



Institut für Musikpädagogische Forschung der  
Hochschule für Musik und Theater Hannover

## **Mono 12**

Musik: gehört, gesehen und erlebt

Festschrift Klaus-Ernst Behne zum 65. Geburtstag

Herausgegeben von

Claudia Bullerjahn, Heiner Gembris  
und Andreas C. Lehmann

IfMpF-Monografie Nr. 12

Hannover 2005



Eckart Altenmüller und Reinhard Kopiez

## Schauer und Tränen: zur Neurobiologie der durch Musik ausgelösten Emotionen

Klaus-Ernst Behne in Freundschaft und Dankbarkeit zum 65. Geburtstag gewidmet

### 1. Musik als soziales Phänomen

Es ist ein Allgemeinplatz, dass Musik besonders starke Emotionen auslösen kann. Musizieren und Musikhören wird von der Mehrzahl der Deutschen immer noch als die wichtigste Freizeitbeschäftigung angesehen. Etwa vier Millionen Mitbürger musizieren regelmäßig an einem Instrument oder singen in einem Chor (Gembris 1998). Die neurobiologischen und anthropologischen Grundlagen dieser Vorliebe für Musik sind bislang wenig erforscht. Es ist weitgehend ungeklärt, wie Musik ihre Wirkungen auf die Emotionssysteme entfaltet. Offen ist auch, ob musikalische Ausdrucksmittel universell, Kultur übergreifend, ähnliche Reaktionen bei Hörern auslösen. Grundsätzlich stellt sich schließlich die Frage, warum Musik als zweites Kommunikationssystem neben der Sprache bis in die Neuzeit erhalten blieb.

Bevor wir uns der Frage nach der emotionalen Wirkung von Musik zuwenden, beginnen wir mit dem Versuch einer Definition von Musik. Im weitesten Sinn kann Musik als nach Regeln gestaltetes, in der Zeit strukturiertes akustisches Muster verstanden werden. In dieser reduktionistischen Musikdefinition fehlt allerdings noch eine wesentliche Eigenschaft von Musik, nämlich ihr kommunikativer Aspekt. Man sollte also eher sagen, *Musik ist die bewusst gestaltete, zeitlich strukturierte Ordnung von akustischen Ereignissen in sozialen Kontexten*. Als Argument für diese erweiterte Definition kann angeführt werden, dass Musik in zahlreichen sozialen Kontexten stattfindet und häufig spezifische Funktionen erfüllt. Ein viel zitiertes Beispiel sind die Wiegenlieder, die der

Mutter-Kind-Bindung und wahrscheinlich auch dem Spracherwerb dienen (Trehub 2003). Als weiteres Beispiel wird oft die Rolle von Musik bei der Werbung um Sexualpartner herangezogen (Miller 2000). Hier handelt es sich möglicherweise um die Demonstration verborgener Qualitäten. Man kann sich gut vorstellen, dass das Singen eines jungen Mannes nicht nur ästhetischen Zwecken dient, sondern auch Auskunft über seine Gesundheit geben kann. Denn ein kräftiger Sänger leidet höchst wahrscheinlich nicht unter einer floriden Lungentuberkulose, eine Information, die immerhin bis zu Beginn des letzten Jahrhunderts für eine potentielle Eheschließung von großer Bedeutung war. Die starke emotionale Wirkung, die von kräftigen Männerstimmen ausgeht, – man denke an das berühmt-berüchtigte ›hohe C‹ der Tenöre – könnte also mit einer derartigen Demonstration von Fitness in Zusammenhang gebracht werden. Aber es sind nicht nur die verborgenen Qualitäten des Musikers, sondern auch direkte akustische Merkmale von Musik, die bestimmte Wirkungen entfalten. So wissen wir heute, dass ausdrucksvolles Musizieren zur Ausschüttung von Endorphinen führen kann, wodurch Glücksgefühle ausgelöst werden, die beim gemeinschaftlichen Hören der Intensivierung einer Bindung dienen können (Panksepp/Bernatzki 2002).

Auf der Gruppenebene kommt Musik eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit Tanz zu. Tanz wird in zahlreichen Gesellschaften bei religiösen Festen und gesellschaftlichen Riten eingesetzt. Tanz fördert soziale Bindung und scheint über eine verstärkte Oxytocin-Ausschüttung der Hypophyse eine stabilere Gedächtnisbildung zu bewirken (Huron 2003). Damit wird die Erinnerung an ein spezifisches Gruppen Erlebnis gefördert. In ähnlicher Weise wird Musik als Markersignal von Gruppenidentität bei zahlreichen anderen Gelegenheiten eingesetzt. Man denke nur an Nationalhymnen, Fußballgesänge und an die Identität stiftende Wirkung, die bestimmte Lieder von ethnischen Minderheiten in einem Staatswesen haben (Kopiez/Brink 1998). Ein eindrucksvoller Hinweis auf die Wertschätzung, die Musik als Mittel zur Organisation sozialer Gruppen genießt, ist der Einsatz von Musik beim Militär. Möglicherweise ist hier der vorrangige Zweck des Musizierens die Verhaltenssynchronisation. Dies kann auch beim Einsatz von Musik in der

Arbeitsorganisation, etwa als ›Spinnerlied‹, ›Dreschegefang‹ etc. angenommen werden. Wie William H. McNeill (1995) in seiner kulturgeschichtlichen Untersuchung über die sozialen und evolutionären Funktionen der Bewegungssynchronisation aufzeigt, haben gemeinsam und synchron ausgeführte rhythmische Bewegungen wie sie zum Beispiel beim Tanzen eingesetzt werden hauptsächlich eine gruppenbindende Funktion. Dies ergibt evolutionär auch Sinn: Erst durch die soziale Organisationsform der Gruppe konnte sich die Spezies *homo sapiens* gegenüber Tierspezies sowohl bei der Jagd als auch beim Schutz der Gruppenmitglieder durchsetzen. Diese Fähigkeit zur sozialen Organisation wäre evolutionär mindestens genauso bedeutsam wie der Werkzeuggebrauch, und Musik hätte aus dieser Sicht eine zentrale Bedeutung<sup>1</sup>. Naturgemäß sind derartige Funktionen von Musik heute mit der Differenzierung und Individualisierung von Arbeitsvorgängen in den Hintergrund gedrängt worden. Als weitere Eigenschaft sozialer ›Wirkung‹ von Musik kann ihr Einsatz als Heilmittel angesehen werden. Musizieren kann zu einer verbesserten Körperabwehr führen und kann Angst lösend wirken. In vielen Kulturen wird Musik als begleitende Therapie bei medizinischen Eingriffen durchaus sinnvoll eingesetzt<sup>2</sup>.

Zusammenfassend spricht der vielfältige Einsatz von Musik in sozialen Interaktionen für ihre wichtige Funktion bei der Organisation und Motivation von Gruppen. Nur durch eine starke Wirkung auf die Emotionssysteme können diese Funktionen erreicht und erhalten werden.

## II. Was sind Emotionen?

*Eine Emotion ist eine Reaktion auf einen bestimmten Reiz auf der Grundlage der Reizbewertung.* Diese zunächst sehr allgemein gehaltene Definition ist mit den Sichtweisen von Zoologen, Neurobiologen und Psychologen vereinbar. Die *Reaktion* hängt von der *Motivation* ab, die wiederum an Hormone und Aktivität bestimmter neuronaler Netzwerke ge-

<sup>1</sup> Für weitere Ausführungen zu diesem Thema sei auf den Artikel von Reinhard Kopiez (2005) verwiesen.

<sup>2</sup> Eine Übersicht hierzu findet man bei Jaak Panksepp und Günter Bernatzki (2002).

bunden ist. Darüber hinaus hängen Emotionen von der *Erfahrung* ab, das heißt, sie sind Lernvorgängen unterworfen. Auch die Art der *Reizbewertung* kann entweder angeboren sein oder durch Lernen modifiziert werden. Im Zusammenhang mit der Emotionsdefinition bezeichnet der Begriff *Motivation* die Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Reiz aufgesucht beziehungsweise gemieden wird. Mit einem derartigen Wahrscheinlichkeitsmaß können in der Tierphysiologie Rückschlüsse auf mögliche von Tieren ›erlebte‹ Emotionen gezogen werden. Beim Menschen ist ein objektives Maß der Motivation weniger wichtig, da hier die Möglichkeit besteht, durch Introspektion Berichte über Gefühle zu erhalten.

Die oben aufgeführten trockenen Definitionen sollen an einem Beispiel erläutert werden: Man stelle sich den Besuch der Aufführung von Johann Sebastian Bachs *Matthäuspassion* in einer altehrwürdigen Kathedrale am Karfreitagabend vor. In einer anrührenden Szene kurz nach dem Verhör durch die Hohenpriester wird Jesus von Pilatus der Menge vorgeführt und Pilatus fragt »Welchen wollet ihr, dass ich Euch losgebe? Barrabam, oder Jesum, von dem gesagt wird, er sei Christus?«. Daraufhin schreit die von den Hohenpriestern angestachelte Menge »Barrabas«. Musikalisch ist der Barrabas-Ruf vom Komponisten durch einen plötzlichen, sehr lauten und harmonisch unerwarteten dissonanten Akkord des Chores und Orchesters realisiert worden. Auch bei einem modernen Hörer führt dieser unerwartete Klang häufig zu einer starken emotionalen Reaktion, die sich unter anderem in einem den Rücken hinunter laufenden ›Schauer‹, in einem ›Gänsehautgefühl‹ manifestieren kann.

Die oben genannten Begriffe sollen nun auf dieses Phänomen angewandt werden. Der *Reiz* ist das von Chor und Orchester produzierte akustische Signal. Die *Reaktion* ist die unwillkürliche Aufrichtung der Körperbehaarung, ein vom autonomen Nervensystem ausgelöster Reflex, der uns als Gänsehaut bewusst wird. Die *Reizbewertung* ist im genannten Beispiel nicht ganz eindeutig. Eine angeborene Form der Reizbewertung wäre das Erschrecken durch die plötzliche Zunahme der Lautstärke. Die Reizbewertung wäre dann etwa so zu umschreiben: »Vorsicht, es tritt etwas Neues auf, ich muss aufpassen, dass mir nichts

passiert«. Diese Reizantwort wird in der neurobiologischen Sprache als ›Orientierungsreaktion‹ bezeichnet und erfolgt sehr rasch und unbewusst. Eine erlernte Form der Reizbewertung wären Gefühle des Mitleides beim Gedanken, dass hier ungerechterweise ein unschuldiger Mensch und Wohltäter vom Mob zum Tod verurteilt wird. Die *Motivation* wird bei den meisten Zuhörern hoch sein, da sie in der Regel wach und aufmerksam sind und ja auch freiwillig die Aufführung aufgesucht haben. Allerdings kann die Motivation durch eine besonders langweilige, qualitativ schlechte Aufführung sinken, und dann wäre es mehr als fraglich, ob bei einem vor sich hin dösenden oder verärgerten Zuhörer überhaupt ein Gänsehauteffekt eintritt. Bei einem erfahrenen Hörer, der das Werk sehr gut kennt, kann sich umgekehrt schon in der Erwartung des starken musikalischen Momentes eine Gänsehaut einstellen, ja vielleicht kann schon die reine Imagination dieser Stelle dazu führen. Wir hätten es dann mit einem konditionierten Reiz-Reaktionsschema zu tun.

Der Versuch einer Übertragung der Emotionsdefinition auf dieses musikalische Beispiel macht auch die Schwierigkeiten beim Beschreiben von Emotionen deutlich. Subjektive Empfindungen werden nämlich nicht berücksichtigt, obwohl sie ein ganz wesentliches Element in unserem Emotionsverständnis ausmachen. Die Definition der Emotion muss also wie folgt erweitert werden:

*Beim Menschen versteht man unter einer Emotion ein Reaktionsmuster, das auf vier Ebenen wirksam wird:*

- (1) *als subjektives Gefühl,*
- (2) *als motorische Äußerung, zum Beispiel als Ausdrucksverhalten in Mimik, Gestik, und Stimme*
- (3) *als physiologische Reaktion des autonomen Nervensystems zum Beispiel in einer Gänsehaut und*
- (4) *als kognitive Bewertung.*

### III. Neurobiologie der Emotionen

Es existieren zahlreiche Emotionstheorien, die im Wesentlichen drei Ursprungstheorien zugeordnet werden können:

- (1) die James-Lange Theorie,
- (2) die Cannon-Bard Theorie und
- (3) die Lazarus-Schachter Theorie<sup>3</sup>.

Die James-Lange-Theorie besagt vereinfacht, dass man fühlt, nachdem der Körper reagiert hat. »Ich bin fröhlich, weil ich lache«. Ein auslösender Reiz erzeugt auf subkortikaler Ebene ohne zwangsläufige Einschaltung des Bewusstseins eine Erregung des autonomen Nervensystems und eine motorischen Aktion. Erst die bewusst wahrgenommene Erregung und die kognitive Interpretation der Handlung führen anschließend zur subjektiven Erfahrung einer Emotion.

Die zweite Theorie von Walter Cannon und Philip Bard dagegen postuliert, dass der auslösende Reiz zwei gleichzeitig ablaufende Reaktionen hervorbringt, nämlich die physiologische Erregung und die bewusste Wahrnehmung der Emotion. Keine der beiden Reaktionen bedingt die andere. Die Theorie geht also davon aus, dass die körperlichen Prozesse von den psychologischen unabhängig sind.

In einer dritten Theorie versuchten Richard Lazarus und Stanley Schachter beide oben genannten Vorstellungen stärker in den Kontext einzubinden, in dem eine Emotion ausgelöst wird. Der bewusst wahrgenommene emotionale Reiz und ein momentanes physiologisches Erregungsniveau bestimmen gemeinsam, wie die Bewertung von Erregung und Reiz erfolgen wird. Sie lösen dann an Hand von Situationshinweisen und Kontexten die Reaktion aus und führen gleichzeitig zur Emotionserfahrung.

Die Mechanismen der Verarbeitung von Emotionen und die beteiligten Hirnstrukturen sind in Abb. 12 dargestellt.

<sup>3</sup> Eine Übersicht hierzu findet sich bei Philip Zimbardo und Richard Gerrig (1999).

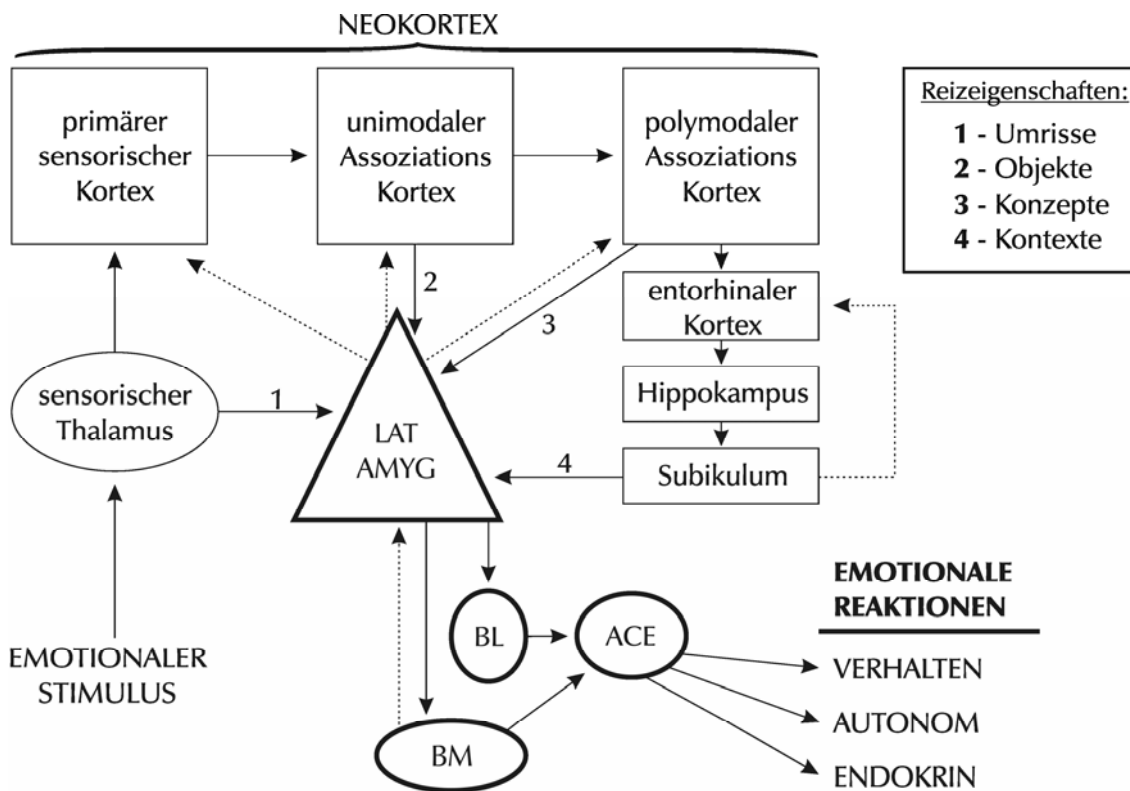


Abb. 12: Neurobiologische Mechanismen der Verarbeitung von Emotionen. »LAT AMYG« steht für laterale Amygdala, BL, BM und ACE sind weitere Teile des Nervenzellgebietes der Amygdala. Im Einzelnen handelt es sich um den basomedialen (BM), basolateralen (BL) und den zentralen Kern der Amygdala (ACE). Modifiziert aus Birbaumer/Schmidt (<sup>3</sup>1996)

Ein emotionaler Stimulus wird zunächst im sensorischen Thalamus kurzfristig verarbeitet. Auf einem schnellen, aber ungenauen Weg, der keine genaue Reizdiskrimination zulässt (Weg 1 in Abb. 12), gelangt die Information zu den lateralen Amygdala (Mandelkerne). Die Amygdala sind Hirnstrukturen, die tief im Innern des Gehirnes als Teile des Emotionen verarbeitenden limbischen Systems gelegen sind. Im Bereich der Amygdala wird über weitere Verschaltungen die emotionale Reaktion mit motorischem Verhalten, Reizantwort des autonomen Nervensystems und Hormonausschüttungen programmiert. Dieser schnelle Weg der Emotionsverarbeitung spielt vor allem in lebensbedrohlichen Situationen eine Rolle und gilt als der wichtigste Mechanismus der Angstkonditionierung.



Parallel zur oben geschilderten schnellen Reizverarbeitung wird die Großhirnrinde mit eingeschaltet (Weg 2). Die primären, beispielsweise in der Hörrinde des Schläfenlappens gelegenen Sinnesareale decodieren das empfangene Signal und leiten es weiter an den unimodalen Assoziationskortex. Dort wird das akustische Objekt als Musik identifiziert. Eine absteigende Bahn zu den Amygdala kann dann wiederum emotionale Reaktionen auslösen. Der polymodale Assoziationskortex schließlich bindet den identifizierten Reiz in bereits bestehende Konzepte ein (Weg 3) und ermöglicht über eine Kaskade von Erregungen im Bereich des unteren Stirnhirnlappens und der Gedächtnisstrukturen die Einbeziehung des Reizkontextes in die Bewertung der emotionalen Reaktion (Weg 4).

Die oben genannten Verarbeitungswege seien erneut an dem Beispiel aus der *Matthäuspassion* erläutert: Beim Hören des Barrabas-Rufes werden in einem sehr schnellen Verarbeitungsweg bereits im Bereich von Hirnstamm und Mittelhirn die Lautstärkeveränderungen, die ungewohnte Harmonie und die Klangfarben des mächtigen Chorgesanges cursorisch analysiert. Die Ergebnisse dieser groben Analyse werden an die lateralen Amygdala weitergegeben und lösen dort die Kaskade emotionaler Reaktionen aus (Weg 1). Die oben genannte Orientierungsreaktion wird über diesen Weg verschaltet und führt zu der schnellen Schreckreaktion und zur Gänsehaut. Parallel dazu wird die Musik an die primäre Hörrinde und an den unimodalen Assoziationskortex im Bereich der Schläfenlappen weitergegeben. Dort erfolgt die präzise Kategorisierung. Es wird erst jetzt bewusst erkannt, dass es sich um einen mächtigen Chorklang handelt. Erneut kann dies über die lateralen Amygdala emotionale Reaktionen auslösen (Weg 2). Im polymodalen Assoziationskortex wird dann der Chorklang mit schon früher erworbenen Konzepten verknüpft. Eine grundsätzlich positive Einstellung zu Chormusik, die Einordnung des harmonischen Geschehens in den musikalischen Zusammenhang, Vorstellungen über Barockmusik im Allgemeinen werden an dieser Stelle in die emotionale Bewertung mit eingebracht (Weg 3). Schließlich kann dieses musikalische Erleben mit zahlreichen biographischen Erinnerungen verbunden werden. Die Gedächtnisstrukturen des endorhinalen Kortex, des Hippokampus und des Su-

biculus stellen das eben Gehörte in einen Zusammenhang mit der Vergangenheit. Erinnerungen an früher gehörte Matthäuspasionen werden wach, liebe Menschen, mit denen das Werk damals gemeinsam gehört wurde, die Orte der Aufführung, und vergangene Lebensgefühle kommen in das Gedächtnis. Literarisch hat Marcel Proust in seinem Roman *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit* diese durch Musik ausgelösten Erinnerungstürme meisterhaft geschildert (Proust 1979).

Wichtig ist, dass die in Abb. 12 gezeigten neuronalen Bahnen teilweise auch in umgekehrter Richtung verlaufen. Die lateralen Amygdala können den primären sensorischen Kortex, den unimodalen Assoziationskortex und den polymodalen Assoziationskortex beeinflussen. Das heißt, unsere bewusste Wahrnehmung ist nie objektiv, sondern wird durch die in den Amygdala programmierten Emotionen affektiv eingefärbt. Die ›rosarote Brille‹, durch die alles gesehen wird drückt diesen Vorgang umgangssprachlich aus.

#### IV. Musik als emotionale Kommunikationsform

Nachdem die grundsätzlichen Vorgänge der Emotionsneurobiologie an einem Beispiel aus der *Matthäuspasion* erörtert wurden, soll im Folgenden spezifischer auf die Emotionen beim Musikhören eingegangen werden. Eine mögliche Betrachtungsweise ist, Musik als ein Modell akustischer Kommunikation von Emotionen aufzufassen. In Abb. 13 ist dies auf vereinfachte Weise dargestellt.

Auf der linken Seite im Modell befindet sich der Komponist, der neuartige Repräsentationen von Musik erzeugt und im Symbolsystem der Notenschrift dokumentiert. Der Interpret liest diese Noten und produziert akustische Signale, die beim Hörer eine Emotion auslösen. Die kompositorische Leistung hängt von den künstlerischen Konzepten ab, die der Komponist verfolgt. Kompositorische Erfahrung, der affektive Zustand beim Komponieren und die Motivation des Komponisten sind weitere Faktoren, von denen die Komposition beeinflusst wird. Auf der Seite des Interpreten hängt dessen Interpretation des Musikstückes ebenfalls von seinen künstlerischen Konzepten ab, darüber hinaus von seinen technischen Fertigkeiten, von seiner Erfahrung, seiner Motivation und von seiner Emotion im Moment der Interpretation. Signal-

theoretisch gesehen kann der Interpret also auch als Stör- oder Rauschfaktor betrachtet werden, der die Botschaft des Komponisten auf dem Weg zum Hörer nach bestimmten Gesichtspunkten aktiv filtert.

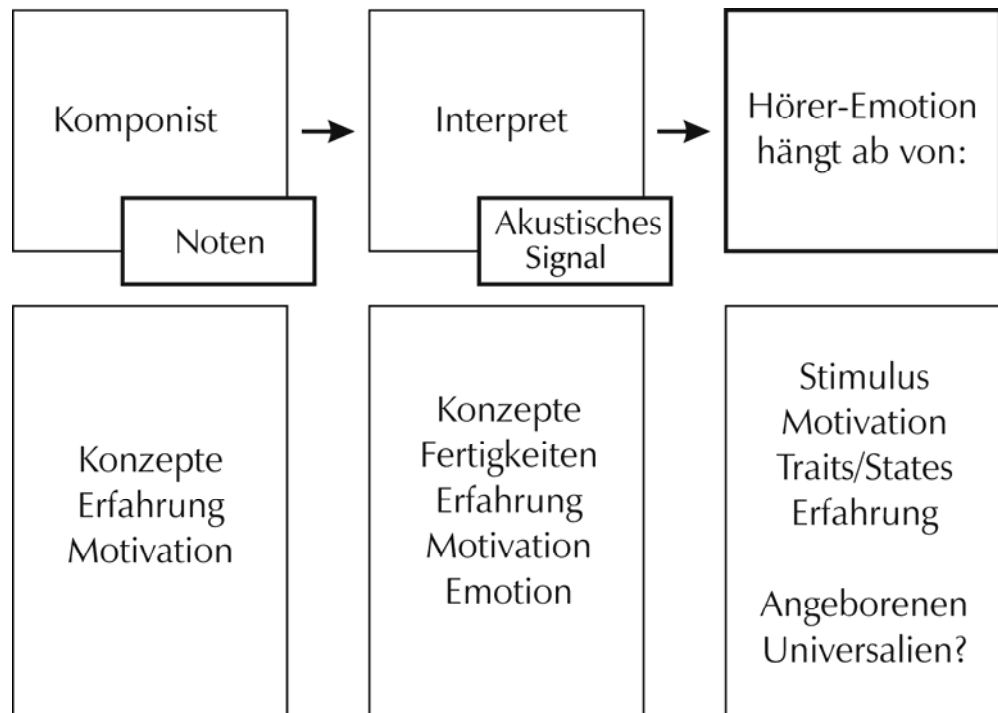


Abb. 13: Komponieren und Musizieren als Kommunikation von Emotionen

Beim Hörer hängt die Art der erzeugten Emotion nicht nur davon ab, was er hört. Wichtig für die emotionale Bewertung ist die momentane Motivation. Darüber hinaus spielen früh erworbene, eventuell angeborne Persönlichkeitsmerkmale mit Sicherheit eine wesentliche Rolle. Des Weiteren sind Hörerfahrung und Bekanntheitsgrad der gehörten Musik für das emotionale Erleben von Bedeutung. Schließlich kann spekuliert werden, dass angeborene emotionale Reaktionsmuster auf bestimmte akustische Signaleigenschaften Emotionen auslösen können. Die neurobiologischen Grundlagen dieser Höreremotionen sind noch so gut wie unbekannt.

Um darüber etwas präziseres Wissen zu erhalten, haben wir in Zusammenarbeit mit Klaus-Ernst Behne in einem Experiment untersucht, ob sich die Hirnaktivierung bei angenehm und unangenehm empfundener Musik (d. h. Musik mit positiver oder negativer Valenz) unterschei-

det. Ausgangspunkt waren dabei Versuche in der visuellen Modalität. Mit Bildern, die negative oder positive Valenzurteile auslösten, konnte gezeigt werden, dass je nach Valenz unterschiedliche neuronale Netzwerke beteiligt sind. Diese Versuchsidee wurde auf die Musik übertragen. Als zugrunde liegendes Emotionsmodell wurde ein Valenz-Arousal Modell (Russell 1989) herangezogen. In diesem Modell wird versucht, die verschiedenen Emotionen in einem zweidimensionalen Raum zu beschreiben, nämlich einerseits in der Dimension ›Valenz‹ (mag ich – mag ich nicht) und in der Dimension ›Arousal‹ (regt mich an – beruhigt mich). Positive Valenz und hohes Arousal charakterisieren die Emotion ›Fröhlichkeit‹, negative Valenz und hohes Arousal charakterisieren die Emotion ›Ärger‹, negative Valenz und niedriges Arousal charakterisieren die Emotion ›Trauer‹, positive Valenz und niedriges Arousal charakterisieren ›Schläfrigkeit‹.

Hinsichtlich der Hirnsubstrate dieser Emotionen existieren zwei Theorien nebeneinander. Die *Valenz-Theorie* besagt, dass unterschiedliche Emotionen in verschiedenen Hirnhemisphären verarbeitet werden, nämlich positive Emotionen in der linken, negative in der rechten Hirnhälfte. Wichtiger moderner Vertreter der Valenztheorie ist Richard Davidson (1995). Dem gegenüber steht die *Hemisphärentheorie*, die besagt, dass alle Emotionen, unabhängig von ihrer Valenz in der rechten Hirnhälfte verarbeitet werden. Sie wird von der Mehrheit der Neuropsychologen bevorzugt (z. B. Blood/Zatorre 2001). Um festzustellen, welche der beiden Theorien zutrifft, variierten wir im Experiment systematisch den Parameter Valenz beim Musikhören. Der Parameter Arousal wurde möglichst konstant gehalten um eindeutige Aussagen bezüglich der Valenz zu erhalten (Altenmüller/Schürmann/Parlitz und andere 1997, Altenmüller/Schürmann/Lim und andere 2002).

Sechzehn jugendliche Versuchspersonen im Alter zwischen zwölf und vierzehn Jahren mit vergleichbarer Musikerfahrung und ähnlichem soziobiographischem Hintergrund hörten einhundertzwanzig Musikausschnitte und vierzig Umweltgeräusche, die jeweils 15 Sekunden dauerten. Alle Reize besaßen nach Vortests eine ähnliche Arousal-Dimension und wurden als mittelgradig aktivierend empfunden. Die Musikausschnitte hatten wir nach den Vortests so zusammengestellt, dass

achtzig Hörbeispiele eher positive, achtzig eher negative Emotionen erwarten ließen. Nach jedem Musikstück hatten die Versuchspersonen die Aufgabe, die Musikstücke auf einer fünfstufigen Skala nach Schulnoten zu bewerten.

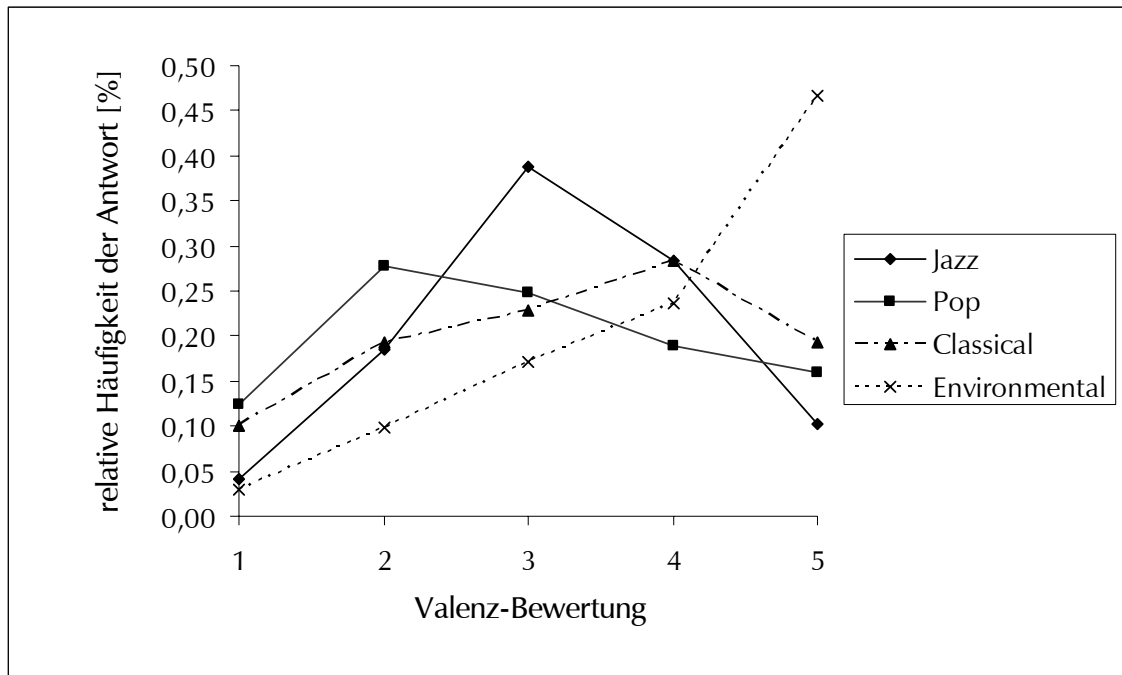


Abb. 14: Valenzurteile der Jugendlichen für die vier unterschiedlichen Kategorien Jazz, Pop, klassische Musik und Umweltgeräusche. Die Jugendlichen hatten die Aufgabe, ihre Bewertung auf einer fünfstufigen Punkteskala anzugeben: (1) = mag ich sehr, (2) = mag ich, (3) = unentschieden, (4) = mag ich nicht, (5) = mag ich überhaupt nicht (Abbildung modifiziert aus Altenmüller/Schürmann/Lim und andere 2002).

In Abb. 14 sind die Bewertungen der Jugendlichen dargestellt. Grundsätzlich wurde dissonante Musik negativer bewertet als konsonante Musik. Aber auch je nach Musikstil fallen die Benotungen unterschiedlich aus. Auf der rechten Seite sind die relativen Häufigkeiten von Bewertungen für Musikstücke aufgetragen, die die Jugendlichen weniger mögen (Noten 4 u. 5), auf der linken, für diejenigen, die sie mehr mögen (Noten 1 u. 2). Exzerpte aus klassischer Musik führen zu einer Rechtsverschiebung, Jazzmusik erzeugt eine symmetrische Verteilung, Pop-

musik eine eher positive Bewertung. Umweltgeräusche erzeugen häufiger negative Bewertungen.

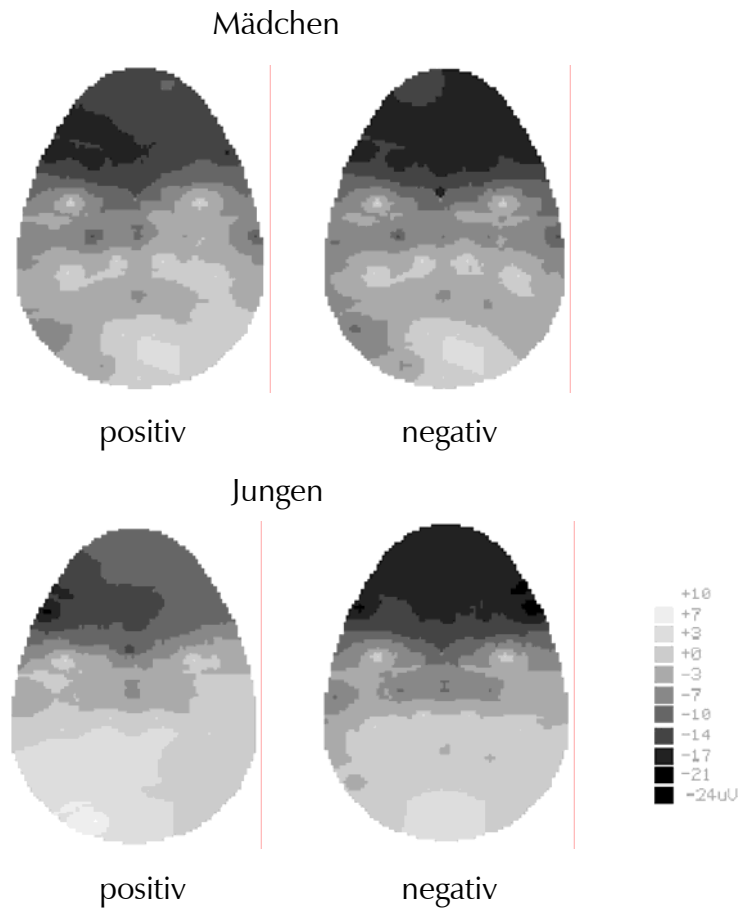


Abb. 15: Ergebnisse der Gleichspannungs-EEG-Messung beim Hören von positiv (links) oder negativ (rechts) bewerteten Musikausschnitten. Gemittelte Aktivierungen über jeweils acht weibliche (oben) und acht männliche (unten) Jugendliche. Blick von oben auf das Gehirn. Die Stirn wäre in den topographischen Darstellungen jeweils oben. Die linke Hirnhälfte ist jeweils auf der linken Seite der einzelnen Kopfdiagramme aufgetragen, die rechte Hirnhälfte rechts (modifiziert aus Altenmüller/Schürmann/Lim und andere 2002).

Die Hirnaktivierung wurde anschließend bei jedem Jugendlichen je nach individueller Bewertung der Musikstücke getrennt für positiv und negativ bewertete Musik ausgewertet. Es zeigte sich, dass positiv bewertete Musik eine stärkere linkshemisphärische Aktivierung vor allem im Be-

reich der Stirnhirnrinde erzeugte, negative eine stärker beidseitig symmetrische Aktivität. In Abb. 15 sind die Mittelwerte der Hirnaktivierungen getrennt für Mädchen (oben) und Jungen (unten) dargestellt.

Man sieht hier von oben auf die Gehirne der Jugendlichen. Links aufgetragen sind die Aktivierungsmuster während der positiv bewerteten Musikstücke, rechts während der negativ bewerteten. Je stärker die Hirnregionen aktiviert sind, umso dunkler ist die Färbung. Als wesentliches Ergebnis der Untersuchung kann festgehalten werden, dass positive Bewertung der Musikausschnitte mit einer stärkeren Asymmetrie der Hirnaktivität zu Gunsten der linken Hemisphäre bei Mädchen und bei Jungen einhergeht.

Zusammenfassend sprechen diese Daten für die Valenz-Hypothese. Nachteil des Experimentes ist, dass möglicherweise bei der Bewertung der Musikstücke die Schüler mehr angelernten Konzepten vertrauten als ihren wahren Emotionen. Valenzurteile müssen ja nicht notwendigerweise den gefühlten Emotionen entsprechen.

## V. Gänsehaut und Kloß im Hals: Starke Emotionen beim Musikhören

Aus diesem Grund suchen wir als Projektgruppe in einer interdisziplinären Forschergruppe derzeit nach objektiven Parametern, die über die gefühlte Emotion Auskunft geben können<sup>4</sup>. Dafür kann man sich ein Phänomen zunutze machen, das als SEM (»Strong Emotions in Music«) bekannt ist (Gabrielson 2001). Es handelt sich um starke Musikerlebnisse, die zu Reaktionen des autonomen Nervensystems führen. Sie werden als »Gänsehaut«, »Tränen«, »Kloßgefühl im Hals«, »Flattern im Bauch« oder »Herzrasen« beschrieben. Derartige starke emotionale Erlebnisse und entsprechende autonome Antworten beim Musikhören sind wohl ein recht häufiges Phänomen. Nach Jaak Panksepp (1995) erleben 86 Prozent amerikanischer Studenten dieses Phänomen regelmäßig, John Sloboda (1991) fand es bei neunzig Prozent erwachsener Studienteilnehmer und Albert Goldstein (1980) bei neunzig Prozent der Musik-

<sup>4</sup> Aktuelle Informationen finden sich auf der Webseite der Forschergruppe.

studenten, aber nur bei 53 Prozent der untersuchten Krankenhausangestellten. Nach unseren aktuellen Ergebnissen treten allerdings ›Strong Emotions in Music‹ bei deutschen Hörern deutlich seltener auf (persönliche Mitteilung Frederik Nagel und Oliver Grewe). Offensichtlich besteht nach den drei oben zitierten, allerdings eher explorativen Studien kein Unterschied zwischen den Geschlechtern. Unklar blieb bisher, ob es sich um konditionierte oder unkonditionierte Reaktionen handelt. Konditionierungs-Prozesse scheinen jedoch eine Rolle zu spielen, da nach Panksepp (1995) die Wahrscheinlichkeit für Gänsehaut bei schon bekannten Musikstücken höher ist als bei völlig unbekanntem. Allerdings tritt Gänsehaut auch regelmäßig bei vollkommen unbekannter Musik auf, was gegen die Annahme einer ausschließlich konditionierten Antwort spricht. Die ›Strong Emotions in Music‹ auslösenden musikalisch-strukturellen Parameter sind von Sloboda (1991) genauer beschrieben worden. Er untersuchte an einer Stichprobe von 83 musikalisch ausgebildeten Probanden ausschließlich ›Strong Emotions in Music‹ bei klassischer Musik. Für die Auslösung von Gänsehaut waren die wesentlichen musikalisch-strukturellen Parameter neue und unerwartete harmonische Wendungen. Tränen und ein Kloßgefühl im Hals traten bei abfallenden Quintfall-Sequenzen und melodischen Vorhalten auf. Allerdings mussten die Teilnehmer an Slobodas Studie alle Musiker sein, denn nur sie konnten die stark emotional wirkenden Stellen in der Partitur markieren. Ob seine Ergebnisse auch für Nichtmusiker gültig sind, ist bisher ungeklärt. Panksepp (1995) brachte die ›Strong Emotions in Music‹ mit einem eher traurigen, ›zartbitteren‹ Gefühl von sozialem Verlust und Sehnsucht in Verbindung und identifizierte als akustische Auslöser vor allem das Anschwellen der Lautstärke und das Herauslösen eines Instrumentes aus dem Gesamtklang. Panksepp deutet diese Befunde als Hinweis auf einen evolutionären Ursprung der ›Strong Emotions in Music‹ in den Trennungsrufen der Primaten. Die Isolation des einzelnen Instrumentes aus dem Gesamtklang wird als soziale Metapher der Vereinsamung aufgefasst. Diese metaphorisch soziale Komponente scheint auch nach unseren Erfahrungen ein wichtiger Faktor zur Auslösung von ›Strong Emotions in Music‹ zu sein. So kann die starke emotionale Reaktion beim Hören des Barrabas-Ruf aus der *Matthäus-*



*passion* sehr gut mit sozialen Gefühlen in Verbindung gebracht werden. Musik kann hier also als universal verstandene Metapher für soziale Konstellationen des Einzelnen im Verhältnis zur Gruppe betrachtet werden.

Andere Studien lieferten dann Erklärungsmodelle für diese starken emotionalen Wirkungen von Musik: Bereits Goldstein (1980) vermutete, dass die Vermittlung von ›Strong Emotions in Music‹ neurobiologisch durch das endogene Opiatsystem erfolgt. Bei drei von zehn Versuchspersonen war die Gänsehaut nach Injektion des Opiatantagonisten Naloxon signifikant reduziert. Eine neue Hirnaktivierungsstudie unterstützt diese Befunde. Anne Blood und Robert Zatorre (2001) erfassten durch Messung der Zunahme der lokalen Hirndurchblutung die Großhirnaktivierung während Probanden an selbst mitgebrachten Musikstücken ›Strong Emotions in Music‹ erlebten. Unter den Stücken befanden sich Werke, die bereits in der Studie von Sloboda (1991) genannt worden waren, etwa Serge Rachmaninoffs *Klavierkonzert Nr. 3 in d-Moll* oder Samuel Barbers *Adagio für Streicher*. Die Hirnaktivierungsmuster während der ›Strong Emotions in Music‹ ergaben Aktivierungen im Bereich des Mittelhirnes, der Basalganglien, des Stirnhirnes, des inneren Schläfenlappens und der Amygdala. Alle diese Hirnstrukturen werden zum limbischen System gezählt, das Emotion, Motivation und Selbstbelohnung programmiert. Dieselben Strukturen sind auch aktiv, wenn Probanden Kokain einnehmen oder in sexuelle Erregung geraten.

Bereits in seiner umfassenden Studie zu den verschiedenen Hörertypen hat Behne (1986, S. 139) betont, dass die Gruppe der vegetativen Hörer (»Es kann sein, dass mir die Musik regelrecht unter die Haut geht«) zusammen mit den motorischen (»Wenn ich Musik höre, singe ich oft mit«) und den assoziativen Hörern (»Wenn ich Musik höre, habe ich oft bildhafte Vorstellungen«) (ebd., S. 127) das größte Cluster der verschiedenen Typengruppierungen bilden. Obwohl seit Theodor Wiesengrund Adornos Diffamierung des emotionalen Hörers in seinen ›Typen musikalischen Verhaltens‹ (Adorno 1962) gerade in der Musikpädagogik bis heute dieser Hörertyp mehr oder weniger verachtet wird, ist es doch Behnes Verdienst, darauf hingewiesen zu haben, dass gerade das emotionale und vegetative Hören »den Zugang zur Musik und zwar

auch und vor allem zur europäischen Kunstmusik deutlich stärker begünstigt [...] als das ›strukturell‹ fetischisierende Hören« (Behne 1986, S. 179). Hiermit ist Behne einer wirklichkeitsnahen Beschreibung musikalischen Verhaltens sehr viel näher gekommen als alle vorher gehenden Autoren. Gerade die emotionalen Wirkungen von Musik sind für die Mehrzahl der Menschen das eigentliche Motiv, warum sie das Radio einschalten, Geld für CDs ausgeben oder ein Konzert besuchen.

## VI. Musik als Sprache der Gefühle?

Worin liegen nun die evolutionären Ursprünge dieser emotionalen Wirkung von Musik und warum hat sich Musik als Kommunikationssystem bis in unsere Zeit erhalten? In Abb. 16 schlagen wir ein nach Steven Brown (2000) weiterentwickeltes hypothetisches Modell zur Beantwortung dieser Fragen vor.

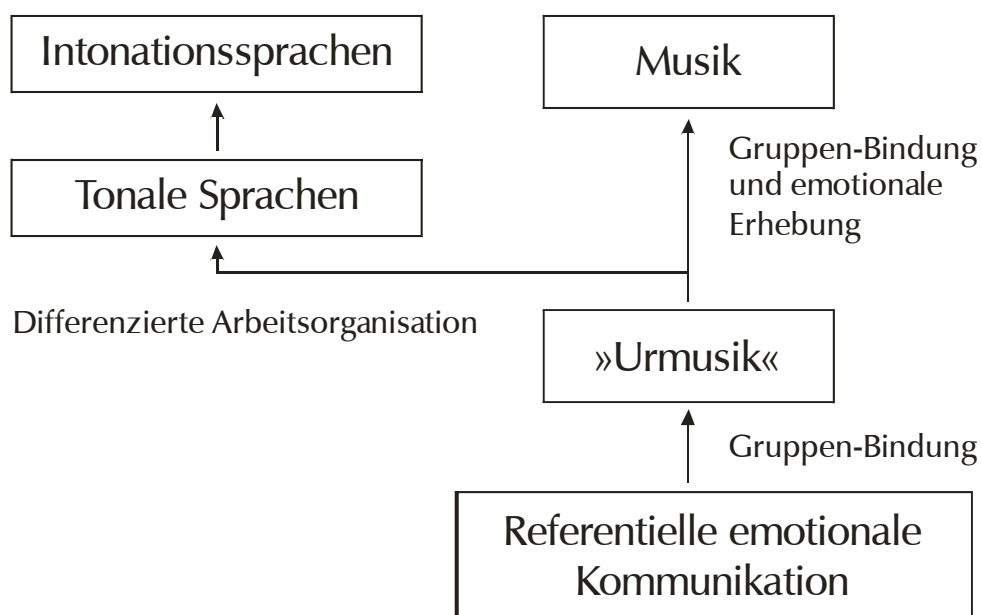


Abb. 16: nach Brown (2000) modifiziertes Modell, das die Entwicklung der Musik und der Sprache verdeutlicht

Viele in Gruppen lebende Säugetiere verfügen über eine referentielle emotionale Kommunikation. Murmeltiere beispielsweise warnen ihre Artgenossen bei Angriffen durch einen Greifvogel aus der Luft mit anderen Rufen als bei Angriffen auf ebener Erde durch einen Fuchs. Ein derartiges innerartliches referentielles Kommunikationssystem verbessert die Überlebenschancen der Gruppe und kann auch in der Vermittlung von Emotionen für Gruppenziele eingesetzt werden. Möglicherweise haben frühe Hominiden über eine Form der gesungenen Urmusik eine stärkere Gruppenbindung gegenüber konkurrierenden, nicht singenden Primatenarten erzielt. Diese ersten Formen von Musik dienten dann nicht nur der Gruppenorganisation sondern erzeugten bei anstrengender körperlicher Arbeit Trance und ›Flow‹ und ermöglichten dadurch Höchstleistungen – ähnlich wie es heute bei tanzenden Jugendlichen in Diskotheken beobachtet werden kann. In zunehmendem Ausmaß benötigte jedoch die differenzierte Arbeitsorganisation eine effizientere Kommunikation. Anthropologen vermuten, dass zunächst Gebärdensprachen entwickelt wurden, aus denen sich dann die gesprochene Sprache ausdifferenzierte. Dafür spricht, dass die Broca-Sprachregion der linken Stirnhirnrinde nicht nur beim Sprechen, sondern auch bei symbolischen Gesten aktiviert wird (Corina/McBurney 2002). Strittig ist derzeit, ob zunächst tonale Sprachen entstanden, in denen Tonhöhen Wortbedeutungen verschlüsselten. Dies ist zum Beispiel in vielen asiatischen und afrikanischen Sprachen der Fall. So kann zum Beispiel das chinesische Wort ›ma‹ – je nach Tonhöhenverlauf beim Sprechen – entweder die Bedeutung ›Mutter‹ oder ›Pferd‹ haben. Möglicherweise sind die Intonationssprachen parallel entstanden. Sie setzen Tonhöhenkonturen und nicht absolute Tonhöhen für die Kodierung ein. Musik wurde als zweites Kommunikationssystem beibehalten, um Gruppenprozesse zu fördern und um über Glückserlebnisse das harte Leben erträglicher zu machen. Proust hat die einzigartige Rolle der Musik und ihr Verhältnis zur Sprache meisterhaft in einer Passage seines Romans *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit* in Worte gefasst. Es ist eine Szene, in der der Erzähler ein bewegendes Konzert verlässt und ihn mehrere alte Bekannte im Foyer des Konzertsales ansprechen:

»Aber was bedeuteten ihre Worte, die wie jede nur am äußern haftende menschliche Rede mich so gleichgültig ließen, verglichen mit dem himmlischen musikalischen Thema, mit dem ich mich zuvor unterhalten hatte? Ich fühlte mich wahrhaft wie ein Engel, der, aus dem Rausch des Paradieses herabgestürzt, in die trivialste Wirklichkeit fällt. Und ich fragte mich, ob nicht [...] die Musik das einzige Beispiel dessen sei, was – hätte es keine Erfindung der Sprache, Bildung von Wörtern, Analyse der Ideen gegeben – die mystische Gemeinschaft der Seelen hätte werden können. Sie ist wie eine Möglichkeit, der nicht weiter stattgegeben wurde; die Menschheit hat andere Wege eingeschlagen, die der gesprochenen und geschriebenen Sprache. Aber diese Rückkehr zum Nichtanalysierbaren war so berauschend, dass mir beim Verlassen des Paradieses die Berührung mit mehr oder weniger klugen Menschen außerordentlich banal erschien.« (Proust 1979, S. 3096 f.).

## VII. Danksagung

Klaus-Ernst Behne sei für die zahlreichen Anregungen, die er uns zu dem Thema ›Musik und Emotion‹ gegeben hat, herzlich gedankt. Ein gemeinsames Seminar des Erstautors mit Behne im Jahr 1996 kann als Keimzelle der neurobiologischen Emotionsforschung an der *Hochschule für Musik und Theater Hannover* gelten. Viele in diesem Seminar diskutierte Ideen wurden Ausgangspunkt für empirische Forschungen.

Ganz herzlich möchten wir unseren Kollegen Elke Zimmermann und Sabine Schmidt für fruchtbare Diskussionen zu den Themen des Artikels danken. Unseren Mitarbeitern im *Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin*, insbesondere den ›Emotionsprojektlern‹ Oliver Grewe, Frederik Nagel und Katja Goydke sei ebenfalls für zahlreiche produktive, oft auch emotionale Emotionsdiskussionen gedankt. Die Valenzexperimente konnten nur durch den unermüdlichen Einsatz von Kristian Schürmann und die Unterstützung von Dietrich Parlitz realisiert werden. Der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* danken wir für die Möglichkeiten, experimentell die Wirkung von Musik auf die Emotionen untersuchen zu können (Al.269/51).

## VIII. Quellenverzeichnis

### Literatur

- Adorno, Theodor W.: *Einleitung in die Musiksoziologie*. Frankfurt am Main 1962
- Altenmüller, Eckart/Schürmann, Kristian/Parlitz, Dietrich/Behne, Klaus-Ernst: *Brain Activation Patterns During Music Processing Reveal Emotion-related Hemispheric Differences*. In: *Proceedings Of The Third Triennial ESCOM Conference*. Hg. von Alf Gabriellson. Uppsala 1997, S. 675–680
- Altenmüller, Eckart/Schürmann, Kristian/Lim, Vanessa/Parlitz, Dietrich: *Hits To The Left – Flops To The Right. Different Emotions During Music Listening Are Reflected In Cortical Lateralisation Patterns*. In: *Neuropsychologia* 40 (2002), S. 2242–2256
- Birbaumer, Nils/Schmidt, Robert: *Biologische Psychologie*. Heidelberg<sup>3</sup>1996
- Behne, Klaus-Ernst: *Hörertypologien. Zur Psychologie des jugendlichen Musikgeschmacks*. Regensburg 1986
- Blood, Anne/Zatorre, Robert: *Intensely Pleasurable Responses To Music Correlate With Activity In Brain Regions Implicated In Reward And Emotion*. In: *Proceedings Of The National Academy Of Science* 98 (2001), S. 11818–11823
- Brown, Steven: *The 'Musilanguage'-Model Of Music Evolution*. In: *The Origins Of Music*. Hg. von Nils Wallin, Björn Merker und Steven Brown. Cambridge 2000, S. 271–300
- Corina, Dorothee/McBurney, Steven: *The Neural Representation Of Language In Users Of American Sign Language*. In: *Journal Of Communication Disorders* 34 (2001), S. 455–71
- Davidson, Richard: *Cerebral Asymmetry, Emotion And Affective Style*. In: *Brain Asymmetry*. Hg. von Richard Davidson und Kenneth Hugdahl. Massachusetts 1995, S. 361–387
- Gabrielson, Alf: *Emotions In Strong Experiences With Music*. In: *Music And Emotion: Theory And Research*. Hg. von Patrique Juslin und John Sloboda. Oxford 2001, S. 431–452
- Gembris, Heiner: *Grundlagen musikalischer Entwicklung*. Augsburg 1998

- Goldstein, Albert: *Thrills In Response To Music And Other Stimuli*. In: *Physiological Psychology* 8 (1980), S. 126–129
- Huron, David: *Is Music An Evolutionary Adaptation*. In: *The Cognitive Neuroscience Of Music*. Hg. von Isabelle Peretz und Robert Zatorre. Oxford 2003, S. 57–78
- Kopiez, Reinhard/Brink, Gerhard: *Fußball-Fangesänge. Eine Fanomenologie*. Würzburg 1998
- Kopiez, Reinhard: *Musikalischer Rhythmus und seine wahrnehmungspsychologischen Grundlagen*. In: *Rhythmus im Prozess*. Hg. von Christa Brüstle, Nadia Ghattas, Clemens Risi und Sabine Schouten. Bielefeld (2005, im Druck)
- McNeill, William H.: *Keeping Together In Time. Dance And Drill In Human History*. Cambridge 1995
- Miller, Geoffrey: *Evolution Of Human Music Through Sexual Selection*. In: *The Origins Of Music*. Hg. von Nils Wallin, Björn Merker und Steven Brown. Cambridge 2000, S. 315–328
- Panksepp, Jaak: *The Emotional Sources Of ›Chills‹ Induced By Music*. In: *Music Perception* 13 (1995), S. 171–207
- Panksepp, Jaak/Bernatzki, Günter: *Emotional Sounds And The Brain: The Neuro-affective Foundations Of Musical Appreciation*. In: *Behavioural Processes* 60 (2002), S. 133–155
- Proust, Marcel: *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*. In der Übersetzung von Eva Rechel-Mertens, Frankfurt am Main 1979
- Russell, John: *Measures Of Emotion*. In: *Emotion: Theory Research And Experience*. Vol. 4. Hg. von Robert Plutchik und Henry Kellerman. New York 1989, S. 81–111
- Sloboda, John: *Music Structure And Emotional Response: Some Empirical Findings*. In: *Psychology Of Music* 19 (1991), S. 110–120
- Trehub, Sandra: *Musical Predispositions In Infancy: An Update*. In: *The Cognitive Neuroscience Of Music*. Hg. von Isabelle Peretz und Robert Zatorre. Oxford 2003, S. 57–78
- Zimbardo, Philip G./Gerrig, Richard J.: *Psychologie*. Berlin 1999