

Musik und Neuroplastizität

Wie sich musikalisches Training auf die Gehirnentwicklung von Kindern auswirkt

Gilbert Flecker¹

DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.i4.a1285>

Zusammenfassung

Der Zusammenhang von musikalischer Betätigung mit der strukturellen und funktionellen Plastizität des Gehirns ist eine wichtige Erkenntnis im Forschungsgebiet der kognitiven Neurowissenschaften. Dieser Beitrag verdeutlicht die Relevanz der Neuroplastizität in der gegenwärtigen Hirnforschung und die Fähigkeit des Gehirns, seine neuronalen Strukturen unter dem Einfluss von Musik neu zu organisieren. Das Erlernen und Spielen eines Musikinstruments ist eine hochkomplexe Aufgabe und bietet daher eine ideale Gelegenheit, die strukturelle Plastizität im sich entwickelnden Gehirn in Korrelation mit den durch das musikalische Training hervorgerufenen Verhaltensänderungen zu untersuchen. Aufgrund der besonderen Formbarkeit ihres Gehirns sind Kinder dabei ein hervorragendes Modell für die Untersuchung sensibler Entwicklungsphasen, da das musikalische Training bereits im frühen Lebensalter beginnt und quantifiziert werden kann. Die sensomotorischen und kognitiven Verbesserungen, die aufgrund der Plastizität des neuronalen Netzwerks mit dem Musiktraining verbunden sind, können neben Verhaltensänderungen ebenso Auswirkungen auf andere kognitive Prozesse haben. Es stellt sich daher die Frage, wie die Forschungsergebnisse und Erkenntnisse der kognitiven Neurowissenschaften sinnvoll in die praktische Umsetzung geführt und pädagogisch gewinnbringend angewandt werden können.

Stichwörter: Musik, Neuroplastizität, Kinder, musikalische Ausbildung, musikbasierte Interventionen

¹ Pädagogische Hochschule Steiermark, Hasnerplatz 12, 8010 Graz.

E-Mail: gilbert.flecker@phst.at

1 Das formbare Gehirn

Die Erkenntnis von der Fähigkeit des menschlichen Gehirns, seine Struktur und Funktion infolge geistiger Aktivität zu verändern und sich neu zu verdrahten, ist eine der grundlegendsten Veränderungen im Verständnis des menschlichen Gehirns seit über vierhundert Jahren. Es ist gleichzeitig eine vollkommene Abkehr von der Vorstellung des Gehirns als Maschine, wie sie seit René Descartes vorherrschend war (Doidge, 2008, S. 7).

Die Anpassungsfähigkeit des Gehirns wird durch Lernen und Erfahrungen hervorgerufen, wobei sich hier nicht nur die Verschaltungen zwischen Nervenzellen verändern, sondern selbst übergeordnete anatomische Strukturen. Diese mittels intensiver Lern- und Umwelterfahrungen in großem Stil erfolgende Reorganisation der neuronalen Netzwerke wird Neuroplastizität genannt (Jäncke, 2020).

Die vielfältigen Bereiche der Neuorganisation des Gehirns reichen dabei von molekularen über zelluläre Systeme bis hin zum Verhalten. Neuroplastizität kann dabei mehrere Ereignisse beeinflussen. Diese können sich entweder über die gesamte Lebensdauer erstrecken, oder aber nur auf frühe Entwicklungsjahre beschränkt sein (Chatterjee et al., 2021).

„What fires together, wires together“

Dass das Lernen und das Gedächtnis auf bestimmten neurophysiologischen Prozessen beruhen, wurde von Psychologen bereits zu Beginn der Lern- und Gedächtnisforschung Ende des 19. Jahrhunderts vermutet. Der Erste, der in diesem Kontext den Begriff Plastizität verwendete, soll der US-amerikanische Psychologe William James (1842–1910) gewesen sein (Jäncke, 2020). Als Begründer der modernen Plastizitätsforschung wird im angloamerikanischen Sprachraum oftmals der kanadische Neuropsychologe Donald O. Hebb (1904–1985) bezeichnet, in dessen 1949 erschienener Arbeit „The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory“ die nach ihm benannte Hebb-Synapse¹ beschrieben wird. Diese besagt, dass zwei Neuronen oder Neuronengruppen ihre synaptischen Verbindungen stärken, je häufiger sie gemeinsam gleichzeitig aktiv sind (Jäncke, 2020). Carla Shatz paraphrasierte dieses Prinzip später in dem populären Ausspruch: „What fires together, wires together“ (Shatz, 1992, zit. n. Keyzers & Gazzola, 2014, S. 2).

2 Musik und Neuroplastizität

Aktive und passive Beschäftigung mit Musik sowie musikbasierte Interventionen haben wesentlich dabei geholfen, Neuroplastizität besser zu verstehen. Die wichtige Rolle der Musik bei der Vermittlung plastischer Veränderungen im Nervensystem basiert auf ihrer multimodalen und multisensorischen Eigenschaft. Die Multimodalität zeigt sich dabei vor

allem im mehrere Sinnesmodalitäten umfassenden Hören und Musizieren, wodurch verschiedene Nervenbahnen im Gehirn aktiviert werden (Chatterjee et al., 2021).

Stimulation des Gehirns

Musik stimuliert das Gehirn in starkem Maße. Durch den Rhythmus spricht die Musik unmittelbar das motorische System an, durch Klänge und Harmonie unmittelbar das Hören. Ihr melodischer Gehalt und die fast annähernde Bedeutung im Sinne von Sprache spricht ebenso das Sprachzentrum an (Spitzer, 2022). Beim Hören von Musik arbeitet das Gehirn, indem Impulse über Synapsen – die Kontaktstellen zwischen Nervenzellen – laufen. In jenem Moment, in dem dies geschieht, verstärken sich deren Verbindungen untereinander, ganz unabhängig von der Art des Erlebnisses. Diese im Bereich von Millisekunden ablaufenden Impulse hinterlassen dabei Spuren im Gehirn (Spitzer, 2022). Die Verarbeitung musikalischer Elemente wie Klangfarbe und Tonhöhe findet zum Teil im Gyrus Heschl sowie in der oberen Windung des Temporallappens der Großhirnrinde (Gyrus temporalis superior) statt. Hier befinden sich die primären und nicht-primären Hörrinden (Alluri et al., 2012). Obwohl die Verarbeitung von Musik vor allem im Gehirn stattfindet, gibt es im Gegensatz zum sowohl vorhandenen Seh- als auch Sprachzentrum kein Musikzentrum im Gehirn (Petsche, 1997; Spitzer, 2002). Die Vielfältigkeit der Musik verbietet im Grunde die Verarbeitung an einem spezifischen Punkt oder einer kleinen Fläche im Gehirn, vielmehr sind hier weitreichende Anteile der Hirnrinde sowohl von rechter als auch linker Hemisphäre beteiligt (Petsche, 1997).

Emotionale Wechselwirkungen

Aufgrund der Bedeutung, welche Musik im Bereich der menschlichen Gefühle hat, wird das emotionale System durch Musik tiefgründig angesprochen und kann starke emotionale Reaktionen hervorrufen. Diese durch Musik ausgelösten emotionalen Wechselwirkungen, die nicht selten zu einer Änderung der Herzfrequenz führen können, gehen ebenso mit der Aktivierung eines bestimmten Gehirnnetzwerks einher. Dieses Gehirnnetzwerk umfasst wiederum Bereiche, von denen angenommen wird, dass sie am Belohnungssystem, an Emotionen sowie an der Motivation beteiligt sind (Münste et al., 2002).

Förderung der Plastizität durch musikalisches Handeln

Die Gehirnstrukturen von Musiker*innen stellen einen interessanten Untersuchungsgegenstand für die Erforschung der Neuroplastizität dar. Dies vor allem deshalb, da die mit dem musikalischen Training in Verbindung gebrachten Veränderungen im Gehirn oftmals in einem kausalen Zusammenhang mit der Dauer des Übens stehen (Reybrouck et al., 2018).

Professionelle, semiprofessionelle und nichtprofessionelle Musiker*innen wurden hinsichtlich der neuroanatomischen und neurophysiologischen Grundlagen ihres Fachwissens inzwischen ausführlich untersucht. Zur Erforschung neuroplastischer Prozesse sind dabei generell drei unterschiedliche Vorgehensweisen möglich:

- a) Der erste, querschnittsorientierte und weit verbreitete Ansatz untersucht Musiker*innen und Nichtmusiker*innen in Hinblick auf anatomische und funktionelle Gehirnmaße.
- b) Der zweite Ansatz besteht aus kurzfristigen Längsschnittstudien². Die Proband*innen nehmen hier an einem mehrere Stunden bis mehrere Monate dauernden Schulungsprogramm teil, bei dem spezifische Trainingsinterventionen durchlaufen werden.
- c) Beim dritten Ansatz kommen auch langfristige Längsschnittstudien zum Einsatz, welche allerdings mehr Aufwand in Hinsicht auf die Organisation der Experimente erfordern und aufgrund der längeren Dauer ebenso kostenintensiver sind. Die Proband*innen haben hier eine längere, mindestens mehrjährige Ausbildung absolviert (Jäncke, 2009).

Um besser und genauer zu verstehen, welchen Einfluss die musikalische Praxis auf die Gehirnplastizität ausübt, ist eine Kombination der oben beschriebenen verschiedenen Ansätze erforderlich (Jäncke, 2009).

Metaplastizität

Neben den Auswirkungen der musikalischen Ausbildung auf das Hörsystem und das motorische Netzwerk sowie der damit verbundenen individuellen Unterschiede spielt der Begriff der Metaplastizität eine ebenso entscheidende Rolle. Dies meint, dass durch Langzeittraining neben dem spezifischen Lernen auch eine Verbesserung des kurzfristigen Lernens und der Plastizität erreicht werden kann (Herholz & Zatorre, 2012). Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, bei denen der Fokus vor allem auf den Vergleich von professionellen Musiker*innen und Anfänger*innen gelegt wurde, konzentrieren sich neuere Studien auf eindeutige experimentelle Belege für musikalische Trainingseffekte.

3 Musikalische Aktivität und Plastizität bei Kindern

Die sehr jungen Gehirne von Kindern sind einem steten Wachstum unterworfen, sie entwickeln und verändern sich ständig. Durch jede neue Erfahrung verändert sich auch die Struktur und Funktion ihres Gehirns (Weitzmann, 2021). Um Kinder in ihrer Musikalität zu fördern, ist es daher von entscheidender Bedeutung, sich mit ihnen musikalisch aktiv zu beschäftigen. Eine rein passive Beschallung wird keine befriedigenden Resultate zeitigen (Spitzer, 2022).

Musizieren im Kindesalter

Die mit dem Erlernen von Fertigkeiten verbundenen musikalischen Aktivitäten wie das Spielen eines Musikinstruments oder das Singen sind in besonderer Weise für die Untersuchung der Plastizität des Gehirns geeignet. Dies vor allem deshalb, da mit diesen Tätigkeiten zumeist bereits in einer sehr frühen und sensiblen Lebensphase begonnen wird, in der das Gehirn am empfindlichsten auf Veränderungen reagiert (Wan & Schlaug, 2010). Das Üben und Aufführen von Musik ist eine hochkomplexe und multimodale Tätigkeit, dessen exakte und unmittelbare

Verknüpfungen zwischen motorischen Sequenzen und Hörereignissen umfassende motorisch-kognitive Fähigkeiten benötigt. Diese Fähigkeiten setzen auch voraus, sich lange und schwierige zweihändige Fingersequenzen zu merken sowie musikalische Symbole in motorische Sequenzen zu übertragen (Reybrouck et al., 2018). Daneben werden durch das Musizieren motorische Aktivitäten kontinuierlich über das Hören und die Notation mit Klang- und Bildmustern verknüpft. Durch dieses Assoziationslernen können die Verbindungen zwischen auditiven und motorischen Regionen gestärkt werden (Wan & Schlaug, 2010).

Musikalische Aktivität und sensible Entwicklungsphasen

Musikinduzierte plastische Veränderungen im Gehirn haben in bestimmten Lebensphasen eine spezielle Funktion. Als exemplarisches Modell für die Untersuchung der Auswirkungen von sensiblen Phasen auf das Gehirn und Verhalten dient dabei das musikalische Training, welches bereits im frühen Lebensalter stattfindet (Steele, 2013).

Wie Ergebnisse von Längsschnittstudien vermuten lassen, kann das sich entwickelnde Gehirn durch intensives Musiktraining in frühen Jahren als Reaktion auf die gemachten Erfahrungen langfristige funktionelle und strukturelle Anpassungen durchlaufen (Chatterjee et al., 2021). Die kortikale Reorganisation ist dabei umso umfangreicher, je früher mit dem Training begonnen wird (Amunts et al., 1997). Beginnt das musikalische Training bereits in einer sensiblen Entwicklungsphase, so kann dies möglicherweise größere Auswirkungen auf das Verhalten und die Struktur des Gehirns haben als musikalische Aktivitäten im späteren Leben. Als sensible Phase gilt dabei jener Zeitraum, in dem Erfahrungen bereits dauerhafte Auswirkungen auf das Gehirn und das Verhalten haben (Steele et al., 2013).

Steele und Kolleg*innen verweisen in diesem Zusammenhang in Hinblick auf ihre Studie auf einen musikalischen Trainingsbeginn vor dem Alter von sieben Jahren. In ihrer Untersuchung über eine frühe musikalische Ausbildung und die Plastizität der weißen Substanz im Corpus callosum³ konnten sie den Nachweis erbringen, dass eine bereits früh beginnende musikalische Aktivität die Plastizität der auditiven und motorischen Konnektivität fördern kann (Steele et al., 2013).

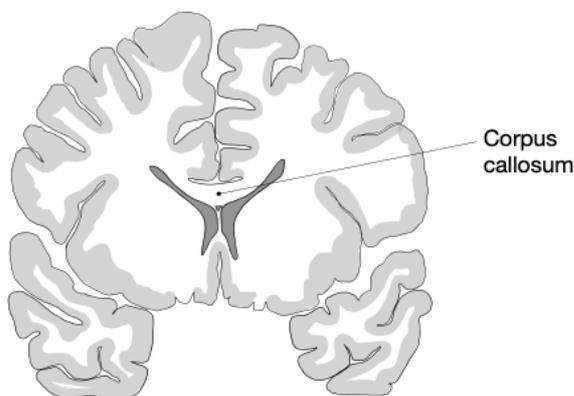


Abbildung 1: Corpus callosum, Frontalschnitt durch das Gehirn, Ansicht von frontal (eigene Darstellung)

Wan und Schlaug gelangten 2010 in einer Studie zur Erkenntnis, dass Kinder, die im Alter von sieben Jahren oder früher mit der musikalischen Ausbildung begannen, im Vergleich zu jenen, die später begannen, über ein erheblich größeres Corpus callosum verfügten. Das Corpus callosum spielt dabei bei der Ausführung komplexer bimanueller motorischer Sequenzen eine bedeutende Rolle (Wan & Schlaug, 2010).

In diesem Zusammenhang fanden Schlaug und Kolleg*innen bereits 1995 in ihrer Untersuchung heraus, dass Musiker*innen im Vergleich zu Nichtmusikern*innen gleichfalls über ein vergrößertes Corpus callosum verfügten. Hervorzuheben ist hier, dass die Unterschiede in der Größe des Corpus callosum hauptsächlich auf jene Musiker*innen zurückgingen, welche ihre instrumentale Ausbildung bereits wiederum vor dem siebten Lebensjahr begonnen hatten (Schlaug et al., 1995). Zudem wurde ebenso nachgewiesen, dass eine frühe musikalische Betätigung im Alter von sechs bis sieben Jahren positive Auswirkungen auf die Entwicklung der auditiven kortikalen Potenziale hat (Habibi et al., 2016).

Hirnveränderungen durch kontinuierliches Üben am Instrument

Aufgrund der intensiven, multisensorischen und motorischen Erfahrungen, welche durch langfristiges Üben am Instrument gemacht werden, ist dies besonders geeignet, die Hirnplastizität in Korrelation mit den durch das Instrumentalmusiktraining verursachten Änderungen im Verhalten zu untersuchen (Hyde et al., 2009).

In einer Längsschnittstudie an fünf- bis siebenjährigen Kindern zeigten Schlaug und Kolleg*innen, dass kontinuierliches Instrumentalmusiktraining bereits nach einer vierzehnmonatigen Beobachtung kognitive und gehirnbezogene Auswirkungen haben kann. Dass sich diese Effekte verstärken und zusätzliche Transfereffekte auftreten, je länger die musikalische Ausbildung dauert, wurde in einer von denselben Autoren durchgeführten Querschnittsstudie an neun- bis elfjährigen Kindern nachgewiesen, deren musikalisches Training durchschnittlich vier Jahre betrug (Schlaug et al., 2005).

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Plastizität des Gehirns bei Kindern und den Verhaltensänderungen in Verbindung mit dem Erlernen eines Musikinstruments konnte ebenso in einer von Krista L. Hyde und Kolleg*innen durchgeführten Längsschnittuntersuchung hergestellt werden (Hyde et al., 2009). In ihrer Studie wurden zwei Gruppen von Kindern im Durchschnittsalter von sechs Jahren verglichen: Eine Gruppe erhielt dabei fünfzehn Monate lang einen instrumentalen Musikunterricht, während die andere Gruppe in diesem Zeitraum keinen Instrumentalunterricht erhielt.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein nur fünfzehnmonatiges Üben am Instrument bei sechsjährigen Kindern zu strukturellen Hirnveränderungen führte, welche von der spezifischen Hirnentwicklung abwichen und mit Verbesserungen der für die musikalische Betätigung erforderlichen auditiven und motorischen Fähigkeiten einhergingen. Dadurch wurde die Annahme einer nutzungsabhängigen, trainingsinduzierten strukturellen Plastizität des Gehirns in der frühen Kindheit deutlich bestätigt (Hyde et al., 2009).

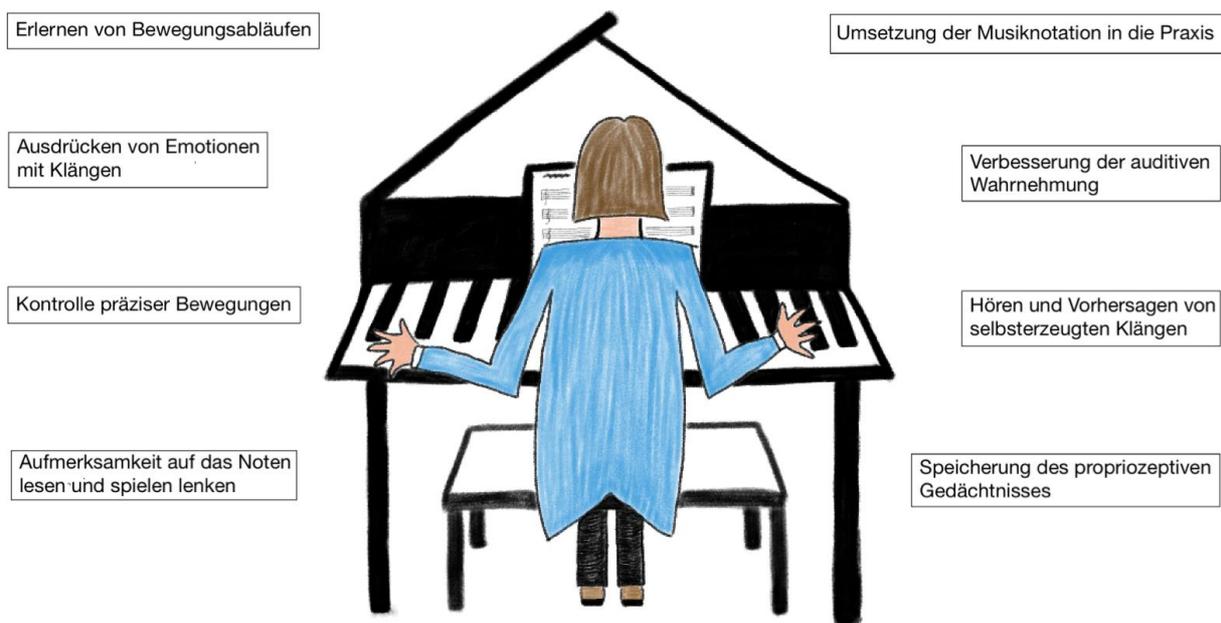


Abbildung 2: Veranschaulichung ausgewählter motorischer, wahrnehmungsbezogener und emotionaler Fähigkeiten, die während der musikalischen Ausbildung erworben werden (eigene Darstellung nach Reybrouck et al., 2018)

Früh mit dem Musizieren zu beginnen, ist nicht immer alles

Da bei Kindern das Gehirn besonders plastisch ist, lernen Kinder viele Dinge erheblich leichter, als dies Erwachsenen möglich ist (Spitzer, 2002, S. 211). Dennoch scheint beim Musizieren die Vorstellung, wer bereits mit jungen Jahren mit dem Üben beginnt, hätte automatisch einen Vorteil gegenüber jenen, die erst mit späteren Jahren beginnen, nicht generell zu gelten.

Eine große Studie, welche in diesem Zusammenhang von einem Team um Laura Wesseldijk vom schwedischen Karolinska-Institut und der Freien Universität Amsterdam durchgeführt wurde, kam zwar zu dem Ergebnis, dass jene Personen, die bereits vor dem achten Lebensjahr mit dem Musizieren begonnen hatten, in der Tendenz bessere Fähigkeiten und musikalisch mehr erreicht hatten als Personen, die erst später ihre musikalische Aktivität begannen. Unter Berücksichtigung der jeweils im Leben bereits geleisteten Übungsstunden marginalisierte sich dieser Zusammenhang dann allerdings fast vollständig. Es stellte sich heraus, dass je mehr

Übungsstunden die Proband*innen aufbrachten, desto größer war auch der musikalische Erfolg (Wesseldijk et al., 2021).

4 Neuroplastizität und (musikalisches) Lernen

Das starke Interesse der Neurowissenschaften an Musik, der Verarbeitung von Musik und dem musikalischen Lernen führte zur Entwicklung einer neuen, als „Neurodidaktik“ (Preiss, 1998, zit. n. Gruhn, 2005, S. 97) bezeichneten Disziplin. Diese Fachrichtung sieht ihre Aufgabe darin, die Zusammenhänge zwischen Hirnforschung und praktischer Pädagogik zu untersuchen und dabei mitzuhelfen, die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse sinnvoll in die praktische Umsetzung zu führen (Gruhn, 2005, S. 97). Da Lernen jedoch auf äußerst komplexen psychisch-biologischen Prozessen beruht, ist eine Reduktion auf einfache Verfahren nicht möglich. Die Wirksamkeit des Lernens ist immer ausgesprochen individuell (Stadelmann, 2011).

Belohnung und Motivation

Die Motivation und der Antrieb, warum Kinder etwas lernen, erfährt im Alter zwischen sechs und sieben Jahren eine grundlegende Veränderung. Die Freude am Tun und am unmittelbar Erlebten – die beiden Hauptantriebsfedern im Vorschulalter, um etwas zu lernen –, wird nun durch ein systematisches und zielorientiertes Lernen ergänzt (Spitzer & Herschkowitz, 2019). Aus der Gehirnforschung ist bekannt, dass etwas Neues und Spannendes sehr schnell gelernt wird. Bestimmte Hirnvorgänge erkennen das Neue als etwas Neues und Interessantes und bewerten dies nun unmittelbar als etwas, das es zu lernen gilt. Das Neue wird nun dementsprechend in viel tieferen Gehirnregionen als normalerweise einer intensiven Betrachtung unterzogen und anschließend verarbeitet (Spitzer & Herschkowitz, 2019).

Zudem spielt der Belohnungswert von Musik in sozialen Interaktionen – sei es beim Musizieren oder beim Zuhören in der Gruppe – eine wichtige Rolle. Dieses Wohlbefinden in Verbindung mit sozialen Einflüssen kann ebenso Auswirkungen auf die Plastizität des Gehirns haben (Herholz & Zatorre, 2012). Im Zusammenhang von Musik und Lernen sind neben sozialen Belohnungen ebenso das Nachahmungslernen, die Schüler-Lehrer-Beziehung sowie die Selbstwahrnehmung wichtige Faktoren. Daneben können aber auch Leistungsangst und Stress negative Einflüsse ausüben (Herholz & Zatorre, 2012).

„Sounding environment“

Musik kann ebenso als „sounding environment“ (Reybrouck et al., 2018, S. 90) wahrgenommen werden. Dies umso mehr, als eine „klingende Umgebung“ mit großer Wahrscheinlichkeit eine Forcierung der Gehirnplastizität bewirken kann (Reybrouck et al., 2018). Geräusche sind beispielweise bereits in der Fetalzeit – also der Zeit von der neunten Schwangerschaftswoche bis zur Geburt – in der Lage, implizite Lernprozesse hervorzurufen. Dieses unbeabsichtigte Lernen und die damit verbundene Entwicklungsplastizität lässt sich

später auch bei Neugeborenen und Kleinkindern beobachten, welche mühelos und spielerisch durch einfaches Nachahmen sprechen und singen lernen (Fuchs, 2010; Reybrouck et al., 2018).

Aufgrund der Tatsache, dass Musik in der Lage ist, den physiologischen Zustand sehr schnell zu verändern und bereits nach einer sehr kurzen Zeitspanne des Musikhörens – oftmals weniger als eine Minute – physiologische Veränderungen der Körperfunktionen gemessen werden können, ist sorgfältig ausgewählte Musik ein denkbarer Weg, um durch die Veränderung der körperlichen Befindlichkeit einen für das Lernen optimaleren Zustand zu erreichen (Huotilainen, 2018).

Musikalische Fähigkeiten und phonologisches Bewusstsein

Aufgrund der Überschneidung der Reaktionen auf Musik und sprachlicher Reize im Gehirn können vor allem Kinder mit Sprachstörungen von einem intensiven musikalischen Training profitieren (Wan & Schlaug, 2010).

In einer von Anvari und Kollegen durchgeführten Studie, welche die Beziehungen zwischen phonologischem Bewusstsein, Musikwahrnehmungsfähigkeiten und frühem Lesevermögen bei vier- bis fünfjährigen Kindern untersuchte, wurde festgestellt, dass musikalische Fähigkeiten in erheblichem Maße mit der phonologischen Wahrnehmung und den Lesefähigkeiten der Kinder korrelieren (Anvari et al., 2002).

Neurologische Musiktherapie (NMT) und Sprachtraining bei Kindern

Ebenso kann die Neurologische Musiktherapie (NMT) bei Kindern erfolgversprechend eingesetzt werden kann. Dies zeigt eine Studie, welche mit fünfzig Kindern im Alter von drei bis fünf Jahren mit Autismus-Spektrum-Störung (ASD) durchgeführt wurde (Lim, 2010). In dieser Studie wurde unter Verwendung des Developmental Speech and Language Training through Music (DSLTM) die Wirkung von musikalischem Training, sprachlichem Training und Nichttraining verglichen.

Das DSLTM arbeitet dabei mit entwicklungsgerechten Musikmaterialien und stützt sich auf Erfahrungswerte, um Kinder mit Entwicklungsverzögerungen in ihrer Sprechleistung und Sprachentwicklung bestmöglich zu fördern. Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl die Teilnehmer*innen des Musiktrainings als auch jene des Sprachtrainings ihre sprachlichen Leistungen deutlich verbesserten. Kinder mit geringer Leistungsfähigkeit zeigten allerdings nach dem Musiktraining eine größere Verbesserung als nach dem Sprachtraining (Lim, 2010).

5 Fazit und pädagogische Schlussfolgerungen

In der Gehirn- und Musikforschung stellt die Neuroplastizität inzwischen ein anerkanntes und bedeutendes Themengebiet dar. Die langfristige und kontinuierliche Musikpraxis ist beson-

ders gut geeignet, um die Fähigkeit des Gehirns, seine Funktion und Struktur an die Anforderungen einer sich verändernden Umgebung anzupassen, zu erforschen.

Neben der vergleichenden Untersuchung von professionellen Musiker*innen, musikalischen Amateuren sowie Anfänger*innen wird in neueren Studien der Fokus vor allem auf die besonderen Effekte des musikalischen Trainings gelegt. Um den Einfluss des musikalischen Handelns auf die Plastizität des Gehirns besser und detaillierter zu verstehen, ist eine Kombination aus querschnittsorientiertem Ansatz sowie kurz- und langfristigen Längsschnittstudien erforderlich (Jäncke, 2009).

Da das Gehirn von Kindern einer ständigen Entwicklung und Veränderung unterworfen ist und musikalische Aktivitäten wie das Spielen eines Musikinstruments meist in einem sehr frühen und sensiblen Lebensalter beginnen, erweist sich die Untersuchung der Plastizität des Gehirns in dieser frühen Phase als besonders sinnvoll und aufschlussreich.

In mehreren Studien wurde nachgewiesen, dass sich bei Kindern, die im Alter von sieben Jahren oder früher mit der musikalischen Ausbildung begannen, bereits nach kurzer Zeit strukturelle Hirnveränderungen zeigten, welche positive Auswirkungen auf die auditiven und motorischen Fähigkeiten hatten (Schlaug et al., 2005; Hyde et al., 2009; Steele et al., 2013; Habibi et al., 2016). Zudem wurde nachgewiesen, dass Kinder, welche ebenso im Alter von sieben Jahren oder früher mit dem musikalischen Training begannen, über ein wesentlich größeres Corpus callosum verfügten (Wan & Schlaug, 2010; Schlaug et al., 1995).

Die Bedeutung der Musikpädagogik für die kindliche Entwicklung wird vor allem durch die Ergebnisse der Untersuchung von Habibi und Kolleg*innen bestätigt. Gleichzeitig belegt die Studie die wichtige Rolle der musikalischen Ausbildung bei der Aneignung von Fähigkeiten, welche für die soziale und geistige Entwicklung von großer Bedeutung sind (Habibi et al., 2016). Dies ist umso bedeutender, als die genannten Resultate bei Kindern aus benachteiligten Verhältnissen nachgewiesen wurden.

Dass Musikunterricht bei Kindern zu einer langfristigen Verbesserung der verbalen, visuell-räumlichen und mathematischen Leistungsfähigkeit führt, wurde ebenso durch Forschungsergebnisse nachgewiesen (Schlaug et al., 2005). Zudem konnte belegt werden, dass sich langfristiger Musikunterricht positiv auf den IQ und die schulischen Fähigkeiten von sechs- bis elfjährigen Kindern auswirkt (Schellenberg, 2006). Kinder mit Sprach- und Entwicklungsstörungen können überdies durch gezieltes und intensives musikalisches Training gefördert werden und davon in hohem Maße profitieren (Wan & Schlaug, 2010; Lim, 2010; Flecker, 2018). Ebenso zeigen Untersuchungen, dass das Erlernen von Verknüpfungen von Graphemen und Phonemen mit Musiknoten das Schreiben und Lesen von Kindern mit Legasthenie verbessert (Jäncke, 2009).

Musikalische Interventionen wirken sich jedoch nicht nur auf neuronaler Ebene aus. Ein Instrument zu spielen, gemeinsam zu singen und zu musizieren, Konzerte zu besuchen oder auch nur Musik alleine oder in der Gruppe zu hören, hat eine ebenso motivierende wie positiv-emotionale Wirkung (Reybrouck et al., 2018). Der mit dem Musizieren oder Singen verbundene Belohnungswert von Musik in sozialen Interaktionen und das damit einhergehende Wohlbefinden kann gleichfalls die Plastizität des Gehirns beeinflussen (Herholz & Zatorre, 2012).

Um die Musikalität von Kindern zu fördern, ist dennoch eine aktive musikalische Betätigung entscheidend. Wichtige Prinzipien sind dabei stets die Lust am Tun und die Lust am Lernen. Diese Grundsätze stehen dabei in enger Verbindung mit der aus der Hirnforschung bekannten These, dass Neues und Spannendes sehr schnell gelernt wird. Miteinzubeziehen sind hier ebenso die Grundsätze der Neurodidaktik, welche darin bestehen, die Lernprozesse an die neurobiologischen und neurophysiologischen Bedingungen des Gehirns anzupassen.

Literatur

- Alluri, V., Toiviainen, P., Jääskeläinen, I. P., & Glerean, E. (2012). Large-scale brain networks emerge from dynamic processing of musical timbre, key and rhythm. *NeuroImage*, *59*, 3677–3689.
<https://doi:10.1016/j.neuroimage.2011.11.019>
- 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. *Hum Brain Mapping*, *5*(3), 206–215.
[https://doi:10.1002/\(SICI\)1097-0193\(1997\)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7](https://doi:10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7)
- 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*(2), 111–130.
[https://doi:10.1016/s0022-0965\(02\)00124-8](https://doi:10.1016/s0022-0965(02)00124-8)
- Chatterjee, D., Hegde, S., & Thaut, M. (2021). Neural plasticity: The substratum of music-based interventions in neurorehabilitation. *NeuroRehabilitation*, *48*(2), 155–166.
<https://doi:10.3233/NRE-208011>
- Doidge, N. (2008). *Neustart im Kopf. Wie sich unser Gehirn selbst repariert* (3. Aufl.). Campus.
- Flecker, G. (2018). Mit Musik Worte fließen lassen. Sprachentwicklungs- und Redeflussstörungen bei Kindern im musikpädagogischen und -therapeutischen Kontext. *mitSPRACHE*, *50*(1), 17–28.
- Fuchs, M. (2010). *Musik in der Grundschule neu denken – neu gestalten. Theorie und Praxis eines aufbauenden Musikunterrichts*. Helbling.
- Gruhn, W. (2003). *Kinder brauchen Musik. Musikalität bei kleinen Kindern entfalten und fördern*. Beltz Verlag.
- Gruhn, W. (2005). *Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens* (2. Aufl.). Georg Olms Verlag.

- Habibi, A., Cahn, B. R., Damasio, A., & Damasio, H. (2016). Neural correlates of accelerated auditory processing in children engaged in music training. *Developmental Cognitive Neuroscience, 21*, 1–14.
<https://doi:10.1016/j.dcn.2016.04.003>
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron, 76*(3), 486–502.
<https://doi:10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Huotilainen, M. (2018). Insight of brain research in education – music practice and embodiment to enhance learning. *AMK-lehti/UAS journal*.
<https://uasjournal.fi/in-english/insights-of-brain-research-in-education>
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). Musical Training Shapes Structural Brain Development. *The Journal of Neuroscience, 29*(10), 3019–3025.
<https://doi:10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009>
- Jäncke, L. (2009). Music drives brain plasticity. *F1000 Biology Reports, 78*(1), 1–6.
<https://doi:10.3410/B1-78>
- Jäncke, L. (2020). Selbst ist das Hirn. *Spektrum Kompakt, 9*, 4–15.
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2014). Hebbian learning and predictive mirror neurons for actions, sensations and emotions. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 369*(1644).
<https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0175>
- Lim, H. A. (2010). Effects of “Developmental Speech and Language Training through Music” on Speech Production in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Music Therapy, 47*(1), 2–26.
<https://doi.org/10.1093/jmt/47.1.2>
- Münste, T. F., Altenmüller, E., & Jäncke, L. (2002). The musician’s brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(6), 473–478.
<https://doi:10.1038/nrn843>
- Petsche, H. (1997). Musikalität im Blickwinkel der Hirnforschung. In J. Scheidegger & H. Eiholzer (Hrsg.), *Persönlichkeitsentfaltung durch Musikerziehung* (S. 81–96). Musikedition Nepomuk.
- Reybrouck, M., Vuust, P., & Brattico, E. (2018). Music and Brain Plasticity: How Sounds Trigger Neurogenerative Adaptions. In Chaban, V. V. (Eds.), *Neuroplasticity. Insights of Neural Reorganization* (pp. 85–103). IntechOpen.
<https://doi:10.5772/intechopen.74318>
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology, 98*(2), 457–468.
<https://doi:10.1037/0022-0663.98.2.457>
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staiger, J. F., & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia, 33*(8), 1047–1055.
[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00045-5](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00045-5)
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of Music Training on the Child’s Brain and Cognitive Development. *The Neurosciences and Music II: From Perception to Performance, 1060*(1), 219–230.
<https://doi.org/10.1196/annals.1360.015>

- Spitzer, M. (2002). *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Schattauer.
- Spitzer, M., & Herschkowitz, N. (2019). *Wie Kinder denken lernen. Die kognitive Entwicklung vom 1. bis 12. Lebensjahr* (3. Aufl.). mvg.
- Spitzer, M. (2022). *Das musikalische Gehirn. Wie Musik auf uns wirkt*. mvg.
- Stadelmann, W. (2011). Ästhetische Bildung als Beitrag zur Begabungsförderung. Am Beispiel von Musik und Bildnerischem Gestalten. *news&science*, 28(2), 4–9.
https://phsalszburg.at/wp-content/uploads/2023/01/ns_28_web.pdf
- Steele, C. J., Bailey, J. A., Zatorre, R. J., & Penhune, V. B. (2013). Early Musical Training and White-Matter Plasticity in the Corpus Callosum: Evidence for a Sensitive Period. *The Journal of Neuroscience*, 33(3), 1282–1290.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3578-12.2013>
- Trepel, M. (2017). *Neuroanatomie. Struktur und Funktion* (7. Aufl.). Elsevier.
- Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. *Neuroscientist*, 16(5), 566–577.
<https://doi:10.1177/1073858410377805>
- Weitzmann, B. (2021). *Neuroplastizität. Umdenken durch Lernen, Anpassung und Erfahrung*. Concepto Keiko.
- Wesseldijk, L. W., Mosing, M. A., & Ullén, F. (2021). Why Is an early Start of Training Related to Musical Skills in Adulthood? A Genetically Informative Study. *Psychological Science*, 32(1), 3–13.
<https://doi:10.1177/0956797620959014>

Endnoten

¹ Der mit der Hebb-Synapse beschriebene Vorgang wird auch als Hebb'sche Lernregel bezeichnet (Gruhn, 2003, S. 72).

² Jäncke bezeichnet in diesem Zusammenhang Längsschnittstudien als den Goldstandard in der Plastizitätsforschung (Jäncke, 2009, S. 2).

³ Das Corpus callosum ist eine quer verlaufende Faserverbindung zwischen den beiden Großhirnhälften. Es spaltet das Großhirn funktionell in eine mehr „nonverbal-musische“ und eine mehr „verbal-analytische“ Hälfte (Trepel, 2017, S. 245).