

EEG-Korrelate des Musikerlebens, Teil 1: Forschungsstand und Untersuchungsplan

Forschungsstand

Medizinisch-neurologische Untersuchungen des Musikerlebens sind immer wieder von der Hoffnung geprägt, daß man über einen Verhaltensprozeß, der sich vom Nebel introspektiver Berichte oder ästhetischer Reflexionen beharrlich nicht befreien lassen will, endlich Konkretes aussagen ließe. Seit Dogiels (1880) erster berühmter Untersuchung über Blutdruckveränderungen beim Musikhören stellt sich diese Hoffnung stets aufs Neue ein und natürlich besonders dann, wenn verbesserte apparative Verfahren neuartige »Einblicke« verheißen. Orientiert man sich anhand von Literaturberichten (Wagner 1975 a, Gembris 1977, Dainow 1977, Schuster 1984, Gembris 1985, S. 46ff.) über die gut einhundertjährige Geschichte der Erforschung der medizinisch-neurologischen Korrelate von Musikhören und Musikerleben, so stellt sich ein insgesamt zwiespältiges Bild ein. Einerseits gibt es bestimmte musikalische Parameter wie Tempo und Lautstärke, die bestimmte erwartete vegetative Veränderungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit bewirken. Andererseits gibt es aber auch eine Fülle von einander z. T. widersprechenden Detailbefunden, die sich in kein theoretisches Konzept einordnen lassen.

Dies gilt vor allem für die unübersehbar gewordenen dichotischen Hörexperimente, die an die berühmt gewordene Studie von Kimura (1964) anknüpften. Mit relativ einfachen technischen Mitteln (Zweispurtonbandgerät, Kopfhörer) schien sich hier die verlockende Möglichkeit zu bieten, auf elegante Art die Asymmetrie kortikaler Prozesse sichtbar zu machen. Glaubte man zunächst, daß bestimmte Reize links- (Sprache), andere dagegen rechtshemisphärisch (Musik) verarbeitet würden, so zwangen die nachfolgenden Ergebnisse bald, nach anderen Erklärungen zu suchen. Die reizorientierte Erklärung

wurde deshalb bald durch eine prozeßorientierte ersetzt, wonach für beide Hirnhälften unterschiedliche Verarbeitungsmodi postuliert wurden (Bever & Chiarello 1974, Wallin 1984). Danach werden Reize linkshemisphärisch eher analytisch/seriell, rechts dagegen ganzheitlich/parallel verarbeitet. Neueste Befunde stützen diese These auch neurologisch: in der rechten Hirnhälfte scheint es mehr und längere neuronale Verbindungen zu geben, was zur Folge haben könnte, daß die jeweils verarbeitenden Felder in der linken Hirnhälfte fokussierter sind als rechts (Schulter 1984). Bei der unübersehbaren Unvereinbarkeit der zahlreichen dichotischen Befunde fällt aber immer wieder auf, daß nonverbale bzw. musikalische Reize im Gegensatz zu Sprache häufig rechts verarbeitet werden, daß sich aber andererseits Musiker von Nichtmusikern gerade in dieser Hinsicht auffällig unterscheiden. In welchem Maße musikalische Begabung und spezifische Lernprozesse hierbei konfundieren, ist zur Zeit noch nicht überschaubar (Gaede et al. 1978, Selby et al. 1982).

Der offensichtliche Nachteil der (ökonomischen) dichotischen Experimente ist ihre Beschränktheit auf eine relativ grobe Aussage, die der asymmetrischen Verarbeitung, sowie auf relativ einfache Reize, zumeist einfache Höraufgaben. Auch wenn immer wieder auf die vielfältigen Interaktionen der Hirnhälften hingewiesen wird, so werden die Ergebnisse nur zu häufig vereinfacht dichotom interpretiert und allzu schnell in musikdidaktische Konzeptionen umgesetzt (Wiedemann 1985). Neue EEG-Studien bzw. Untersuchungen des Glukoseumsatzes im Blut nötigen aber zu wesentlich differenzierteren Aussagen.

Das EEG (Elektroenzephalogramm) besteht aus den elektrischen Potentialen, die über der Hirnkonvexität erfaßt und von den Neuronen des Kortex gebildet werden. Sie werden modifiziert und in ihrer Aktivität geregelt von tiefergelegenen Neuronen im Thalamus und Hirnstamm. Die rhythmische Aktivität wie z.B. der hauptsächlich occipital ausgebildete Alpha-Rhythmus mit 8–12,5 Wellen/sec von 10–15 mV wird von mehreren gleichgeschalteten Neuronen ausgesendet. Er entsteht durch Summationseffekte von inhibitorischen und exzitatorischen postsynaptischen Potentialen der Zellkörper

und Dendriten der Neuronen der Hirnrinde. Thalamus und das aufsteigende retikuläre System vermitteln Antworten auf Weckstimuli und erzeugen in der Hirnrinde eine Desynchronisation, d.h. eine Veränderung oder ein Ausbleiben des Alpha-Rhythmus. So wird durch Augenöffnen ein regelmäßiger hochamplitudiger Alpha-Rhythmus verschwinden und niedrigeren, schnelleren Wellen Platz machen. Diese beim Augenöffnen zu beobachtende EEG-Antwort kann auch ausgelöst werden durch psychische Veränderungen, geistige Aktivitäten oder akustische Reize.

Das Frequenzspektrum des EEG erstreckt sich von 0,5 bis 32 Hz. Am häufigsten findet sich in der Normalbevölkerung ein Alpha-EEG zwischen 8 und 12,5 Hz (75–90%), ein Beta-EEG mit Frequenzen zwischen 13 und 32 Hz bei 3–4% und ein unregelmäßiges EEG tritt in 7–8% der Beobachtungen auf. Bei einem unregelmäßigen EEG sind zusätzlich noch langsamere Frequenzen zwischen 4 und 7,5 Hz zusammen mit Alpha- und Beta-Wellen zu beobachten. Ein sogenanntes flaches EEG, bei dem eine eindeutige Zuordnung zu bestimmten Frequenzbereichen nicht möglich ist, tritt in 4% der Fälle auf. In höherem Alter nimmt der Anteil an schnellen Beta- und langsamen Theta-Frequenzen zu. So findet man bei älteren Menschen in 28–50% ein Beta-EEG bzw. ein unregelmäßiges EEG.

Die verschiedenen Frequenzbänder unterliegen einer charakteristischen Verteilung über beiden Hemisphären. Während Alpha-Frequenzen überwiegend betont occipital auftreten, sind schnellere Frequenzen des Beta-Bereiches vor allem frontal zu finden. Beidseits temporal treten, aufgrund der hier stärker wirksamen Einflüsse tiefer gelegener Hirnstrukturen, langsame Frequenzen aus dem Theta-Bereich in den Vordergrund. Die EEG-Wellen sind in entspanntem Zustand bei geschlossenen Augen in der Regel symmetrisch verteilt.

Eine EEG-Ableitung wird üblicherweise durch aufgesetzte Oberflächen Elektroden durchgeführt. In der Regel werden 22 Elektroden nach einem festgelegten Schema auf der Kopfhaut über dem Kortex verteilt (10–20 Schema). Bei den modernen handelsüblichen EEG-Geräten sind bestimmte Verstärker und Filtereinstellungen vorgegeben (Verstärkung: 50 mV = 7 mm, Hochpaßfilter: 0,3 sec, Tief-

paßfilter: 70 Hz). Auf Papier werden mittels Kohle- oder Tintenschreibern bei einer Papiergeschwindigkeit von 30 mm/sec simultan 12 EEG-Spuren aufgezeichnet. Durch Wechsel der Spurenverteilung während einer Ableitung sind zusätzlich topographische Aussagen über die Verteilung von EEG-Frequenzen möglich.

EEG-Studien sind ungewöhnlich aufwendig und deshalb, was den musikalischen Bereich betrifft, bisher relativ selten. Wenn man sich auf jene Untersuchungen beschränkt, die nicht nur einfache Stimuli oder Höraufgaben sondern erklingende, komplexe Musik verwenden, so ist zunächst jene von Giannitrapani (1970) zu nennen, der unter Verwendung von 16 EEG-Ableitungen bereits eine recht differenzierte Analyse vorlegte, aber bei Musik (kurzer Tschaikowsky-Ausschnitt) die schwächsten Veränderungen im EEG feststellte. Es folgten weitere durch die Ergebnisse dichotischer Hörexperimente angeregte Arbeiten, die eine Asymmetrie vor allem im Alpha-Bereich bzw. Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern zeigen konnten (u.a. Osborne & Gale 1976, Hirshkowitz et al. 1978, Konovalov & Otmakhova 1984). Die Aussagekraft dieser und anderer Studien wird aber dadurch begrenzt, daß entweder nur ein (oft unzureichend bezeichnetes) Musikstück verwendet bzw. nur der Alpha-Bereich berücksichtigt wurde. Eine sonst oft beobachtete rechtshemisphärische Dominanz für Musik bei Nichtmusikern konnte von Schuster et al. (1984) mit der Hjorth-Analyse nicht bestätigt werden.

Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang die Studie von Walker (1977), der die EEG-Daten beim Anhören zweier Musikbeispiele (»Klassik« und »Rockmusik«) mit Daten zum subjektiven Erleben dieser Musik in Beziehung setzte. So ergab sich u.a., daß ein geringeres Gefallen des Mahler-Beispiels mit deutlich größerer Aktivität im Delta-Bereich korrelierte. Wesentlich höhere Korrelationen ergaben sich jedoch, wenn nicht die Absolutdaten (Prozent-Anteil des jeweils pro Frequenzband aktiven Zeitraumes), sondern die Differenzen zwischen ruhiger Ausgangssituation und Musikhören zu den Erlebnisdaten in Beziehung gesetzt wurden. Vor allem die subjektiv erlebte entspannende Wirkung der Musik kovarierte

dann links mit größerer Theta-Aktivität und rechts mit niedrigerer Alpha- sowie höherer Beta-Aktivität, aber auch die Erlebniskategorien »unfamiliar«, »comforting«, »happy« und »irritating« schlugen sich im EEG nieder. Dagegen gab es beim Anhören des Rockbeispiels (fast) keine vergleichbaren Zusammenhänge! Ebenso überraschend dürfte die Tatsache sein, daß das EEG eher bei den Nichtmusikern, weniger jedoch bei den Musikern signifikante Korrelationen mit Aspekten des Musikerlebens aufwies. Insgesamt scheinen die oft nicht berücksichtigten »langsamen« Bänder (Delta & Theta) diesbezüglich sensibler zu sein als der Alpha- und Beta-Bereich. Das eigentliche, vom Autor nicht aufgegriffene Problem der Walkerschen Studie besteht aber darin, daß die z.T. bemerkenswerten Zusammenhänge zwar konstatiert aber (bisher) nicht interpretiert werden können.

Ungewöhnlich spannend sind zwei neuere Studien, in denen die topographische Struktur der kortikalen Aktivitäten wesentlich genauer als es bisher möglich war, untersucht wurden. Petsche et al. (1984) zeigten, daß das Anhören eines Mozart-Streichquartettsatzes (KV 458, erster Satz) bei sechs Probanden zu topographisch vollkommen verschiedenen Reaktionsmustern führte und daß die aktivierten Bereiche relativ breitflächig verteilt waren. Es ergaben sich keine ausgeprägten Asymmetrien, jedoch aktivierten Musiker die linke Hirnhälfte stärker als die rechte. Die prozeßhaften Veränderungen der Gehirnaktivitäten, die von Petsche et al. besonders betont werden, lassen sich neuerdings auch mit einer sehr aufwendigen Beobachtung des Glukoseumsatzes in der Hirndurchblutung aufzeigen. Mazziotta et al. (1982) konnten so demonstrieren, daß beim Lösen von einfachen Höraufgaben (Seashore-Test) nur jeweils ein oder zwei begrenzte Hirnareale aktiviert sind, daß dies jedoch links oder aber rechts geschieht, je nachdem ob die Probanden eine eher analytische bzw. nichtanalytische Strategie berichteten. Beim Anhören von (komplexer) Musik zeigte sich dagegen sofort eine beidseitige Aktivierung.

Eine abschließende Bewertung der vorliegenden Musik-EEG-Literatur ist nicht möglich und war auch nicht beabsichtigt.

Erschwert wird ein solcher Vergleich u.a. durch verschiedene Analyseverfahren bzw. durch die Wahl unterschiedlicher Ableitpunkte. Wenngleich vieles für die These von den unterschiedlichen Verarbeitungsmodi der beiden Hirnhälften spricht, so scheint die bisherige Forschung zu sehr auf simple links-rechts-Unterschiede fixiert gewesen zu sein, was sich z.T. durch forschungsökonomische Erwägungen begründen läßt. Differenziertere und aufwendigere (rechnerorientierte) Verfahren der EEG-Auswertung werden in den nächsten Jahren zweifellos weiterführende Erkenntnisse ermöglichen. Ein Mangel haftet aber allen bisherigen Musik-EEG-Studien an, daß nämlich der Faktor »Musik« nicht systematisch variiert wurde, häufig gar nur mit einem Beispiel gearbeitet wurde (nur Myasishchev & Gotsdiner 1975 verwendeten immerhin vier verschiedene Musikbeispiele). Die Ergebnisse verschiedener Forschungsgruppen sind deshalb nur bedingt vergleichbar, generelle Aussagen nicht möglich. Im folgenden sei deshalb über die Planung sowie im nächsten Band über die Ergebnisse eines Musik-EEG-Experiments berichtet, in dem ausgewählte Variablen der Musik erstmals systematisch variiert wurden.

Untersuchungsziele

Es sind zwei Fragen, deren Beantwortung man sich durch EEG-Daten erhofft, die Frage nach dem Ort und nach der Dynamik der kortikalen Erregungsprozesse. Die weitergehende Frage nach der Kohärenz zwischen den Aktivitäten an verschiedenen Punkten (Pettsche et al. 1984) konnte mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln nicht aufgegriffen werden. Fragt man nach dem Ort, so erhofft man sich die funktionale Zuordnung bestimmter Hirnareale, fragt man nach der Dynamik, so strebt man zunächst Aussagen über die durch bestimmte Reize bewirkte Vigilanz (Kugler 1984) an, darüberhinaus ist aber auch von Interesse, ob und wie sich diese Vigilanz im weiteren Verlauf verändert. Gerade diese dynamischen Aspekte sind musikpsychologisch besonders relevant. Da die vegetative Ebene den Rahmen dafür absteckt, wie weit sich das Musikerleben durch

gestische Prozesse und assoziative Mechanismen differenzieren kann (Behne 1982), wäre es zunächst von grundlegender Bedeutung zu wissen, wie zwangsläufig – inter- und intraindividuell – die mit dem Musikerleben einhergehende Vigilanz durch operationalisierbare Eigenschaften der Musik bestimmt wird. Wenn man aber auch, anknüpfend an Kurth (1931), die »energetischen« Aspekte des Musikerlebens für wichtig erachtet, dann wäre ebenfalls zu überprüfen, in welchem Ausmaß prozeßhafte Veränderungen der Vigilanz im Verlauf des Musikerlebens zu beobachten sind und in welchem Ausmaß sie auf synchrone Veränderungen der musikalischen Struktur zurückgeführt werden können.

Nun wäre es sicherlich naiv, zu erwarten, daß EEG-Korrelate des Musikerlebens sich gewissermaßen in einer 1:1-Zuordnung durch die musikalische Struktur erklären ließen. Vor allem die Ergebnisse von Walker (1977) machen deutlich, daß das subjektiv berichtete Erlebnis von unverzichtbarem Erklärungswert sein dürfte. Dabei ist zu unterscheiden, ob man unmittelbar – wie bei Walker – bestimmte Aspekte des Musikerlebens (introspektiv) erfragt oder ob man – wie üblicherweise mit dem Semantischen Differential – ausgewählte Anmutungsqualitäten der Musik einschätzen läßt. Von besonderer Bedeutung ist dabei sicherlich, ob die betreffende Musik individuell geschätzt oder abgelehnt wird.

Damit sind insgesamt mehr Aspekte (Variablen) skizziert, als man bei vertretbarem ökonomischen Aufwand in einem Projekt sinnvoll berücksichtigen und auswerten kann. Da der Schwerpunkt des vorliegenden Projekts auf einer systematischen Variation des Faktors »Musik« liegen sollte, sind Variablen des EEG und des Musikerlebens nicht so differenziert bzw. umfassend erfaßt, wie dies wünschenswert erscheinen mag.

Es ist durch die bisherige Forschung ziemlich eindeutig belegt, daß das Tempo derjenige musikalische Parameter ist, der sich im individuellen Musikerleben am deutlichsten auswirkt (Hevner 1937, Rigg 1940, Behne 1972). Hinzukommt, daß es ein Parameter ist, der sich systematischer als andere variieren läßt. Schmidt (1985) konnte demonstrieren, daß (gespielte) Tempoveränderungen rhythmisch

betonter Musik (Jazz) sich sehr regelhaft in entsprechenden Puls-, Atemfrequenz- und Hautwiderstandsänderungen auswirken. Daneben war, an Harrer (1982) anknüpfend, zu erwarten, daß auch die Lautstärke das Erregungsniveau mitbestimmen würde. Elam (1971) konnte (wenngleich bei nur drei Probanden) zeigen, daß die Galvanischen Hautreaktionen beim Musikhören eindeutig durch Dynamikschwankungen modelliert wurden. Schließlich zeigen nicht zuletzt die Ergebnisse von Walker, daß Beispiele aus unterschiedlichen Musikgenres mit großer Wahrscheinlichkeit zu unterschiedlichen Ergebnissen führen werden. Tempo, Lautstärke und Genre wären demnach drei Musikvariablen, deren systematische Variierung die Zusammenstellung einer möglichst heterogenen Stichprobe der Musikbeispiele gewährleisten sollte.

Ziel der Untersuchung sollte es also sein, bei einer begrenzten Stichprobe (zehn Musiker, zehn Nichtmusiker) EEG-Korrelate des Musikerlebens in Abhängigkeit von Tempo, Lautstärke und Genre der vorgespielten Musik zu ermitteln. Der Vergleich der Probanden untereinander sollte Aussagen über die interindividuelle Stabilität, die Durchführung einer zweiten Sitzung solche über die intraindividuelle Stabilität ermöglichen. Durch die individuelle Einschätzung der Musikbeispiele auf einem kurzen Polaritätsprofil sollte die vermittelnde Rolle der ästhetischen Bewertung mit berücksichtigt werden.

Relevanz

Die beschriebene Fragestellung gehört zunächst in den Bereich der musikpsychologischen Grundlagenforschung. Der zunehmende Einsatz von Musik im Krankenhaus (Finke-Knüwer, K Emmelmeyer & Wienhues 1983), im Operationssaal, auf der Intensivstation, sei es als anxiolytische Musik (Spintge 1982, Spintge & Droh 1985), aber möglicherweise auch als Stimulanz bei Komapatienten, lassen es dringend geboten erscheinen, genauere Vorhersagen über die (vor allem hinsichtlich der Vigilanz) zu erwartenden Auswirkungen von

Musik zu machen. Auch wenn keine einfache »musikalische Rezeptologie« zu erwarten ist (Gembris 1985), wenn es nicht stimulative und sedative Musik an sich gibt, wären genauere Kenntnisse erforderlich, um den praktizierten Einsatz von Musik in diesem Bereich nicht der Willkür oder dem persönlichen Geschmack des jeweils Verantwortlichen zu überlassen. Daß Grundlagenforschung und angewandte Forschung sich in diesem Sinne verschränken und befruchten, war wesentlicher Anlaß dieses Projektes.

Versuchsplanung

Auswahl der Musikbeispiele

Es wurden zwölf Musikbeispiele ausgewählt, die die Faktoren Tempo und Genre folgendermaßen repräsentieren sollten:

	langsam	Tempo mittelschnell	schnell
Klassik	Brahms (3) Beethoven (9)	Bach (1) Dvořák (7)	Strauss (5) Vivaldi (1)
Popmusik	Simon & Garfunkel (67 Ghostbusters (12)	Mayall (4) Beatles (10)	Weather Report (2) Hendrix (8)

(Genauere Angaben im Anhang. Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf die unten benutzte Durchnummerierung der Beispiele.)

Die Mehrzahl der Beispiele wurde bereits in einer abgeschlossenen Studie (Behne 1986) u.a. hinsichtlich des Tempoeindrucks an einer größeren Stichprobe von Jugendlichen untersucht. Ob die 3 x 4 Beispiele tatsächlich drei verschiedene Tempostufen repräsentieren, sollte jedoch durch die nachträglichen Einstufungen auf einem Pola-

ritätsprofil überprüft werden. Die zwölf Beispiele wurden, soweit das am Mischpult realisierbar ist, etwa gleich laut überspielt. Jedes Beispiel wurde in zwei Lautstärken aufgenommen, die sich exakt um 10 dB unterschieden. Die so entstandenen 24 Beispiele dauerten jeweils 50 Sekunden, gefolgt von einer Pause von 20 Sekunden. Ein »Nullbeispiel« am Anfang diente der Gewöhnung an die Situation und wurde nicht ausgewertet. Alle Probanden hörten die Beispiele in der folgenden Reihenfolge:

1+ 2- 3+ 4+ 5- 6- 7+ 8- 9- 10+ 11+ 12-
 4- 3- 2+ 1- 8+ 7- 6+ 5+ 12+ 11- 10- 9+

(+ : »laute« Version, - : »leise« Version)²

Zusammensetzung der Stichprobe

Zehn männliche Musiker (i.W. Studenten der Hochschule für Musik) und zehn männliche Nichtmusiker (i.W. aus dem medizinischen Bereich) nahmen jeweils zweimal zur gleichen Tageszeit (etwa 15.00–16.00 Uhr) an dem Experiment teil. Alle Probanden waren zwischen 20 und 32 Jahre alt, hatten am Abend vor der Sitzung und am Tage des Experimentes selbst keinen Alkohol und keinen Kaffee zu sich genommen. Der Raum, in dem das Experiment durchgeführt wurde, war leicht abgedunkelt, die Temperatur lag zwischen 18 und 22° C. Nicht berücksichtigt wurden die Abstände zwischen den zwei Einzelsitzungen, so daß der Abstand der zwei Stichproben zwischen zehn Tagen und vier Monaten lag. Nicht berücksichtigt wurden ebenso Stimmungslage und individuelle Musikvorliebe. Alle Probanden hatten ein Alpha-EEG und waren – bis auf einen Musiker – Rechtshänder.

Durchführung

Vor Beginn der Musikbeispiele wurde ein Ruhe-EEG durchgeführt. Die Elektrodenpositionierung erfolgte nach dem 10-20-

System, es wurde zunächst eine unipolare Ableitung durchgeführt, dann folgte die Ableitung von je zwei Längsreihen und einer Querreihe. Über die gesamte Dauer der Musik wurde kontinuierlich ein zwölfkanaliges EEG abgeleitet mit den Elektrodenpositionen FP1, F3, F3-C3, C3-P3, P3-O1, PF1-F4, F4-C4, C4-P4, P4-O1, A1-Cz, Cz-A1. Für die Frequenz- und Amplitudenanalyse wurden die Ableitungen F3-C3, C3-P3, F4-C4, C4-P4 ausgewählt.

Die analysierten EEG-Frequenzen betrugen jeweils 5 Sekunden und begannen 5 bzw. 15 Sekunden nach Beginn eines jeden Musikbeispiels. Besonders aufgelistet wurden die Frequenzanteile unter 8 Hz, 8 Hz bis 18 Hz in Ein-Hertz-Schritten und über 18 Hz. Für das Alpha- und Beta-Band wurden die minimalen und maximalen Amplitudenwellen angegeben. Die Lautstärke der Musikbeispiele wurde anhand eines vorher gespielten Testmusikstückes nach der subjektiven Behaglichkeitsstufe des Probanden eingestellt. Musikvorführung und EEG-Ableitung wurden am sitzenden Probanden durchgeführt.

Nach der Aufzeichnung des EEG hörte jeder Proband die zwölf Musikbeispiele noch einmal, um sie auf einem sechsstufigen Polartätsprofil einzustufen:

interessant – langweilig
langsam – schnell
kraftvoll – zart
anregend – beruhigend
leise – laut
unangenehm – angenehm

Damit sollte zunächst einmal auf zwei verschiedenen Skalen (langsam – schnell, anregend – beruhigend) überprüft werden, in welchem Ausmaß die drei Tempostufen sich im subjektiven Erleben der Probanden tatsächlich niederschlugen. Mit »interessant – langweilig« und »unangenehm – angenehm« sollten zwei unterschiedliche Aspekte des Werturteils erfaßt werden, wobei zu erwarten war, daß bei dem letzten Gegensatzpaar größere EEG-Affinitäten zu beobachten sein würden. Die sechs Skalen stehen (jeweils zu zweit) für die drei »klassischen« Faktoren des Semantischen Raumes (Evaluation,

Potenz, Aktivität), die erfahrungsgemäß auch beim Musikerleben besonderes Gewicht haben. Die Profileinstufung geschah auch nach der zweiten Sitzung, wodurch die Stabilität (Reliabilität) dieser Daten ermittelt werden sollte bzw. situative Effekte berücksichtigt werden konnten.

EEG-Variablen

Für jedes Beispiel wurden die Zeitspannen 5–10 Sekunden und 15–20 Sekunden nach Beginn der Musik ausgewertet³. Als Variablen sowohl zum Vergleich frontal-occipital bzw. linke – rechte Hemisphäre wurden gewählt: Frequenzanteile im Alpha-Bereich (8–12,5 Hz), Beta-1-Bereich (13–18 Hz) und Beta-2-Bereich (über 18 Hz) sowie im Theta-Bereich (unter 8 Hz). Außerdem wurde der maximale Pegel (Amplitude) für das Alpha- und Beta-Band ausgewertet (PA, PB). Ziel war es, neben den topographischen Unterschieden der Frequenzverteilung auch zeitliche Unterschiede zwischen dem 5- und dem 15-Sekunden-Segment zu finden.

Aus diesen Daten abgeleitet sollten zusätzlich die mittlere und die dominante Frequenz sowohl für den Alpha- als auch für den Beta-Bereich und für beide Bereiche zusammen ermittelt werden.

Die Ergebnisse folgen in Band 5 dieses Jahrbuches.

Summary

This is the first part of a report on an empirical study of EEG-correlates of music appreciation. The intention of this physiological approach to aesthetic musical behaviour are discussed and the available literature is introduced. For the first time in the field of EEG-studies, relevant variables of the music samples are varied systematically. The four-factorial experimental design (two types of music: classic and pop, three different tempi, two levels of loudness, two groups of participants: musicians and non-musicians) is described as

well as situative factors of the experiment. Twenty participants listened to twelve short musical excerpts at two different levels of loudness (differing by 10 dB) rating them afterwards on a short semantic differential. Results will be published in the following volume.

Musikbeispiele

- 1 J.S. Bach: *Orchestersuite Nr. 2* h-moll, BWV 1067, *Polonaise*. DECCA 6.35134 DX
 - 2 Weather Report: *Man in the green shirt* (Tale Spinnin). CBS 80734
 - 3 J. Brahms: *Ein Deutsches Requiem* (op. 45), 2. Denn alles Fleisch es ist wie Gras. DG SKL 138
 - 4 J. Mayall: *Keep our Country Green* (The Best of John Mayall). Polydor 2675093
 - 5 R. Strauss: *Don Juan* (op. 20). DG 2726028
 - 6 Simon & Garfunkel: *Solong Frank Lloyd Wright* (Bridge Over Troubled Water). CBS S 63699
 - 7 A. Dvořák: *Symphonie Nr. 7* (2) d-moll op. 70, *Scherzo*. DG 2530127
 - 8 J. Hendrix: *Can You See Me?* (Jimi Hendrix Greatest Hits). Polydor 2486259
 - 9 L. v. Beethoven: *Symphonie Nr. 3* Es-Dur (op. 55), *Marcia funebre: Allegro assai*. DG 004302
 - 10 The Beatles: *Eight Days a Week* (The Beatles 1962–1966). EMI 1C 172-05307/08
 - 11 A. Vivaldi: *Die vier Jahreszeiten*, *Concerto Nr. 2, Presto*. Philips 9500717
 - 12 Ghostbusters: *I Can Wait Forever*. ARISTA 206497
- Als nicht auszuwertendes »Nullbeispiel« am Anfang: *Love Me Do* (Beatles). Länge der Beispiele: jeweils 50 Sekunden.

Anmerkungen

- 1 In einem zweiteiligen Bericht wird über eine EEG-Studie berichtet, die im Winter 1985/86 in der Medizinischen Hochschule Hannover (Krankenhaus Oststadt, Anaesthesiologischer Bereich) durchgeführt wurde. Der Leiterin dieser Abteilung, Frau Prof. Dr. I. Pichlmayr, sei für ihre nachhaltige Unterstützung dieses Projektes sehr herzlich gedankt. Die Musikbeispiele wurden im Tonstudio der Hochschule für Musik und Theater Hannover zusammengestellt.
- 2 Einen anderen Weg ist Clemens (1986) gegangen, der den Einfluß der Lautstärke (58 dB [A] vs. 92 dB [A]) vorgespielter Rockmusik auf berichtete Körpersymptome untersuchte. Er bot die lauten und leisen Beispiele jeweils en bloc dar, da bei einem unmittelbaren Zusammentreffen die Resterregung der lauten in das folgende leise Beispiel hineinwirken könnte. Dies ist bei dem dort realisierten Dynamikkontrast durchaus möglich, kaum aber bei der deutlich niedrigeren Lautstärkedifferenz der vorliegenden Studie. Wir entschieden uns für die vergleichsweise kleine Dynamikdifferenz von 10 dB, da uns nur daran lag, solche »realistischen« Lautstärkenunterschiede zu untersuchen, die auch beim später beabsichtigten Einsatz von Musik auf der Intensivstation zu erwarten sind.
- 3 An der sehr aufwendigen Auswertung der EEG-Schriften waren Frau Dr. Jeck-Thole, Frau Tietz und Frau Nordmann beteiligt, denen hiermit noch einmal herzlich gedankt sei.

Literatur

- K.-E. Behne, Der Einfluß des Tempos auf die Beurteilung von Musik. Köln, 1972: Arno Volk Verlag.
- , 1982 – Musik – Kommunikation oder Geste? *Musikpädagogische Forschung* Bd. 3, 125–145.
- , Hörrertypologien. Regensburg, 1986: Gustav Bosse Verlag.
- T.G. Bever & R.J. Chiarello, Cerebral Dominance in Musicians and Non-Musicians. *Science* 185, 1974, 537–539.
- M. Clemens, »Warum so laut?« Über die Wahrnehmung körperlicher Ereignisse beim Hören von Rockmusik. *Musikpädagogische Forschung* Bd. 7, 1986, 285–307.
- E. Dainow, Physical Effects and Motor Responses to Music. *J. of Research in Music Education* 25 (3), 1977, 211–221.
- R.J. Davidson & G.E. Schwartz, The Influence of Musical Training on Patterns of EEG Asymmetry during Musical and Non-Musical Self-Generation Tasks. *Psychophysiology* 14 (1), 1977, 58–63.
- J. Dogiel, Über den Einfluß der Musik auf den Blutkreislauf. *Archiv für Anatomie und Physiologie. Abteilung Psychologie*, 1880, 416–428.
- R.W. Elam, Mechanism of Music as an Emotional Intensification Stimulus. *Diss. Abstr. Intern.* 32 (12-A), 1971, 7029.
- H. Finke-Knüwer, K.-J. K Emmelmeyer & J. Wienhues, Musik im Krankenhaus. Regensburg, 1983: Gustav Bosse Verlag.
- S.E. Gaede, O.A. Parsons & J.H. Bertera, Hemispheric Differences in Music Perception: Aptitude vs. Experience. *Neuropsychologia* 16, 1978, 369–373.
- H. Gembris, Psychovegetative Aspekte des Musikhörens. *Zeitschrift für Musikpädagogik*, 4, 1977, 59–65.
- , Musikhören und Entspannung. *Beiträge zur Systemat. Musikwissenschaft* (hrsg. v. H. de la Motte-Haber) Bd. 8, 1985, Hamburg: Wagner.
- D. Giannitrapani, EEG-Changes Under Differing Auditory Stimulation. *Arch. Gen. Psychiatry* 23, 1970, 445–453.
- G. Harrer (Hrsg.), Grundlagentherapie und Musikpsychologie. Stuttgart 1982: Fischer.
- K. Hevner, The Affective Value of Pitch and Tempo in Music. *American Journal of Psychology* 49, 1937, 621–630.
- M. Hirshkowitz, J. Earle & B. Paley, EEG Alpha Asymmetry in Musicians and Non-Musicians: A Study of Hemispheric Specialization. *Neuropsychologia* 16, 1978, 125–128.
- D. Kimura, Left-Right Differences in the Perception of Melodies. *Quart. J. of Exp. Psychology* 16, 1964, 353–358.
- V.F. Konovalov & N.A. Otmakhova, EEG-Manifestations of Functional Asymmetry of the Human Cerebral Cortex During Perception of Words and Music. *Human Physiology* 9 (4), 1984, 250–255.
- J. Kugler, Vigilanz – ihre Bestimmung im EEG. *Zeitschrift für EEG, EMG und verwandte Gebiete* 15 (4), 1984, 168–172.
- E. Kurth, Musikpsychologie (Berlin 1931), Bern 1948.
- J.C. Mazziotta, M.E. Phelps, R.E. Carson & D.E. Kuhl, Tomographic Mapping of Human Cerebral Metabolism: Auditory Stimulation. *Neurology* 32, 1982, 921–937.
- G. Mazzola & H.G. Wieser, 1985 – Musik, Gehirn und Gefühl. *Neue Zeitung für Musik* XX (2), 1985, 10–14.
- V.N. Myasishchev & A.L. Gotsdiner, The Effects of Music on Man: Electroencephalographic and Psychological Indicators. *Voprosy Psikhologii* 1/2, 1975, 54–67.
- K. Osborne & A. Gale, 1976 – Bilateral EEG Differentiation of Stimuli. *Biological Psychology* 4 (3), 1976, 185–196.
- H. Petsche, H. Pockberger & P. Rappelsberger, EEG-Studies in Musical Perception and Performance. *Paper II. Intern. Symposium »Music and Medicine«*, Lüdenscheid (in Spintge & Droh 1985).

- M.G. Rigg, Speed as a Determiner of Musical Mood. *J. of Exp. Psychology* 27 (5), 1940, 566–571.
- B. Schmidt, Empirische Untersuchungen emotionaler Wirkungen verschiedener Tempi bei rhythmisch betonter Musik. *Musikpsychologie* 2, 1985, 149–159.
- G. Schuster, Differentiellpsychologische Perspektiven der Lateralitätsforschung. *Z. f. Diff. u. Diagn. Psychologie* 5 (1), 1984, 59–82.
- V. Schuster, Was passiert, wenn wir Musik hören? *Musiktherapeutische Umschau* 5 (3), 1984, 197–205.
- V. Schuster, P. Clarenbach & G. Oepen, Hemispheric Dominances in Musicians and Non-Musicians – Hjorth Analysis of EEG, (Manuskript) 1984.
- B. Selby, J. Rosenfeld, E. Styles & J. Westcott, Which Hemisphere is Trained? The Need for a New Strategy for Interpreting Hemispheric Asymmetries in Music Perception. *Psychology of Music* (Special Issue), 1982, 101–103.
- R. Spintge, Psychologische und psychotherapeutische Methoden zur Verminderung präoperativer Angst. Diss. med. Bonn, 1982.
- R. Spintge & R. Droh (Hrsg.), Musik in der Medizin. *Zweites Internationales Symposium Länderscheid*. Basel 1985.
- M.J. Wagner, Effect of Music and Biofeedback on Alpha Brainwave Rhythms and Attentiveness. *Journal of Research in Music Education* 23 (1), 1975a, 3–13.
- , Brainwaves and Biofeedback: A Brief History. Implications for Music Research. *Journal of Music Therapy* 12 (2), 1975b, 46–58.
- M.J. Wagner & M.B. Menzel, The Effect of Music Listening and Attentiveness Training on the EEGs of Musicians and Non-Musicians. *Journal of Music Therapy* 14 (4), 1977, 151–164.
- J.L. Walker, Subjective Reactions to Music and Brainwave Rhythms. *Physiological Psychology* 5 (4), 1977, 483–489.
- , Alpha EEG Correlates of Performance on a Music Recognition Task. *Physiol. Psychology* 8 (3), 1980, 417–420.
- N. Wallin, Gedanken über Musik und Sprache. Ein neurophysiologisches Entwicklungsmodell. *Musikpsychologie* 1, 1984, 73–91.
- H. Wiedemann, Klavierspiel und das rechte Gehirn, Regensburg 1985: Bosse.