

Eröffnungsreferat an der D-A-CH-Tagung 2008 „Musik und Gehirn“

Musik, Gehirn und Lernen

Lutz Jäncke

Universität Zürich

Psychologisches Institut

Lehrstuhl für Neuropsychologie

Binzmühlestrasse 14

8050 Zürich

E-Mail: l.jaencke@psychologie.uzh.ch

1. Einleitung

Mit den modernen bildgebenden Verfahren (funktionelle Magnetresonanztomographie - fMRT, Magnetenzephalographie - MEG, Elektroenzephalographie - EEG) haben sich viele neue Möglichkeiten zur Untersuchung des menschlichen Gehirns ergeben (Jäncke, 2005; Hüsing, Jäncke, & Tag, 2006). Insofern ist es nicht verwunderlich, dass das Interesse an dem Zusammenhang zwischen Musik und Gehirn einen enormen Auftrieb erhalten hat. In diesem Zusammenhang sind viele neue Befunde bzgl. der Verarbeitung von Musik im Gehirn und des Einflusses von Musikhören und Musikausüben auf verschiedene kognitive Funktionen herausgearbeitet worden. Diese neue Befundlage hat zu einer Art Emanzipation musikwissenschaftlicher Forschung geführt, wobei diese neue Forschungsrichtung sich eher an die Neurowissenschaft und/oder Psychologie anlehnt. Im Rahmen dieses Manuskriptes werde ich mich auf vier Aspekte im Zusammenhang mit dem Musizieren und den Querverbindungen zu den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie beschränken: (1) Die neuroanatomischen und neurophysiologischen Konsequenzen des Musizierens; (2) der „Mozart-Effekt“ und mögliche kurzfristige Effekte des Musikhörens auf kognitive Leistungen; (3) die möglichen Transfereffekte vom Musizieren auf kognitive Leistungen erfasst im Rahmen von Längsschnittuntersuchungen und (4) die möglichen Transfereffekte vom Musizieren auf kognitive Leistungen erfasst mittels Querschnittuntersuchungen. Aufgrund des beschränkten Raumes, der mir hier zur Verfügung steht, kann ich natürlich diese Themen nicht erschöpfend darstellen und muss demzufolge eine Auswahl vornehmen. Der interessierte Leser sei auf mein Buch verwiesen, in dem ich mich viel detaillierter diesen Themen widme (Jäncke, 2008).

Im ersten Teil dieses Manuskriptes werde ich mich mit neuroanatomischen und neurophysiologischen Fragen im Zusammenhang mit dem Musizieren auseinandersetzen. Hier stelle ich einige wichtige Befunde zusammenfassend dar. Im zweiten Teil werde ich mich mit den Unterschieden im Hinblick auf kognitive Leistungen bei Musikern und Nicht-Musikern auseinandersetzen. Im letzten Teil (Kapitel 3-5) beschäftige ich mich dann mit den Transfereffekten. Transfereffekte sind für die Lern- und Gedächtnispsychologie von herausragender Bedeutung. Wenn das Erlernen oder Üben einer Aufgabe zu einem Lerneffekt bei einer anderen Aufgabe führt, spricht man von Mitübung, Übungsübertragung oder Transfer. Man unterscheidet verschiedene Formen des Transfers. Im Hinblick auf das Lernergebnis unterscheidet man positiven von negativem Transfer. **Positiver Transfer** erleichtert das nachfolgende Lernen, während **negativer Transfer** das nachfolgende Lernen erschwert. Im zweiten Teil dieses Manuskriptes werde ich mich möglichen Transfereffekten von Musik zu und anderen kognitiven Funktionen zuwenden. Aufgrund des begrenzten Raums, der mir hier zur Verfügung steht, werde ich diese Problematik nur anhand ausgewählter und mir wichtiger Beispiele behandeln.

2. Neuroanatomie und Neurophysiologie und Musik

Motiviert durch bemerkenswerte Befunde bezüglich der Neuroplastizität, welche anhand von Tierversuchen Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts publiziert wurden, fühlten sich einige Wissenschaftler motiviert, zu überprüfen, ob auch das menschliche Gehirn ähnlich plastisch ist, wie es vor allem für das Affenhirn gezeigt werden konnte. Um plastische Prozesse im menschlichen Hirn zu untersuchen, verfolgt man im Wesentlichen 3 Untersuchungsansätze: (1) Den Querschnittansatz, in dem Experten (hier Musiker) mit Nicht-Experten im Hinblick auf wichtige anatomische und neurophysiologische Kennwerte verglichen werden und (2) den Längsschnittansatz, in dem Experten und Laien im Hinblick auf Musikfertigkeiten über einen bestimmten Zeitraum trainiert werden. Beim letzten Ansatz kann man kurzfristige und langfristige Lernstudien unterscheiden, je nachdem, wie lange Versuchspersonen trainieren. Beide Ansätze haben erstaunliche Befunde zu Tage gefördert:

- Intensives Musiktraining ist mit erheblichen makroskopischen Veränderungen in Hirnbereichen gekoppelt, die besonders stark in die Kontrolle des Musizierens eingebunden sind. Dies sind vor allem jene Hirngebiete, die mit der Kontrolle folgender Funktionen assoziiert sind: (1) Die Motorareale, die für die Kontrolle der motorischen Akte beim Musizieren verantwortlich sind; (2) der Hörkortex, welcher für die Verarbeitung der Klangmuster wesentlich ist; (3) verschiedene Bereiche des Assoziationskortex (frontal aber auch parietal), die eher mit der intellektuellen Durchdringung und den kognitiven Begleitumständen (z.B. Gedächtnis) des Musizierens betraut sind.
- Diese anatomischen Veränderungen hängen im Wesentlichen von der Intensität und Häufigkeit des Musizierens ab. Je häufiger trainiert wird, desto ausgeprägter sind die Veränderungen.
- Die anatomischen Veränderungen sind häufig Zunahmen der Dichte der grauen Hirnmasse, was eine Vergrößerung der Nervenzellen, Vermehrung der Dendriten oder eine Vermehrung der Synapsen anzeigen könnte.
- Es sind auch Veränderungen der weissen Hirnmasse berichtet worden. Dies bedeutet, dass sich auch das Kabelsystem innerhalb des Gehirns in Abhängigkeit des Musizierens und insbesondere in Abhängigkeit der Häufigkeit des Musizierens

verändert. Wahrscheinlichkeit ist die Veränderung des Kabelsystems auch mit einer Verbesserung der Leitungseigenschaften elektrischer Signale verbunden.

- Anatomische Veränderungen sind auch bei Nichtmusikern im Zusammenhang mit dem Lernen spezifischer Inhalte eindrücklich berichtet worden. Insofern scheint die anatomische Anpassung an Lerninhalte ein grundsätzliches Prinzip des Lernens zu sein.
- Offenbar scheinen sich jene Hirngebiete, die in die Kontrolle intensiv trainierter Funktionen eingebunden sind, anatomisch zu ändern.
- Bei der Musikwahrnehmung durchlaufen die einzelnen Musikreize auf verschiedenen Ebenen eine Kaskade von Verarbeitungen. Diese „Verarbeitungen“ erfolgen sequentiell können sich aber auch gegenseitig auf verschiedenen Stationen beeinflussen. Wichtige „Stationen“ der Verarbeitung sind: (1) Innerhalb der ersten 100 ms Verarbeitung elementarer akustischer Eigenschaften (Tonhöhe, Klangfarbe, Intensität, etc.). Es folgt auf der nächsten Verarbeitungsstufe, etwa 100–200 ms nach Reizpräsentation, die Analyse erster Melodiegestalten, was eine Integration der Einzelinformationen und der aus ihnen extrahierten Informationen erfordert. Gleichzeitig werden diese Melodiegestalten in einem eigenen Gedächtnisspeicher – dem auditorisch sensorischen Gedächtnis – abgelegt. Etwa zeitgleich oder leicht verzögert, werden dann Tonintervalle, Klänge und komplexere Melodien analysiert. Ca. 180–400 ms später erfolgt dann die Analyse von Harmonie, Metrum, Rhythmus und eine dezidierte und vertiefende Analyse der Klangfarbe. Etwas später, so um 600–900 ms nach Tonpräsentation werden rhythmische und/oder melodische Fehler erkannt und ggfs. Korrekturen und weitergehende Analyseprozesse ausgelöst. Wahrscheinlich werden bereits auf den ersten Analysestufen so um 100 ms nach Reizpräsentation Querverbindungen zum semantischen Gedächtnis und zu den emotionsverarbeitenden Zentren gezogen. Die wichtigsten und nachhaltigsten semantischen und emotionalen Verarbeitungen scheinen allerdings eher etwas später, so um 200–300 ms „angestossen“ zu werden. Im Grunde ist diese doch schnelle Aufeinanderfolge von Analyseprozessen sehr bemerkenswert, denn innerhalb von weniger als einer halben Sekunde werden schon komplexe Informationen aus dem Musikreiz extrahiert. Auf jeder Verarbeitungsstufe existieren Querverbindungen zu motorischen Modulen. Für die Wahrnehmung von Musik sind viele Hirngebiete verantwortlich. Interessant ist, dass diese Hirngebiete nicht ausschliesslich in die Verarbeitung von Musik eingebunden sind, sondern auch an vielen anderen Funktionen beteiligt sind. Insofern kann man im menschlichen Gehirn kein typisches Musikwahrnehmungsareal identifizieren. Wir sprechen heute eher von einem Netzwerk für die Musikwahrnehmung.
- Interessant ist, dass wahrscheinlich Musiker beziehungsweise Personen mit Musikerfahrung auf all diesen Verarbeitungsstufen effizientere neurophysiologische Verarbeitungen aufweisen, was darauf hinweist, dass sie diese Analysen anders und wahrscheinlich effizienter bewältigen.

3. Der „Mozart-Effekt“

Unter dem Begriff „Mozart-Effekt“ wird ein kurzzeitig fördernder Einfluss des passiven Hörens von 10 Minuten Mozart-Musik (genauer das Hören der Sonate KV 448) auf verschiedene intellektuelle Leistungen zusammengefasst. Im Wesentlichen ist dieser „Effekt“ durch eine Publikation der Psychologen Frances Rauscher und Kim Ky sowie des Physikers Gordon Shaw in der angesehenen wissenschaftlichen Zeitschrift *Nature* aus dem Jahr 1993 (Rauscher, Shaw, & Ky, 1993) berühmt geworden. In dieser Publikation berichten Rauscher und Kollegen ein Untersuchungsergebnis, das bis heute insbesondere die populärwissenschaftliche Presse interessiert. Die Forscher hatten insgesamt 36 College-Studenten untersucht, die drei unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt waren: In einer Bedingung hörten die Versuchspersonen die ersten 10 Minuten von Mozarts Sonate für zwei Klaviere in D-Dur (KV 448). In einer zweiten Bedingung hörten die Versuchspersonen Entspannungsinstruktionen und in der dritten Bedingung saßen die Versuchspersonen in völliger Stille und hörten demnach nichts. Unmittelbar nach jeder Versuchsbedingung waren die Versuchspersonen angehalten, jeweils einen Untertest des Stanford-Binet-Intelligenztestes zu bearbeiten. Hierbei handelte es sich um Tests, die insbesondere räumlich intellektuelle Leistungen erfassen (Musteranalyse, Matrizentest und ein so genannter Papier-Falte-Test). Rauscher und Kollegen stellten eine vorübergehende Steigerung des räumlichen Denkens nur nach der Darbietung der Mozart-Klaviersonate fest. Konkret konnten sie zeigen, dass die Leistungen in diesen Untertests nach der Präsentation der Mozartsonate 119 IQ-Punkte betrug, während nach dem Hören der Entspannungsinstruktion ein IQ von 111 und in der Ruhebedingung ein IQ von 110 erzielt wurde. Die unterschiedlichen Messwerte wurden dann noch einer statistischen Analyse unterzogen, wobei sich ergab, dass die räumlichen Leistungen nach der Präsentation der Mozartsonate signifikant höher ausgefallen waren als die räumlichen Leistungswerte nach der Entspannungsinstruktion und der Ruhebedingung. Die Leistungskennwerte nach der Ruhebedingung und nach der Entspannungsinstruktion waren identisch und unterschieden sich demzufolge auch statistisch nicht voneinander. Zur Kontrolle der allgemeinen vegetativen Erregung haben die Forscher noch die Pulsrate (also die Herzschlagfrequenz) jeweils vor und nach den Versuchsbedingungen gemessen. Die Pulsraten unterschieden sich nicht für die drei Versuchsbedingungen. Daraus schlossen die Forscher, dass die grundlegende Erregung in allen drei Bedingungen identisch war und demzufolge die unterschiedlichen kognitiven Leistungen nicht auf einen allgemeinen und damit unspezifischen Erregungseffekt zurückzuführen sind. Die Autoren vermerken noch, dass die Verbesserung der kognitiven Leistungen nur temporär sei und nach ca. 10-15 Minuten wieder verschwunden sei.

Der Mozart-Effekt so wie ihn Rauscher und Kollegen publiziert haben, hat ein enormes Echo in der wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Literatur hervorgerufen. Bemerkenswert ist, dass dieser Befund insbesondere in den Medien recht unreflektiert kommentiert wurde. Die Kommentare reichten von uneingeschränkter Zustimmung und Konstatierung eines neuen didaktischen Konzepts bis zur völligen Ablehnung. In der wissenschaftlichen Literatur wurde, vielleicht wegen der medialen Präsenz, diese Diskussion vielleicht etwas abgeschwächer aber für wissenschaftliche Diskussionen recht kontrovers und angriffslustig geführt. Bei manchen Untersuchungen konnte man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass die beteiligten Forscher angetreten sind, um den Mozart-Effekt ad absurdum zu führen. Insofern drängt sich der Eindruck auf, dass nicht alle Replikationsversuche fair gestaltet waren (Chabris, 1999; Steele et al., 1999).

Wie auch immer, besonders verdient hat sich die Arbeitsgruppe um Glen Schellenberg bei der Untersuchung des Mozart-Effektes gemacht. Diese Arbeitsgruppe hat mit ordentlichen Versuchsdesigns die Modulatoren und Randbedingungen des Mozart-Effektes herausgearbeitet. Insgesamt haben sie zeigen können, dass in den Originaluntersuchungen von Rauscher und Kollegen inadäquate Kontrollbedingungen bzw. Kontrollgruppen verwendet wurden. Insbesondere die Verwendung einer Ruhebedingung bzw. einer Ruhegruppe führt zu einer Überschätzung der Musikwirkung. Zusammengefasst kann demzufolge folgendes festgehalten werden (Schumacher, 2006; Jäncke, 2008):

- Es kann kein spezifischer Effekt des kurzzeitigen Hörens von Mozartmusik und insbesondere des Hörens der besagten Mozartsonate auf räumliche Fertigkeiten zweifelsfrei nachgewiesen werden.
- Sofern Effekte vorliegen, treten sie immer in Bezug zu Ruhe- und Entspannungsbedingungen auf, aber nicht zu anderen Bedingungen, in denen akustische Stimulationen mit anderem Material als Mozartmusik erfolgte.
- Diese fördernden Effekte beschränken sich nicht nur auf das Hören von Mozart-Musik, sondern ergeben sich auch für das Hören anderer akustischer Ereignisse (z. B. das Hören von Textpassagen einer Diskussion) sofern sie als angenehm und einigermaßen erregend bzw. anregend empfunden werden.
- Als relativ stabil erweist sich die durch das Hören der akustischen Ereignisse hervorgerufene Stimmung und subjektiv empfundene Erregung auf die zu erbringende Leistung für die räumlichen Aufgaben.
- Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass sich bei einigen Versuchspersonen nach dem Hören der Mozart-Musik ein Hirnaktivierungsmuster einstellt, welches eine optimale Grundlage für die später zu bearbeitenden räumlichen Aufgaben bietet.

4. Längsschnittstudien

Der geeigneteste Versuchsansatz, um die Wirkung des Musizierens oder formalen Musiktrainings auf kognitive Leistungen zu untersuchen, sind so genannte Längsschnittuntersuchungen, in denen die gleichen Versuchspersonen über einen längeren Zeitraum untersucht werden. Um z. B. zu überprüfen, ob formaler Musikunterricht einen Einfluss auf andere Schulleistungen hat, müsste man mindestens zwei Versuchsgruppen definieren, die hinsichtlich wichtiger Kennwerte mehr oder weniger identisch sind. Typische Kennwerte für solche Experimente sind intellektuelle Leistungen (z.B. die Grundintelligenz), aber auch Kennwerte wie eigenes Einkommen, Einkommen der Eltern, Bildungsgrad, soziale Schicht, Geschlecht und vieles mehr. Wir fassen diese Variablen oft unter dem Fachbegriff sozioökonomischer Status zusammen. Eine Versuchsgruppe (Experimentalgruppe) würde über einen bestimmten Zeitraum Musikunterricht erhalten die andere nicht (Kontrollgruppe). Dieses einfach erscheinende Versuchsdesign würde allerdings nur dann aussagekräftige Befunde zu Tage fördern, wenn die Versuchspersonen (hier Schulkinder) per Zufall auf eine der beiden Versuchsgruppen verteilt würden. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass der Musikunterricht nicht eine zusätzliche Stimulation im Vergleich zur Kontrollgruppe ist, sondern nur eine andere Form der

Stimulation. Dies bedeutet, dass die Kontrollgruppe anstatt des Musikunterrichts etwas anderes in gleicher Intensität und kognitiver Beanspruchung durchführen muss. Eine weitere wichtige Bedingung ist, dass über den gesamten Versuch hinweg beide Versuchsgruppen völlig identisch unterrichtet und pädagogisch begleitet werden, außer dass eine Gruppe Musikunterricht erhält und die andere nicht. Auch dürfte den Versuchspersonen (inkl. der Eltern) nicht der Zweck der Untersuchung bekannt sein. Ansonsten könnten z. B. die Kinder, welche den Musikunterricht erhalten, der Meinung sein, sie würden besonders vom Musikunterricht profitieren und sich dann entsprechend verhalten und sich in anderen Schulfächern mehr anstrengen. Ein umgekehrter Effekt ist ebenfalls möglich und eine Verschlechterung der Schulleistungen in der Gruppe ohne Musikunterricht könnte eintreten, weil die Kinder sich nicht als besonders behandelte Schulkinder empfinden. Dieser für solche Experimente unangenehme Effekt ist in der Forschung bekannt und wird als Self-Fulfilling-Prophecy-Effekt bezeichnet. Auch wenn die Kinder keine Hypothesen über diese Studie und ihre Rolle in diesem Experiment hätten, könnten die Eltern Einfluss auf die Befunde nehmen. Sie könnten ihre Kinder zu Hause entsprechend anders behandeln und auch andere Gesprächsthemen ansprechen, mehr oder weniger schulische Hilfestellungen anbieten oder sich einfach anders verhalten, was letztlich auch zu verändertem Schulverhalten der Kinder führen kann. Bislang sind wenige Längsschnittstudien veröffentlicht worden. Insgesamt kann man die Befunde wie folgt zusammenfassen (Jäncke, 2008):

- Fast alle Längsschnittuntersuchungen thematisieren, dass zusätzlicher Musikunterricht einen günstigen Einfluss auf schulische Leistungen, verschiedene kognitive Funktionen (insbesondere das sprachliche Gedächtnis) oder auf verschiedene Intelligenzmasse haben kann.
- Problematisch ist allerdings, dass die meisten Längsschnittstudien erhebliche methodische Mängel aufweisen, die es nicht erlauben, die spezifische Wirkung des Musikunterrichts zu belegen. Der wesentlichste Grund dafür ist, dass fast alle Studien keine angemessenen Kontrollgruppen verwendet haben. Die meisten Längsschnittstudien haben im Grunde nur geprüft, ob zusätzlicher Musikunterricht einen fördernden Effekt hat. Dies konnte demzufolge bestätigt werden. Ob aber zusätzlicher Unterricht in anderen Inhaltsgebieten auch einen fördernden Effekt hat, wurde bislang nie thematisiert. Insofern ist überhaupt nicht auszuschließen, dass zusätzlicher Schach-, Sport- oder Sprachunterricht nicht auch positive Wirkungen entfalten kann.
- Eine methodisch recht gute Untersuchung einer chinesischen Forschergruppe von der Hong Kong University zeigt sehr überzeugend, dass Kinder mit Musikunterricht nach einem Jahr bessere verbale Gedächtnisleistungen erbringen (Ho, Cheung, & Chan, 2003). Allerdings muss dieser Effekt auch für Kinder aus Zentraleuropa und den USA nachgewiesen werden. Der Grund ist, dass die chinesische Sprache als tonale Sprache im Hinblick auf die auditorischen Verarbeitungsgrundlagen viele Ähnlichkeiten mit der auditorischen Verarbeitung der Musik aufweist.
- Die Untersuchung des Kanadiers Schellenberg ist die derzeit im Hinblick auf die Methodik beste Studie (Schellenberg, 2004). Die Auswahl der Versuchspersonen erfolgte zufällig, so dass ein wesentliches Kriterium für die Gestaltung von Experimenten erfüllt ist. Des Weiteren hat Schellenberg neben den experimentellen Gruppen mit speziellem Musiktraining auch zwei Kontrollgruppen eingeführt. Eine davon hat anstatt des Musikunterrichts Schauspielunterricht erhalten. Die

Musikschüler (Klavier oder Gesang) steigerten ihren IQ im Durchschnitt um 7 IQ-Punkte, während die Kinder mit Schauspielunterricht lediglich eine Steigerung des IQs von 4 Punkten aufwiesen. Die besseren IQ-Leistungen der „Musikschüler“ sind zwar signifikant, aber in der Grössenordnung eher gering.

- Es ist nicht auszuschliessen, dass die intensive Betreuung der „Musikschüler“ in der Schellenberg-Studie die wesentliche Quelle des fördernden Effektes ist. Insofern bleibt abzuwarten, ob nicht auch zusätzlicher Unterricht in anderen Inhaltsbereichen zu ähnlich günstigen Effekten führt.
- Eine Anfang der 90er Jahre in der Schweiz durchgeführte Schulstudie konnte ebenfalls keine klaren Effekte des Musikunterrichts auf andere Schulleistungen belegen (Weber, Spsychiger, & Patry, 1993). Allerdings ist durchaus bemerkenswert, dass die Kinder den „anderen“ Unterricht (nämlich den Musikunterricht) offenbar nicht schlechter sondern gelegentlich auch als angenehmer empfanden. Damit könnten die besseren Werte im emotionalen und motivationalen Bereich erklärt werden. Im Hinblick auf die kognitiven Leistungskennwerte konnten keine Verbesserungen erklärt werden.
- Ein gewisses Mass an Berühmtheit hat die in Deutschland durchgeführte Studie die Musikpädagogen Bastian (Bastian, Kormann, & Hafen, 2000). Diese als „Bastian-Studie“ bezeichnete Längsschnittuntersuchung ist trotz erheblicher Popularität (im deutschsprachigen Raum) nicht geeignet, einen Zusammenhang zwischen Intelligenz und Musikausbildung zu belegen. Die methodischen Probleme machen die wenigen schwachen Befunde kaum interpretierbar. Zudem sind die Befunde bezüglich der sich veränderten Intelligenzleistungen widersprüchlich.
- Keine der besprochenen Studien thematisieren die Frage, ob sich Aufwand und eventuelle Leistungssteigerung rechtfertigen. Vielleicht würde man ja mit einem gezielten und direkten Training von Intelligenz- und Gedächtnisfunktionen mehr in weniger Zeit erreichen, als durch ein aufwendiges Musiktraining. Insofern sollte man schon an dieser Stelle thematisieren, welchen Zweck Musiktraining eigentlich haben sollte. Ist es eher zur Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit geeignet, oder ist es vielmehr eine wunderschöne Kulturtätigkeit, die Freude und Befriedigung unabhängig von schulischen Leistungsaspekten schenken kann.
- Kaum eine Studie thematisiert derzeit die Dauerhaftigkeit möglicher günstiger Effekte des Musikunterrichts. Als einzige Arbeit geht derzeit die Studie der Hong Kong University auf dieses Thema ein. Allerdings sind noch keine sinnvollen Schlussfolgerungen diesbezüglich zu ziehen.
- Letztlich wird in diesen Studien auch nicht klar, mit welchem theoretischen Rüstzeug mögliche günstige Effekte zu erklären sind. Sind es grundsätzlich veränderte Einstellungen zum Lernen im Besonderen oder zur Schule und den Lehrern im Allgemeinen, die durch das Musiktraining verändert werden können? Oder sind es unspezifische Lernstrategien, die von den Kindern während des Musiktrainings erworben werden und die sie für das Lernen anderer Aspekte anwenden können (unspezifischer und generalisierter Transfer)? Unklar ist auch, ob nicht auch spezifische Lernaspekte eine Rolle spielen (spezifischer Transfer). Dies wird allerdings in späteren Kapiteln dieses Buches näher erläutert. Ein Beispiel für einen spezifischen Lerneffekt wäre die verbesserte Hörfähigkeit, die sich günstig auf das Lernen von Fremdsprachen auswirken könnte.

5. Querschnittsuntersuchungen

In der empirischen Forschung spricht man von einer Querschnittstudie oder einem Querschnittsdesign, wenn eine empirische Untersuchung (z. B. Befragung, Inhaltsanalyse, oder Messung eines bestimmten Aspektes) einmalig durchgeführt wird. So entstehen gesellschaftliche „Momentaufnahmen“ von derzeit gültigen Fakten, Meinungen oder Verhaltensweisen. Beim Querschnittsdesign verwendet man große Stichproben, um die Repräsentativität zu gewährleisten. Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Wirksamkeit von Musikunterricht bzw. Musikleistungen auf andere kognitive Aspekte würde dies bedeuten, dass man Musiker oder Versuchspersonen mit Musikerfahrungen und Versuchspersonen ohne Musikerfahrungen im Hinblick auf bestimmte kognitive Leistungen miteinander vergleichen würde. Ein typischer Versuchsansatz wäre z. B., die Gedächtnisleistung von Musikern und Nichtmusikern miteinander zu vergleichen. Dieser Versuchsansatz ist zumindest im Vergleich zu Längsschnittstudien erheblich weniger aufwendig, leidet aber unter einer geringeren Aussagekraft. Mittlerweile sind recht viele Arbeiten auch in angesehenen Zeitschriften publiziert worden. Insgesamt ergibt sich im Hinblick auf den Vergleich zwischen Musikern und Nichtmusikern (bzw. Menschen mit Musikerfahrung vs. keine bzw. wenig Musikerfahrung) folgendes zusammenfassendes Bild (Jäncke, 2008):

- In den gut kontrollierten Querschnittuntersuchungen zeigen sich konsistent bessere verbale Gedächtnisleistungen bei Musikern bzw. bei Erwachsenen und Kindern mit formalem Musikunterricht.
- Hinsichtlich des visuellen Gedächtnisses existieren derzeit noch widersprüchliche Befunde. Allerdings existieren Anzeichen, die darauf hinweisen, dass unter bestimmten Umständen auch das visuelle Gedächtnis bei Musikern etwas besser ausgeprägt ist. Dies konnte insbesondere für Musiker aus den USA und Kanada nachgewiesen werden. Bei chinesischen Musikern ist dieser Vorteil nicht berichtet worden, was möglicherweise mit dem chinesischen Sprachsystem zusammenhängt.
- Eine Reihe von Querschnittuntersuchungen belegen, dass Musiker bzw. Personen mit Musikerfahrung bessere Leistungen in visuell-räumlichen Tests aufweisen. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass verschiedene Aspekte der Musik in unserem Gehirn räumlich repräsentiert sind. Durch das Musizieren werden diese visuell-räumlichen Funktionen offenbar häufig trainiert. Insofern ist es durchaus plausibel, dass diese visuell-räumlichen Funktionen auch für andere nichtmusikalische Leistungen genutzt werden können.
- Musiker verfügen über ein bemerkenswertes Gedächtnis für Musik. Dieses Musikgedächtnis wird über intensives Training aufgebaut und ist im Wesentlichen durch eine spezielle Variante des Expertengedächtnisses erklärbar. Wesentliches Element dieses Expertengedächtnisses ist die „Abrufstruktur“. Diese Abrufstruktur kann man sich als ein assoziatives Netzwerk vorstellen, indem Hinweisreize mit vielen anderen musikrelevanten Informationen gekoppelt sind. Wichtige Bestandteile dieses Netzwerkes sind bei Musikern auch motorische Informationen. Dies sind in der Regel motorische Programme zum Bedienen der Instrumente.
- Da das Rechnen und der Umgang mit Zahlen stark von visuell-räumlichen Fertigkeiten abhängt, besteht auch ein Zusammenhang zwischen dem Musizieren und verschiedenen Rechenleistungen. Eine Reihe von Untersuchungen unterstützen die Hypothese, dass Musizieren und Musikbegabung die Rechenleistung fördern.

- Bevor allerdings ein enger Zusammenhang zwischen Rechenleistungen und Musizieren allzu vehement konstatiert wird, muss erst noch herausgearbeitet werden, welche genauen Einflüsse für die besseren Rechenleistungen bei Musikern verantwortlich sind. Sind es spezifische oder unspezifische Effekte?
- Durch das Musizieren erwerben Musiker exzeptionelle motorische Leistungen. Sie können insbesondere einfache Fingerbewegungen sehr effizient und schnell durchführen. Die Leistung der subdominanten Hand hat besonders an Leistungsfähigkeit gewonnen. Das führt dazu, dass die Leistungsasymmetrie zwischen beiden Händen bei Musikern wesentlich geringer ist. Die Asymmetrie hängt vom Alter des Beginns des Musiktrainings ab. Je früher sie mit dem Training beginnen, desto geringer ist die Asymmetrie. Auffallend ist allerdings, dass die besseren motorischen Leistungen sich vorwiegend nur bei motorischen Aufgaben zeigen, die im Zusammenhang mit dem Spielen des jeweiligen Instrumentes stehen. Ein Transfer auf andere motorische Leistungen ist bislang noch nicht nachgewiesen worden. Wahrscheinlich muss man von einer funktionellen Spezialisierung für bestimmte motorische Programme ausgehen.
- Musiker und Musikgeschulte sind auf allen Ebenen der Musikwahrnehmung Nichtmusikern überlegen. Diese Überlegenheit äussert sich auch in der bei Musikern veränderten Art und Weise, wie die beteiligten Hirnstrukturen die Musikreize verarbeiten. Selbst innerhalb der Musikergruppe können Spezialisierungen festgestellt werden. Insgesamt kann man festhalten, dass das auditorische System der Musiker erfahrungsabhängig verändert wird.
- Ein besonders interessanter Bereich ist das absolute Gehör. Hierunter wird die Fähigkeit verstanden, einen Ton ohne Bezug zu einem Referenzton zu benennen oder zu reproduzieren. Diese recht seltene Fähigkeit wird offenbar vor dem 9. Lebensjahr entwickelt und scheint auf eine Kombination von genetischen Einflussfaktoren und Musikerfahrung zurückzuführen sein. Die Ausbildung des absoluten Gehörs hängt mit anatomischen Veränderungen innerhalb des Hörkortex zusammen. Des Weiteren scheinen Absoluthörer auch andere Verarbeitungsmodule bei der Tonwahrnehmung zu nutzen als Nichtabsoluthörer.
- Aufgrund der besonderen Schulung des Hörsystems bei Musikern und Personen mit formalem Musikunterricht scheint dieser Personenkreis auch einige Vorteile beim Sprachverständnis und beim Lernen von Fremdsprachen aufzuweisen. Insbesondere das Erkennen von emotionalen und linguistischen Betonungsmustern ist bei Musikern etwas besser.

6. Zusammenfassung

Die moderne kognitionswissenschaftliche Forschung hat interessante Befunde bzgl. des Einflusses von Musik auf andere kognitive Leistungen zu Tage gebracht. Insgesamt kann man festhalten, dass die Einflüsse von Musik sehr differenziert zu betrachten und interpretieren sind. Einfach anmutende Befunde, die in plakative Äusserungen „gegossen“ werden können, sind meistens nicht zutreffend und schaden auch der Forschungsrichtung. Die differenzierte Betrachtung der Wirkung von Musik ergibt allerdings, dass einige kognitive Bereiche durchaus von Musik bzw. dem Musizieren profitieren können. Dazu gehören (1) das verbale Gedächtnis, (2) räumlich-geometrische Leistungen, (3) grundlegende intellektuelle Fähigkeiten und (4) bessere

Hörleistungen im sprachlichen Bereich. Besonders bemerkenswert sind m. E. die Befunde bezüglich der neuroanatomischen und neurophysiologischen Anpassung im Zusammenhang mit dem Erwerb der Musikexpertise. Diese Befunde belegen eindrücklich, dass das menschliche Gehirn auch auf dieser Ebene über eine bemerkenswerte erfahrungsbedingte Anpassungsfähigkeit verfügt.

Trotz der bemerkenswerten „Einflüsse“ des Musizierens auf unser Gehirn und die vom Gehirn kontrollierten kognitiven Funktionen, wäre es schade, wenn der eigentlich „Sinn“ der Musik durch die Diskussion über Transfereffekte und den neuroanatomischen Grundlagen des Musizierens verloren ginge. Denn letztlich ist Musik etwas Wunderbares, mit dem wir Menschen uns unersetzliche Gefühle schenken. Insofern sollte dieser Aspekt der Musik stets im Vordergrund bleiben.

Literatur

- Bastian, H. G., Kormann, A., & Hafen, R. (2000). *Musik(erziehung) und ihre Wirkung. Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen*. Schott, Mainz.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400(6747), 826-7; author reply 827-8.
- 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(3), 439-450.
- Hüsing, B., Jäncke, L., & Tag, B. (2006). *Impact Assessment of Neuroimaging: Final Report*. Vdf Hochschulverlag.
- Jäncke, L. (2005). *Methoden der Bildgebung in der Psychologie und den kognitiven Neurowissenschaften (Kohlhammer Standards Psychologie)*. Kohlhammer.
- Jäncke, L. (2008). *Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie*. Huber, Bern.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological science : a journal of the American Psychological Society / APS*, 15(8), 511-514.
- Schumacher, R. (2006). Macht Mozart schlau? Die Förderung kognitiver Kompetenzen durch Musik. *Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bildungsforschung Band 18*, 18.
- Steele, K. M., Dalla Bella, S., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L. A., Humphrey, G. K. et al. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400(6747), 827-828.
- Weber, E. W., Spychiger, M., & Patry, J.-L. (1993). *Musik macht Schule. Biografie und Ergebnisse eines Schulversuchs mit erweitertem Musikunterricht*. Essen: Die Blaue Eule.