterten Musikunterricht. In: Huber, L., & Odersky, E. (Eds.), *Zuhören – Lernen – Verstehen*. Braunschweig: Westermann, Reihe Praxis Pädagogik.
- Spychiger, M. (2001a). Was bewirkt Musik? Probleme der Validität, der Präsentation und der Interpretation bei Studien über außermusikalische Wirkungen musikalischer Aktivität. In: Gembris, H., Kraemer, R.-D., & Maas, G. (Eds.), *Musikpädagogische Forschungsberichte* (Bd. 8, 13–37), Augsburg:Wißner.
- Spychiger, M. (2001b). Antwort auf Hans Günther Bastian & Adam Kornmann "Transfer im musikpädagogischen Diskurs". In: Gembris, H., Kraemer, R.-D., & Maas, G. (Eds.), *Musikpädagogische Forschungsberichte*, Bd. 8, 67-69.
- Spychiger, M. (2001c). Understanding musical activity and musical learning as sign processes: Toward a semiotic approach to music education. *The Journal of Aesthetic Education*, 35(1), 53-67.
- Spychiger, M. (2001d). Music education is important – Why? *Bulletin of the International Kodaly Society*, 26(1), 32-43.
- Spychiger, M. (im Druck). Musikalisches Lernen in der Vielfalt von Auffassungen und Forschungsbemühungen – Zukunftsweisend oder „Behind the Game“? Erscheint im *Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie* Bd. 20.
- Stadler Elmer, S. (2002). *Kinder singen Lieder: Über den Prozess der Kultivierung des vokalen Ausdrucks*. Berlin: Waxmann.
- Standley, J. M. & Hughes, J. E. (1997). Evaluation of an early intervention music curriculum for enhancing pre-reading/writing skills. *Music Therapy Perspectives*, 15, 79-85.
- Steele, K. M. (2000). Arousal and mood factors in the "Mozart effect". *Perceptual and Motor Skills*, 91, 188–190.
- Steele, K. M. (2003). Do rats show a Mozart effect? *Music Perception*, 21, 251–265.

- Steele, K. M., Ball, T. N., & Runk, R. (1997). Listening to Mozart does not enhance backwards digit span performance. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 1179-1184.
- Steele, K. M., Bass, K. E., & Crook, M. D. (1999a). 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 jr, J. L., & Olmstead, C. G. (1999b). Prelude or requiem for the "Mozart effect"? *Nature*, 400, 827.
- Steele, K. M., Brown, J. D., & Stoecker, J. A. (1999c). Failure to confirm the Rauscher and Shaw description of recovery of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 843-848.
- Steitz, E. (1993). *Die Evolution des Menschen*. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.
- Stelzl, I., Merz, F., Ehlers, T., & Remer, H. (1995). The effect of schooling on the development of fluid and crystallized intelligence: A quasi-experimental study. *Intelligence*, 21, 279-296.
- Stern, E. (2001). Intelligenz, Wissen, Transfer und der Umgang mit Zeichensystemen. In: Stern, E. & Guthke, J. (Eds.), *Perspektiven der Intelligenzforschung*, Papst Science Publishers: Lengerich.
- Stern, E., Grabner, R., & Schumacher, R. (2005). *Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften: Erwartungen, Befunde und Forschungsperspektiven (Bildungsreform, Vol. 13)*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 7, 677-688.
- Stough, C., Kerkin, B., Bates, T., & Mangan, G. (1994). Music and spatial IQ. *Personality and individual differences*, 17, 695.
- Strohm, R. & Cullington, J. D. (Eds.) (1996). *On the Dignity and the Effects of Music. Egidius Carlerius and Johannes Tinctoris, two 15<sup>th</sup> Century Treatises*. London: King's College (Study exts No. 2).
- Surprenant, A. M., Pitt, M. A., & Crowder, R. G. (1993). Auditory recency in immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Series A*, 46(2), 193-223.
- Terman, L. M. & Oden, M. H. (1925). *Genetic studies of genius: Mental and physical traits of one thousand gifted children*. Stanford University Press, Stanford.
- Thompson, L. A. (1994). Dimensional strategies dominate perceptual categorization. *Child Development*, 65, 1627-1645.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2001). Arousal, mood and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12, 248-251.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., Husain, G. (2002) *Decoding speech prosody: Do music lessons help?* Abstract presented at the Conference „The Neurosciences and music“, Venice.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2003). Perceiving prosody in speech: Effects of music lessons. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 530-532
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Husain, G. (2004). Decoding speech prosody: Do music lessons help? *Emotion*, 4, 46-64.
- Thorndike, E. L. & Woodworth, R. S. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. *Psychological Review*, 8, 374-382.
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Trehub, S. (2001). Musical predispositions in infancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 1-16.

- Trehub, S. (2003). Toward a developmental psychology of music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 402-413.
- Trehub, S. E. (2005). Musik in der frühen Kindheit. In: Oerter, R., & Stoffer, T. H. (Eds.), *Spezielle Musikpsychologie*: Göttingen: Hogrefe.
- Vanecek, E. & Biegl, T. (2005). Musik und Psychoneuroimmunologie – musikinduzierte Wege zu Gesundheit, Glück und Wohlbefinden. Beitrag zum Symposium Mensch & Musik, Symposium zur Musikwirkungsforschung in Österreich an der Universität Mozarteum, Salzburg, 17./18. März.
- van IJzendoorn, M. H., Juffer, F., & Klein Poelhius, C. W. (2005). Adoption and cognitive development: A meta-analytic comparison of adopted and non-adopted children's IQ and school performance. *Psychological Bulletin*, 131(2), 301-316.
- van Zuijen, T. L., Sussman, E., Winkler, I., Naatanen, R., & Tervaniemi, M. (2005). Auditory organization of sound sequences by a temporal or numerical regularity – a mismatch negativity study comparing musicians and non-musicians. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 23(2-3), 270-276.
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Vaughn, K. & Winner, E. (2000). SAT scores of students who study the arts: What we can and cannot conclude about the association. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4).
- Vitouch, O. (2003). Absolutist models of absolute pitch are absolutely misleading. *Music Perception*, 21, 111-117.
- Vitouch, O. (2005a). Erwerb musikalischer Expertise. In: Stoffer, T. H., & Oerter, R. (Eds.), *Allgemeine Musikpsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, Bd. D/VII/1, 657-715)*. Göttingen: Hogrefe.
- Vitouch, O. (2005b). Absolutes Gehör. In: Stoffer, T. H., & Oerter, R. (Eds.), *Allgemeine Musikpsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, Bd. D/VII/1, 717-766)*. Göttingen: Hogrefe.
- Vitouch, O. (2006). The musical mind: Neural tuning and the aesthetic experience. In: Baltes, P. B., Reuter-Lorenz, P., & Rösler, F. (Eds.), *Lifespan development and the brain: The perspective of biocultural co-constructivism (217-236)*. New York: Cambridge University Press.
- von Ehrenfels, C. (1890). Über „Gestaltqualitäten“. *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie*, XIV, 3, 11-43.
- Wallin, N. L., Merker, B., & Brown, S. (1999) *The Origins of Music*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wang, C. C. & McCaskill, E. (1989). Relating musical abilities to visual-spatial abilities, mathematic and language skills of fifth-grade children. *Canadian Journal of Research in Music Education*, 30, 184–191.
- Ward, W. D. (1999). Absolute pitch. In: Deutsch, D. (Ed.), *The psychology of music (2nd Ed., 265-298)*. San Diego, CA: Academic Press.
- Weber, E. W.; Spychiger, M. & Patry, J.-L. (1993). *Musik macht Schule. Biografie und Ergebnisse eines Schulversuchs mit erweitertem Musikunterricht*. Essen: Die Blaue Eule.
- Weeks, S. P. (1996). *The effect of music on abstract/visual reasoning performance in high school music and non-music students*. (Doctoral Dissertation, East Texas State University, 1995) UMI Dissertation Services No. 9600110.
- Weinert, F. E. & Schneider, W. (1999). *Individual development from 3 to 12. Findings from the Munich longitudinal study*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Wengler, M. (2003). *Kreative Pathologie*. Frankfurt: Peter Lang.

- Wenglorz, M. & Deutsch, W. (1997) (Film). *Samantha. Die Entwicklung eines Mädchens mit einer autistischen Störung*. Göttingen: Institut für den wissenschaftlichen Film.
- Werner, H. (1926). *Einführung in die Entwicklungspsychologie*. Leipzig: Barth.
- Wilkening, F. & Lange, K. (1989). When is children's perception holistic? Goals and styles in categorization multidimensional stimuli. In: Globerson, T., & Zelnicker, T (Eds.), *Cognitive style and cognitive development*. Norwood, NJ: Ablex.
- Williamon, A. & Egner, T. (2004). Memory structures for encoding and retrieving a piece of music: An ERP investigation. *Cognitive Brain Research*, 22(1), 36-44.
- Winner, E. & Cooper, M. (2000). Mute those claims: No evidence (yet) for a causal link between arts study and academic achievement. *Journal of Aesthetic Education*, 34 (3-4), 11-75.
- Witelson, S.F., Kigar, D.L., & Harvey, T. (1999). The exceptional brain of Albert Einstein. *The Lancet*, 353, 2149-2153.
- Zatorre, R. J., & McGill, J. (2005). Music, the food of neuroscience? *Nature*, 434, 312-315.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerberinnen/Wahlbewerbern oder Wahlhelferinnen/ Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.



# 18

Eine weit verbreitete Erwartung besteht darin, dass durch Musikunterricht nicht nur musikalische, sondern auch außermusikalische kognitive Kompetenzen wie sprachliche Fähigkeiten, abstraktes Denken sowie mathematische Leistungen gefördert werden. Von solchen kognitiven Effekten des Musikunterrichts wird in den Medien gerade auch unter Bezugnahme auf den so genannten „Mozart-Effekt“ immer wieder berichtet, und zum Teil werden große Erwartungen geweckt, wenn von kommerziellen Anbietern hinsichtlich entsprechender musikalischer Trainingsprogramme behauptet wird, dass Musik zu beträchtlichen Leistungssteigerungen in Bezug auf nahezu alle intellektuellen Fähigkeiten führen soll. Dabei ist jedoch zwischen den Wirkungen passiven Musikhörens und den kognitiven Effekten aktiver musikalischer Betätigung genau zu differenzieren.

Welche Wirkungen hat Musik auf außermusikalische kognitive Fähigkeiten tatsächlich? Gibt es sie – und falls dies zutrifft, in Bezug auf welche kognitiven Fähigkeiten und in welchem Umfang? Lässt sich durch psychologische und neurowissenschaftliche Untersuchungen wirklich belegen, dass zum Beispiel aktives Musizieren ein geeignetes Mittel zu einer nennenswerten Steigerung kognitiver Leistungen ist?

Um zu einer realistischen Einschätzung der kognitiven Wirkungen von Musik zu gelangen, präsentieren die Autoren dieser Expertise eine differenzierte Übersicht über den gegenwärtigen psychologischen und neurowissenschaftlichen Forschungsstand. Auf dieser Grundlage werden ebenfalls Perspektiven und Fragestellungen für weiterführende Forschungen entwickelt.