

Vortrag Prof. Dr. Stefan Koelsch
4. November 2015
Symposion: Was Musik kann.

Überarbeitung: Linda Reisch

freigegeben von Prof. Koelsch am 18.7.2017

Der Einfluß von Musik auf die Sprachentwicklung bei Kindern

Wie beeinflusst die Musik die Sprachentwicklung des Embryos und später die der Kinder?

Wir hören schon im Mutterleib, ungefähr ab der 16. bis 20. Schwangerschaftswoche; komplett ausgebildet ist der Hörsinn dann in der 32. Schwangerschaftswoche. Das Kind hört also schon im Mutterleib z.B. Herzschlag oder Sprache oder auch Musik, die die Mutter hört, auch wenn diese Frequenzinformationen natürlich sehr, sehr stark gefiltert sind, vor allem durch das Fruchtwasser und die Haut. Dennoch reichen diese Informationen aus, um nach der Geburt erkennen zu können, ob das Neugeborene zum Beispiel die Stimme der Mutter hört oder die einer anderen Frau. In einer Studie wurde dies anhand der Nuckelfrequenz nachgewiesen: Wenn man die Stimme der Mutter vorspielt, kann man sehen, dass die Neugeborenen öfter am Nuckel saugen, als wenn sie die Stimme einer anderen Frau hören.

Die Neugeborenen können sogar auch erkennen, ob die Sprache, in der mit ihnen gesprochen wird, die ist, die sie schon im Mutterleib gehört haben, oder es eine für sie fremde Sprache ist. In einer entsprechenden Studie wurden Neugeborene von Müttern, die während der Schwangerschaft entweder ihre jeweilige Muttersprache Englisch oder Spanisch gesprochen haben, untersucht. Den Neugeborenen wurden nach der Geburt Stimmen von Frauen, die nicht ihre Mütter waren, entweder auf Englisch oder auf Spanisch vorgespielt. Und es zeigte sich deutlich, dass die Neugeborenen auf ihre Muttersprache anders reagierten als auf die jeweils fremde Sprache.

Das heißt, die Neugeborenen erkennen am Klang der Sprache, an der Intonation, an der Melodie der Sprache, am Sprachrhythmus, eben an der Musik in der Sprache, ob das, was sie nach der Geburt hören, dem entspricht, was sie während der Schwangerschaft gehört haben.

Und dieses Wiedererkennen ist nur möglich durch die musikalischen Kompetenzen, mit denen wir geboren werden. Und durch diese musikalischen Kompetenzen haben wir als Kleinkinder dann unsere Sprache gelernt. Wir lernen also Sprache durch Musik.

Es ist nicht nur so, dass - evolutionär gesehen - zuerst die Musik da war und dann die Sprache darauf aufsattelte, sondern das ist auch ontogenetisch so, also in der Entwicklung jedes Individuums: Wichtig für das Lernen von Sprache sind die Musik in der Sprache und unsere Musikalität, mit der wir diese Musik in der Sprache erkennen und verarbeiten. Dementsprechend reagieren Neugeborene sehr sensitiv auf Musik und verarbeiten Musik teilweise in Spracharealen des Gehirns - bzw. man dachte lange, dass dies Sprachareale seien, kann jetzt aber in Studien nachlesen, dass es sich wohl um Musikareale handelt.

In einer Studie wurde Neugeborenen Musik in zwei Variationen vorgespielt: als Originalmusik, in der die Tonart nicht ständig wechselte, und modifiziert, also mit einem ständigen Wechsel der Tonarten. Die meisten Neugeborenen schliefen, als von Ihnen beim Hören funktionelle Gehirnspanns durchgeführt wurden.

Beim Hören der Originalmusik konnte man sehen, dass der rechte Hör-Cortex stärker auf die Musik reagierte als der linke Hör-Cortex. Das zeigt, dass der Hör-Cortex schon bei der Geburt auf musikalische Informationen spezialisiert ist.

Beim Hören der modifizierten Musik, also des ständigen Wechsels der Tonarten, zeigen die Abbildungen der Gehirnscans deutliche Unterschiede: Die Hörmuster sind andere.

Das Gehirn eines Neugeborenen zeigt also deutliche Unterschiede zwischen dem Hören der Originalmusik und der modifizierten Musik. Ähnliche Unterschiede sieht man beim Abbilden permanent sehr dissonanter Musik.

Und besonders interessant ist, dass sich auch Aktivierungen im Bereich des sogenannten Broca-Areals zeigen, einem wichtigen Sprachareal.

Patienten mit einer Verletzung in diesem Areal haben z.B. eine Sprachaphasie, könne also kaum oder gar nicht mehr ihre Sprache sprechen. Dieses Broca-Areal hat nichts mit dem oben genannten Hör-Cortex zu tun, es ist eine Region im frontalen Cortex. Wir wissen inzwischen von diesem Areal, dass es bei Erwachsenen zum Beispiel in das Erkennen eines tonalen Zentrums von Musik involviert ist. Und bei Musik, in der die Tonarten ständig wechseln - wie oben in der den Neugeborenen vorgespielten modifizierten Musik -, ist das tonale Zentrum deutlich schwieriger zu erkennen, als wenn wir zum Beispiel ein Lied in einer Tonart hören. Wenn sich in der genannten Untersuchung nun auch das Broca-Areal als aktiviert erweist, können diese Daten bedeuten, dass bereits Neugeborene ein tonales Zentrum in der Musik suchen und dafür Areale im Gehirn benutzen, die für das Erlernen und die Verarbeitung von Sprache wichtig sind. Es ist schon erstaunlich, was wir hirnhysiologisch bei der Geburt mitbringen!

Ich deute diese Daten auch als Zeichen für die Befähigung oder Begabung des menschlichen Gehirns, Strukturen in tonaler Musik zu erkennen und zu verarbeiten. Das heißt nicht, dass wir mit der musikalischen Syntax oder dem Regelwissen, das der dur-moll-tonalen Musik zugrunde liegt, geboren werden; aber mit der Möglichkeit, sie zu erlernen.

Nun ein anderer Aspekt. Es gibt eine Studie von Marcel Zentner und Tuomas Eerola, in der untersucht wurde, ob bereits Kleinkinder ihre Bewegung zur Musik synchronisieren. Die menschliche Fähigkeit, Bewegung zu einem Takt zu synchronisieren, kommt uns zwar völlig normal vor, ist aber, biologisch gesehen, alles andere als trivial. Zum Beispiel kann dies kein anderer Affe - biologisch gelten wir ja als Affen; zumindest ist bisher noch kein Affe gefunden worden, der das kann.

In einem Video aus der genannten Studie sieht man ein Kind von zehn Monaten, das Musik hört. Die jüngsten Kinder dieser Studie sind fünf Monate alt. Mit Geräten an Kopf, Händen und Füßen werden die Bewegungen der Kinder gemessen. Sie sitzen auf den Schößen ihrer Mütter, die einen Kopfhörer aufhaben, über den sie etwas anderes hören als ihre Kinder. So können die Daten, die von einem Kind aufgezeichnet werden, nicht dadurch verfälscht sein, dass die Mutter ihr Kind im gleich gehörten Takt schaukelt.

Man sieht, dass sich das Kind zur Musik bewegt. Und interessanterweise traten diese Bewegungen nicht einfach nur zufällig und chaotisch auf, sondern waren signifikant synchron mit der Musik. Das heißt, dass bereits Kleinkinder mit zehn Monaten - in der Studie bis zu fünf Monaten - die Fähigkeit haben, sich synchron zur Musik zu bewegen. Das ist ein wirklich faszinierender Befund, weil es die angeborene Neigung des Menschen zeigt, sich an Musik zu beteiligen.

Wenn man in einem Saal mit vielen Menschen diese bittet, „Hickory, dickory dock. The Mouse ran up the clock“ zu sprechen, dann geht nicht alles durcheinander, sondern es entwickelt sich von Wort zu Wort etwas, was bald alle zusammen sprechen. Wieso eigentlich? Es zeigt sich darin unsere menschliche Neigung, uns miteinander zu synchronisieren zu einer Musik - ein Reim ist ja ein Stück Musik. Es gibt also ein gemeinschaftsstiftendes Element von Musik; oder, anders gesagt, ein soziales Element, das durch Musik ganz natürlich in uns stimuliert wird.

Deswegen habe ich oben die Frage nach der Natur des Menschen aufgeworfen, zu der nach meiner Auffassung Musik mit dazugehört. Und ich meine, dass viele Daten dies verdeutlichen: Wir bewegen uns gemeinsam zur Musik, synchronisieren uns zur Musik, indem wir uns gemeinsam

völlig natürlich im gleichen Takt bewegen. Mittlerweile haben viele sehr schön durchgeführte Studien gezeigt, dass die Synchronisation von Bewegung zur Musik zu einer Reihe interessanter sozialer Effekte führt: Empathie zum Beispiel; es führt ganz klar auch zu erhöhter Kooperation, stärkerem Vertrauen, zu stärkerer sozialer Kohäsion. Dies sind alles Funktionen, die dem sozialen Miteinander dienen und die übrigens biologisch wahrscheinlich vom endogenen Opioid-System mitgetragen werden. Und dies ist ein System, das auch für menschliche Bindungen eine wichtige Rolle spielt.

Auch hier haben wir also wieder einen Zusammenhang zwischen Musik, Synchronisation, sozialen Funktionen und Biologie. Und dieser Zusammenhang ist, denke ich, wichtig, wenn man diskutiert, warum es der Mensch ohne Musik nicht durch die Evolution geschafft hätte.

In dem genannten Video konnte man auch sehen, dass das Kind immer dann gelächelt hat, wenn es sich zur Musik im Takt bewegte. Es macht uns Menschen also Spaß, uns im Takt zu bewegen und unsere Bewegungen miteinander zu synchronisieren. Wir können daraus folgern, dass sich Menschen gerne und völlig natürlich zu musikalischen Klängen gemeinschaftlich öffnen.

Wie schon gesagt, sind die musikalischen Fähigkeiten, mit denen wir geboren werden, auch wichtig, um überhaupt Sprache zu lernen. In jeder gesprochenen Sprache steckt viel Musik - oder Prosodie, wie der Fachbegriff lautet. Die Musik in der Sprache umfasst zum Beispiel Sprachmelodie, Sprachklang, Lautstärke, Rhythmus mit seinen Änderungen, Pausen etc. Für ein kleines Kind ist es wichtig, diese prosodischen Merkmale zu identifizieren, um Silben und Wörter zu erkennen und voneinander separieren zu können - und eben dabei sie auch zu lernen. Das Neugeborene weiß ja nicht, was Milch oder Brust oder „schlaf jetzt endlich!“ bedeutet; was das Kind hört, ist erst einmal nur Musik, sind Klänge, Rhythmen, Melodien.

Kinder hören das ähnlich wie wir, wenn wir eine uns völlig unbekannte Fremdsprache hören. Die, die diesem Text als Vortrag zugehört haben und selbst deutschsprachig sind, haben sich hauptsächlich auf die Syntax und Semantik konzentriert. Die Musik, die in der gesprochenen Sprache steckt, haben die Zuhörer als selbstverständlich hingenommen - achten würden sie erst darauf, wenn der Vortragende mittendrin die Sprache in eine den Zuhörern völlig unbekannte wechseln würde.

Es gibt Daten aus einem Experiment, in dem wir die Verarbeitung musikalischer Syntax, der musikalischen Formensprache, untersucht haben. So gibt es in unserer dur-moll-tonalen Musik ja zahlreiche Regelmäßigkeiten z.B. in der Abfolge von Akkorden: einem Sept-Akkord folgt sehr häufig eine Tonika, fast nie eine Subdominante. Solche Regelmäßigkeiten sind ein wichtiger Aspekt einer musikalischen Syntax.

Gibt es nun eine natürliche menschliche Fähigkeit, diese Syntax zu lernen? Und wenn ja, ab welchem Alter können wir dies beobachten? Um dies zu untersuchen, spielten wir Hunderten von Versuchspersonen, Erwachsenen und Kindern, Akkordsequenzen mit mehr oder weniger regelhaften Endungen vor; welche, die auf einem regulären Tonika-Akkord enden; welche, die mit einer Subdominante enden, was schon als weniger regulär empfunden wird, obwohl es sich noch immer um einen leiter-eigenen Akkord handelt. Wenn es ein leiter-fremder Akkord ist, wird es als noch weniger regulär empfunden, obwohl es noch immer ein normaler Dur-Akkord ist - der in Moll übrigens als neapolitanischer Sext-Akkord bezeichnet wird.

Interessanterweise haben Eltern von z.B. zweieinhalbjährigen Kinder gesagt: Ich höre da keinen Unterschied - und dann hört mein Kind erst recht keinen. Nun haben wir die Kinder nicht gefragt, ob sie einen Unterschied erkennen oder nicht. Wir haben die hirnelektrischen Potenziale dieser Kinder aufgezeichnet, um zu sehen, ob die Gehirne einen Unterschied machen zwischen der Verarbeitung der regelhaften und der irregulären Akkorde.

Wir haben Kinder im Alter von 30 Monaten deswegen genommen, weil in dem Alter gerade die ersten Syntaxverarbeitungsprozesse elektrophysiologisch in der Sprache gemessen werden können.

Es handelt sich also um elektroenzephalologische EEG-Daten, um hirnelektrische Daten, die beim Hören jeweils des letzten Akkords aufgenommen wurden. Die x-Achse ist die Zeitachse, sie zeigt etwas mehr als eine Sekunde an, also die Dauer jeweils des letzten Akkords. Die y-Achse zeigt die Stärke der Ausschläge.

Aus diesen Aufzeichnungen kann man nun leicht erkennen, dass sich die Hirn-Reaktionen auf die regulären Akkorde von denen auf die irregulären Akkorde voneinander unterscheiden, leicht unterscheiden, aber statistisch signifikant. Verglichen mit den Daten, die wir von den Erwachsenen haben, reagieren die Kinder auf die regulären und irregulären Akkorde sehr ähnlich wie die Erwachsenen.

Dieser Befund zeigt, dass bereits zweieinhalb Jahre alte Kinder ein sogenanntes implizites Wissen von der Regelmäßigkeit von Akkordfolgen erworben haben. Die Kinder wissen ja noch nicht, was eine Dominante und eine Subdominante, was eine Tonika ist. Trotzdem zeigen ihre Gehirne, dass sie ein implizites Wissen dieser Regelmäßigkeit haben. Kinder haben also ein implizites Regelwissen - und zwar in einem Alter, in dem sie eben erst die ersten Syntaxregeln der Sprache erwerben.

Das heißt, Kinder lernen nicht zuerst die Sprache und dann Musik, sondern bestenfalls beides gleichzeitig. Und wenn sie eines vor dem anderen lernen, dann eher die Musik vor der Sprache.

Die Daten der gleichen Untersuchung zeigen auch, dass die Verarbeitung musikalischer Syntax sich schon ca. 300tausendstel Sekunden nach dem vorgespielten Akkord zeigt. Das ist weniger als ein Augenblinzeln und schneller, als man hätte eine Taste drücken können, um anzuzeigen, etwas Reguläres oder Irreguläres gehört zu haben. Es ist faszinierend, wie blitzschnell die Gehirne der Kleinkinder musikalische Information verarbeiten können.

Wenn man die gleiche Untersuchung mit fünfjährigen Kindern macht, sind die hirnelektrischen Antworten nicht anders, aber deutlicher.

Wir haben in dieser Studie auch Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen, speziell mit Störungen der Syntaxverarbeitung, untersucht. Und interessanterweise zeigen diese Kinder keine hirnelektrische Antwort auf die irregulären Akkorde. Das könnte heißen, dass Sprachentwicklungsstörungen bei einer frühen richtigen Beschäftigung mit Musik vielleicht gar nicht erst auftreten würden, dass sie helfen kann, Sprachentwicklungsstörungen vorzubeugen.

So gibt es mittlerweile solide Studien, die zeigen, dass eine spezielle Beschäftigung mit Musik - vor allem mit Musik, die auf Rhythmus fokussiert, die mit Klatschen oder mit Kinderreimen verbunden ist - eine extrem effiziente und adäquate Behandlungsmöglichkeit für Kinder mit Sprachentwicklungsstörungen darstellt.

Sehr wahrscheinlich hilft die Beschäftigung mit Musik der Sprachentwicklung. Erfahrungen aus dem Musikkindergarten bestätigen dies. Zum Beispiel:

- Da ist der dreijährige Junge, der am besten spricht, wenn er dazu trommelt.
- Da ist das zweijährige Mädchen mit spanischer Mutter und italienischem Vater, das kein Wort Deutsch spricht; nach einer Woche Musikkindergarten spricht es noch immer nicht - aber es singt Lieder in deutscher Sprache mit;
- und es gibt immer wieder Kinder, die über einen langen Zeitraum nur musikalisch kommunizieren, bevor sie sprechen, dies dann aber sehr schnell sehr gut tun.

Ein weiteres Indiz für die oben genannten Zusammenhänge haben wir bei elfjährige Kindern beobachtet. In dieser Studie haben wir zum einen Kinder des Leipziger Thomanerchors untersucht - also Kinder, die Singen und ein Instrument gelernt haben. Und zum anderen Kinder, die kein Instrument oder Singen gelernt haben, aber die einen gleichen sozio-ökonomischen Status haben wie die Thomanerkinder. Die Antworten der Kinder des Thomanerchors sind deutlich ausgeprägt, deutlich stärker als bei den Vergleichskindern. Auch die Vergleichskinder reagieren auf irreguläre

Akkorde, aber die Thomanerkinder deutlich stärker. Natürlich haben sie durch ihre intensive Beschäftigung mit Musik auch viele Informationen über deren syntaktische Struktur.

Nun wollten wir wissen, ob diese Entwicklung der Syntaxverarbeitung von Musik möglicherweise auch Auswirkungen hat auf die Syntaxverarbeitung von Sprache; deswegen haben wir mit den gleichen Kindern auch ein Sprachexperiment durchgeführt. Die Kinder hörten Sätze die entweder syntaktisch korrekt oder inkorrekt waren, z.B.: Die Tante wurde geärgert und die Mutter wurde imgeärgert...wobei der zweite Teil des Satzes vielleicht auch semantisch problematisch ist, weil man ja Tanten ärgern darf, Mütter aber nicht...

Unsere Überlegung war folgende: Wenn sich die neuronalen Mechanismen musikalischer Syntaxverarbeitung mit denen sprachlicher Syntaxverarbeitung überlappen, könnte eine stärkere Entwicklung des Syntaxsystems durch die Beschäftigung mit Musik auch dazu führen, die Verarbeitung sprachlicher Syntax stärker und früher zu entwickeln.

Wenn man sich die hirnelektrischen Antworten auf die regulären und die irregulären Wörter ansieht, ist wieder eindeutig zu erkennen, dass die Antworten der Thomanerkinder deutlich stärker ausgeprägt waren als die der Kinder ohne besondere musikalische Übung.

Das zeigt uns klar, dass die Beschäftigung mit Musik die Entwicklung der neuronalen Mechanismen sprachlicher Syntaxverarbeitung fördert. Die neuronalen Mechanismen der Syntaxverarbeitung von Musik und von Sprache sind bei Kindern, die ein Instrument und Singen gelernt haben, früher und stärker entwickelt. In diesem Sinne fördert Musik also auch die Entwicklung von Sprache.

Wir haben auch funktionell bildgebende Daten von Kindern im Alter von zehn Jahren, die unterschiedlich lang ein Instrument gespielt haben. Aufgezeichnet wurden diese Daten beim Hören von Akkordsequenzen, ähnlich den oben genannten. Markiert sind die Areale des Gehirns, die bei der Verarbeitung von irregulären Akkorden stärker aktiviert sind als bei der Verarbeitung von regulären Akkorden. Dabei sieht man, dass ein frontales Areal in der rechten Hirn-Hemisphäre stark aktiviert ist. Das Broca-Areal, das weiter oben schon eine Rolle spielte, ist in der linken Hemisphäre angesiedelt. Das nun aktivierte Areal ist an gleicher Stelle wie das Broca-Areal, eben nur spiegelverkehrt. Im Broca-Areal gab es auch Aktivierungen, aber leicht unter der statistischen Signifikanzschwelle. Diese linke Seite spielt eine wichtige Rolle für die Verarbeitung sprachlicher Syntax; aber auch die rechte Seite ist beteiligt. Bei der Verarbeitung musikalischer Syntax ist es genau umgekehrt: die rechte Seite spielt die zentrale Rolle, die linke Seite ist mitbeteiligt.

Und nun konnten wir feststellen, in welchen Arealen des Gehirns die Reaktionen auf die irregulären Akkorde mit der Dauer der Beschäftigung mit Musik korreliert. Es ist deutlich, dass das frontale Areal auf der rechten Seite desto stärker aktiviert ist, je länger sich die Kinder mit Musik beschäftigt haben. Diese Daten stimmen mit den oben genannten Daten der Thomanerkinder überein: Es zeigen sich als Effekt der Beschäftigung mit Musik funktionelle Änderungen in einem Gehirnareal, das auch sprachliche Funktion hat.

Unterm Strich zeigen alle genannten Studien, dass die Sprachentwicklung von Kindern durch die Beschäftigung mit Musik gefördert wird.

Andere Studien zeigen, inwieweit Musik soziale Funktionen mitfördert; es gibt Untersuchungen zum Verhältnis von Musik zur Aufmerksamkeit. Und auch Studien zu Musik und genereller Intelligenz. Der Gesamttenor der letztgenannten Studien ist, dass Kinder, die ein Musikinstrument gelernt haben, zwar eine leichte Steigerung genereller Intelligenz zeigen, die über viele Untersuchungen hinweg auch signifikant ist, aber von ihrer Größe her relativ moderat bleibt. Der Zusammenhang zwischen Musikbeschäftigung und Sprachentwicklung ist um vieles deutlicher und eindeutiger.

Daraus die Schlussfolgerung zu ziehen, mit Kindern frühzeitig Musik zu machen, anstatt später teure und häufig nur beschränkt wirkende Sprachkurse und Sprachtherapie anzubieten, liegt nahe. Sie bedeutete eine Ergänzung der Erzieherinnen- und Grundschullehrerbildung. Mehr nicht. Gerade in einer Gesellschaft, deren Kinder zunehmend aus sehr unterschiedlichen Kulturen und Milieus kommen, wäre der Effekt für Bildungsgerechtigkeit enorm. Und preiswert zu erreichen.