

## Musik und Gehirn

Die folgenden Ausführungen umschreiben und vertiefen Inhalte des Vortrags vom 27. Oktober 2005 innerhalb der Kolloquiumsreihe ‚Musik und Mensch‘ an der Pädagogischen Hochschule Aargau. Der Text gibt einen kurzen Überblick über einige Erkenntnisse zum Thema Musik- Lernen und liefert Diskussionsanstöße.

### 1. Einleitung

Das Thema Musikunterricht oder spezifischer: Instrumentalunterricht ist in den letzten Jahren ins Zentrum des Interesses gerückt. Dies insbesondere angeregt durch Erkenntnisse aus der Neuropsychologie über Instrumentalunterricht und Plastizität des Gehirns, aber auch durch Erkenntnisse aus Schulversuchen mit ‚Erweitertem Musikunterricht‘ (Weber/Spychiger/Patry). Nicht zuletzt seit der ‚Bastian – Studie‘ ‚Musik(erziehung) und ihre Wirkung‘, 2000 und dem 2001 erschienenen Büchlein vom gleichen Autor ‚Kinder optimal fördern – mit Musik‘ sind auch Pädagogen, Lehrer und Schulpolitiker auf diese Thematik aufmerksam geworden. Aussagen in Presse und Zeitschriften wie: „Macht Musik den Menschen besser?“, „Musik macht Kinder lieber und netter“, „Mozart macht Kinder intelligenter“, „Der Mozart-Effekt“ „Das Gehirn giert nach Musik“ haben Erwartungen, zum Teil Heilserwartungen, geweckt und den Eindruck erzeugt, frühe Förderung in Musik und Instrumentalspiel seien *die* Garanten für die wirksame Intelligenzentwicklung und Charakterentwicklung der Kinder. Besonders grosses Echo hat vor einigen Jahren ein ‚Experiment‘ der University of California erzeugt, das belegt haben soll, dass Studenten nach dem Hören einer Klaviersonate Mozarts kurzfristig über ein verbessertes räumliches Vorstellungsvermögen verfügten. Solche Wunderwirkungen, dies sei vorweg geklärt, können in dieser Verallgemeinerung nicht in Erfüllung gehen. Auch die hochinteressanten Erkenntnisse aus der neuropsychologischen Forschung ändern nichts an dieser Tatsache. Bei Lichte besehen muss man erkennen, dass diese Erkenntnisse eigentlich diejenigen, die wir seit Jahren aus den Erziehungswissenschaften haben, nicht über den Haufen werfen. Die Pädagogik muss nicht neu erfunden werden. Neuropsychologische Erkenntnisse liefern jedoch stützende, erklärende, beweisende und weiterführende Fakten als Ergänzung zu den bisherigen Erkenntnissen im Bereich Lernen; Fakten, die für die Erziehungswissenschaften und die Schulpraxis wegleitend werden müssen. Die neuropsychologischen Erkenntnisse haben deshalb einen wichtigen Stellenwert für die Schule. An ihrer Auswertung und Umsetzung mit dem Ziel, Lernen zu fördern, Unterricht und Schule verbessern zu können, muss noch intensiv gearbeitet werden: Eine enge Zusammenarbeit zwischen Neuropsychologen und Pädagogen ist unabdingbar.

### 2. Vererbung und Lernen

Die Frage, was als Grundlage der menschlichen Kognition, der Fähigkeiten und Fertigkeiten vererbt sei (quasi als Gabe) und was der Wechselwirkung mit der Umwelt, besonders der sozialen Wechselwirkung zugeschrieben werden könne, beschäftigt die Menschen seit sie sich mit Lernen und Denken auseinandersetzen. Verbreitet herrscht heute noch die Meinung vor, die Gene steuerten den Menschen im Sinne eines Automatismus: Was an kognitiven Potenzialen vererbt vorliegt, wirkt sich auf alle Fälle aus. So wird in weiten Teilen der Bevöl-

kerung davon ausgegangen, dass Kinder, die gute Erbanlagen für bestimmte kognitive Fähigkeiten besitzen, auf alle Fälle (eben automatisch) zu überdurchschnittlichen Leistungen gelangen. Im Zusammenhang mit der Frage der Förderung von Begabungen, Begabten oder Hochbegabten hört man immer wieder sowohl aus dem Munde von Lehrpersonen als auch von Politikern, Begabte müsse man nicht speziell fördern. Begabte seien privilegiert und würden ihren Weg auf alle Fälle gehen, eine besondere Förderung sei nicht nötig. Die „guten“ Gene setzten sich sowieso durch.

Die Zwillingsforschung hat in den letzten Jahren mit Langzeitstudien mehr Licht in die Fragestellung ‚Vererbung und Umwelt‘ gebracht (z.B. Minnesota Twin Project). Untersucht wurden eineiige (monozygotisch) und zweieiige (dizygotisch) Zwillinge. Eineiige Zwillinge haben 100% gleiche Gene, sind also so etwas wie natürliche Klone, zweieiige Zwillinge durchschnittlich etwa 50%. Die Resultate zeigen, dass bei eineiigen Zwillingen, die gemeinsam aufgewachsen sind, etwa 64% der Eigenschaften durch die Gene und 36% durch die Umwelt (Lernen) erklärbar sind. Bei eineiigen Zwillingen, die getrennt aufgewachsen sind, beträgt das Verhältnis etwa 40% zu 60%. Bei zweieiigen Zwillingen, die getrennt aufgewachsen sind, beträgt es bereits etwa 10% zu 90%.

Die Realität ist also anders, als man vielerorts heute immer noch annimmt: Erbanlagen allein genügen nicht für die Ausbildung von kognitiven Fähigkeiten; es braucht die Interaktion mit der Umgebung, die Förderung, das Lernen. Neue Erfahrungen, also Lernen, verändern die Genexpression.

Es ist zwar richtig, dass die Entwicklungs- und Lern*möglichkeiten* des Gehirns genetisch geprägt sind. Gelernt werden kann grundsätzlich nur das, wozu die Möglichkeiten des Gehirns vorhanden sind; lange Selektionsprozesse im Laufe der Evolution haben die Potenziale des Gehirns festgelegt. Kein Mensch kann über seine grundlegenden Hirnfähigkeiten hinausgehen. Aber die Umwelt hat grossen Einfluss.

Manfred Spitzer sagt es so: Die Genetik liefert „*nicht* den Plan, nach dem dann später das Leben abläuft. Unsere Anlagen machen uns vielmehr erst durch Wechselwirkung mit der Umwelt zu dem, was wir sind. Damit ist gemeint, dass weder die Gene noch die Umwelt für sich festlegen, was mit uns geschieht. Es ist vielmehr das jeweilige Zusammenspiel, das für unsere Entwicklung entscheidend ist“.

Es braucht Anlage *und* Förderung (Stimulation), und zwar besonders intensiv Förderung früh im kindlichen Leben (insbesondere im musikalischen Instrumentalunterricht). Musikalische ‚Begabung‘ setzt sich nur dann durch, wenn Kinder früh in ihrem Leben die Möglichkeit erhalten, aktiv zu musizieren, also zu singen und ein Instrument zu spielen.

### **3. Veränderungen im Gehirn beim Lernen**

Wichtige Erkenntnisse zum Thema Lernen werden im Folgenden in Kurzform zusammengefasst. Die Aufzählung und die Erläuterungen dazu erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- Das Gehirn verändert sich beim Lernen physisch: Jeder Mensch hat seine eigene Lernbiografie.  
Lernen verändert unser Gehirn ein Leben lang; durch Umwelteinflüsse (Lernen) findet eine lebenslange Hirnentwicklung statt. Informationsübertragungen werden durch Veränderungen an Synapsen verbessert oder durch neue Verknüpfungen gar erst ermöglicht. Es finden Wachstumsprozesse im Gehirn statt; parallel dazu werden jedoch auch Verknüpfungen, die ‚nicht mehr gebraucht werden‘, abgebaut. Lernen prägt die Struktur des Gehirns, durch Aufbau und Abbau. Man spricht von Plastizität des Gehirns. Jeder Lernprozess schafft Grundlagen (Netzwerke) für neue, weiterführende Lernprozesse. Nicht nur Wissen wird gelernt, sondern es entstehen gleichzeitig neue Potenziale und „Strategiemöglichkeiten“ für weiterführendes Lernen. Jede neue „Bahnung“ und Verknüpfung im

Gehirn dient im übertragenen Sinne als Sprungbrett für weitere Entwicklung. So ist Lernen ein individueller Prozess, gesteuert durch die Beeinflussung von aussen, die dazu führt, dass die Gehirne der Menschen sich in ihrer Struktur unterscheiden, ähnlich, wie sich Fingerabdrücke unterscheiden. Durch Lernen entsteht zunehmend Individualität. Die Plastizität des Gehirns ist im frühen Kindesalter ausserordentlich ausgeprägt und deshalb durch frühe Förderung der Kinder intensiv für Lernen nutzbar.

Die aktive Auseinandersetzung mit der Welt entwickelt unser Gehirn weiter. Eigenverantwortliche, selbstgesteuerte, gewollte, möglichst emotionsbegleitete Tätigkeiten (äusserliche und verinnerlichte) führen zur physischen Veränderung des Gehirns und (damit verbunden) zum nachhaltigen Lernen.

- Das Gehirn ist das am stärksten vernetzte System, das wir kennen; kein anderes natürliches oder künstliches Netzwerk weist einen derartigen Vernetzungsgrad auf. In unserem Gehirn befinden sich nach Schätzungen etwa 120 Milliarden Neuronen (Nervenzellen), die dreidimensional vernetzt sind. Ein Neuron kann dabei mehrere Tausend Kontakte mit anderen Neuronen haben. So entsteht ein sehr dichtes Netzwerk von Verbindungen und Kontakten, das eine Faserlänge von etwa 400 000 km erreicht (Schätzung). In beziehungsweise zwischen den Neuronen laufen elektrische und chemische Prozesse ab, welche das Aufnehmen, Interpretieren und Abgeben von Informationen ermöglichen. Die Stärke, die Leistungsfähigkeit, das Potenzial des Gehirns liegen insbesondere in der Fähigkeit, Informationen verknüpfend zu verarbeiten. Lernen bedeutet vernetzen, verbinden, einbauen in das bisherige Netzwerk, aufbauen auf dem bisherigen Netzwerk, Abbau von unnötigen Verbindungen, von Umwegen.

Zum besseren Verständnis der Vorgänge im Gehirn muss noch etwas geklärt werden: Alles was in unser Gehirn zur Verarbeitung gelangt, seien es Lichteindrücke über die Augen, taktile Eindrücke über unsere Tastorgane, Töne und Geräusche über unsere Ohren, Gerüche über die Nase, wird umgewandelt in elektrische Signalmuster. Ins Gehirn hinein kommen weder Töne noch Bilder noch Wärme noch sonst ‚reale‘ Gegebenheiten; alles Aufgenommene gelangt in Form von Signalen, also „kodiert“ ins Gehirn. Töne (Luftdruckschwankungen), die wir hören, werden im Innenohr in elektrische Signale umgewandelt, die ins Gehirn gelangen. Das Gehirn interpretiert diese Signale individuell, konstruiert also aus ihnen Töne und Melodien, die nur wir als Individuum so empfinden. Das Gehirn hat also die Fähigkeit, elektrische Impulsmuster in Bewusstsein umzuwandeln. Verarbeitungen im Gehirn und auch Signale des Gehirns an die Peripherie laufen in Form solcher Signalmuster ab. Wir erleben die Welt also nie so, wie sie real existiert; wir erleben sie individuell im Mass der Möglichkeiten unserer Sinnesorgane, der Qualität der Umwandlung in elektrische Signalmuster und der individuellen Interpretation, also der Umwandlung in Bewusstsein. Musik entsteht in unserem Gehirn: Unser Gehirn macht Musik.

#### **4. Plastizität als Lerneigenschaft des Gehirns (Vertiefung)**

Neuronen (Nervenzellen) übertragen Informationen auf andere Neuronen, auf Muskeln oder auf Drüsenzellen. Betrachtet man Kontaktstellen zwischen Neuronen (Synapsen) unter dem Elektronenmikroskop, stellt man fest, dass das Präsynaptische Neuron, von dem her Nervenimpulse übertragen werden sollen, und das Postsynaptische Neuron, das die Impulse übertragen erhalten soll, durch einen Spalt voneinander getrennt sind, der für Nervenimpulse (also für Informationen) unüberbrückbar ist. Diesen Spalt nennt man Synapse oder Synaptischen Spalt. Grundsätzlich sind die Neuronen voneinander isoliert; das Gehirn ist also, um in der Elektriker- Sprache zu sprechen, nicht kurz geschlossen. (Dies gilt nicht für alle Neuronen; es gibt, z.B. bei der Impulsübertragung zur Steuerung des Herzschlags, Neuronenverbindungen, welche direkt auf ‚elektrischem Wege‘ ohne Zwischenschaltung von Neurotransmittern laufen.)

Soll zwischen Neuronen mit chemischen Synapsen Information in Form von elektrischen Impulsmustern erfolgreich weitergegeben werden, sind recht komplizierte biochemische Prozesse nötig. Auf Seite der Präsynapse werden chemische Moleküle synthetisiert und in den Synaptischen Spalt abgegeben; wenn sie ihn überwinden und bei der Postsynapse mit ihrer räumlichen Molekülstruktur in Rezeptoren passen, wie ein Schlüssel in ein Schlüsselloch passt, dann kann die Information weitergegeben werden. Wir haben es also mit chemischen Botenstoffen zu tun, den Neurotransmittern. An der Informationsübertragung können pro Synapse mehrere Neurotransmitter beteiligt sein. Es gibt aktivierende und hemmende Neurotransmitter, die im Zusammenspiel für eine koordinierte Informationsübertragung sorgen. Es besteht eine Art „Ja-Nein-Prinzip“.

Eine erfolgreiche Übertragung von Information, ein erfolgreicher Aufbau eines Netzwerks im Gehirn erfordern also Kontaktstellen zwischen Neuronen (oder ihren Fortsätzen) und eine möglichst gute Funktion von Neurotransmittern. Das ganze System wird so gesteuert, dass bei Lern- und Denkprozessen diejenigen Teile des Gehirns, die für die spezifische Tätigkeit benötigt werden, optimal verbunden sind, die anderen Teile möglichst isoliert bleiben. Das Gehirn konzentriert sich also bei der Arbeit auf notwendige Bereiche, die aktiviert werden. ‚Konzentration‘ auf eine Tätigkeit bedeutet Ausblendung von Information, von Netzwerkteilen, die für die Tätigkeit nicht nötig sind oder gar störend sein könnten. Wie diese Steuerung ermöglicht wird, ist noch weitgehend unbekannt.

Die Synapsen bilden die Orte der eigentlichen Informationsübertragung. Hier an den Synapsen ist eine Schlüsselstelle für Lernen und Denken, denn hier wird gezielte Verknüpfung und Informationsübertragung gewährleistet.

Beim Lernen lassen sich in der Tat z.B. im Elektronenmikroskop sichtbare Veränderungen an den Synapsen in entsprechenden Hirnregionen feststellen. Durch Tätigkeiten werden neue Kontakte zu Neuronen geschaffen; damit wird das Netzwerk erweitert. Bestehende Synapsen-Kontakte werden verbessert durch Verdickung der Kontakt-Oberfläche. Dies alles mit dem Ziel, das neuronale Netzwerk zu verbessern und die Informationsübertragung zu optimieren. Parallel dazu werden aber auch Verbindungen abgebaut, falls die entsprechenden Tätigkeiten nicht mehr ablaufen; wir sprechen dann von „vergessen“. Eigentlich bedeutet „vergessen“ wahrscheinlich, dass kein Zugang zum gespeicherten Wissen mehr besteht.

Diese Prozesse der Plastizität laufen ein Leben lang ab, besonders intensiv und nachhaltig in der Kindheit (darum: Frühförderung).

Die persönliche Lernbiografie jedes Menschen widerspiegelt sich in der Mikrostruktur des Gehirns. So besitzt jeder Mensch auch eine individuelle Lernbiografie für Musik. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

Die Erkenntnisse der Neuropsychologie machen verständlich, dass Wahrnehmung nur möglich ist mit Hilfe eines Gedächtnisses, das die Fähigkeit hat, Neues mit Vergangenen zu vergleichen. Musik kann nur aufgenommen und verarbeitet werden, wenn der Mensch über ein Musikgedächtnis verfügt. Ein Musikgedächtnis, das er sich von Geburt an aktiv aufbauen (konstruieren) muss. Musik Lernen ist auf ein Musik- Gedächtnis zum Vergleich angewiesen. Stets vergleicht unser Gehirn mit der bisherigen Erfahrung, mit bisherigem Wissen und bisherigen Eindrücken und Emotionen. Wahrnehmung ist dadurch stark beeinflusst. Wahrnehmung beeinflusst künftige Wahrnehmung, individuell, subjektiv. Wir sprechen von Selbstreferenzialität des Gehirns.

## **5. Frühe Förderung**

Wahrnehmung und Wahrnehmungs-Schulung sind für die Förderung von Lernprozessen unabdingbar; besonders in früher Kindheit, jedoch grundsätzlich ein Leben lang. Bewusstes Wahrnehmen ist Grundlage für Lernen. Also bewusstes Hören, bewusstes Fühlen von Akkorden mit den Händen auf der Klaviatur, bewusstes Fühlen von Schwingungen am Körper, bewusstes Nachvollziehen und auch bewusste Antizipation von Melodien.

Warum *frühe* Förderung? Im Kindesalter ist die Plastizität des Gehirns sehr ausgeprägt. Das Gehirn entwickelt sich von der Geburt bis zur Pubertät in einem rasanten Tempo (im Bereich des Stirnlappens über die Pubertät hinaus). Die Kindheit und frühe Jugend zeichnen sich deshalb durch hohe und nachhaltige Lernfähigkeit aus. Es sind gerade Erfahrungen der frühen Kindheit, die prägend wirken für künftige Erfahrungen. Das bedeutet natürlich nicht, dass Erwachsene nicht mehr lernen können. Aber offensichtlich unterscheidet sich Lernen in Kindheit und früher Jugend vom Lernen bei Erwachsenen darin, dass Erfahrungen und Lernprozesse im kindlichen Gehirn massivere und auch dauerhaftere Spuren hinterlassen als im erwachsenen Gehirn. Wolf Singer erklärt den Unterschied von kindlichem Lernen und Erwachsenenlernen mit folgender Vorstellung: Die Basisfunktionen für die einzelnen Kompetenzen müssen „sehr, sehr früh“ etabliert werden; dann kann auf der Basis des bereits Etablierten die „Feinpolitur“ vorgenommen werden.

Ein anderes Bild wäre, dass durch frühe Förderung in einem gewissen Mass die Klaviatur für Lernen und Denken aufgebaut wird; Erwachsenenlernen heisst dann, auf der Klaviatur zur Virtuosität zu gelangen. Die frühe Förderung hat damit Einfluss auf die Fähigkeit, ein Leben lang zu lernen. Gerhard Roth spricht von definierten sensiblen oder kritischen Entwicklungszeitfenstern in der Hirnentwicklung der Kinder. Während dieser Zeitfenster werden Denkkonzepte und Lernstrategien für späteres Lernen angelegt. Die genaue Zuordnung dieser Zeitfenster mit Altersangaben ist wohl nicht allgemein möglich und sicher individuell verschieden. Sie liegen zwischen Geburt und Pubertät - für die musikalische Förderung offensichtlich sehr früh. Während dieses Zeitraums bilden sich die wichtigsten musikalischen Grundfähigkeiten und -fertigkeiten aus, auf denen die weitere Entwicklung aufbaut. „Es ist die entscheidende Zeit des Hineinwachsels in eine (Musik-) Kultur. Begleitende Erwachsene haben hier am meisten Einflussmöglichkeiten und auch Verantwortung.“ (Stadler Elmer).

Eines steht fest: Mit dem Lernen eines Musikinstruments sollte früh begonnen werden (wenn möglich vor dem 8. Altersjahr), vor allem, wenn man einem Kind die Chance geben will, es einmal zu höheren Fähigkeiten oder gar zur Virtuosität zu bringen. Was früh viel geübt wird, stellt dann später für das Gehirn eine kleinere Anstrengung dar: „Ein früher Lernbeginn beeinflusst die spätere Leistungsfähigkeit positiv.“ (Jäncke) Und: Netzwerke, die durch Instrumentalunterricht im Gehirn aufgebaut wurden, lassen sich auch für andere Tätigkeitsfelder nutzen, tragen also zu einer erweiterten (Lern-)Leistungsfähigkeit des Gehirns bei. Wir können davon ausgehen, dass durch musikalisches Training auch Auswirkungen auf das Abstraktionsvermögen, die Fähigkeit der räumlichen Vorstellung, mathematische und sprachliche Fähigkeiten erreicht werden können.

## **6. Das Gehirn konstruiert Musik**

Musik ist sehr komplex, in hohem Masse stimulierend und damit eine Herausforderung für das Gehirn; sie wird in unterschiedlichen, teilweise überlappenden Hirnregionen verarbeitet. Lage und Ausdehnung dieser Regionen sind sehr stark abhängig von der individuellen Musik-Erfahrung, von der musikalischen Biografie des Individuums und sind offensichtlich erst noch unterschiedlich bei Laien und Berufsmusikern. Die während langen Jahren immer wieder geäußerte Behauptung, Musik sei eine Angelegenheit der rechten Hemisphäre des Gehirns, während z.B. Mathematik in der linken Hemisphäre lokalisiert sei, lässt sich in dieser ‚Ping-Pong-Vorstellung‘ nicht aufrecht erhalten. Musikalische Leistungen können nämlich nach Schädigung sowohl der linken als auch der rechten Hirnhälfte ausfallen. Auch die immer noch weit verbreitete Aussage, Musik und Sprache seien im Gehirn klar voneinander getrennt, lässt sich heute nicht stützen. Wir wissen, dass Profimusiker beim Musikhören auch Sprachfunktionen benutzen. Und Stefan Kölsch belegt mit Resultaten aus der Kernspintomografie, dass individuell als unpassend empfundene Akkorde dieselben Hirnregionen eines Menschen reizen wie grammatikalisch falsche Sätze. Offenbar wird im Gehirn Bedeutung und Struktur von Musik ähnlich verarbeitet wie Semantik und Syntax der Sprache. Men-

schen verarbeiten offensichtlich Musik in Abhängigkeit von ihrer Erfahrung und ihrem musikalischen Training unterschiedlich.

Singen ist der erste Zugang von Kindern zur Musik; zuhörend und später aktiv selbst singend. Kinder lernen Musik durch Zuhören kennen (Hörverstehen). Es ist ausserordentlich wichtig, dass mit Kindern sehr früh gesungen wird, wichtig für die musikalische Entwicklung ebenso wie für die sprachliche Entwicklung. Dann auch die Sprache lernt das Kind durch Hörverstehen, von Geburt an. Sprechen hören und Singen hören fördern gemeinsame Hirnentwicklung für Musik und Sprache. Hören und Benennen gehören zusammen. Frühe Stimulation durch Sprechen und Singen mit Kindern wirken ergänzend: Musikalische Förderung ist auch Sprachförderung; Sprachförderung ist auch musikalische Förderung, wenn beides praktiziert wird. Bereits im frühen Säuglingsalter werden so die akustischen Eigenschaften für Musik und Sprache (Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Zeitstruktur) stimuliert. Das absolute Gehör, über welches nur 0,1 Prozent der Bevölkerung verfügen, scheint im Gehirn stark mit Sprachlichem verbunden zu sein. Offenbar ist das absolute Gehör ein Produkt der frühkindlich sprachlich- musikalischen Stimulation. „Der Bereich, der mit dem absoluten Gehör assoziiert wird, liegt im Zentrum des Sprachwahrnehmungsareals. Das deutet darauf hin, dass diese aussergewöhnliche Hörfähigkeit nicht auf einer besseren Sinneswahrnehmung beruht, sondern auf einer verbesserten Verarbeitung des Gehörten – eben der Zuordnung von Tönen und Sprachmerkmalen“ (Jäncke).

Der Zusammenhang zwischen musikalischer Virtuosität/Improvisationsfreude und spielerischem Umgang mit Sprache war übrigens auch bei Mozart ausgeprägt; dies belegen viele Stellen in seinen Briefen, wie: „der papa üble es mir nicht Müssen Paben, ich so halt einmah heüt bin, ich helf mir nicht können. Wohlen sie leb. Ich gute eine wünsche nacht. sunden sie geschlaf.“ (Hildesheimer)

Neuere Untersuchungen, die vor allem durch Lernen an Tasteninstrumenten durchgeführt wurden, bestätigen, dass Musik ein hohes Potenzial für die Hirnentwicklung aufweist. Instrumentalunterricht, wenn er früh einsetzt (vor dem achten Altersjahr), hat intensiven Einfluss auf die Mikrostruktur des Gehirns. So belegen die Studien, dass das Gehirn professioneller Musikerinnen und Musiker sich signifikant unterscheidet von demjenigen musikalischen Laien. Im Lichte der Erkenntnisse über die Plastizität des Gehirns erstaunt diese Tatsache nicht. Das Spielen eines Stücks vom Blatt, zum Beispiel auf dem Klavier, ist für das Gehirn ein komplexer in hohem Masse stimulierender Vorgang. Das Umwandeln des abstrakten Notenbilds, das durch die Augen aufgenommen wird, letztlich in Feinmotorik der Hände, so dass beide Hände möglichst unabhängig voneinander gesteuert werden können, erfordert komplexe und koordinierte Tätigkeiten des Gehirns. Offensichtlich ist das Spielen eines Musikinstruments eine der komplexesten menschlichen Tätigkeiten; miteinander werden im Gehirn Gebiete, die Motorik, Körperwahrnehmung, Emotionen, Gehör repräsentieren, stimuliert und entwickelt. So berichtet Eckart Altenmüller, dass sich Griffbilder am Klavier mit dem inneren Hören von Akkorden verbinden. Wenn wir ein Instrument spielen, muss unser Gehirn immer Hörinformationen mit sensomotorischen Daten zusammenführen. „Ohr und Hand vermählen sich“. Das Gehirn verändert sich durch diese Stimulation entsprechend intensiv. Je eher ein Kind beginnt, ein Instrument zu spielen, desto dramatischer sind die strukturellen Veränderungen in seinem Gehirn. Und wir können heute davon ausgehen, dass diese Strukturen bis ins Alter erhalten bleiben. Die durch musikalische Stimulation angelegten Strukturen sind nicht „Klaviatur“ ausschliesslich für musikalische Tätigkeiten sondern auch für weitere kognitive Leistungen; so können wir davon ausgehen, dass sie sich auch auf Fähigkeiten des räumlichen Vorstellungsvermögens, des Abstraktionsvermögens und letztlich auch der Mathematik auswirken. Frühe und intensive Musikstimulation (musikalische *Aktivität* nicht passive Berieselung) formt das Gehirn nachhaltig.

Die verschiedenen Studien (insbesondere die ‚Bastian- Studie‘) der letzten Jahre geben Hinweise darauf, dass früher Musikunterricht (Instrumentalunterricht) unter anderem folgendes bewirken kann:

- eine signifikante Verbesserung der sozialen Kompetenz
- eine Steigerung der Lern- und Leistungsmotivation
- einen Intelligenz- Zugewinn
- eine Kompensation von Konzentrationsschwächen
- eine Förderung musikalischer Leistung und Kreativität
- eine Verbesserung der emotionalen Befindlichkeit
- eine Reduzierung von Angsterleben
- überdurchschnittlich gute schulische Leistungen trotz zeitlicher Mehrbelastungen durch den Musikunterricht.

Obschon diese Forschungsergebnisse mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren sind, geben sie doch Hinweise darauf, dass Musikunterricht, vor allem, wenn er früh einsetzt, viel zur Entwicklung von spezifischen und allgemeinen Lernpotenzialen, die zum lebenslangen Lernen führen können, beitragen kann. Insbesondere Musik und Bewegung also gleichzeitige Klang- und Bewegungsinputs und -outputs wirken sich im Sinne eines Lerntransfers auf die Leistungsfähigkeit der Kinder positiv aus. Übrigens: Folgen auf die Hirnentwicklung durch Instrumentalunterricht sind auch bei Erwachsenen nachweisbar; es lohnt sich also auch später noch, ein Instrument zu lernen; die Folgen auf die Hirnentwicklung sind dann allerdings nicht mehr so tief greifend wie bei den Kindern.

Alle diese Erkenntnisse zeigen auf: Die Vorstellung, wir könnten als Lehrpersonen unseren Schülerinnen und Schülern Wissen, Verhalten, Fähigkeiten und Fertigkeiten vermitteln, also direkt übergeben, wie man ein Geschenk übergeben kann, muss revidiert werden. Bedeutung, Wissen und Können sind grundsätzlich nicht übertragbar. Die Bedeutung dessen, was ich „vermittele“, wird ausschliesslich im Gehirn des Empfängers erzeugt. Ich kann zwar erzwingen, dass meine Schülerinnen und Schüler mich physisch hören, aber ich habe keine Macht über die Bedeutungen, die ihr Gehirn meinen Lautäusserungen zuordnet. Kommunikation bedeutet wechselseitige Konstruktion von Bedeutung zwischen zwei oder mehr Partnern. So wird auch Musik im Gehirn eines Individuums im Lichte der bisherigen eigenen Musik-Erfahrungen interpretiert und konstruiert. Jeder Mensch hat eine nur ihm eigene musikalische Biografie, die in seinem Gehirn geformt ist. Das individuelle Gehirn konstruiert Musik. Jeder Mensch hört, versteht, interpretiert und erlebt Musik entsprechend seinem „Vorwissen“, entsprechend seiner (musikalischen) Biografie. Wer Musik hört, vergleicht sie mit bereits im Gedächtnis vorhandenen musikalischen Mustern und prüft sie auf Wiedererkennung, auf Vertrautheit: Interpretation im Rahmen der bisherigen aufgebauten Hirnstrukturen. Damit wird klar, dass Musikhören stark auch durch Antizipation gesteuert wird. Wir strukturieren Musik, auch wenn wir sie zum ersten Mal hören, durch Teile, die wir schon kennen; wir versuchen z.B. die Melodie voraus zu erkennen und voraus zu hören entsprechend unserem eigenen Melodien- Gedächtnis. Je aussergewöhnlicher Musik ist, desto schwerer können wir ihren weiteren Klangverlauf voraushören, desto unvertrauter ist sie uns, desto skeptischer sind wir ihr gegenüber (bis zu Abwehrreaktionen), desto schwerer hat sie es, uns zu beeinflussen und schliesslich Teil unserer eigenen Musikbiografie zu werden. Früh tradierte individuelle Musikgewohnheiten machen es vielen Menschen schwer, Zugang zu zeitgenössischer Musik zu erhalten.

Die zentrale (konstruktivistische) Aussage lautet, „dass unser Wissen, unsere Erkenntnisse und die Wirklichkeit, die wir erleben und in der wir leben, unsere subjektiven Konstruktionen sind“ (Diesbergen).

Also: Wissen, Können und Emotionen müssen in jedem Gehirn jedes Schülers und jeder Schülerin neu geschaffen werden. Ich kann als Lehrperson fördernd, stimulierend wirken, indem ich durch meinen Unterricht, mein Vorbild, meine Persönlichkeit Möglichkeiten eröffne, dass in den Gehirnen der Schülerinnen und Schüler Prozesse so ablaufen, dass sie Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten nach meiner Anleitung neu schaffen können. Es gibt keinen direkten Übertrag des Wissens von Person zu Person. Über das Lehren ist also kein direkter Durchgriff auf das individuelle Lernen möglich. Die Aufgabe für Lehrpersonen ist: Wie kann ich meinen Schülerinnen und Schülern helfen, (in sich) selbst aktiv zu werden?

## 7. Musik in Schule und Lehrerbildung

Frühe musikalische Stimulation ist *ein* wichtiger Faktor für die Hirn- und damit Lernentwicklung unserer Kinder. Natürlich nicht der einzige: Frühe Stimulation ist in vielen weiteren Tätigkeitsbereichen, die hier nicht näher beschrieben werden, von grosser Bedeutung für die (Lern-)Biografie von Menschen: Bewegung/Feinmotorik, Sprachen, gestalterische Tätigkeiten, Wahrnehmung, Emotionalität...

Musikunterricht und insbesondere Instrumentalunterricht gehören von Beginn an in die Schule. Und noch früher: In die Familie. In der Umgebung des Kleinkinds wird schon sehr vieles im Gehirn geprägt, also lange bevor ein Kind in die Vorschule und Schule eintritt. Eltern tragen eine grosse Verantwortung für die Lern-Entwicklung ihrer Kinder. Eltern müssen immer wieder darauf aufmerksam gemacht werden. Besonders *Musikaktivität* ist wichtig, zu Hause und in der Schule. Musikunterricht, der sich auf das Hören von Musik und auf Musiktheorie beschränkt, genügt nicht.

Musik ist eines derjenigen Tätigkeitsfelder, die über Fachgrenzen hinaus wirken können. Im Sinne eines Lerntransfers hat Musik in der Schule eine „Drehscheibenfunktion“ für interdisziplinären Unterricht. Dies erfordert eine ‚Integrative Musikdidaktik‘. Musikunterricht an der Schule darf nicht ausschliesslich unter dem Aspekt der Kunst gesehen werden; er muss auch gezielt der allgemeinen Lernstimulation dienen. Musik ist ein Katalysator für Lern- und Intelligenzentwicklung mit vielfältigen Auswirkungen auf die Entwicklung der Kinder. Musik gehört in die öffentliche Vorschule und Schule innerhalb des öffentlichen Bildungsauftrags. Die Zusammenarbeit vor Ort mit den Musikschulen muss laufend intensiviert werden (Absprachen, gemeinsame pädagogische und musikalische Standards, Lehreraustausch, Einbau von Instrumentalunterricht der Musikschulen in den Stundenplan der öffentlichen Schule...).

Guter Musikunterricht ist nur möglich mit gut ausgebildeten Lehrpersonen.

Ihrer Ausbildung (insbesondere von denjenigen, die Kinder in Vorschule und Unterstufe in Musik unterrichten) ist grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Musikunterricht mit kleinen Kindern ist anspruchsvoll. Eine solch professionelle Vorbereitung von Lehrpersonen für den Bereich Musik ist wohl im Rahmen einer Lehrerbildung, die sich auf alle Fächer der Volksschule ausrichtet („Integrales Lehrdiplom“; Ausbildung von „Zehnkämpferinnen und Zehnkämpfern“), nicht allgemein befriedigend zu erreichen. Der Weg, den wir an der Pädagogischen Hochschule Zentralschweiz PHZ beschreiten mit einer Ausbildung von Primarlehrpersonen in sieben Fächern, vier davon mit starker Gewichtung (also einer besonderen Vertiefung im Sinne einer ‚moderaten Spezialisierung‘), ist wohl erfolgsversprechender. Die ‚moderate Spezialisierung‘ zum Beispiel in Musik soll denjenigen Lehrer- Studierenden, die sich besonders für Musik interessieren und die eine musikalische Biografie (möglichst mit Instrumentalspiel) mitbringen, die Möglichkeit bieten, sich schwerpunktmässig mit Musikunterricht zu befassen. Ziel dieser Ausbildung ist dann, dass an einer Primarklasse zwei bis drei Lehrpersonen mit ‚moderater Spezialisierung‘ in ihrem jeweiligen Fächerbereich unterrichten und so ihre Stärken in den Unterricht einbringen können. Eine gut ausgebildete und motivierte Lehrperson mit musikalischem Schwerpunkt, soll also an einer Schule in mehreren Klassen Musik unterrichten und damit die Qualität des Musikunterrichts hoch halten. So wie eine ebenso gut ausgebildete Lehrperson im Fremdsprachenbereich an mehreren Klassen der Schule Fremdsprache(n) unterrichten soll mit dem gleichen Ziel:

***Hohe Qualität eines förderorientierten Unterrichts.***



## Literatur:

- Altenmüller, Eckart*; Zitiert nach: GEO 11/ November 2003, S. 68.  
Auch: Gehirn und Geist Nr. 1, 2002.
- Bastian, Hans Günther*: Musik(erziehung) und ihre Wirkung; Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen. Schott, Mainz 2000
- Bastian, Hans Günther*: Kinder optimal fördern – mit Musik. Atlantis Schott, Mainz 2001
- Bouchard TJ Jr, Lykken DT, McGue M, Segal NL, Tellegen A*: Sources of human Psychological differences: the Minnesota Study of Twins Reared Apart. Science, Oct 12 1990; 250 (4078), S. 223-228
- Diesbergen, Carl*: Radikal- konstruktivistische Pädagogik als problematische Konstruktion. Eine Studie zum radikalen Konstruktivismus und seiner Anwendung in der Pädagogik. Lang, Bern, Berlin, Frankfurt am Main, Paris, Wien 1998 S. 192
- Hildesheimer, Wolfgang*: Mozart. Ex Libris, Zürich 1979 S. 124
- Jäncke, Lutz*: Modellfall Musik / Wahnsinnig lernfähig. Zitiert nach [www.unipublic.unizh.ch/campus/portraits/2003](http://www.unipublic.unizh.ch/campus/portraits/2003) und [www.unipublic.unizh.ch/magazin/gesundheit/2003](http://www.unipublic.unizh.ch/magazin/gesundheit/2003)
- Kölsch, Stefan* zitiert aus: Konzert im Kopf. Bild der Wissenschaft 8, 2003, S. 26-31
- Roth, Gerhard*: Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? Zeitschrift für Pädagogik, Heft 4/2004, Juli/ August 2004, Beltz, S. 513
- Spitzer, Manfred*: Selbstbestimmen. Gehirnforschung und die Frage: Was sollen wir tun? Spektrum Heidelberg, Berlin, 2004, S. 125
- Stadler Elmer, Stefanie*: Spiel und Nachahmung. Über die Entwicklung der Elementaren musikalischen Aktivitäten. Wege; Musikpädagogische Schriftenreihe, Band 12, H&B Schneider, Aarau, 2000, S. 35
- Weber, Ernst Waldemar, Spychiger Maria; Patry Jean- Luc*: Musik macht Schule. Biografie und Ergebnisse eines Schulversuchs mit erweitertem Musikunterricht. Die blaue Eule, Essen 1993.
- Singer, Wolf*: Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung. Suhrkamp Wissenschaft 1571, Frankfurt am Main 2002, S. 112 ff