

Neurophysiologische Verlaufsuntersuchungen zum Musiksinn unter dem Einfluß psychiatrischer Krankheiten

Das Konzept der Hemisphären-Dichotomie ist wesentlich mitbegründet auf Untersuchungen zum Musiksinn. Kimura hat 1964 Ergebnisse mit dem dichotischen Hörtest bei der Melodienwahrnehmung veröffentlicht, die den Anstoß für zahlreiche Untersuchungen in den letzten 25 Jahren gaben. Hypothesen zu einer circumscripteren Lokalisation des Musiksинns im zentralen Nervensystem sind jedoch weitaus älter. In Anlehnung an den Begriff der Aphasie führte Steinhals 1871 den Begriff der Amusie ein. Feuchtwanger (1930), in jüngerer Zeit Wertheim (1961) und Oepen (1982) trugen zu einem besseren Verständnis amusischer Teilstörungen bei Hirntraumatikern und Hirninfarkt-Patienten bei. Elaborierte psychologische Testmethoden haben ebenso wie die neuesten computergestützten neurophysiologischen Untersuchungsmethoden eine Fülle von Daten erbracht, die sich jedoch zum Teil widersprechen, jedenfalls kaum zu einem halbwegs einheitlichen Bild zusammenfügen lassen. Isabell Peretz hat 1987 eine Literaturübersicht bezüglich der Hemisphären-Dominanz des Musiksинns veröffentlicht. Eine Hauptschwierigkeit im Vergleich der unterschiedlichen Ergebnisse ist unter anderem auch die Fülle von musikalischen Variablen, die berücksichtigt werden müssen. Wenn auch Musik durch Tempo, Rhythmus, Harmonik, Tonalität, Klangfarbe und ähnliches gut definierbar ist, scheint der experimentelle Vorteil der fehlenden Semantik durch den größeren Anteil der Emotionalität, der like – dislike Stellungnahme sowie der raschen Adaption wieder eingeschränkt zu werden. Ein einfaches Modell – linke Hemisphäre analytische Prozesse, rechte Hemisphäre holistisches Erfassen – zeichnet sich jedenfalls nicht klar ab. Auch bei trainierten Musikern, die im Gegensatz zu Nichtmusikern vertraute Musik eher analytisch – linkshemisphärisch – hören, findet sich ebenfalls ein linksohriges – rechtshemisphärisches – Hören, wenn anstatt tonaler Musik atonale Musik verwendet wird. Der

Unterschied mag tatsächlich auch hier wieder ein like – dislike Mechanismus sein, da auch Nichtmusiker aufhören, holistisch-rechts-hirinig zu hören, wenn sie im Experiment aufgefordert werden, sich auf Teilaspekte des Gehörten zu konzentrieren. Petsche (1987) hat erste Ergebnisse mit der EEG-Mapping Methode veröffentlicht, die wiederum ein Hinweis sind auf unterschiedliche Verarbeitungsweisen von an Musik Interessierten und Nichtinteressierten. Bei den an Mozarts Jagdquartett interessierten Hörern zeigten sich mehr signifikante Veränderungen bezüglich der Frequenzspektren und der lokalen wie interhemisphärischen Kohärenz als bei Desinteressierten. Mit Vorsicht läßt sich auch im Musiksinn von einem Rechtsohr-Vorteil, was synonym mit einer linkshemisphärischen Aktivierung verwendet wird, für analytische Prozesse sprechen, auch für rhythmisch-sequentielle Aspekte. Melodische Anteile, in der Sprache der Musikpsychologen eher als Kontur bezeichnet, scheinen mehr rechtshirinig zu aktivieren. Die Varianz der Ergebnisse sollte jedoch in Erinnerung rufen, daß wir vermutlich nicht aus einem zweiteiligen Gehirn bestehen, sondern viele unterschiedliche Areale, Module, Erregungskreise etc. "ein" Gehirn bilden.

Vor einigen Jahren haben wir (Steinberg et al. 1985 a, b, c; Steinberg 1987) uns die Frage gestellt, ob die vielen Psychiatern geläufigen Veränderungen der musikalischen Ausdrucksfähigkeit von Schizophrenen, Depressiven, Manikern oder Neurotikern irgendeiner Regelhaftigkeit unterliegen, die den Begriff einer Musikpsychopathologie rechtfertigen würde. Experimentell wurde ein follow-up Design gewählt, um im intraindividuellen Vergleich die angenommene Verbesserung der musikalischen Ausdrucksfähigkeit jedes Kranken bei zunehmender Gesundung herauszufinden. Eine musikpsychopathologische Regelhaftigkeit ließ sich in der Studie mit 100 Patienten und 30 Kontrollen tatsächlich finden. Während sich im statistischen Vergleich alle Patienten im kranken Zustand von den Kontrollen deutlich unterschieden, war bei Gesundung keinerlei Abweichung mehr zu finden. Im akuten Stadium der Krankheit unterschieden sich die einzelnen Diagnosegruppen in den mit dem semantischen Differential definierten musikalischen Dimen-

sionen deutlich. Während schizophrene Patienten sich vor allem in Ausdruckskriterien, die mit Differenzierung im Gefühlsbereich sowie logischer, Einheitlichkeit vermittelnder Interpretation umschrieben werden können, von Kontrollen unterschieden, zeigten endogen depressive Patienten vor allem eine deutliche Beeinträchtigung im Bereich der Psychomotorik und des Tempos. Ihr Spielen wirkte deutlich adynamischer, unbestimmter und auch unrhythmischer. Neurotisch depressive Patienten waren von gesunden Kontrollen kaum zu unterscheiden, obwohl sie in gleichem Ausmaß depressiv erschienen wie die endogen depressiven Patienten. Der manische Affekt schien manche Ausdrucksaspekte etwas zu beflügeln, insgesamt kam es jedoch auch hier zu einer reversiblen, deutlichen Verschlechterung des musikalischen Ausdrucks (Steinberg et al. 1985 c).

Auch in der Perzeption von Musik scheinen psychiatrische Patienten während der Erkrankung sowohl unterschiedliche Präferenzen zu Musik zu haben als auch sehr unterschiedliche Konnotationen zu Musikstücken zu treffen, wenn man diese Stellungnahmen noch einmal im gesunden Zustand erhebt. Dann unterscheiden sie sich kaum von einer Kontrollgruppe, die im Test-Retest-verfahren große Stabilität aufwies. Wiederum unterschieden sich schizophrene, endogen und neurotisch depressive Patienten deutlich, was wohl nicht allein auf unterschiedliche Präferenzen, sondern auch auf unterschiedliche kognitive Strategien im kranken Zustand schließen läßt (Steinberg et al., in Vorbereitung).

Wir stellten die Hypothese auf, daß eine psychiatrische Erkrankung mit einer irgendwie gearteten amusischen Störung verbunden sein könnte, die ebenso wie die psychopathologische Symptomatik reversibel ist. Es war dann die Hoffnung, eventuell neurophysiologische Korrelate zu derartigen Veränderungen herausfinden zu können. Einige erste Ergebnisse zeichnen sich ab. (Steinberg et al., in Vorbereitung)

Um die Hypothese einer reversiblen amusischen Störung bei psychiatrischen Erkrankungen zu untersuchen, wurden im Retest-verfahren 47 stationäre psychiatrische Patienten der Münchner

Universitätsklinik zu Beginn der Behandlung sowie kurz vor der Entlassung hinsichtlich ihrer musikalischen Fähigkeiten getestet. 22 in Alter und Geschlecht vergleichbare gesunde Probanden dienten als Kontrollgruppe. Im Mittel lagen zwischen den beiden Testungen sechs Wochen, was der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer in der Klinik entspricht. Die musikalischen Tests wurden standardisiert dargeboten, alle Instruktionen sowie die Testaufgaben wurden vom Tonband gegeben. Die Probanden hatten einen Fragebogen auszufüllen, ihre musikalischen Produktionen wie Töne-Nachsingen wurden auf Tonband aufgenommen. Der Test dauerte ungefähr 20 Minuten. Er bestand aus 7 Untertests, teilweise modifiziert entsprechend dem Wertheim-Botez-Test (1961): Tonhöhen-Unterscheidungen, Tempovergleich, Tempoänderungen, Liedererkennen, Tönereproduktion, Reproduktion von Rhythmen und Tapping in freier Geschwindigkeit. An einer repräsentativen Untergruppe wurde der Konzentrationstest d2 durchgeführt. Die diagnostische Zuordnung erfolgte nach der ICD-9, der psychopathologische Zustand der Patienten wurde von einem an der Untersuchung nicht beteiligten Arzt mit der Brief Psychiatric Rating Scale (BPRS,

Tabelle1: Musikalische Leistung in Test (T) und Retest (R) bei Kontrollen (C), schizophrenen (Sc), manischen (Ma), endogenen (Ed) und neurotisch depressiven Patienten (ND).
n = Probandenzahl. PJ: Professionalitätsindex. BPRS: Brief Psychiatric Rating Scale. Skalennullpunkt = 18.

Tonhöhen-Unterscheidungen	: 6 Serien von 3 bis 6 Tönen (12 Punkte max.);
Tempo-Unterscheidungen	: 2 Stücke in 3 verschiedenen Tempi (4 Punkte max.);
Tempo-Änderungen	: 1 Stück in konstantem Tempo, leichte <i>accelerando</i> oder <i>ritardando</i> (3 Punkte max.);
Liedererkennen	: 5 deutsche Volkslieder (5 Punkte max.);
Tönereproduktion	: 20 unterschiedliche Töne waren nachzusingen (20 Punkte max.);
Rhythmusreproduktion	: 9 einzelne Rhythmen mußten nachgeklopft werden (63 Punkte max.);

Overall and Gorham 1961) erhoben. Musikalische Ausbildung und Praxis wurden mit einer 7-Punkte Skala erhoben (Steinberg et al. 1985 b).

Der leistungsmindernde Einfluß einer psychischen Erkrankung wurde weitgehend unabhängig von der musikalischen Ausbildung und Geübtheit gefunden. Spezielle musikalische Fähigkeiten gingen wohl ebensowenig wie andere unkontrollierbare individuelle Variablen auf Grund des intraindividuellen follow-up Design mit in die Statistiken ein. Auch zeigte sich, daß die Ergebnisse nicht mit einer Minderung der Aufmerksamkeit bei der Erstuntersuchung erklärt werden können. Das Bestreben, die Erstuntersuchung möglichst vor dem Beginn einer psychopharmakologischen Therapie durchzuführen, trug sicherlich dazu bei. Wie in Tab. 2 dargestellt ist, erzielten die Patienten im Vergleich mit den Kontrollen offensicht-

Tabelle 2: Leistungen (m,s) in Test und Retest, Signifikanz der Unterschiede (p)

n	KG		SC		MA		ED		ND		
PI	20		18		7		12		9		
	5.80 ± 1.20		6.28 ± .83		5.43 ± 2.07		6.17 ± 1.47		6.44 ± .88		
Tonhöhenvgl.	m	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
	s	10.90	10.30	7.17*	8.17	5.71	7.43	6.92*	9.25	7.78	8.00
Tempovgl.	m	1.33	2.30	3.26	2.55	2.43	2.94	3.53	2.60	3.46	3.50
	s	3.40(*)	3.15	2.50*	3.17	2.29*	3.00	2.25**	3.17	2.22	2.56
Tempoänd.	m	.82	.67	1.25	.86	.76	.58	1.14	.72	.97	.88
	s	2.35	2.45	1.89	2.22	1.29	2.00	2.08	2.58	1.67	2.11
Liedererk.	m	.75	.69	1.18	.73	1.38	.82	1.16	.67	1.12	1.05
	s	3.45**	3.90	2.56*	3.00	2.86	3.43	3.08*	3.58	2.33	2.89
Töne-Repr.	m	1.54	1.17	1.29	1.37	1.57	1.62	1.51	1.24	1.41	1.05
	s	15.25	15.30	5.71(*)	7.12	8.00	9.71	7.83	9.17	7.33(*)	9.00
Rhythm.Repro	m	6.26	5.81	6.39	6.43	4.69	6.99	6.46	7.04	6.25	7.02
	s	56.15	55.45	40.61**	46.28	40.43**	47.14	37.58**	46.75	45.00	47.67
Tapping	m	5.03	4.86	14.79	13.46	11.65	12.84	12.74	10.40	12.94	12.20
	s	29.20	32.00	36.33*	43.11	30.71	34.29	38.50*	46.00	30.22*	36.89
BPRS	m	11.49	12.23	14.72	13.13	18.51	15.66	16.41	13.57	9.65	11.41
	s	49.33***	33.67	35.86**	26.71	44.00***	31.67	50.22***	39.78	17.67	19.16
	s	9.07	8.45	4.95	4.19	6.94	8.50				

lich weitaus geringere Leistungen in allen Subtests in der Erstuntersuchung. Ein Vergleich der Patientengruppen untereinander ergab nur in einem Subtest einen signifikanten Unterschied. Endogen depressive Patienten reproduzierten einfache Rhythmen weitaus schlechter als schizophrene, manische und neurotisch depressive Patienten. Die Ergebnisse mit den Kontrollen zeigten, daß die Testwiederholung keinen Effekt auf das Testresultat hatte, abgesehen von der Wiedererkennung von Volksliedern.

Neurotisch depressive Patienten reproduzierten Töne in der Testwiederholung tendenziell besser, ansonsten ergab sich keinerlei Veränderung, obwohl die psychopathologische Verbesserung in derselben Größenordnung gefunden wurde wie bei den psychotischen Patienten. Mit deutlicher Remission der psychopathologischen Symptomatik erreichten alle psychotischen Untergruppen eine eindeutige Leistungsverbesserung. Schizophrene konnten Tonhöhen und unterschiedliche Tempi besser unterscheiden. Sie konnten mehr Volkslieder richtig benennen, tendenziell Töne besser reproduzieren und Rhythmen deutlich besser wiedergeben. Manische Patienten verbesserten sich in der Tempounterscheidung und in der Rhythmen-Reproduktion. Endogen depressive Patienten verbesserten sich in Tonhöhen- und Tempounterscheidung, im Benennen von Volksliedern, am deutlichsten aber in der Reproduktion von Rhythmen. In den Retestungen wurde unter den Patientengruppen kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden. Tendenzielle Unterschiede zur Kontrollgruppe ($p < 0.1$) könnten auch mit der geringfügig besseren musikalischen Bildung der Kontrollen zusammenhängen.

Die Fähigkeit, Rhythmen zu reproduzieren, waren bei den psychotischen Patienten deutlich schlechter als bei den Kontrollen und Neurotikern. Die deutlichste Beeinträchtigung zeigten die endogen depressiven Patienten. Auch die Veränderung des psychomotorischen Tempos beim Tapping war am deutlichsten unterschieden bei den endogen depressiven Patienten. Diese Ergebnisse sind in guter Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen, bei denen die psychomotorische Verlangsamung und Abschwächung rhythmischer Fähig-

keiten dieser Diagnosegruppe vor allem im Vergleich mit den ebenso schwer erkrankten neurotisch depressiven Patienten auffiel (Steinberg et al. 1985 a). Die Ergebnisse sind ein guter Hinweis, daß musikalische Fähigkeiten ebenso wie alle anderen kognitiven Prozesse durch psychotische Erkrankungen reversibel beeinträchtigt werden im Sinne einer vorübergehenden amusischen Störung. Neurotische Patienten scheinen dieser Beeinträchtigung – wenn überhaupt – weit weniger zu unterliegen.

In einer weiterführenden Studie wurde versucht, neurophysiologische Parameter während musikalischer Stimulation zu definieren und zu erwartende Unterschiede dieser Parameter im kranken Zustand verglichen zum remittierten Zustand zu objektivieren. Im Augenblick ist die weitaus billigste und die Probanden am wenigsten beeinträchtigende Methode das EEG-Mapping. In dieser Untersuchung waren neben einer Reihe von endogen und neurotisch depressiven Patienten 23 schizophrene Männer sowie 22 gesunde Männer und 17 gesunde Frauen einbezogen. Ergebnisse mit den gesunden Kontrollen und schizophrenen Patienten zeigen erste Hinweise auf einen denkbaren Zusammenhang. Als musikalischer Stimulus wurde eine sehr einfach strukturierte Musik verwendet, die über Kopfhörer vom Tonband gegeben wurde. Der erste Stimulus war ein einfacher Rumba-Rhythmus, der von einem gewöhnlichen Keyboard erzeugt war. Er wurde über 30 Sekunden als Geräusch im Tempo MM 120 dargeboten. Die Referenz zum EEG unter diesem Stimulus wie zu den folgenden waren die EEG-Spektren bei geschlossenen Augen und weitestgehender Entspannung (Günther und Breitling, 1985). Der zweite Reiz bestand aus demselben Rhythmus, nun als Keyboard-generiertes Arpeggio in D-Dur. Der dritte Reiz bestand wiederum aus demselben Rhythmus in gleicher Geschwindigkeit und Arpeggioform, jetzt aber mit wechselnder Harmonie in einfacher Kadenzform. In Abb. 1 A und B sind die Ergebnisse mit 16 schizophrenen Männern und 16 altersmäßig angeglichenen Kontroll-Männern bei Test und Retest wiedergegeben. Wie bei einfachen motorischen Aufgaben kam es auch unter musikalischer Stimulation zu einer bilateral-diffusen Hyperaktivierung

(Günther et al. 1988) der cerebralen Aktivität Schizophrener, dagegen zu keiner Veränderung bei den Kontrollgruppen. Die Abbildung zeigt die signifikante Zunahme der Delta-Aktivität über dem gesamten Kortex. Da sie bei allen drei musikalischen Stimuli etwa gleich verteilt war, ist sie in diesem Bild zusammengefaßt. Die Theta-Aktivität gab in etwa ein gleiches Verteilungsmuster signifikanter Änderungen. Im Retest (Abb. 1 B) zeigten die Kontrollpersonen wiederum keinerlei Aktivierung. Auch bei den schizophrenen Patienten, deren Symptomatik nun deutlich remittiert war, blieb im wesentlichen die frontale Delta-Aktivität erhalten, in der unter Umständen auch Augenartefakte zur Erhöhung beitragen. Diese Ergebnisse zeigen, daß die psychophysiologischen Äquivalente der computerisierten EEG-Aktivität von Schizophrenen sich im akuten Zustand deutlich von denen von gesunden Männern unterscheiden, im remittierten Zustand dagegen keine Delta-Aktivierung – auch keine Theta-Aktivierung, was hier nicht dargestellt ist – zu sehen ist. In allen anderen Frequenzbändern zeigten sich bei Schizophrenen keine bedeutenden Veränderungen.

Diese Untersuchungen stehen erst am Anfang. Daß auch sehr einfache musikalische Stimuli, die in ihrer Komplexität vom reinen Rhythmus über ein simples Arpeggio bis hin zu einer einfachen Kadenz eher elementar bleiben, nicht unbedingt eine konstante Antwort hervorrufen, ist in Abb. 1 C und D dargestellt. Die Alpha-Power von gesunden Männern und Frauen wurde im Test- und Retestverfahren für alle drei musikalischen Stimuli verglichen. Während im Stimulus 1 das einfache Rumba-Geräusch die Alpha-Aktivität hauptsächlich in frontalen Hirnregionen der Männer erhöhte, war bei den Frauen keinerlei Unterschied zu sehen. Mit Stimulus 2 und 3 zeigte sich in den beiden Gruppen eine Zunahme signifikanter Alpha-Änderungen, bei Frauen jedoch deutlich geringer als mit Männern. Diese Untersuchungen wurden bei geschlossenen Augen in einem relaxierten Zustand vorgenommen. Die Varianz der EEG-Messungen läßt uns keine Unterscheidung zu, ob Frauen beim Stimulus 1 bereits stärker relaxiert waren als Männer und deshalb kein signifikanter Unterschied zu sehen war. Eine gegenteilige Annahme, daß

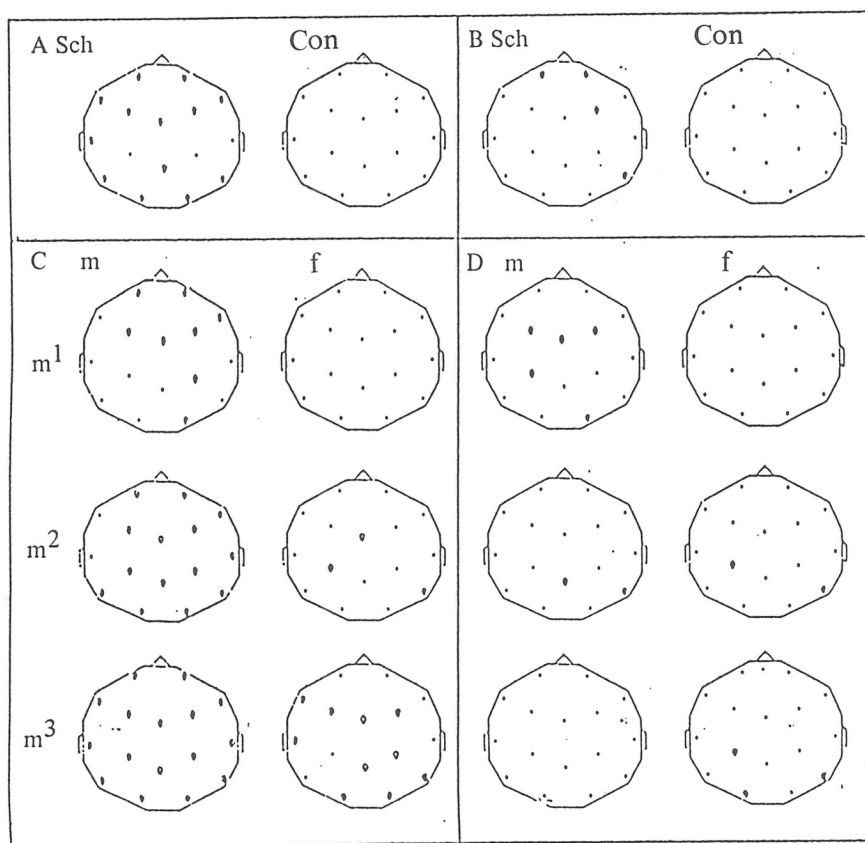


Abbildung 1: EEG-Mapping Aktivität in Test (linke Seite) und Retest (rechte Seite). In A Vergleich von 16 schizophrenen Patienten (Sch) mit 16 Kontrollen (Con) im Test, in B Retest 6 Wochen später. Signifikante Delta-Aktivierung ist durch große Punkte gekennzeichnet. In C Vergleich der Alpha-Aktivierung bei 3 musikalischen Stimuli mit 23 gesunden Männern (m) und 17 gesunden Frauen (f). In D Retest. Siehe Text.

Männer mit Musik leichter relaxieren beziehungsweise sogar "musikalischer" sein könnten als Frauen, würde eindeutig die Grenze zur Spekulation überschreiten. Nichtsdestoweniger ist in der ersten

Untersuchung bei beiden Geschlechtern eine deutliche Zunahme der Alpha-Power mit ansteigender Komplexität der musikalischen Stimuli zu sehen. In der Retestung (Abb. 1 D) ist der Effekt der Erstuntersuchung offenkundig verschwunden. Es kann nicht angegeben werden, ob die Männer das Interesse an Musik verloren oder bereits im Referenz-Zustand eine höhergradige Relaxierung erreicht hatten. Auch bei den Frauen ist der erste Effekt gerade nur andeutungsweise erhalten. Es ergaben sich einige Hinweise, daß Analysezeiten deutlich kürzer als 30 Sekunden zu klareren Ergebnissen führen könnten, aber das muß erst getan werden.

Die Untersuchungen zeigen, daß psychiatrische Erkrankungen, vor allem Psychosen, mit einer reversiblen Störung expressiver wie rezeptiver musikalischer Fähigkeiten verbunden sind. Die neurophysiologischen Ergebnisse werden als Hinweis gewertet, daß weitere Untersuchungen zum Musiksinn gerade bei Psychotikern sinnvoll sein und zur Aufklärung von Kognitionsstrategien beitragen könnten.

Summary

The study shows that psychiatric disease implies a breakdown in the expression and reception of music.

Literatur

- Feuchtwanger, E. (1930) — *Amusie*. Berlin: Springer.
- Gaebel, W. (1988) — *Hemisphärenfunktionen und psychiatrische Erkrankungen*. Nervenarzt, 59, 437–448.
- Günther, W./Breitling, D. (1985) — *Predominant sensory motor area left hemisphere dysfunction in schizophrenia measured by brain electrical activity mapping*. Biol. Psychiatry 20, 515–532.
- Günther, W./Steinberg, R./Petsche, R./Moser, E./Günther, R./Streck, P./Heller, H. (1988) — *Hemisphärenfunktionsstörungen bei Schizophrenen während motorischer und musikalischer Aktivierung, gemessen mit EEG-Mapping, regionaler Hirndurchblutung und Kernspintomographie*. In: Oepen, G. (Hrg.), *Psychiatrie des rechten und linken Gehirns*. Köln: Deutscher Ärzteverlag.
- Kimura, D. (1964) — *Left-right differences in the perception of Melodies*. Quart. J. Exp. Psychol. 14, 355–358.

- Oepen, G./Berthold, H./Thoden, K. (1982) — *Musikalität und Sprache*. Psycho, Supp. I, 46–47.
- Overall, J. E./Gorham, D. R. (1962) — *The brief psychiatric rating scale*. Psychol Rep 10, 799–812.
- Peretz, J./Morais, J. (1987) — *Determinants of laterality for music: towards an information processing account*. In: Hugdahl, K. (Ed.) *Handbook of dichotic listening. Theory, methods and research*. New York: J. Wiley.
- Petsche, H. (1987) — *Gehirnvorgänge beim Musikhören und deren Objektivierung durch das EEG*. Jahrbuch Musikpsychologie 4, 7–28.
- Steinberg, R. (1987) — *Musikpsychopathologie — Musikalischer Ausdruck und psychische Krankheit*. Jahrbuch Musikpsychologie 4, 29–48.
- Steinberg, R./Raith, L. (1985a) — *Music-Psychopathology — 1. Musical tempo and psychiatric disease*. Psychopharmacology 18, 254–265.
- Steinberg, R./Raith, L. (1985b) — *Music-Psychopathology — 2. Assessment of musical expression*. Psychopathology 18, 265–273.
- Steinberg, R./Raith, L./Eben, E./Roßnagl, G. (1985c) — *Music-Psychopathology 3. Musical expression and psychic disease*. Psychopathology 18, 274–285.
- Steinberg, R./Raith, L./Reitschuster, S. (in Vorbereitung) — *Reversible amusische Störungen bei psychischer Krankheit*.
- Steinberg, R./Raith, L./Niggeschmidt, B./Roth, R. (in Vorbereitung) — *Der Einfluß psychischer Krankheit auf die Musikrezeption*.
- Wertheim, N. (1969) — *The amusias*. In: *Handbook of clinical Neurology*, Vol. 4. Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- Wertheim, N./Botez, M. J. (1961) — *Receptive amusia: A clinical analysis*. Brain 84, 19–30.