

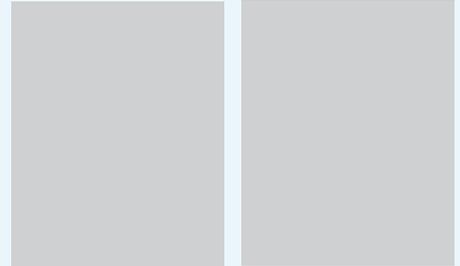
Starke Emotionen und Gänsehaut beim Musikhören: Evolutionäre und musikpsychologische Aspekte

von **Eckart Altenmüller**
und
Reinhard Kopiez

Eckart Altenmüller
Titel, Tätigkeitsbereich

Reinhard Kopiez
Titel, Tätigkeitsbereich

Hochschule für Musik, Theater und
Medien Hannover



Was ist der Ursprung der Musik?

Es besteht allgemein Übereinstimmung darin, dass alle menschlichen Kulturen musikalische Aktivitäten ausübten und auch noch heute ausüben. Unter den ältesten kulturellen Artefakten findet man Flöten aus Rentier-, Schwanen- und Geierknochen sowie aus Mammut-Elfenbein. Die in der »Hohlefels«-Höhle und in der »Geißenklösterle«-Höhle nahe Blaubeuren gefundenen Instrumente sind etwa 35.000 Jahre alt. Interessant ist, dass die Grifflöcher so gebohrt sind, dass beim korrekten Anspielen an der Anblaskante und vollständigem Abdecken der Löcher mit den Fingern eine diatonische Tonleiter mit Ganz- und Halbtönen gespielt werden kann. Auf der »Geißenklösterle«-Flöte ist es sogar möglich, das Hauptthema aus Johann Sebastian Bachs »Kunst der Fuge« zu spielen.¹ Nicholas Conard, der Leiter der Ausgrabungen in der »Hohlefels«-Höhle – vermutet eine auf die Altsteinzeit zurückgehende kulturelle Tradition. Er spekuliert, dass sich diese diatonische Tonleiter als ein Charakteristikum der mitteleuropäischen Musik über Zehntausende von Jahren erhalten hat.²

Möglicherweise ist das eine zu romantische Idee, da wir ja gerade im oberen Donatal zahlreiche Siedlungsphasen mit Menschen unterschiedlichster geografischer Herkunft und damit unterschiedlicher kultureller Prägung nachweisen können. Die jungsteinzeitlichen Donaukulturen pflegten intensive Handelskontakte mit Osteuropa und Kleinasien, in der Bronzezeit bestanden Verbindungen zur baltischen Kultur, Kelten und Frühgermanen wurden von den Römern kolonialisiert, Alemannen siedelten lokal, und später stießen sogar die Hunnen bis Süddeutschland vor. Außerdem ist es bis heute unsicher, ob diese Flöten wirklich für ästhetische Zwecke als Musikinstrumente eingesetzt wurden oder ob sie nicht eher zum Beispiel Jägern als Signalwerkzeuge dienten. Sicherlich unterschied sich das emotionale Leben der steinzeitlichen Men-

schen nicht grundsätzlich von unseren Empfindungen. Vermutlich hatten die Menschen damals ähnliche Freuden, Sorgen und Leiden. Die Lebensbedingungen waren hart, und die durchschnittliche Lebenserwartung betrug nur 25 Jahre. Die Würmeiszeit bedingte eine dem heutigen Klima in Grönland vergleichbare durchschnittliche Jahrestemperatur, die Vegetation in der Randlage der aus den Alpen vordringenden Gletscher bestand überwiegend aus Tundra mit einzelnen Birken, allerdings war ausreichend Nahrung durch die reichen Wildbestände vorhanden. Man kann sich daher gut vorstellen, dass die steinzeitlichen Menschen abends am Feuer saßen und ausdrucksvolle Melodien spielten, um so das Wohlbefinden und den Gruppenzusammenhalt zu fördern. Für eine musikalische Funktion der Flöten spricht auch der Umstand, dass die Herstellung insbesondere der Elfenbeinflöten technisch sehr aufwendig war und erhebliche Expertise erforderte. Die Mammutrohlinge wurden vorsichtig ausgehöhlt, und die beiden Halbrohre mussten dann genau aufeinander angepasst und mit Birkenpech dicht verklebt werden.³ Für eine reine Signalflöte hätten die Steinzeitmenschen sicher geringeren Aufwand betrieben.

Wahrscheinlich gab es bereits vor der Periode der jungsteinzeitlichen Funde musikalische Aktivitäten, aber hier sind keine sicheren Zeugnisse überliefert. Denkbar ist, dass die Instrumente aus weniger haltbarem Material wie Schilf und Holz gefertigt wurden, möglich ist aber auch, dass gemeinsamer Gesang, rhythmisches Klatschen und Trommeln auf Holzgegenständen dominierten. Es bleibt eine offene Frage, warum musikalische Aktivitäten in der Evolution von Homo sapiens entstanden sind. Die Herstellung der Instrumente und das Einüben der Melodien waren arbeitsintensiv und damit teuer. Wertvolle Zeit, die auch zum Jagen oder Sammeln hätte genutzt werden können, wurde hier trotz des ständigen Kampfes um das Überleben investiert.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus ist die Frage nach dem Ursprung der Musik schwierig zu beantworten. Es existieren zu wenig gesicherte Quellen über die musikalischen Aktivitäten in prähistorischen Zeiten. Musik versteinert nicht. Wir besitzen mit den Flötenfunden nur spärliche Dokumente, und es gibt bemerkenswert wenige Darstellungen von Musikern in Höhlenmalereien. Dennoch gibt es Gründe anzunehmen, dass die Musik als Universalie alte evolutionäre Wurzeln hat. Dies müsste allerdings dann wieder mit einem Selektionsvorteil, einem adaptiven Wert für das Leben der Menschen einhergehen.

¹ Münzel, S.C., Seeburger, F. & W. Hein, 2002. The Geißenklösterle Flute – Discovery, Experiments, Reconstruction. In: Hickmann, E., Kilmer, A. D. & Eichmann, R. (Hrsg.). Studien zur Musikarchäologie III; Archäologie früher Klangerzeugung und Tonordnung; Musikarchäologie in der Ägäis und Anatolien. Orient-Archäologie Bd. 10. Verlag Marie Leidorf GmbH, Rahden/Westfalen, 107-118.

² Conard, N.J., Malina, M., Münzel, S.C. (2009) New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. Nature 460, 737-740.

³ Münzel, S.C. & Conard, N. (2009) Flötenklang aus fernen Zeiten. Die frühesten Musikinstrumente. In: Eiszeit. Kunst und Kultur. Begleitband zur großen Landesausstellung (Hrsg. Archäologisches Landesmuseum Baden Württemberg.) S. 317-321.

Im Folgenden wollen wir ausführen, welche Gründe dafür sprechen, dass Musik einen Selektionsvorteil und adaptiven Wert für die Menschen der Urzeit hatte. Wir wollen dann die Gegenposition darlegen, nämlich dass Musik dem Käsekuchen vergleichbar sei: angenehm und schmackhaft, aber unnützlich. Dann wollen wir die Frage behandeln, ob Musik ähnlich wie die Kontrolle des Feuers eine relativ späte Erfindung des Menschen sein könnte. Eine Kurzübersicht über die Ergebnisse unserer Gänsehautexperimente beim Musikhören soll dann auf alte biologische Wurzeln der Musik verweisen, die wir schließlich in ein Modell zur Entstehung der Musik integrieren wollen.

Ist Musik eine evolutionäre Anpassung?

Aus Platzgründen wollen wir hier nur verkürzt die Diskussion über einen potenziellen adaptiven Wert der Musik wiedergeben. Für den aktuellen Stand der Diskussion sei auf den Sonderband der Zeitschrift »Musicae Scientiae« 2009/2010 mit dem Titel »Music and Evolution« verwiesen. Zusammenfassend gehen die »Adaptionisten« davon aus, dass unsere Fähigkeit, Musik zu machen und zu genießen, das Resultat einer natürlichen Selektion ist, die in der Evolution des Menschen einen Beitrag zum »Überleben des Stärkeren« leistete. Parallel zum Verhalten wurden auch die körperlichen Voraussetzungen des Musizierens entwickelt. Dazu gehören spezialisierte Hirnregionen, in denen Musik bevorzugt verarbeitet wird, zum Beispiel im Bereich der oberen rechten Schläfenwindung. Der prominenteste Vertreter dieser Position war Charles Darwin. In seinem 1875 in deutscher Sprache erschienenen Buch »Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl« schreibt er Folgendes zum Ursprung der Musik:

Die Musik erweckt verschiedene Gemüthsstimmungen in uns, regt aber nicht die schrecklicheren Gemüthsstimmungen des Entsetzens, der Furcht, Wuth u.s.w. an. Sie erweckt die sanfteren Gefühle der Zärtlichkeit und Liebe, welche leicht in Ergebung übergehen. In den chinesischen Annalen wird gesagt: »Musik hat die Kraft, den Himmel auf die Erde herabsteigen zu machen«. Sie regt gleichfalls in uns das Gefühl des Triumphes und das ruhmvolle Erglühen für den Krieg an. Diese kraftvollen und gemischten Gefühle können wohl dem Gefühl der Erhabenheit Entstehung geben. Wir können, wie Dr. Seemann bemerkt, eine größere Intensität des Gefühls in einem einzigen musikalischen Tone concentrirten als in seitenlangen Schriften. Ungefähr von denselben Gemüthsbewegungen werden höchst wahrscheinlich auch die Vögel ergriffen, wenn das Männchen im Wetteifer mit seinen Nebenbuhlern die ganze Fülle seines Gesanges ertönen lässt, um das Weibchen zu gewinnen. Die Liebe ist noch jetzt am häufigsten Gegenstand unserer Lieder. (...) So ist es wahrscheinlich, dass die Vorfahren des Menschen, männlichen und weiblichen Geschlechts, bevor sie sich ihre Liebe in artikulirter Sprache zu erklären vermochten, einander mit Hilfe musikalischer Töne und Rhythmen zu gewinnen bemüht waren.⁴

Er argumentierte weiter, dass die Musik auch ein Vorläufer unserer Sprache sei. Dieser Gedanke wurde vor wenigen Jahren in dem »Musilanguage«-Modell von Steven Brown⁵ ausgearbeitet. Die Idee, dass musikalisch-emotionsbeladene Ausrufe auch Vorläufer der Sprache sein könnten, ist allerdings nicht neu und findet sich bereits bei Johann Gottfried Herder⁶. Die von Darwin angesprochene Rolle von Musik bei der Werbung um Sexualpartner kann auch mit der Demonstration verborgener Qualitäten in Zusammenhang gebracht werden. 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 höchstwahrscheinlich nicht unter einer floriden Lungentuberkulose – eine Information, die immerhin bis zu Beginn des letzten Jahrhunderts für eine potenzielle 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 Musikanten, 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.⁷

Auf der Gruppenebene kommt Musik eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der Herstellung sozialer Kohärenz zu. So wird der Tanz zum Beispiel in zahlreichen Gesellschaften bei religiösen Festen und gesellschaftlichen Riten eingesetzt. Tanz scheint über eine verstärkte Oxytocin-Ausschüttung der Hypophyse eine stabilere Gedächtnisbildung zu bewirken.⁸ Damit wird die Erinnerung an ein spezifisches Gruppenerlebnis gefördert. In ähnlicher Weise wird Musik als Markersignal von Gruppenidentität bei zahlreichen anderen Gelegenheiten eingesetzt. Man denke nur an Nationalhymnen, Fußballgesänge und an die identitätsstiftende Wirkung, die bestimmte Lieder von ethnischen Minderheiten in einem Staatswesen haben. Ein eindrucksvoller Hinweis auf die Wertschätzung, die Musik als Mittel zur Organisation sozialer Gruppen genießt, ist ihr Einsatz 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 McNeill⁹ in seiner kulturgeschichtlichen Untersuchung über die sozialen und evolutionären Funktionen der Bewegungssynchronisation aufzeigt, haben gemeinsam und synchron ausgeführte rhythmische Bewegungen, wie sie z. B. beim Tanzen eingesetzt werden, hauptsächlich eine gruppenbindende Funktion. Auch hier kann leicht der evolutionär-adaptive Wert erkannt werden: Erst durch die soziale Organisationsform der Gruppe konnte sich die Spezies Homo sapiens gegenüber der 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

⁴ Darwin, C.R. (1875). Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Übersetzt von J. V. Carus. Dritte Auflage. Stuttgart: Schweizerbart. Band 2. 315-317 Nachdruck: Fourier Verlag, Wiesbaden 1986.

⁵ Brown, S. (2000). The 'musilanguage' model of music evolution. In The origins of music (eds N. L. Wallin, B. Merker & S. Brown), pp. 271-300. Cambridge, MA: MIT Press.

⁶ Herder J G (1772) Über den Ursprung der Sprache. Christian Friedrich Voss, Berlin. Eine wichtige klassische Übersicht zur Diskussion über den Ursprung der Musik ist die Monografie »Die Anfänge der Musik« von Carl Stumpf, Leipzig, Verlag Ambrosius Barth 1911.

⁷ Panksepp, J., & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. Behavioural Processes, 60, 133-155.

⁸ Huron, D. (2006). Sweet anticipation: music and the psychology of expectation. Cambridge, Massachusetts: A Bradford Book.

⁹ McNeill, W. H. (1995). Keeping together in time. Dance and drill in human history. Cambridge, MA: Harvard University Press.

¹⁰ Kopiez, R. (2005): Musikalischer Rhythmus und seine wahrnehmungspsychologischen Grundlagen. In: Christa Brüstle, Nadia Ghattas, Clemens Risi und Sabine Schouten (Hrsg.). Rhythmus im Prozess. transcript Verlag, Bielefeld, S. 127-148.

hätte aus dieser Sicht eine zentrale Bedeutung. (Für weitere Ausführungen zu diesem Thema sei auf den Artikel von Kopiez¹⁰ verwiesen.) Naturgemäß sind derartige Funktionen von Musik heute mit der Differenzierung und Individualisierung von Arbeitsvorgängen in den Hintergrund gedrängt worden. Bereits bei Kindern scheint gemeinsames Musizieren die soziale Kohärenz, Kooperativität und Hilfsbereitschaft zu fördern.¹¹

Neben sexueller Selektion und Gruppenzusammenhalt wird als dritte wichtige evolutionäre Anpassung die frühe Eltern-Kind-Interaktion mit Wiegenliedern und rhythmisch-gestischer Interaktion angeführt. Diese Form der emotionalen Kommunikation hat drei Hauptfunktionen: die Bindung zwischen Elternteil (meist der Mutter) und Kind wird gestärkt, der Spracherwerb wird unterstützt und der Erregungszustand des Kindes kann gesteuert werden. Weltweit werden Wiegenlieder bei überaktiven Kindern beruhigend, bei zu passiven Kindern aber aktivierend gestaltet.¹² Alle drei Funktionen verbessern die kindlichen Überlebenschancen und wirken daher auch auf die natürliche Selektion.

Als weitere Eigenschaft sozialer »Wirkung« von Musik kann schließlich ihr Einsatz als Heilmittel angesehen werden. Musizieren kann zu einer verbesserten Körperabwehr führen und angstlösend wirken. In vielen Kulturen wird Musik als begleitende Therapie bei medizinischen Eingriffen durchaus sinnvoll eingesetzt.¹³

Die Bedeutung von Musik als potenzielle evolutionäre Anpassung wird durch neurobiologische Erkenntnisse unterstrichen. Wir besitzen spezifische Hirnregionen und neuronale Netzwerke für die Wahrnehmung von Melodien und Tönen. Dies wird eindrucksvoll durch den selektiven Verlust dieser Wahrnehmungsleistung bei angeborenen und erworbenen Amusien verdeutlicht. Erstere ist durch ein genetisch bedingtes Defizit der Tonhöhenwahrnehmung aufgrund eingeschränkter Funktion neuronaler Netzwerke im rechten vorderen Schläfenlappen bedingt.¹⁴ Ferner besitzt der Mensch spezifische neuronale sensorische Netzwerke, die es ihm ermöglichen, sich zu wechselnden Tempi zu synchronisieren und sich im Tempo einer rhythmischen Stimulation anzupassen.

Zu den neurobiologischen Auswirkungen der Musik mit evolutionär – adaptivem Wert gehören auch die starken Emotionen, die gelegentlich beim Musizieren und Musikhören entstehen. Verschiedene Neurotransmitter, insbesondere Dopamin und Endorphin, spielen hier eine wichtige Rolle. In einer kürzlich erschienenen Arbeit aus der Gruppe von Robert Zatorre wurde die Ausschüttung von Dopamin bei intensiven Gänsehauterlebnissen durch Musik beschrieben. Dabei wurden die Hirnregionen aktiviert, die im Mittelhirn, im Accumbens-Kern, im Striatum sowie im unteren vorderen Stirnhirn für die Vermittlung von Belohnungs- und Glücksgefühlen zuständig sind. Interessanterweise war die Ausschüttung des Motivations- und Belohnungshormons Dopamin im Striatum einige Sekunden vor dem eigentlichen Glücksgefühl in der Phase der Erwartung der »Gänsehaut« nachweisbar, während die

Glückserfahrung selbst zur Dopamin-Ausschüttung im Accumbens-Kern führte.¹⁵ Einen ähnlichen Verlauf der neurohormonalen Ausschüttung findet man auch bei anderen stark lustbetonten Aktivitäten, etwa beim Essen nach längerer Hungerperiode oder bei sexueller Aktivität. Solche Ergebnisse können auch erklären, warum Musik in allen menschlichen Gesellschaften ein so hoher Wert beigemessen wird. Die oben beschriebene dopaminerge Aktivierung reguliert und erhöht die Aufmerksamkeit, unterstützt Motivation und Gedächtnisbildung im episodischen und prozeduralen Gedächtnis. Damit wird das Erinnern musikalischer Ereignisse, die stark emotional bewertet werden, massiv unterstützt.

Ist Musik eine menschliche Erfindung?

Die Gegenposition zu den Adaptionisten geht davon aus, dass Musik eine menschliche Erfindung ohne direkte adaptive biologische Funktion sei. Dennoch wird nicht abgestritten, dass einige der Merkmale von Musik durchaus biologisch nützliche Nebeneffekte haben können und das Wohlbefinden fördern. Eine Analogie dazu wäre die Erfindung der Kontrolle des Feuers, die vermutlich vor 150.000 Jahren stattfand.¹⁶ Natürlich gibt es kein »Feuer«-Gen und keine neurologischen Syndrome die durch die Unfähigkeit, Feuer zu machen und zu kontrollieren, charakterisiert werden können. Aber niemand wird bestreiten, dass die Kontrolle des Feuers nicht nur einen enormen Einfluss auf das menschliche Wohlbefinden und die Ernährung hatte, sondern auch auf physiologische Parameter. Durch die Möglichkeit, leichter verdauliche und leicht zu kauende Nahrung herzustellen, verkürzte sich der Darm und es bildeten sich die großen Kiefer mit den Eck- und Mahlzähnen zurück. Warum sollte nicht auch die Musik eine derartig geniale Erfindung des Menschen sein?

Historisch gesehen geht diese Sichtweise auf Herbert Spencer und seinen 1857 erschienenen Essay »Über den Ursprung und die Funktion der Musik« zurück.¹⁷ Spencer argumentierte, dass die Musik sich aus den Rhythmen und der ausdrucksstarken Sprachmelodie der leidenschaftlichen Rede entwickelt habe. Der prominenteste moderne Protagonist dieser nicht-adaptionistischen Position ist Steven Pinker, der in seinem Buch »How the Mind Works« feststellt: *Was Ursache und Wirkung im biologischen Sinne angeht, ist Musik nutzlos. Sie ist von ihrer Anlage her nicht auf das Erreichen eines Ziels ausgerichtet, wie ein langes Leben, Enkel oder die Fähigkeit, die Welt genau wahrnehmen und Voraussagen über ihr Verhalten machen zu können. Im Gegensatz zu Sprache, Sehfähigkeit, sozialen Schlußfolgerungen und physikalischen Kenntnissen könnte unserer Spezies die Musik genommen werden, ohne daß sich das Leben in den übrigen Bereichen grundlegend veränderte. (...) Ich vermute, daß Musik akustischer Käsekuchen ist.*¹⁸

Ein elegantes Konzept, Musik als menschliche Erfindung zu konzipieren und dennoch die oben genannten neurobiologischen Spezialfunktionen zu berücksichtigen, ist die von Aniruddh Patel vorgeschlagene

¹⁰ Kirschner, S. & Tomasello, M. (2010): Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. *Evolution and Human Behavior*, 31, S. 354-364

¹¹ Shenfield, T., Trehub, S. & Nakata, T. Maternal singing modulates infant arousal. *Psychology of Music* 31: S. 365-375

¹² Panksepp, J. & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. *Behavioural Processes*, 60, 133-155.

¹³ Ayotte, J., Peretz, I., Hyde, K. (2002). Congenital amusia: A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125(2): S. 238-251.

¹⁴ Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., Zatorre, R.J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14, 257-262.

¹⁵ Brown, K.S., Marean, C.W., Heries A.I.R., Jacobs, Z., Tribolo C., Braun, D., Roberts, D.L., Meyer, M.C., Bernatchez, J. (2009). Fire as an engineering tool of early modern humans. *Science* 325, 859-862.

¹⁶ Spencer, H. On the origin and function of music. *Fraser's Magazine*, Oct. 1857.

¹⁷ Pinker, S (1998). *Wie das Denken im Kopf entsteht*. Kindler Verlag, München. (S. 655-656, 663).

Theorie der Musik als »Transformative Technology of the Mind«, als »umgewandelte Technologie des Geistes« oder kurz als »TTM«.¹⁹ Patel entwickelt diese Theorie aus einem vergleichenden Ansatz: Zahlreiche Aspekte der Wahrnehmung und Produktion von Musik seien in anderen, nicht musikbezogenen Hirnfunktionen verwurzelt, die wir mit Tieren gemeinsam haben. Die dahinter stehende Logik ist folgende: wenn unsere musikalischen Fähigkeiten sich auf andere Hirnfunktionen stützen, dann ist es nicht Musik, die unser genetisches Material durch natürliche Selektion geformt hat. Wie bei der Erfindung des Feuers, deren Voraussetzung der aufrechte Gang und die damit entstandene Kontrolle der Handmotorik war, stützen sich unsere musikalischen Fertigkeiten auf die Umwandlung zuvor erworbener Fähigkeiten, z. B. das Tonhöhenunterscheidungsvermögen oder die Synchronisation von Bewegungen zu wechselnden Tempi. Ist Musik einmal in der Lebenswelt etabliert und erprobt, bleiben (wie in der Feuer-Analogie) Auswirkungen auf biologische Merkmale nicht aus. Hier wären etwa die Entwicklung des rechten vorderen Schläfenlappens für ein leistungsfähiges auditives Arbeitsgedächtnis oder die Verfeinerung der sensomotorischen Handregionen zur Kontrolle der virtuoson Fingerfertigkeiten zu nennen.

Zusammenfassend existieren durchaus gültige Argumente, Musik als eine menschliche Erfindung anzusehen, die sich aus bereits bestehenden kognitiven und motorischen Fähigkeiten entwickelt hat. Allerdings vernachlässigt die TTM-Theorie die starke Wirkung von Musik auf Emotionen! Es ist interessant, dass der emotionale Aspekt der Musik seit jeher im Mittelpunkt der adaptionistischen Position, beginnend mit Darwin und Herder, stand.

Im Folgenden werden wir zeigen, dass Musik verschiedene Arten von Emotionen auslösen kann, nämlich 1.) die ästhetischen Emotionen, die keine unmittelbare vitale Bedeutung für den Organismus haben, und 2.) die oben genannten starken Emotionen, die durch Begleitreaktionen des autonomen Nervensystems und durch Ausschüttung von Neurohormonen gekennzeichnet sind. Zu diesen starken Emotionen gehört unter anderem die oben genannte Chill- oder Gänsehautreaktion. Wir werden argumentieren, dass Erstere vermutlich auf eine Erfindung des Menschen zurückgehen, während Letztere evolutionär alt sind und auf einem akustischen Kommunikationssystem von Affekten beruhen, das auch schon bei anderen Säugetieren angelegt ist.

Ästhetische Emotionen beim Musikhören

Die meisten Menschen stimmen überein, dass Musik fröhlich oder traurig klingen kann. Allerdings besteht weniger Konsens, ob Musik wirklich beim Hörer Emotionen auslöst. Eine detaillierte Wiedergabe dieser Diskussion würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wir verweisen hier auf die kürzlich erschienene Übersichtsarbeit von Hunter und Schellenberg.²⁰

Grundsätzlich wird die »kognitivistische« und die »emotivistische« Position unterschieden. Kognitivisten argumentieren, dass fröhliche oder traurige Musik diese Emotionen nicht im Hörer erweckt, sondern

nur in dieser Weise vom Hörer klassifiziert und bewertet wird.²¹ Allerdings kann eine solche Bewertung der Musik Emotionen induzieren.²² Zum Beispiel könnte die langweilige und ungenaue Wiedergabe eines sonst als »fröhlich« klassifizierten musikalischen Meisterwerks, z. B. der Badinerie aus der H-moll-Suite von Johann Sebastian Bach, bei einem Musikliebhaber Gefühle von Ärger, Frustration und Trauer auslösen, die natürlich auf seinen Kenntnissen anderer, angemessenerer Interpretationen beruhen.

Im Gegensatz dazu postulieren die Emotivisten, dass Musik direkt Emotionen induziert. Mehrere Mechanismen werden für derartige Wirkungen von Musik diskutiert. Einer davon ist die oben genannte kognitive Bewertung. Juslin und Västfjäll²³ haben sechs weitere Wirkmechanismen vorgeschlagen, nämlich 1.) Hirnstamm-Reflexe, 2.) Konditionierung, 3.) Verankerung im episodischen Gedächtnis, 4.) emotionale Ansteckung, 5.) Imaginationen und 6.) auditive (z. B. harmonische) Erwartungen, die erfüllt oder getäuscht werden.

Zu den Hirnstammreflexen rechnen Juslin und Västfjäll automatische Reaktionen auf sehr dissonante und laute Klänge, die über ein fest verdrahtetes neuronales Netzwerk des Hirnstamms vermittelt werden. Obwohl dieses Phänomen eindeutig existiert, halten wir die Bezeichnung für unglücklich, da in der Neurologie Hirnstammreflexe, – zum Beispiel die Verengung der Pupille bei Lichteinfall – hochgradig reflexhaft sind und im Gegensatz zur Reaktion auf Musik weniger individuell durch Lernvorgänge moduliert werden können. Passender wäre hier der Begriff »Hirnstammreaktionen«.

Die emotionale Kraft der Konditionierung von Musik und des episodischen Gedächtnisses wurde meisterhaft in dem Kapitel »Eine Liebe von Swann« aus dem Roman »Auf der Suche nach der verlorenen Zeit« von Marcel Proust porträtiert.²⁴ Der Held Swann verliebt sich in eine Frau, während eine Melodie des Komponisten Vinteuil gespielt wird. Anschließend wird das Stück als »Nationalhymne ihrer Liebe« mit stark positiven Emotionen der Zärtlichkeit und Sehnsucht verbunden. Nach dem Auseinanderbrechen der Liaison erzeugt das Hören des Stückes intensive negative Emotionen wie Gefühle der Angst, der Melancholie und des Hasses bei Swann. Hier bewirken die Assoziationen von Musik mit wichtigen, nicht-musikalischen Lebensereignissen gegenteilige Emotionen, obwohl der »Stimulus« gleich bleibt.

Emotionale Ansteckung von Musik beruht auf der Idee der »sympathischen« Reaktion. Danach löst traurige Musik traurige Gefühle aus.²⁵ Die Induktion von Emotionen durch Bilder beim Hören von Musik lässt sich am besten in Oper und Filmmusik belegen. Oft werden bestimmte Motive, Klangfarben oder Instrumente mit emotional aufgeladenen Szenen oder Persönlichkeiten verbunden. Ein gutes Beispiel ist die Mundharmonika-Melodie in dem Film »Spiel mir das Lied vom Tod« von Sergio Leone. Hier verkörpert das Sekundmotiv die düsteren Emotionen und Erinnerungen, die den Rachefeldzug der Figur »Mundharmonika«, dargestellt von Charles Bronson, begleiten.

¹⁹ Patel, A. (2010). Music, biological evolution, and the brain. In: M. Bailar (ed.) *Emerging Disciplines*. Huston University Press, 91-144.

²⁰ Hunter, P., Schellenberg, G. (2011). Music and Emotion. In M.R. Jones (Ed.) *Music Perception. Handbook of Auditory Research*, 36, S. 129-164.

²¹ Kivy, P. (1990). *Music alone: Philosophical reflections on the purely musical experience*. Ithaca: Cornell University Press.

²² Scherer, K. R. (2004). Which emotions can be induced by music? What are the underlying mechanisms? And how can we measure them? *Journal of New Music Research*, 33(3), 239-251.

²³ Juslin, P. N., & Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioural and Brain Sciences*, 31, 559-621.

²⁴ Proust M. (2004). *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*. Band 1. Übersetzung von Eva-Rechel-Mertens. Suhrkamp Taschenbuch, Frankfurt. am Main, S. 499 ff.

²⁵ Levinson, J. (1996). *The pleasures of aesthetics: Philosophical essays*. Ithaca NY: Cornell University Press

Aufbau, Erfüllung und Täuschung musikalischer Erwartungen werden bereits seit Leonard Meyer²⁶ als wesentliche Auslöser von Emotionen beim Hören von Musik diskutiert. Vor Kurzem hat David Huron diese Idee in seinem Buch »Sweet Anticipation«²⁷ ausgearbeitet. Danach entsteht eine gewisse emotionale Befriedigung, wenn Erwartungen erfüllt werden. Bleiben die musikalischen Erwartungen unerfüllt, führt dies nicht zwangsläufig zu negativen Gefühlen, sondern das Ergebnis kann Lachen, Staunen oder sogar eine starke Reaktion in Form einer »Gänsehaut« sein.

Kommen wir zurück zu der Frage nach dem evolutionären Anpassungswert der durch Musik induzierten Emotionen. Hier ist es unseres Erachtens sinnvoll, zwischen starken Emotionen, die zu den oben genannten physiologischen Reaktionen führen, und ästhetischen Emotionen zu unterscheiden. Auch Scherer unterscheidet zwei Klassen von Emotionen, nämlich erstens die utilitaristischen Emotionen (z.B. Wut, Ekel, Angst, Freude, Trauer, Überraschung) und zweitens ästhetische Empfindungen.²⁸ Während Erstere objektiv durch psychophysiologische Messungen erfasst werden können und in Bezug auf das Überleben relevant sind, sei es in Hinsicht auf Partnerwahl, auf Gruppenkohäsion oder auf Vermeidungsverhalten, sind Letztere durch stark subjektive Gefühle gekennzeichnet. Die physiologischen Komponenten ästhetischer Emotionen sind häufig sehr subtil, und die emotionalen Reaktionen bleiben sehr individuell. Zentner und Kollegen²⁹ haben das Vokabular von Beschreibungen der durch Musik ausgelösten Emotionen analysiert. Dabei konnten sie die verbalen Äußerungen in neun Kategorien einteilen: Erstaunen, Transzendenz, Zärtlichkeit, Nostalgie, Friedfertigkeit, freudvolle Aktivierung, Spannung und Traurigkeit. Es ist sicher schwierig, diesen Kategorien einen evolutionär-adaptiven Wert zuzuschreiben, obwohl sie unbestritten das menschliche Wohlbefinden steigern und Sinn, Trost und Sicherheit vermitteln können. Derartige ästhetische Emotionen sind also gute Kandidaten, um als menschliche Erfindung und Bestandteil einer TTM zu gelten.

Die Chill-Reaktion als Beispiel für starke Emotionen beim Musikhören: Phänomenologie und auslösende Parameter

Auf der Suche nach einem objektiven Maß für starke Emotionen haben wir uns in den letzten Jahren mit der Chill-Reaktion beim Musikhören befasst. Derartige »Chills«, »Thrills«, oder »Gänsehauterlebnisse« sind mit dem Gefühl eines Fröstelns und mit Schauern, die den Rücken hinunterlaufen, verbunden. Die Chill-Reaktion tritt in vielen Zusammenhängen auf und kann durch ganz unterschiedliche Sinnesreize ausgelöst werden. Physiologisch geht die Chill-Reaktion mit einer Aktivierung des sympathischen autonomen Nervensystems einher. Dadurch entsteht eine Kontraktion der winzigen Haaraufsteller-Muskeln (Musculi arrectores pilorum) in der behaarten Haut. Darüber hinaus werden Chills von anderen Reaktionen des sympathischen Nervensystems begleitet. So erhöhen sich häufig die Herzfrequenz, der Blutdruck, die Atemfrequenz

und die Schweißproduktion. Wie bereits oben erwähnt, gehen Chills mit einer dopaminergen Aktivierung im Bereich der Belohnungszentren des Striatums und des Accumbens-Kerns einher. Die dadurch verursachte Steigerung der Erregung und der Motivation unterstützt damit die Gedächtnisbildung. Auf diese Weise werden Ereignisse, die zu Chill-Reaktionen führen, verstärkt in das Langzeitgedächtnis überführt. Diese Tatsache ist wichtig, wenn wir später den evolutionär-adaptiven Wert der Chill-Reaktion beim Hören von Musik diskutieren.

Die Chill-Reaktion tritt auch bei anderen behaarten Säugetieren bei Kälte, Wut und Angst auf. Bei Kälte wird durch die aufgestellten Haare der Wärmeabtransport von der Haut vermindert, bei Wut und Angst erscheint das Tier größer und erschreckt so die Feinde. Dies kann gut bei Schimpansen, aber auch bei Mäusen, Ratten und verängstigten Katzen beobachtet werden. Ein Sonderfall der akustisch ausgelösten Chill-Reaktion scheint bei mütterlichen Trennungsrufen einiger Affenarten aufzutreten. Diese Rufe führen bei den abgelegten Affenbabys zum Aufstellen der Haare. Jaak Panksepp³⁰ argumentiert, dass Gefühle des Verlustes und der sozialen Kälte so durch die mütterlichen Laute gelindert werden können. Seiner Meinung nach könnte dies erklären, warum beim Menschen häufig Chill-Reaktionen bei trauriger oder sehnsuchtsvoller Musik auftreten. Kritisch anzumerken ist, dass bislang keine systematische Untersuchung dieser Chill-Reaktion bei Primaten durchgeführt wurde. Auch wenn Pankseppts These häufig zitiert wird, haftet ihr somit etwas Anekdotisches an.

Beim Menschen können Chills durch auditive, visuelle, taktile, somatosensorische, gustatorische und enterozeptive (z.B. Druck auf die Blasenwand) Reize induziert werden. Obwohl die meisten Untersuchungen zu dem Phänomen der Chill-Reaktion bei angenehmer, traurig-nostalgischer Musik betreffen,³¹ darf nicht vergessen werden, dass unangenehme akustische Reize, wie das kratzende Geräusch von Kreide auf einer Tafel oder des Bohrers beim Zahnarzt eine solche Chill-Reaktion noch zuverlässiger auslösen.³² Diese aversiven Reize zeichnen sich psychoakustisch durch große Lautstärke, hohes Frequenzspektrum und häufig durch ein hohes Maß an Rauigkeit (»Kratzigkeit«) aus.

Im Folgenden werden wir uns nur auf die mit angenehmen Gefühlen verbundenen positiven Chill-Reaktionen beim Hören von Musik konzentrieren. Wir werden kurz unsere Ergebnisse zu den musikalischen Parametern, die eine Chill-Reaktion begünstigen, referieren. Dann werden wir Hörereigenschaften beleuchten und die Merkmale der »Chill-Persönlichkeit« darstellen.

Vorab ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass Chill-Reaktionen beim Hören von Musik selten sind. Nach Goldstein³³ erleben überhaupt nur etwa 70 % der Bevölkerung gelegentlich diese Reaktionen. Interessanterweise gibt es Unterschiede zwischen den Berufsgruppen. Musikstudenten sind mit bis zu 90 % anfälliger für Chills als Medizinstudenten (80 %), und Verwaltungsmitarbeiter einer Forschungseinrichtung (53 %). Selbst in einer ausgewählten Gruppe von Amateur-Chorsängern er-

²⁶ Meyer, L. B. (1956). *Emotions and meaning in music* (Paperback edition 1961 ed.). Chicago, London: The University of Chicago Press.

²⁷ Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: music and the psychology of expectation*. Cambridge, Massachusetts: A Bradford Book.

²⁸ Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44 (4), 695-729.

²⁹ Zentner, M., Grandjean, D., Scherer, K.R. (2008) Emotions evoked by the sound of music: characterization, classification and measurement. *Emotion*, 8, 494-521.

³⁰ Panksepp, J. (1995). The emotional sources of »chills« induced by music. *Music Perception*, 13(2), 171-207.

³¹ Guhn, M., Hamm, A., & Zentner, M. R. (2007). Physiological and musico-acoustic correlates of the chill response. *Music Perception*, 24(5), 473-483, aber auch Grewe, O., Kopiez, R., Altenmüller, E. (2009). The chill parameter: Goose bumps and shivers as promising measures in emotion research. *Music Perception*, 27(1), 61-74.

³² Grewe, O., Katzur, B., Kopiez, R., Altenmüller, E. (2010). Chills in different sensory domains – Frisson elicited by acoustical, visual, tactile and gustatory stimuli. *Psychology of Music*, 39(2). 220-239.

³³ Goldstein, A. (1980). Thrills in response to music and other stimuli. *Physiological Psychology*, 8(1), 126-129.

lebten nur 72 % eine Chill-Reaktion, wenn sie unter Laborbedingungen 30 Minuten sehr emotionale Chormusik anhörten.³⁴ Grundsätzlich ist anzumerken, dass Chill-Reaktionen flüchtig und nicht einfach reproduzierbar sind. So zeigte sich in einem Experiment, dass selbst typische individuelle »Chill-Stellen« an sieben aufeinanderfolgenden Tagen nicht regelmäßig die gleichen Reaktionen auslösten und insgesamt die Chills immer seltener wurden, die Probanden sich also habituierten.

Darüber hinaus sind Chill-Reaktionen stark vom Kontext abhängig. In einer Untersuchung konnten wir nachweisen, dass das Hören emotional stark wirksamer Musik in einer Gruppe von Freunden zu weniger Chill-Reaktionen führt, als wenn diese Musik von den Teilnehmern allein gehört wurde. Dies weist auf eine weitere interessante Facette des Phänomens hin: Zumindest in unserer Kultur werden Chill-Reaktionen als sehr intim empfunden und sind möglicherweise auch mit Schamgefühlen verbunden.³⁵

In einer Reihe von weiteren Studien haben wir versucht, musikalische Faktoren zu bestimmen, die die Wahrscheinlichkeit für Chill-Reaktionen erhöhen. Die Hypothese war, dass bestimmte harmonische Progressionen, Klangfarben, Stimmen oder Lautstärkeverläufe zu diesem Phänomen beitragen. Die Ergebnisse waren sehr ernüchternd. Erstens fanden wir keine einfache Reiz-Reaktions-Beziehung, d.h. auch bei emotional sehr anregender Musik sind Chill-Reaktionen eher selten und nicht einfach reproduzierbar. Zweitens gab es keine Kombination von musikalischen Faktoren, die bei unterschiedlichen Hörern zuverlässig Chill-Reaktionen erzeugten. Das einzige Merkmal, das in unseren Experimenten als eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Entstehung einer Chill-Reaktion gefunden wurde, war ein unerwarteter Bruch in der musikalischen Struktur oder, in der Terminologie von David Huron, eine Nichterfüllung von Erwartungen.³⁶

Bei 38 hinsichtlich Alter, musikalischer Vorbildung und Geschlecht heterogenen Probanden (Alter: 11-72 Jahre, 29 Frauen, fünf professionelle Musiker, 20 Amateurmusiker und 13 Nicht-Musiker) analysierten wir die musikalischen Parameter der jeweils individuellen Gänsehautmusik im Labor. Bei 29 % der Musikstücke konnten wir den Einsatz einer Melodiestimme, sei es eines Instrumentes oder einer Singstimme, identifizieren. Bei 19 % fanden wir einen Spitzenwert in der Lautheit und bei 14 % einen Spitzenwert in der Brillanz, der sich in einem Anstieg der Energie im Frequenzbereich zwischen 920 und 4.400 Hz niederschlug. Weniger ausschlaggebend war die Erhöhung des Parameters »Rauigkeit«. Bei 12 % der Chill-Reaktionen wurde eine Erhöhung der Rauigkeit durch ein reduziertes Ton/Rausch-Verhältnis beobachtet. Dies entspricht einer Steigerung im Bereich der akustischen »Dichte«.³⁷ und geschieht zum Beispiel, wenn mehrere Instrumente im Orchestersatz hinzukommen, und Lautstärke und Tempo zunehmen. In der Empfindung der

Probanden gehen alle diese akustischen Veränderungen mit einem Anstieg der Erregung einher, die wir in Echtzeit während des Hörens mittels einer Computermaus und des Programms »EMuJoy« erfassten.³⁸ Dabei werden Änderungen der Erregung (Arousal) und des Gefallens (Valenz) stufenlos auf einem zweidimensionalen Koordinatensystem abgebildet. Ein typisches Beispiel für alle oben genannten Kriterien ist der »Barrabas-Ruf« aus der Matthäus-Passion von Johann Sebastian Bach. Wie schon erwähnt, ist die Chill-Reaktion beim »Barrabas-Ruf« nicht reflexhaft, sondern hängt von vielen Faktoren ab, z.B. von der Hörsituation des Individuums, vom allgemeinen Wohlbefinden, von der Aufmerksamkeit und von der Tagesform.

In Bezug auf Persönlichkeits-Faktoren unterschieden sich in der oben untersuchten heterogenen Gruppe die Teilnehmer mit häufigen Chill-Reaktionen (Chill-Responder) stark von jenen, die keine Chills verspürten. Chill-Responder waren vertraut mit klassischer Musik, bewerteten Musik als wichtiger für ihr Leben, identifizierten sich mehr mit der Musik, die sie bevorzugten, und hörten im Alltag häufiger Musik. In Bezug auf psychologische Merkmale zeigten Chill-Responder eine allgemeine Tendenz zu niedrigeren Reizschwellen, waren empfindsamer und waren stärker abhängig von anderen Menschen und von emotionaler Zuwendung.³⁹

Da die Vertrautheit mit dem musikalischen Genre und persönliche emotionale Erinnerungen wichtige Faktoren für die Auslösung von Chill-Reaktionen zu sein schienen, wollten wir dies in einem weiteren Experiment genauer überprüfen. Wir rekrutierten 54 Patienten aus drei verschiedenen Amateur-Chören, die Mozarts Requiem aufgeführt hatten (im Folgenden »Mozart-Gruppe« genannt), und 41 Teilnehmer aus Gospel- und Pop-Chören (im Folgenden als »Kontrollgruppe« bezeichnet). Letztere waren nicht mit dem Mozart-Requiem und mit klassischer Musik vertraut. Wir spielten nun diesen Teilnehmern emotional bewegende Auszüge aus Mozarts Requiem (Lacrimosa, Confutatis, Rex tremendae, Tuba mirum, Dies irae) vor, wobei wir sowohl eigene Aufnahmen aus der Mozart-Gruppe als auch eine Interpretation von Herbert von Karajan verwendeten. Darüber hinaus wurden Auszüge aus dem Requiem von Puccini und aus der Bach-Motette »Unser Leben ist ein Schatten« gespielt, die jeweils nur von einem der drei Chöre der Mozart-Gruppe gesungen worden waren. Gemessen wurden die subjektive Intensität der Gefühle und die wahrgenommenen Chill-Reaktionen mit dem EMuJoy-Programm. Zusätzlich wurden Hautleitfähigkeit, Herz- und Atemfrequenz abgeleitet.

Vergleichbar mit früheren Ergebnissen von Goldstein und Guhn, berichteten nur etwa zwei Drittel der Teilnehmer eine Chill-Reaktion. Es gab eine hohe interindividuelle Variabilität. Die maximale Chill-Anzahl während des etwa eine Stunde dauernden Experiments betrug bei einem Probanden $n = 88!$ Im Durchschnitt erlebte jeder Teilnehmer neun Chill-Reaktionen. Interessanterweise zeigte sich kein Zusammenhang mit dem Alter, Geschlecht oder mit der Vorliebe für klassische Musik. Allerdings beeinflusste die Vertrautheit mit der Musik die Häufigkeit der Chill-Reaktionen. Sie traten weitaus häufiger in der Mozart-Gruppe als in der Kontrollgruppe (72 % gegenüber 56 % der Teilnehmer) auf, und die Gesamtzahl der Chill-Reaktionen war in dieser Gruppe viel höher als in der Kontrollgruppe (679 vs. 173 Chill-Antworten). Auch beim Hören der Bach-Motette und des Puccini-Requiems waren die Chill-Antworten signifikant häufiger bei den Choristen, die diese Stücke gesungen hatten. Weniger wichtig schien zu sein, ob die eigene oder eine fremde Interpretation gehört wurde.⁴⁰ Offensichtlich ist die Vertrautheit mit dem Stimulus ein wichtiger Faktor bei der Auslösung von Chill-Reaktionen. Darüber hinaus fördern die musikalische Biografie und individuelle As-

³⁴ Grewe O, Kopiez R, Altenmüller E. (2009). The chill parameter: Goose bumps and shivers as promising measures in emotion research. *Music Perception*, 27(1), 61-74.

³⁵ Sutherland, M. E., Grewe, O., Egermann, H., Nagel, F., Kopiez, R. & Altenmüller, E. (2009): The influence of social situations on music listening. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1169: 363-367.

³⁶ Grewe, O., Nagel, F., Kopiez, R., & Altenmüller, E. (2007). Listening to music as a re-creative process: Physiological, psychological and psychoacoustical correlates of chills and strong emotions. *Music Perception*, 24(3), 297-314.

³⁷ Nagel F., Kopiez R., Grewe O., Altenmüller E. (2008). Psychoacoustic correlates of musically induced chills. *Musicae Scientiae*, 12(1), 101-113.

³⁸ Nagel, F., Kopiez, R., Grewe, O., & Altenmüller, E. (2007). EMuJoy: Software for continuous measurement of perceived emotions in music. *Behav. Res. Methods*. 39(2), 283-290.

³⁹ Siehe Grewe et al. (2007).

⁴⁰ Grewe O, Altenmüller E, Nagel F., Kopiez R. (2009-2010). Individual emotional reactions towards music: Evolutionary-based universals? *Musicae Scientiae* (Special Issue), 261-287.

soziationen (zum Beispiel die Erinnerungen an eine erhebende Aufführung in einer großartigen gotischen Kathedrale) die Empfänglichkeit für eine Chill-Reaktion enorm.

Im Folgenden wollen wir unsere Befunde in Bezug zum übergreifenden Thema dieses Aufsatzes – nämlich auf den evolutionär-adaptiven Wert der Musik – stellen. Demnach beruht die Chill-Reaktion biologisch auf einer phylogenetisch alten, reflexartigen Reaktion des sympathischen Nervensystems in Zusammenhang mit Thermoregulation und Droh- und Einschüchterungsgebärden. Sie ist biologisch mit Zunahme der Erregung verbunden und erleichtert die Gedächtnisbildung. Beim Menschen erfolgt die Reaktion im auditiven Bereich einerseits in Zusammenhang mit negativ bewerteten, lauten, hochfrequenten, und rauen Geräuschen, andererseits in Zusammenhang mit angenehmen musikalischen Stimuli, die mit einer Aktivierung des dopaminergen Belohnungssystems im Gehirn einhergehen. Faktoren, die diese positiven Chill-Reaktionen fördern, sind: plötzliche strukturelle Veränderungen der Musik, der Anfang von etwas Neuem, die Erhöhung der Lautstärke im hohen Register, die Verknüpfung mit positiven emotionalen Erinnerungen und eine allgemeine Vorliebe für das betreffende Musikgenre. Chill-Reaktionen sind außerdem bei empfindsamen und sozialen Persönlichkeiten häufiger. Im folgenden letzten Abschnitt werden wir zeigen, wie die Chill-Reaktion einen adaptiven Wert der Musik in der menschlichen Evolution begründen könnte. Schließlich werden wir unser Modell der »gemischten Ursprünge der Musik« (MOM) in der menschlichen Evolution vorstellen.

Zu den evolutionären Wurzeln der Musik: Hinweise aus der Chill-Reaktion

Der evolutionär-adaptive Wert der Chill-Reaktion liegt auf der Hand, wenn man die oben genannten biologischen Begleiterscheinungen bedenkt. Negative Chill-Reaktionen waren vielleicht die Reaktionen auf die kreischenden, panischen Schreie von Artgenossen, die von einem Feind angegriffen wurden. Sie können als Reste eines evolutionär alten, affektiven Kommunikationssystems betrachtet werden. Noch heute findet man bei vielen sozial lebenden Säugern bei Bedrohung derartige Lautäußerungen. Außerdem fördern die negativen Emotionen ein Vermeidungsverhalten, sodass der Abstand zur Schallquelle erhöht wird. Auf diese Weise wird ein Sicherheitsabstand erzielt und das Gehör geschützt. Schließlich wird in Zusammenhang mit kämpferischen Auseinandersetzungen der Gegner durch die aufgestellten Haare eingeschüchtert und gleichzeitig die Gedächtniskonsolidierung für die Situation gefördert. Auf diese Weise werden die Situationen besser memoriert und auch die damit verbundenen akustischen Muster eingespeichert. Vielleicht reichen die Wurzeln eines solchen Verhaltens drei Millionen Jahre zurück, als unser ca. ein Meter kleiner Vorfahr, *Australopithecus afarensis*, durch das hohe Gras der zentralafrikanischen Trockensteppen streifte und von den Schreien der ihn jagenden großen afrikanischen Adler in Panik versetzt wurde.

Die Situation für die positive Chill-Reaktion beim Hören von Musik ist komplizierter. Die häufig zitierte »Trennungsruf«-Hypothese von Jaak Panksepp⁴¹ ist bislang noch nicht empirisch belegt. Gegen den Trennungsruf als ursprüngliche Quelle der Chill-Reaktion spricht der fehlende Nachweis von akustisch evozierten Chill-Reaktionen bei Säug-

lingen und Kleinkindern, zum Beispiel beim Hören von beruhigenden Wiegenliedern. Eventuell ist ein solches Phänomen bislang übersehen worden. Aber nach unseren informellen Befragungen von Kindern und Jugendlichen scheinen die positiven Chill-Reaktionen frühestens kurz vor Erreichen der Pubertät aufzutreten. Zugegebenermaßen fehlt auch zu diesem interessanten Thema noch empirische Forschung.

Es gibt zwei weitere Möglichkeiten, den positiven Chill-Reaktionen einen evolutionär-adaptiven Wert zuzusprechen. Da Chill-Reaktionen vor allem bei neuen, unerwarteten akustischen Stimuli entstehen und die Gedächtnisbildung erleichtern, wird dadurch unser akustisches Muster-Erkennungsvermögen erhöht und unser Repertoire an akustischen Gestalten erweitert. Darüber hinaus ist die Chill-Reaktion mit der Aktivierung der neuronalen Belohnungsnetzwerke verbunden, wodurch die Erlebnisse positiv bewertet werden und unsere Neugier auf unerwartete akustische Ereignisse lustvoll gesteigert wird. Dies wiederum war von evolutionärer Bedeutung, da eine schnelle und präzise Klassifizierung von akustischen Reizen eine Voraussetzung für ein optimales Verhalten war. So konnten wir die Geräusche eines sich nachts anschleichenden Raubtiers, aber auch die feinen Nuancen der emotionalen Lautäußerungen unserer Artgenossen sicher erkennen. Wir vermuten daher, dass die treibende Kraft für die Entwicklung unseres überlegenen auditiven Gedächtnisses eben jene Chill-vermittelte Belohnung bei der Identifizierung neuer akustischer Muster war. Vermutlich boten auch die ersten Lieder und Gesänge, die ersten Klänge von primitiven Musikinstrumenten, z. B. das Schlagen mit Hölzern auf hohle Baumstämme, einen sicheren Rahmen, um das auditive Unterscheidungsvermögen zu trainieren. Darüber hinaus wurden die stimmlichen Fähigkeiten verbessert und damit auch die Voraussetzungen für ein hochdifferenziertes akustisches Kommunikationssystem, nämlich die Sprache, geschaffen.

Das zweite evolutionär-adaptive Merkmal der Chill-Reaktion ist die Erzeugung von positiven Emotionen. Durch Aktivierung des sympathischen Nervensystems und des Belohnungssystems konnte Musik als eine »transformative Technologie des Geistes« (TTM) Momente des Glücks und des Trostes im harten Leben der frühen, modernen Menschen bereiten. Vor 35.000 Jahren lagen die »HohleFels«-Höhle und die »Geißenklösterle«-Höhle in der alpinen Tundra. Erkrankungen des Bewegungsapparats, Magen-Darm-Infektionen, Parasiten, Zahnschmerzen und die allgegenwärtige Kälte machten das Leben beschwerlich. Musik konnte hier Momente des Wohlbefindens erzeugen und so die Liebe zum Leben neu erwecken.

Was sind dann die Ursprünge der Musik und wann begann Musik, Teil unseres menschlichen Daseins zu werden? Im Folgenden wollen wir unsere »Mixed Origins of Music«-Theorie oder kurz »MOM«-Theorie darstellen. Darin versuchen wir, die verschiedenen Aspekte zu berücksichtigen, die für einen evolutionär-adaptiven Wert der Musik sprechen. Wir sind uns bewusst, dass diese Theorie, – wie viele andere Theorien zur Evolution –, nicht direkt nachgewiesen werden kann, da es keine Aufzeichnungen über die musikalischen Aktivitäten der ersten Menschen gibt. Allerdings sind wir bestrebt, unsere Argumente mit physiologischen Befunden, die auf phylogenetisch alte Mechanismen verweisen, zu unterstützen.

Wenn wir die Chill-Reaktion bei Musik betrachten, so kann man davon ausgehen, dass ihre Wurzeln phylogenetisch alt sind und ursprünglich der Thermoregulation, aber auch der Abwehr gedient haben. Das erklärt, warum diese Reaktion einerseits bei positiv be-

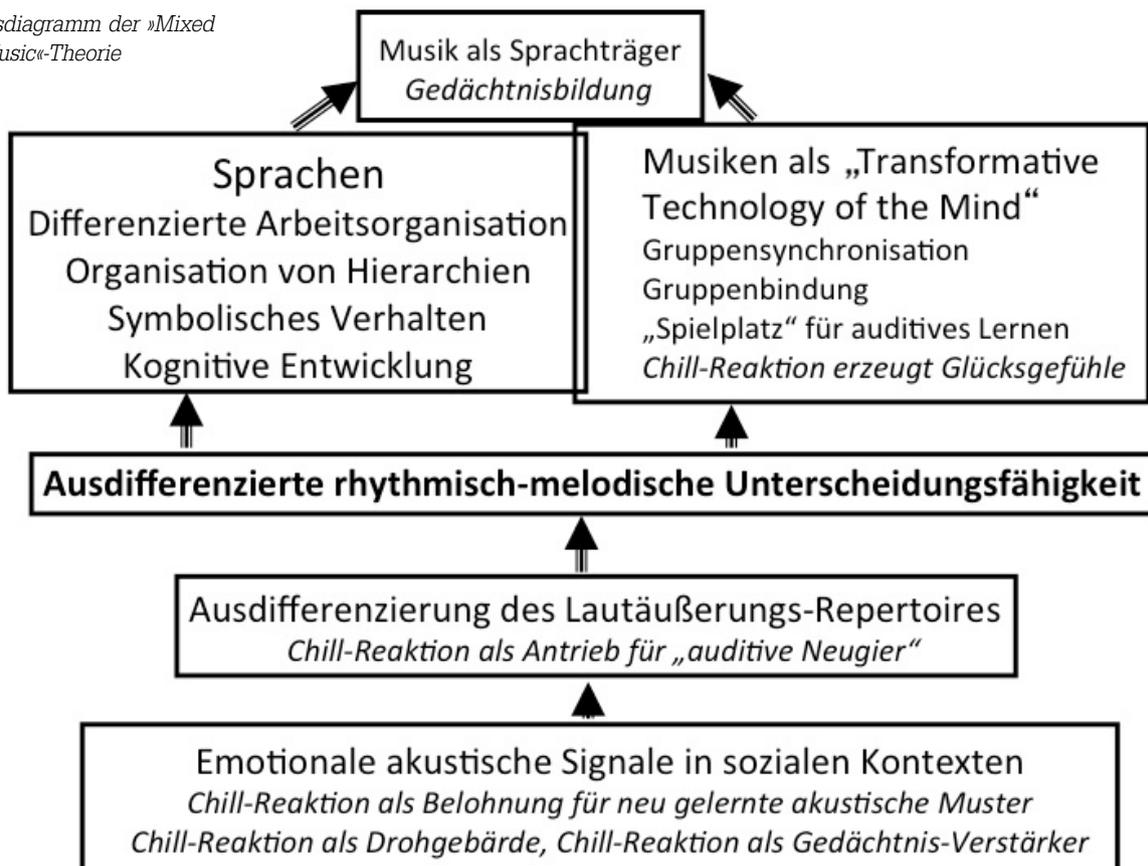
⁴¹ siehe J. Panksepp (1995).

werteten Reizen, die mit »sozialer Wärme« einhergehen, andererseits bei negativ bewerteten schrillen Lauten auftritt. Im Lauf der Phylogenese wurden diese sehr einfachen Reaktionen veränderbar, und die reflexartigen Verschaltungen wurden durch Lernen moduliert. Insbesondere, nachdem die Behaarung und damit der ursprüngliche thermoregulatorische Zweck verloren war, konnte die Chill-Reaktionen für andere Sinnesmodalitäten genutzt werden. Die begleitende Erregung und die Ausschüttung von Neurohormonen unterstützten die Gedächtnisbildung. Dies war insbesondere in der akustischen Modalität von Vorteil, da sich das soziale Lautrepertoire der frühen Hominiden enorm erweiterte und somit vor allem auch ein leistungsstarkes Gedächtnis für auditive Muster notwendig wurde. Vermutlich traten diese Chill-Reaktionen bei einfachen emotionalen Lautäußerungen, zum Beispiel beim Stöhnen und Lachen auf. Nach und nach entwickelte sich eine differenzierte rhythmisch-melodische Unterscheidungsfähigkeit, die erst die Voraussetzung für die »Erfindung« der Musik bildete. Dieser Vorgang könnte mit der Erfindung der Kontrolle des Feuers vergleichbar sein. Musik hatte dabei zahlreiche positive Wirkungen:

Sie unterstützte auf spielerische Weise die auditive Mustererkennung, sie förderte das Wohlbefinden und den sozialen Zusammenhalt. In Abbildung 1 haben wir unsere MOM-Theorie grafisch dargestellt und das oben Gesagte zusammengefasst.

Zusammenfassend argumentieren wir, dass auf der Grundlage eines sehr alten affektiven Kommunikationssystems auditives Lernen durch die Chill-Reaktion belohnt wurde. Dies führt zu einer zunehmenden Verfeinerung der auditiven Diskriminationsfähigkeit, zur präzisen Wahrnehmung von Rhythmen und Melodien. Dies wiederum könnte den Boden für den Erwerb von Sprache und auch für die »Erfindung« der Musik bereiten haben. Musik diente dabei zahlreichen Funktionen, wie ja auch die Kontrolle des Feuers zahlreiche positive Konsequenzen für die Menschen hatte. Musik bot einen sicheren »Spielplatz« für neue Hör-Erfahrungen, förderte die Gruppen-Synchronisierung, den Gruppenzusammenhalt, die Mutter-Kind-Bindung und den Spracherwerb. Musik erhöhte das Wohlbefinden – und in seltenen Momenten erzeugte Musik sogar Glücksgefühle: die Chill-Reaktion.

Abb. 1: Flussdiagramm der »Mixed Origins of Music«-Theorie



Korrespondenzadresse
 Univ.-Prof. Dr. med. Eckart Altenmüller
 Institut für Musikphysiologie und Musiker-Medizin
 Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover
 Emmichplatz 1, 30175 Hannover
 Tel.: 0511-3100552, Fax: 0511-3100557
 E-Mail: eckart.altenmueller@hmtm-hannover.de