
INHALT:

Wer Fühlen will, muss hören“
von Dr. med. Thomas Stegemann
Die nächsten Konzerte im Jenisch Haus

Seite 1

Seite 6



Der Musiktherapeut und Psychiater Dr. med. Thomas Stegemann liefert einen Beitrag zum Thema Neurobiologie und Musik. Darin geht es um die Aufnahme und Verarbeitung von Musik

*** „Wer fühlen will, muss hören“¹ –**

*Neurobiologische Grundlagen zur Wahrnehmung und
Verarbeitung von Musik von Dr. med. Thomas Stegemann*

*„Das Auge führt den Menschen hinaus in die Welt –
das Ohr führt die Welt in den Menschen“*

Zen-Spruchwort

Der Wiener Arzt Franz Joseph Gall (1758 – 1828) war über Untersuchungen bei Tieren und Menschen zu der Auffassung gekommen, dass die seelischen Anlagen auf der Oberfläche der Hirnrinde saßen. Anfang des 19. Jahrhunderts begründete er seine „Schedellehre“, die „Phrenologie“, und stieß mit seinen öffentlichen Demonstrationen bei Laien und Fachleuten gleichermaßen auf großes Interesse. Gall unterschied 27 Grundfakultäten, d.h. Fähigkeiten oder Veranlagungen, die ihren Sitz jeweils in einem „Gehirnorgan“ hätten: dazu gehörten neben dem „Fortpflanzungstrieb“, „Würg- und Mordsinn“ unter anderem auch der „Tonsinn“, welchen er über der äußeren Wölbung des Augenbogens lokalisierte. Im Jahre 1806 schrieb er:



„Und dieser Tonsinn muß an dem bezeichneten Orte seinen Sitz haben, da man an allen Menschen und Thieren, welche die Fähigkeit haben, Töne aufzufassen und selbst hervorzubringen, zum Beispiel Papagayen, Elstern, Raben, Gimpeln und allen männlichen Singvögeln jene beyden Erhabenheiten über den äußeren Augenbogenwinkeln bemerkt, dagegen sie sich bey andern Vögeln und Thieren, welchen dieser Sinn abgeht, zum Beispiel bey Pfauen, Hunden et cetera so wie bey Menschen, welche nicht einmal Musik gern hören, gar nicht finden. An großen Musikern, zum Beispiel bey Mozart, Gluck, Haydn, Viotti und anderen mehr findet sich dieses Organ in ausgezeichneter Größe. – Es umfasst zugleich den Sinn für Takt und Rhythmus, und findet sich sogar oft bey Taubstummen, die dann auch so gut nach dem Takte einer Musik zu tanzen im Stande sind, als ob sie das feinste Gehör hätten“ (Gall 1806; zitiert nach Schott, 2002).

¹ So lautete der Slogan des Radiosenders SWR in Anlehnung an ein Sprichwort, welches die schmerzhaften Auswirkungen des Ungehorsam-Seins beschreibt.

Was wissen wir heute – gut 200 Jahre später – über die „Musik im Kopf“, wie es der Ulmer Psychiater Manfred Spitzer (2002) in seinem Buch betitelt? Welche Erkenntnisse zur **Neuroanatomie der Wahrnehmung** sowie der **emotionalen Verarbeitung von Musik** im Gehirn wurden mittels neuer Untersuchungsmethoden während der letzten zwei Jahrzehnte gewonnen?

Zur Beantwortung dieser Fragen möchte ich Sie, die Leserin oder den Leser, zu einem etwas ungewöhnlichen Gedankenexperiment einladen: Stellen Sie sich vor, Sie wären der Kammerton „a“ (wenn Sie eine Stimmgabel oder ein Klavier zur Hand haben, spielen Sie sich den Ton vor). Wir nehmen weiter an, dass sich quasi in Hörweite ein menschliches Wesen befindet. Dann würden Sie sich als Schallwelle mit 440 Schwingungen pro Sekunde (Hertz) auf dessen Ohren zubewegen. Zunächst treffen Sie auf die Ohrmuschel (der Einfachheit halber beschränken wir uns im Folgenden auf den Singular, d.h. beispielsweise auf das linke Ohr).



Die Form der Ohrmuschel bewirkt, dass der von vorne kommende Schall anders klingt als der von hinten. Dadurch können wir Menschen bereits mit einem Ohr räumlich hören, d.h. wir können unterscheiden, ob sich die Schallquelle vor, neben oder hinter uns befindet.

Nun führt uns der Weg weiter durch den ca. 2,5 cm langen Gehörgang. Durch seine besondere Form werden wir als Ton etwas lauter.



Zusammen mit der Ohrmuschel bildet der Gehörgang das äußere Ohr. Während sich die Funktion der Ohrmuschel mit der eines Trichters vergleichen lässt, entspricht die Wirkungsweise des Gehörgangs der einer Orgelpfeife. Wie diese verstärkt er eingehende Schwingungen um mehrere Dezibel; dies gilt insbesondere für Frequenzen, die für das Verständnis von Sprache wichtig sind.

Als nächstes kommen wir an die Grenze zum Mittelohr. Eine große weißlich schimmernde Membran tut sich vor uns auf – das Trommelfell. Dahinter liegt die mit Luft gefüllte Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen.



Das Trommelfell und die Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss und Steigbügel) bilden die Verbindung zum Innenohr. Sie fungieren dabei nicht nur als Schallbrücke, sondern vermindern die Verluste der Schwingungsenergie, die beim Übergang von Luft zur Innenohrflüssigkeit auftreten. Dadurch wird, je nach Frequenzbereich, ein Gewinn an Hörvermögen um 10 – 20 dB erzielt.

Über das „ovale Fenster“, auf welchem der Steigbügel ähnlich wie der Kolben einer Spritze beweglich fixiert ist, kommen wir ins Innenohr.



Das Innenohr umfasst zwei Sinnesorgane: Zum einen das Hörorgan, welches wegen seiner Form Schnecke (Cochlea) genannt wird und zum anderen das Gleichgewichtsorgan (die Bogengänge). Die Schnecke hat zweieinhalb Windungen und besteht aus drei flüssigkeitsgefüllten Kanälen, die durch Membranen voneinander getrennt sind. Die Aufga-

be des Hörorgans besteht darin, Schwingungen in Nervenimpulse zu verwandeln. Dies erfolgt über die so genannten Haarzellen. Diese reagieren auf die Auslenkung von sehr feinen Fortsätzen, die in eine gallertartige Masse (Tektorialmembran) hineinragen. Ausgelöst wird diese Auslenkung durch eine Wanderwelle, die sich entsprechend der Schallfrequenz innerhalb der Schnecke fortpflanzt. Sehr hohe Frequenzen stimulieren die am Beginn der Schnecke liegenden Haarzellen, tiefere Frequenzen (zu denen auch unser Kammerton „a“ mit seinen 440 Hz zählt) wandern bis weit in das Innere der Windungen. Der Schall wird so in seine spektralen Komponenten zerlegt, wobei jeder Frequenz ein bestimmter Ort zugeordnet ist. Man spricht daher von einer Frequenz-Ortsabbildung oder der Ortstheorie. Diese Aufspaltung der Frequenzen durchzieht als ein Grundprinzip das gesamte Hörsystem.

Als Ton haben Sie inzwischen also quasi zwei Metamorphosen durchlaufen: zunächst von der Schallwelle in der Luft zur Wanderwelle im Innenohr und nun zum elektrischen Impuls, der von den Haarzellen zum Hörnerv weitergeleitet wird.



Die wichtigsten folgenden Stationen des Hörsinns setzen sich zusammen aus dem Hörnerv, dem Hirnstamm, dem Thalamus („Tor zum Bewusstsein“) sowie dem primären Hörzentrum. Interessanterweise gibt es aber auch Verbindungen, die vom Thalamus direkt zur Amygdala (Mandelkern) und zu Arealen im Frontalhirn führen, die für die Verarbeitung emotionaler Reize zuständig sind.

Was jetzt passiert, lässt sich vielleicht am ehesten mit der Sicherheitskontrolle am Flughafen vergleichen: Sie – als Ton – werden in allen Einzelheiten analysiert.



Anders als am Flughafen erfolgt dies aber innerhalb von Millisekunden. Um im Bild zu bleiben: während also ein Teil langsam über das Förderband läuft, wird der andere Teil schnell durch den Metalldetektor durchgewinkt. Dieser schnellere Weg entspräche der schnellen Verbindung zum limbischen System (Mandelkern), wo quasi geprüft wird, ob Gefahr im Verzuge ist oder ob sich der Körper entspannen kann, weil das eingehende Geräusch zu einem schönen Musikstück und nicht zum Brüllen eines Säbelzahnigers gehört. Dieser Vorgang stellt eine schnelle Abfolge von „Serien-Parallel-Wandlungen“ dar. Darunter versteht man einen Prozess, bei dem nacheinander eintreffende Ereignisse – z.B. Sprachlaute oder Töne – zu einem einzigen Ereignis (ein Satz oder eine Melodie) zusammengefasst werden.

An dieser Stelle beenden wir unser kleines Gedankenexperiment. Wenn der Weg, den ein Ton vom äußeren Ohr bis zu Analyse im Gehirn nimmt, deutlicher geworden ist, so hat dieses Gedankenspiel seinen Zweck erfüllt.

Die nun folgenden Erläuterungen befassen sich mit der Frage, wie das Gehirn **die emotionalen Komponenten von Musik** verarbeitet. Wie wir schon festgestellt haben, werden schon in einer sehr frühen Verarbeitungsphase (nach ca. 100 ms) erste Querverbindungen zum semantischen Gedächtnis² und zu den emotionsverarbeitenden Zentren hergestellt.

² Gedächtnis für gelerntes Faktenwissen (erlaubt z.B. die Zuordnung einer Melodie zu einem bestimmten Stück)

Einen interessanten Ansatz zu diesem Themenkomplex haben zwei schwedische Forscher (Juslin und Västfjäll, 2008) entwickelt, die eine Reihe von allgemeineren Wirkmechanismen formuliert haben, über die Musik Emotionen auslösen kann: Hirnstammreflexe, evaluative Konditionierung, emotionale Ansteckung, visuelle Bilder, episodisches Gedächtnis, musikalische Erwartung und kognitive Bewertung.

Dazu ein Beispiel: die „emotionale Ansteckung“ könnte sich in einer Situation ergeben, in der jemand im Konzert sitzt und dem Decrescendo der Musik lauscht. Der traurige, einer menschlichen Stimme ähnelnde Klang eines Cellos, das eine langsame, im Legato vorgetragene, abfallende Melodie mit starkem Vibrato spielt, ruft in ihm die gleiche traurige Stimmung hervor, die sich auch in der Musik ausdrückt.

Mechanismen wie „episodisches Gedächtnis“ („ich erinnere mich an das Konzert im letzten Sommer“) oder „kognitive Bewertung“ („ich hasse Marschmusik“) weisen darauf hin, dass wir es mit höchst individuellen Reaktionen zu tun haben, wenn es um die emotionale Verarbeitung von Musik geht. Demgegenüber gibt es jedoch auch Mechanismen, die sich verallgemeinern lassen. So gelang es den kanadischen Forschern Anne Blood und Robert Zatorre im Jahr 1999 Änderungen in der Hirndurchblutung beim Musikhören nachzuweisen. In einer Stichprobe von zehn Probanden wurde in einer experimentellen Studie mittels PET³ untersucht, welche Hirnareale beim Anhören der jeweiligen Lieblingsmusik („Gänsehaut-feeling“) aktiviert oder herunterreguliert werden (d.h. stärker oder weniger stark durchblutet). Die Ergebnisse aus dieser Untersuchung werden von Spitzer (2002) wie folgt zusammengefasst: „Musik bewirkt prinzipiell das Gleiche wie andere biologisch außerordentlich wichtige Reize wie beispielsweise Nahrung oder soziale Signale. Sie stimuliert das körpereigene Belohnungssystem, das auch durch Sex oder Rauschdrogen stimuliert wird und das mit der Ausschüttung von Dopamin und von endogenen Opioiden einhergeht.“

Umgekehrt wird durch angenehm empfundene Musik die Aktivierung zentralnervöser Strukturen, die unangenehme Emotionen wie Angst und Aversion signalisieren, gemindert. Musik, die der Hörer mag, wirkt gleich auf doppelte Weise angenehm. Zusätzlich führt Musik zur Aktivierung von Strukturen, die für Wachheit und Aufmerksamkeit wichtig sind (Thalamus und ACC⁴), und könnte auf diese Weise weitere günstige Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Menschen haben“ (S. 397).

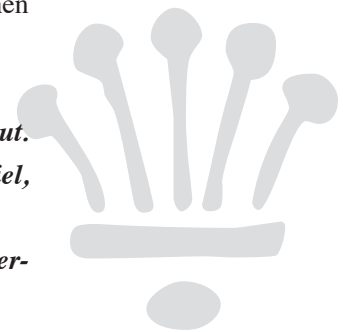
Die Beteiligung dieser, aber auch anderer Hirnareale konnte in späteren Untersuchungen bestätigt werden. Dabei zeigte sich, dass Musik charakteristische Netzwerke von Nervenzellen aktiviert, die auch in verschiedenen Lernprozessen sowie bei der Vermittlung von Verstärkung und Belohnung eine zentrale Rolle spielen.

Neben den o.g. vorübergehenden funktionellen Reaktionen des Gehirns beim Musikhören

ist mittlerweile ebenfalls gut belegt, dass Musik bzw. Musizieren das Gehirn nachhaltig, d.h. auf struktureller Ebene, verändern kann. Dies zeigt sich beispielsweise im Vergleich von professionellen Musikern und Nicht-Musikern: Intensives Training (Üben) ist mit ausgeprägten Veränderungen in Hirnbereichen gekoppelt, die beim Musizieren besonders aktiv sind. Dies betrifft bei Streichern z.B. die Ausdehnung der Hirnregionen, die für die Motorik der linken Hand zuständig sind, oder bei Pianisten die Verbindung der beiden Hirnhälften. Die neurowissenschaftlichen Methoden, die bei derartigen Untersuchungen zum Einsatz kommen, sowie die wichtigsten Ergebnisse auf diesem Gebiet sind an anderer Stelle ausführlich dargestellt (Stegemann, 2005).

Zusammenfassend lässt sich heute – 200 Jahre nach dem Wirken von Franz Joseph Gall – konstatieren, dass sich die Musikalität eines Menschen zwar nicht anhand seiner Kopfform ablesen lässt, dass aber Musikhören und vor allem das aktive Musizieren durchaus ihre Spuren im Gehirn hinterlassen und es somit verändert wird. Die Forschung in diesem Bereich, insbesondere zur emotionalen Verarbeitung von Musik, steckt noch in den Kinderschuhen. Manch „Sensationsfund“ – wie z.B. der so genannte „Mozart-Effekt“⁵ – stellte sich später als wissenschaftlich nicht haltbar heraus. Insofern liegt noch ein weiter Weg vor uns, um das Wunder Mensch und den Zauber der Musik besser verstehen zu lernen.

Dr. med. Thomas Stegemann, Kinder- und Jugendpsychiater und Musiktherapeut. Gitarrenstudium in Los Angeles, USA; danach Medizinstudium in Mainz und Kiel, anschließend Aufbaustudium Musiktherapie in Hamburg. Arbeitet als lfd. Oberarzt an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf.



³ Positronen-Emissions-Tomographie; ein bildgebendes Verfahren der Nuklearmedizin, durch das z.B. Aktivierungsveränderungen im Gehirn dargestellt werden können.

⁴ Anteriores Cingulum; Teil des limbischen Systems

⁵ Hypothese, dass sich das räumliche Vorstellungsvermögen durch das Hören klassischer Musik, insbesondere durch Musik von W.A. Mozart, verbessern lässt.

Literatur:

Jäncke, L. (2008): *Macht Musik schlau?* Huber, Bern.

Juslin, P. N., Västfjäll, D. (2008): *Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. Behavioral and Brain Sciences* 31, 559-621.

Klinke, R. (2005): *Hören und Sprechen: Kommunikation des Menschen. In: Klinke, R., Pape, H.-C., Silbernagl, S.: Physiologie. Thieme, Stuttgart.*

Schott, H. (2002): *Schädel, Hirn und Seele – Ursprung der modernen Neurowissenschaft. Deutsches Ärzteblatt* 99, 21: 1186-88.

Spitzer, M. (2002): *Musik im Kopf. Schattauer, Stuttgart.*

Stegemann, T. (2005): *Zur Bedeutung bildgebender und elektromagnetischer Verfahren für Musik und Musiktherapie. Jahrbuch der Musiktherapie, Band 1. 83-95. Reichert, Wiesbaden.*



im Weißen Saal des Jenisch Hauses

Die nächsten Konzerte finden statt am

Freitag, 9. April 2010 um 19.30 Uhr

Samstag, 10. April 2009 um 19 Uhr

SÉRÉNADE

ENSEMBLE OBLIGAT HAMBURG

Kammermusik für Flöte, Violine, Viola und Violoncello

Werke von Ludwig van Beethoven, Max Reger, Nicolas Bacri u.a.

Freitag, 11. Juni 2010 um 19.30 Uhr

Samstag, 12. Juni 2010 um 19 Uhr

SPANISCHE NACHT

ENSEMBLE ACHT

Kammermusik für Streicher und Bläser

Werke von George Bizet, Manuel de Falla, Oriol Cruixent (UA) u.a.

Eintritt: 25,- / 15,- €

Stiftung Historische Museen Hamburg

JENISCH HAUS Museum für Kunst und Kultur an der Elbe

Baron-Voght-Str. 50, 22609 Hamburg

Kartenvorverkauf im Jenisch Haus, Telefon 040 / 82 87 90

Konzertkasse Gerdes, Telefon 040 / 44 02 98

und an allen bekannten Hamburger Vorverkaufsstellen

nähere Informationen unter www.kammermusik-heute.de

Um Kammermusik neu zu erleben, bedarf es Ihrer aktiven Mithilfe!
Unterstützen Sie die aktuellen Projekte des Vereins kammermusik heute e.V.!

Impressum:

Herausgeber: kammermusik heute e.V.,

Quellentall 10, 22609 Hamburg

Kto-Nr: 42 235 205, BLZ 200 100 20, Postbank Hamburg

www.kammermusik-heute.de

kontakt@kammermusik-heute.de