

Yves Cloos

Sport im Takt

Yves Cloos

Sport im Takt

Funktionale Musik im Sport bei älteren Menschen

Tectum Verlag

Yves Cloos

Sport im Takt. Funktionale Musik im Sport bei älteren Menschen

Zugl. Diss. TU Dortmund 2014

Umschlagabbildung: © Yves Cloos

© Tectum Verlag Marburg, 2014

ISBN 978-3-8288-6113-8

(Dieser Titel ist zugleich als gedrucktes Buch
unter der ISBN 978-3-8288-3439-2 im Tectum Verlag erschienen.)

Besuchen Sie uns im Internet

www.tectum-verlag.de

www.facebook.com/tectum.verlag

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind
im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen, um mich bei den vielen am Gelingen dieser Arbeit beteiligten Personen zu bedanken.

Zunächst bedanke ich mich herzlich bei meinem Doktorvater Günther Rötter, der mit seinem großen Engagement, seinem steten Interesse für meine Forschung und seinen zahlreichen Ideen und Vorschlägen nicht nur diese Arbeit bereichert, sondern auch meine Sicht auf die Forschung geprägt hat. Darüber hinaus bedanke ich mich bei meinem zweiten Betreuer, Stephan Starischka, für die wichtigen Anregungen und Denkanstöße, insbesondere zu Beginn meiner Promotion. Ein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern des Instituts für Sport und Sportwissenschaft für die gute Kooperation und den regen Meinungs- und Erfahrungsaustausch, vor allem im Rahmen der Forschungswerkstatt des Sportinstituts.

Weiterhin möchte ich mich bei Monika Reichert für die ausführlichen Gespräche zum Thema „Altern“ und ihre zahlreichen Anregungen für die altersangemessene Gestaltung meiner Fragebögen und des Messinstruments bedanken.

Außerdem bedanke ich mich stellvertretend für das Graduiertenprogramm der Fakultäten 12 bis 16 der TU Dortmund bei dessen Leiter Daniel Müller. Die im Rahmen des Programms angebotenen Kurse zum wissenschaftlichen Arbeiten und zum Zeit- und Projektmanagement sowie die vielen angebotenen Gesprächsrunden unter Promovierenden und der damit verbundene Erfahrungsaustausch trugen erheblich zum Erfolg der Arbeit bei.

Mein besonderer Dank gilt außerdem den zahlreichen für das Gelingen der Arbeit wichtigen Probanden, Experten, Institutionen und Vereinen, welche durch ihre Teilnahme an meinen Studien überhaupt die Möglichkeit geschaffen haben, das Forschungsfeld Musik im Sport bei älteren Erwachsenen einer ersten Betrachtung zu unterziehen.

Nicht zuletzt möchte ich mich von ganzen Herzen bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken. Zunächst bei meinen Eltern, die bereits durch ihre frühzeitige und noch immer bestehende Förderung und Unterstützung eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung meiner Arbeit gelegt haben. Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen weiteren Familienangehörigen und Freunden für das Verständnis für meine zeitweise ununterbrochene Beschäftigung mit der Forschung und das gleichzeitig offenbarte Interesse für

diese, welches häufig zu neuen Ideen und Verbesserungen geführt hat. Insbesondere die zahlreichen, teilweise durchaus kontrovers geführten Gespräche über die Inhalte und das Vorgehen im Rahmen der Studien mit meiner Frau Isabel sowie Markus und Sebastian halfen mir dabei, mein Vorgehen immer wieder zu hinterfragen und bestmögliche Lösungen zu finden.

Die Arbeit wäre jedoch ohne das Vertrauen der ständigen Kommission für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs sowie der Rektorin der TU Dortmund, Ursula Gather, und der damit verbundenen finanzielle Unterstützung der Technischen Universität Dortmund im Rahmen der Bestenförderung nicht möglich gewesen. Die Förderung über den gesamten Zeitraum meiner Promotion hinweg versetzte mich in die glückliche Lage meine Forschung frei von anderweitigen Verpflichtungen in der von mir angestrebten Form realisieren zu können und eröffnete mir durch den Erfahrungsaustausch mit anderen Stipendiaten interessante Einblicke in weitere Forschungsfelder.

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Theoretische Grundlagen

1 Einführung	17
2 Wirkung und Wirkungsweise von Musik	21
2.1 Neurophysiologische Grundlagen.....	21
2.1.1 Aktivierung	22
2.1.2 Aktivierungsniveau und Leistung, das Yerkes-Dodson-Gesetz.....	26
2.1.3 Das Limbische System	28
2.1.4 Zusammenfassung	32
2.2 Musik und Aktivierung	33
2.2.1 Aktivierende Wirkung von Musik auf das Zentralnervensystem.....	33
2.2.2 Aktivierende Wirkung von Musik auf das vegetative Nervensystem	36
2.2.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	40
2.3 Musik und Emotion	41
2.3.1 Emotionen.....	41
2.3.2 Emotionale Wirkung von Musik.....	51
2.3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	59
2.4 Weitere Wirkungen von Musik	60
2.4.1 Musik und Schmerzempfinden	61
2.4.2 Musik und Bewegung.....	67
2.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	74
3 Funktionaler Einsatz von Musik	76
3.1 Begriffsbestimmung funktionaler Musik	76
3.2 Einsatzbereiche und Motive für die Nutzung funktionaler Musik	78
3.2.1 Funktionale Musik im Einzelhandel und der Industrie.....	79
3.2.2 Funktionale Musik in der Werbung und im Film.....	80
3.2.3 Funktionale Musik in der Therapie	81
3.2.4 Private Nutzung funktionaler Musik	82
3.2.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	85
3.3 Wirkung und Wirkungslosigkeit funktionaler Musik	85
3.3.1 Metaanalyse zur Wirkung von Hintergrundmusik.....	86
3.3.2 Gründe für die Wirkung und Wirkungslosigkeit von (Hintergrund-) Musik	87
3.4 Musikpräferenzen und Musikgeschmack als Einflussfaktoren für die Wirkung von Musik.....	93
3.4.1 Unterscheidung und Einordnung von Musikpräferenz und Musikgeschmack	93
3.4.2 Determinanten und Entwicklung von Musikgeschmack und Musikpräferenzen.....	94
3.5 Schlussfolgerungen für den funktionalen Einsatz von Musik im Sport.....	109
4 Musik im Sport	113

4.1 Grundlagen des sportlichen Handelns	113
4.1.1 Leistungsvoraussetzungen und Handeln im Sport.....	113
4.1.2 Die Bedeutung von Motivation, Volition und Emotion für Handlungen im Sport.	116
4.1.3 Aktivierung und sportliche Leistung	136
4.1.4 Zusammenfassung	139
4.2 Einführung zum Forschungsfeld Musik im Sport	140
4.3 Studien zum Einsatz von Musik im Sport.....	144
4.3.1 Musik vor sportlicher Aktivität.....	144
4.3.2 Musik während sportlicher Aktivität.....	152
4.3.3 Zusammenfassung für den Einsatz von Musik im Sport	189
4.4 Modelle und Erklärungsansätze zur Wirkung von Musik im Sport.....	191
4.5 Musikauswahl für die sportliche Aktivität	199
4.5.1 Das Brunel Music Rating Inventory (BMRI).....	199
4.5.2 Die Weiterentwicklungen des BMRI	204
4.5.3 Die Unterscheidung von ‚motivierender‘ und ‚oudeterous‘ Musik.....	209
4.5.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen zur Musikauswahl für die sportliche Aktivität	211
4.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für den Einsatz von Musik im Sport....	212
Teil II: Merkmale funktionaler Musik & Entwicklung eines Messinstruments zur Bestimmung funktionaler Musik bei älteren Erwachsenen	
5 Musik und Sport im höheren Erwachsenen- und Seniorenalter	214
5.1 Musikpräferenzen und Hörgewohnheiten von älteren Erwachsenen	215
5.2 Sportliche Aktivität, körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit im Alter... 219	
5.2.1 Körperliche Leistungsfähigkeit und Morbidität im Alter	219
5.2.2 Die Bedeutung sportlicher Aktivität für die Leistungsfähigkeit und die Gesundheit im Alter	223
5.2.3 Empfehlungen zur sportlichen Betätigung im Alter	225
5.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für den Einsatz von Musik im Sport bei älteren Erwachsenen	228
6 Zentrale Fragestellungen	230
7 Qualitative Untersuchung von Merkmalen funktionaler Musik im Sport bei älteren Erwachsenen	235
7.1 Zielstellungen	235
7.2 Konzeption der Untersuchung.....	236
7.2.1 Beschreibung des Methodeninstrumentariums	236
7.2.2 Auswahl und Beschreibung der Stichprobe	241
7.2.3 Durchführung des problemzentrierten Interviews	243
7.3 Auswertung der Interviews.....	246

7.3.1 In welcher Form nutzen die Senioren Musik im Alltag?	248
7.3.2 Welche Merkmale weist funktionale Musik im Sport für ältere Erwachsene auf? ..	254
7.3.3 Gibt es Unterschiede von Musik im Sport zur allgemeinen Musikpräferenz?.....	267
7.3.4 Welche Motive haben die Senioren, um Sport zu treiben?.....	274
7.3.5 Welche Form des Ausdauerfitnesstests wird bevorzugt?	277
7.4 Diskussion	278
8 Merkmale funktionaler Musik im Sport bei älteren Erwachsenen sowie Entwurf und erste Validierung eines Instruments zur Bestimmung funktionaler Musik im Sport: Die Dortmunder Musikbewertung für den Sport (DoMuS)	282
8.1 Ziele und Hypothesen der zweiten Studie	282
8.2 Konzeption der Untersuchung.....	283
8.2.1 Untersuchungsdesign	284
8.2.2 Beschreibung und Begründung des Methodeninstrumentariums.....	284
8.3 Entwicklung einer ersten Fragebogenversion	311
8.4 Überprüfung von Inhalts- und Augenscheinvalidität	314
8.4.1 Beschreibung der Stichprobe	314
8.4.2 Befragung der Laien und Experten.....	315
8.4.3 Auswertung der Laien- und Expertenbefragung	315
8.5 Modifizierung des Fragebogens.....	318
8.6 Durchführung der Seniorenbefragung	320
8.7 Deskriptive Analyse und Interpretation der Fragebögen	327
8.7.1 Deskriptive Analyse der Fragebögen	327
8.7.2 Interpretation der deskriptiven Analyse.....	328
8.8 Modellbildung und Modellprüfung	329
8.8.1 Explorative Faktorenanalyse.....	330
8.8.2 Konfirmatorische Faktorenanalyse	342
8.8.3 Überprüfung des Testentwurfs - Itemanalyse.....	352
8.8.4 Aggregation zu Skalenwerten und Berechnung eines Gesamtscores.....	358
8.9 Vorläufige Endform der Dortmunder Musikbewertung für den Sport	360
8.10 Diskussion	361
Teil III: Auswirkungen von Musik auf die Ausdauerleistung sowie das Befinden von Senioren	
9 Anwendung funktionaler Musik im Sport bei Senioren.....	365
9.1 Ziele und Hypothesen der dritten Untersuchung.....	365
9.2 Konzeption der Untersuchung.....	367
9.2.1 Untersuchungsdesign	368
9.2.2 Beschreibung des Methodeninstrumentariums	369
9.2.3 Auswahl und Beschreibung der Stichprobe	384

9.3 Untersuchungsdurchführung	384
9.3.1 Eingangstest mit angeschlossener Musikbewertung	386
9.3.2 Testdurchläufe unter drei verschiedenen Bedingungen.....	387
9.4 Ergebnisse	390
9.4.1 Einstufungstest	390
9.4.2 Stückauswahl	391
9.4.3 Ausdauerleistung unter verschiedenen Bedingungen.....	394
9.5 Interpretation und Diskussion	405
9.5.1 Stückauswahl	406
9.5.2 Ausdauerleistung unter verschiedenen Bedingungen.....	407
9.5.3 Gesamtdiskussion.....	411
10 Zusammenfassung der Ergebnisse und Perspektiven	414
11 Literaturverzeichnis	419
12 Anhang	443

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Funktionsbeziehungen zwischen ARAS, unspezifischen Thalamuskernen und Kortexaktivierung, aus Trepel, S.203.....	23
Abb. 2: Umgekehrte U-Funktion in der Beziehung zwischen Leistungstüchtigkeit des Verhaltens (Hinweisfunktion) und Aktivierungsniveau, nach Hebb, 1955, S. 250, aus Beckmann, Heckhausen 2010, S.91.....	26
Abb. 3: Die wichtigsten Komponenten des Limbischen Systems.....	29
Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des Kortex-Amygdala-Netzwerks (orange) sowie des Thalamo-Amygdala-Netzwerks (blau), nach LeDoux, 2000.....	31
Abb. 5: Die zehn am häufigsten genannten Kategorien von Emotionen aus 706 Erfahrungsberichten emotionaler Ereignisse, die mit Musik in Verbindung stehen, aus Juslin et al. 2011, S.191.....	53
Abb. 6: Beziehung zwischen Nozizeption und Schmerz, aus Schaible und Schmidt 2007, S.325.....	61
Abb. 7: Vordere Ansicht der Markerpositionen: a) 28 Markerpositionen am Körper der Probanden; b) abgeleitete Markerpositionen für die weitere Analyse, aus Toiviainen et al. 2010 S.61.....	70
Abb. 8: Drei Sekunden Bewegungsabläufe, die innerhalb der fünf Bewegungsformen den höchsten Wert erreichten, aus Luck et al. 2010, S.716.....	71
Abb. 9: Modell zur interaktiven Theorie der Musikpräferenz nach LeBlanc 1982; aus Kloppenburg 2005, S.364.....	95
Abb. 10: Reanalyse der Tempoverteilung von mehr als 20.000 Musikstücken unterschiedlicher Epochen und Stile aus der statistischen Auswertung von Bpm-Listen von Noorden und Moelants, aus Kopiez 2005, S.141.....	99
Abb. 11: Die Effekte der wiederholten Rezeption auf die Hörpräferenz von verschiedenen Musikstücken, aus North und Hargreaves 2008, S.82.....	101
Abb. 12: Reciprocal feedback model of musical response, aus Hargreaves et al. 2005, S.8.....	111
Abb. 13: Modellansatz der verallgemeinerten Struktur sportlicher Leistungen, Grundlach 1980, mod. nach Schnabel 2011, aus Schnabel 2011 S.48.....	114
Abb. 14: Überblicksmodell zu Determinanten und Verlauf motivierten Handelns, aus Heckhausen und Heckhausen 2010, S.3.....	118
Abb. 15: Zweck- und tätigkeitszentrierte Anreize im ‚Erweiterten kognitiven Motivationsmodell‘, mod. nach Rheinberg 1989, aus Rheinberg 2010, S. 375.....	121
Abb. 16: Entwicklung des Anreizfokus bei Spitzensportlern, aus Willimczik & Kronsbein 2005, S.9.....	123
Abb. 17: Integration des Modells der Handlungsphasen in das Überblicksmodell, aus Heckhausen und Heckhausen 2010, S. 8.....	125
Abb. 18: Wechsel-seitige Beeinflussung von Emotion und Handeln, aus Rothermund und Eder 2011, S.675.....	133
Abb. 19: Mittelwerte für die Messungen der Kraftausdauerleistung mit und ohne Musikeinsatz, aus Razon et al. 2009, S. 6.....	155

Abb. 20: Anstrengungsempfinden der Probanden in den beiden Untersuchungsbedingungen, unterteilt nach Fitnessgrad, aus Mohammadzadeh et al. 2008 S.71.	165
Abb. 21: Veränderungen des Anstrengungsempfindens während des Trainings bei 40% VO2max (links) und 60% VO2max (rechts) unter Musik (M) sowie keiner Musik (N), aus Yamashita et al. 2006, S.428.	173
Abb. 22: Rundendauer für trainierte und untrainierte Probanden mit und ohne Musik, aus Matesic und Cromartie 2002.	180
Abb. 23: Der Effekt der Musikstücke (T2-T5) und das Tempo des Programms (S=langsam; N=normal; F=schnell) auf die Trittfrequenz während jedes Stücks, aus Waterhouse et al. 2010, S.664.	182
Abb. 24: 'Musik-Bedingung' und Gender Interaktion für das Befinden ($p < 0,05$), aus Karageorghis und Priest 2012b, S.71.	186
Abb. 25: Erstes Modell funktionaler Musik im Sport während submaximalem Training, aus Karageorghis et al. 1999, S.714.	191
Abb. 26: Revidiertes Modell ‚motivierender‘ Musik im Sport während submaximaler Belastungen, aus Karageorghis et al. 1999, S.721.	193
Abb. 27: Modell der Vorteile funktionaler Musik im Sport, aus Karageorghis und Terry 2006, S.2.	193
Abb. 28: Vereinfachte Darstellung des 'reciprocal feedback model of musical response', Hargreaves 2005, S.8.	194
Abb. 29: Faktorenladungen für die Antworten der Aerobic-Trainer (n=334) auf das Brunel Music Rating Inventory, nach Varimax Rotation, aus Karageorghis et al. 1999, S. 717.	201
Abb. 30: Das Brunel Music Rating Inventory, aus Karageorghis et al. 1999, S.723.	202
Abb. 31: Verhältnis zwischen song-spezifischem Alter und Musikpräferenz, aus Holbrook & Schindler 1989, S.122.	216
Abb. 32: Bedeutung der Musik für ältere Erwachsene, differenziert in Junge-Alte und Alte-Alte, aus Cohen et al. 2002, S. 93.	218
Abb. 33: Zahl der aktuellen Erkrankungen von 3084 Befragten Erwachsenen Teilnehmern im Rahmen des Alterssurveys 2002, aus Deutsches Zentrum für Altersfragen, Gesundheit und Gesundheitsversorgung, S.2.	222
Abb. 34: Leistungskurve im Lebensverlauf, aus Bös 1996, Trainingsbegleiter, S.3.	223
Abb. 35: Erwachsene, die mindestens eine Stunde pro Woche Sport treiben. Der obere Teil der Säulen markiert den Zuwachs seit dem Bundes Gesundheitssurvey 1998, aus Robert Koch-Institut, 2012, S.22.	227
Abb. 36: Erste Gruppe des im Rahmen der ersten Studie entwickelten Interviewleitfadens zur Veranschaulichung.	239
Abb. 37: Ablaufmodell für die durchgeführte Studie in Anlehnung an Mayring 2010.	248
Abb. 38: Anzahl der von den einzelnen Interviewpartnern genannten Merkmale funktionaler Musik im Sport.	255
Abb. 39: Oberkategorien für die funktionale Musik im Sport.	256

Abb. 40: Modell funktionaler Komponenten von Musik im Sport bei älteren Erwachsenen.	264
Abb. 41: Skizze für den Ablauf der zweiten Studie.....	284
Abb. 42: Mess- und Strukturmodell mit zwei latenten Variablen (ξ , η), sechs manifesten Variablen (x , y), einer beobachteten Nichtindikatorvariable (μ), Fehlervariablen (ϵ) sowie einer Ladung (γ) und einer Fehlervarianz der latenten Variablen (ζ), mod. nach Pospeschill 2010, S.214.	297
Abb. 43: Messmodell mit fixierten Ladungen der Fehlervariablen sowie einer Referenzvariablen.....	299
Abb. 44: Messmodell mit fixierten Ladungen der Fehlervariablen sowie der latenten Variablen.....	299
Abb. 45: Entwurf der sechsstufigen Intensitätsskala für eine erste Fragebogenversion.....	312
Abb. 46: Layout der ‚Frageblöcke‘ mit einleitender Fragestellung und sich anschließendem Itemkern sowie blauer Hinterlegung.....	313
Abb. 47: Zweite Version der Skala mit Kombination aus verbaler, optischer und numerischer Antwort.	319
Abb. 48: Geschlechtsspezifische Verteilung in sieben Altersgruppen (n=531).....	321
Abb. 49: Höchster Schulabschluss der Senioren.	322
Abb. 50: Täglicher Musikkonsum der Befragten in Stunden (fehlend n=3).....	323
Abb. 51: Wichtigster Grund für das Sporttreiben (fehlend n=5; Mehrfachnennungen bei gleicher Bedeutung möglich).	326
Abb. 52: Auszug aus der Parallelanalyse nach Horn für 1000 simulierte Stichproben.....	332
Abb. 53: Scree-Plot.....	332
Abb. 54: Auszug der Ausgabe des Minimum-Average-Partial-Tests.....	333
Abb. 55: Items für ein Messmodell funktionaler Musik im Sport bei älteren Erwachsenen.	342
Abb. 56: Mess- und Strukturmodell funktionaler Musik im Sport bei älteren Erwachsenen.	344
Abb. 57: Histogramme aller Items der Skala ‚Aktivierung‘.	353
Abb. 58: Histogramme aller Items der Skala ‚Ablenkung‘.	356
Abb. 59: Beispielberechnung des Gesamtscores.	359
Abb. 60: Layout der Dortmunder Musikbewertung für den Sport (50+).....	360
Abb. 61: Layout der Dortmunder Musikbewertung für den Sport.....	360
Abb. 62: Skizze der ausbalancierten Sequenzen für die Messungen im Rahmen des Tests für die ersten drei Probanden – insgesamt lagen sechs unterschiedliche Sequenzen vor... ..	368
Abb. 63: Die Borg-RPE-Skala zur Schätzung des Anstrengungsempfindens, aus Borg 2004, S. A1016.	369
Abb. 64: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Anstrengungsempfinden und der Herzfrequenz für Personen unterschiedlichen Alters, aus Borg 2004, S. A1017.	370
Abb. 65: Feeling Scale nach Rejeski (1985) sowie deren für diese Arbeit angefertigte Übersetzung.	372
Abb. 66: Vorgehen für den durchzuführenden Einstufungstest der Probanden im Rahmen der vorliegenden Arbeit.....	379

Abb. 67: Skizze des Untersuchungsraums: Sitzecke auf der linken Seite, Musikanlage auf Schrank unten, Fahrrad mit Blickrichtung Wand oben rechts, daneben Tisch mit Laptop.	385
Abb. 68: Abdeckung des Displays sowie Kontrollpanel der Probanden (oben).	388
Abb. 69: Versuchsaufbau für die Testdurchführung.	389
Abb. 70: Histogramm für die Gesamtscores aller 24 bewerteter Stücke der Probanden.	392
Abb. 71: Histogramm für den Gesamtscore der als funktional eingeordneten Stücke.	392
Abb. 72: Histogramm für den Gesamtscore der als 'neutral' eingeordneten Stücke.	392
Abb. 73: Mittelwertskurven für die Leistung unter den verschiedenen Bedingungen.	401
Abb. 74: Mittelwertskurven für die Trittfrequenz unter den verschiedenen Bedingungen.	402
Abb. 75: Mittelwertskurven für die Herzfrequenz unter den verschiedenen Bedingungen.	404
Abb. 76: Mittelwertskurven für das Befinden unter den verschiedenen Bedingungen.	405
Abb. 77: Vergleich der Leistungs- sowie der Herzfrequenzkurve für die drei 'Musik-Bedingungen'.	408

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Musikalische Charakteristika und deren körperliche Wirkung, nach Hesse, 2003, S.157.	39
Tab. 2: Hypothesen für die sieben psychologischen Mechanismen, durch die Musik bei dem Hörer Emotionen erzeugen könnte (nach Juslin et. al 2010)	57
Tab. 3: Bevorzugte Musikrichtungen, nach AWA 2009.	106
Tab. 4: Unterschiede zwischen motivationaler und volitionaler Handlungssteuerung, nach Sokolowski, 1993 & 1999.	129
Tab. 5: Richtwerte für die Modellpassung.	304
Tab. 6: Verteilung der Stichprobe nach Altersgruppen und Geschlecht (n=531).	321
Tab. 7: Aufteilung der Senioren in die am längsten ausgeübten Berufe (fehlend n=12).	323
Tab. 8: Bevorzugte Musikstile im Alltag (bis zu drei Nennungen möglich).	324
Tab. 9: Gründe für das Musikhören (fehlend n=7; Mehrfachnennungen möglich).	324
Tab. 10: Liste der am häufigsten betriebenen Sportarten (fehlend n=3; Mehrfachnennungen bei gleicher Häufigkeit möglich).	325
Tab. 11: Kontext für das Sporttreiben (fehlend n=2; Mehrfachnennungen möglich).	326
Tab. 12: Bewertung der Items des Fragebogens.	328
Tab. 13: Vorgeschlagene Faktorenzahl für die verschiedenen Tests.	333
Tab. 14: Vierfaktorielle Lösung, Varimax Rotation (Werte <0,30 ausgeblendet).	335
Tab. 15: Dreifaktorielle Lösung, Varimax Rotation (Werte <0,30 ausgeblendet).	337
Tab. 16: Zweifaktorielle Lösung, Varimax Rotation (Werte <0,30 ausgeblendet).	338
Tab. 17: Ergebnisse des Mardia-Tests.	345
Tab. 18: Richtwerte für die Modellpassung.	346
Tab. 19: Ergebnisse der ML-Schätzung, Stichprobe 1, Teil I.	346
Tab. 20: Ergebnisse der CFA, Stichprobe 1 - Model Fit.	347

Tab. 21: Abweichungen der Kovarianzen von der implizierten Kovarianzmatrix.....	348
Tab. 22: Standardisierte Ladungen der Items auf den jeweiligen Faktoren für Stichprobe 2.	349
Tab. 23: Ergebnisse der ML-Schätzung, Teil I.	350
Tab. 24: Ergebnisse der ML-Schätzung, Teil II.	350
Tab. 25: Mittelwerte und Standardabweichung aller Items der Skala ‚Aktivierung‘.	353
Tab. 26: Cronbach- α der Skala ‚Aktivierung‘.	354
Tab. 27: Inter-Item-Korrelationen für die Skala ‚Aktivierung‘.	354
Tab. 28: Item-Skala-Statistiken für die Items der Skala ‚Aktivierung‘.	355
Tab. 29: Mittelwerte und Standardabweichung aller Items der Skala ‚Ablenkung‘.	356
Tab. 30: Cronbach- α der Skala ‚Ablenkung‘.	356
Tab. 31: Inter-Item-Korrelationen für die Skala ‚Ablenkung‘.	356
Tab. 32: Item-Skala-Statistiken für die Items der Skala ‚Ablenkung‘.	357
Tab. 33: Anstrengungsempfinden und Leistung in % der VO ₂ max, nach Löllgen et al. 2010, S.71-73.	371
Tab. 34: Ergebnisse der Einstufungstests.	391
Tab. 35: Mittelwerte der Musikbewertung für alle Probanden.	393
Tab. 36: Mittelwerte der abhängigen Variablen.	394
Tab. 37: Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov-Tests für die drei ‚Musik-Bedingungen‘.	395
Tab. 38: Ergebnisse des Mauchly-Tests auf Sphärizität.	396
Tab. 39: Multivariater Test der Innersubjekteffekte.	396
Tab. 40: Univariate Tests der Innersubjekteffekte.	396
Tab. 41: Paarweise Vergleiche.	397
Tab. 42: Ergebnisse des Mauchly-Tests für den BF-SR sowie den BF-SR'.	399
Tab. 43: Multivariater Tests der Innersubjekteffekte für die Befindlichkeits-Skalen.	399
Tab. 44: Univariate Tests der Innersubjekteffekte für die Befindlichkeits-Skalen.	400

1 Einführung

Jeder kennt vermutlich die Redewendung ‚Mit Musik geht alles besser‘. Und darf man diversen Medienberichten Glauben schenken, so scheint Musik tatsächlich in den verschiedensten Bereichen einsetzbar zu sein. Artikel, wie etwa „Bremsen mit Bach“¹, über die Wirkung von Musik beim Autofahren, aus der Westdeutschen Allgemeinen Zeitung, sind keine Seltenheit. Auch für den Bereich der Musik im Sport wird regelmäßig über den erfolgreichen Einsatz, bzw. die positive Wirkung von Musik berichtet. So liest man zum Beispiel in der Onlineausgabe der *Zeit* unter dem Titel: „Kiss hören, Gold gewinnen“² über den Einsatz von Musik im Profisport. Der *Aktivblog* schreibt über Musik im Freizeitsport: „Doping: Warum uns Musik beim Sport beflügelt“³ und im *Deutschlandradio Kultur* wird über „Schwitzen nach Noten – Die Wirkung von Musik auf den Sport“⁴ diskutiert. Selbst Anregungen für den gewinnbringenden Einsatz von Musik in der sportlichen Praxis lassen sich finden. Möchte man selbst mit Musik Sport treiben, so kann man beispielsweise auf die Artikel „Die richtige Musik zum Laufen“⁵ oder „Training mit Britney und Rihanna“⁶ zurückgreifen.

Was lässt sich nun aus den vorangegangenen Ausführungen ableiten? Zunächst einmal scheint es ein großes (mediales) Interesse an einem Einsatz von Musik als Begleitung weiterer Tätigkeiten, wie Autofahren oder auch Sporttreiben zu geben. Darüber hinaus scheinen die Funktionalisierung von Musik und die damit verbundenen Wirkungen schon fast als Selbstverständlichkeit zu gelten. Für den Bereich des Sporttreibens scheint es offenbar bereits klare Richtlinien zu geben, welche Merkmale eine trainingsbegleitende Musik aufweisen muss, um diese quasi als ‚legales Doping‘ nutzen zu können, um die Formulierung des Aktivblogs aufzunehmen.

¹ Lars von der Gönna, *Bremsen mit Bach*, in: Westdeutsche Allgemeine Zeitung WAZ, 04. August 2012.

² Oliver Fritsch. *Zeit Online*, *Kiss hören, Gold gewinnen*, 28.03.2011.

³ Robert. *Aktivblog.de*, *Doping: Warum uns Musik beim Sport beflügelt*, 26.03.2010.

⁴ Silvia Plahl. *Deutschlandradio*, *Schwitzen nach Noten: Die Wirkung von Musik auf den Sport*, 25.03.2012.

⁵ Vera Laumann. *Bild.de*, *Die richtige Musik zum Laufen*, 15.04.2010.

⁶ Robert Adamik, *Training mit Britney und Rihanna*, in: UNICUM (02-2012), S.30.

Wenn diese Annahmen über Musik im Sport tatsächlich zutreffen, wie lassen sich diese dann gewinnbringend für die Gesellschaft einsetzen? Ein mögliches, gesellschaftlich relevantes Feld könnte der Einsatz von Musik im Sport bei älteren Erwachsenen darstellen. Laut Statistischem Bundesamt ist damit zu rechnen, dass der Anteil der über 65-Jährigen an der Gesamtbevölkerung in Deutschland von 20% im Jahr 2008 auf vermutlich 34% im Jahr 2060 ansteigt.⁷ Ein noch deutlicherer Anstieg ist laut Bundesamt für die Bevölkerungsgruppe der über 80-Jährigen zu erwarten: „Im Jahr 2008 lebten etwa 4 Millionen 80-Jährige und Ältere in Deutschland, dies entsprach 5% der Bevölkerung. Ihre Zahl wird kontinuierlich steigen und mit über 10 Millionen im Jahr 2050 den bis dahin höchsten Wert erreichen.“⁸ Das ausgewiesene Ziel vieler Senioren ist es, bis ins hohe Alter fit zu sein und somit ihre Eigenständigkeit und Unabhängigkeit zu bewahren. Dies liegt auch im Interesse der Gesamtbevölkerung, da es in den kommenden Jahren immer schwieriger werden wird, die wachsende Zahl von Senioren zu pflegen. In der Wissenschaft wird teilweise sogar von einer gesundheitspolitischen Notwendigkeit gesprochen, die Selbstständigkeit im Alter so lange wie möglich aufrecht zu erhalten.⁹ Aus diesem Grund stehen auch in der Sportwissenschaft häufig die Gesundheit und die körperliche Aktivität von Senioren sowie Konzepte zur Verbesserung und Erhaltung eben dieser Aspekte im Mittelpunkt, denn körperliche Aktivität gilt weithin als gesundheitsfördernd.

Eine Verbindung von Sport und Musik im höheren Erwachsenenalter könnte möglicherweise dazu beitragen, den Sport im Alter attraktiver zu machen, ihn vielleicht sogar effektiver zu gestalten und die Sportpartizipation älterer Erwachsener zu erhöhen. Eine so umfassende These kann jedoch nicht im Rahmen eines einzelnen Forschungsprojekts überprüft werden, sodass vielmehr eine Konzentration auf einige zentrale Fragestellungen angebracht ist. So ist es zunächst interessant zu erforschen, ob ältere Erwachsene überhaupt die Bereitschaft zeigen, Musik funktional zu nutzen und ob diese Bereitschaft auch

⁷ Vgl. Statistisches Bundesamt, *Bevölkerung Deutschlands bis 2060: 12. koordinierte Bevölkerungsabrechnung*, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2009, S. 5ff. (Dabei wird von einer annähernd konstanten Geburtenzahl und einem Zuwachs der Lebenserwartung von etwa acht Jahren bei Männern und etwa sieben Jahren bei Frauen ausgegangen).

⁸ Ebd., S. 5.

⁹ Vgl. Hartmut Baumann, *Entwicklungen, Zielperspektiven und Forschungsrichtungen im Seniorensport*, in: *Sportwissenschaft* 29 (1999), S.273–287, S. 280f.

für den Bereich des Sporttreibens gilt. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie die Musik aufgebaut sein muss, bzw. welche Merkmale die Musik aufweisen muss, um von den Senioren erfolgreich funktional eingesetzt werden zu können. Sind diese Bedingungen erfüllt, so ist es in einem dritten Schritt möglich zu überprüfen, welche Vorteile ein Musikeinsatz im Sport bei älteren Erwachsenen tatsächlich mit sich bringen kann.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen zunächst die Voraussetzungen und Gründe für eine mögliche Wirkung von Musik im Sport näher beleuchtet werden, um so wiederum Schlüsse für den gezielten Einsatz von Musik im Sport ziehen zu können. Hierzu zählt ebenfalls die Thematisierung bereits dokumentierter Wirkungen von Musik in anderen Forschungsbereichen. Der gezielte Einsatz von Musik um einen außermusikalischen Zweck zu erfüllen, soll sich in einem eigenen Kapitel anschließen. Auch hier gibt es bereits eine Reihe von Erkenntnissen über den Einsatz sogenannter *funktionaler Musik*, die ebenfalls bei der Konzeption eines Forschungsprojekts zur Anwendung von Musik im Sport berücksichtigt werden sollten. Für die Planung eines solchen Projekts ist es darüber hinaus von Bedeutung die Grundlagen sportlichen Handelns zu berücksichtigen, um mögliche Ansatzpunkte für den Musikeinsatz auszumachen. Dies soll im vierten Kapitel dieser Arbeit geschehen. Gleichzeitig umfasst dieses Kapitel bereits vorliegende Studien zum Musikeinsatz im Sport bei jüngeren Erwachsenen sowie erste Ansätze, Musik gezielt für diesen Bereich einzusetzen. Die vorliegenden Studien sollen kritisch hinterfragt werden und dienen wiederum als Grundlage für das Vorgehen der im Rahmen dieser Arbeit präsentierten Studien. Zuletzt soll die Lebensphase Alter noch einmal gesondert in Bezug auf die Musikrezeption und das Sporttreiben im Alter beleuchtet werden, um die Besonderheiten dieses Lebensabschnitts berücksichtigen zu können. Wie bereits angedeutet, können die Bereitschaft zum Einsatz sowie die Merkmale und Anwendung funktionaler Musik im Sport bei älteren Erwachsenen nicht im Rahmen einer einzelnen Studie überprüft werden. Vielmehr sind mehrere Studien notwendig. Deshalb ergibt sich für die vorliegende Arbeit die Besonderheit, dass zunächst im Rahmen einer ersten Studie qualitativ gearbeitet werden soll, bevor sich zwei weitere quantitative Studien anschließen. Die zentralen Fragen dabei lauten: Sind Senioren dazu bereit, Musik funktional, insbesondere im Sport zu nutzen? Wenn ja, welche Merkmale muss eine solche, funktionale Musik aufweisen, um positive Effekte im

Sport zu generieren und welche Effekte können überhaupt für den Musikeinsatz im Sport erwartet werden? Antworten auf diese Fragen sollen in den Kapiteln sieben bis neun der vorliegenden Arbeit gefunden werden, bevor sich eine Zusammenfassung und abschließende Diskussion der Ergebnisse sowie ein Ausblick anschließen.

Teil I: Theoretische Grundlagen

2 Wirkung und Wirkungsweise von Musik

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Wirkung und der Wirkungsweise von Musik auf den Menschen. Dabei werden sowohl psychologische Veränderung als auch die Beeinflussung physiologischer Parameter durch Musik thematisiert.

Zunächst einmal erscheint es jedoch sinnvoll einen kurzen Überblick darüber zu geben, wie (akustische) Reize überhaupt vom menschlichen Gehirn verarbeitet werden. Dies soll in Kapitel 2.1 *Neurophysiologische Grundlagen* geschehen. Die sich anschließenden Kapitel diskutieren die Wirkung von Musik auf spezifische Teilbereiche, wie Emotionen oder Schmerzempfinden.

2.1 Neurophysiologische Grundlagen

Im Folgenden wird die Verarbeitung und Bewertung der durch Musik gewonnenen Informationen im Zentralnervensystem (ZNS) thematisiert. Auf eine Beschreibung der vorangegangenen Prozesse der Informationsgewinnung durch Schallleitung zum Innenohr, Schalltransduktion im Innenohr sowie der Signaltransformation auf afferente Hörnervenfasern und deren Codierung und Weiterleitung über den Hörnerv bis zum auditorischen Kortex wird verzichtet. Eine detaillierte Beschreibung der genannten Vorgänge geben jedoch beispielsweise Zenner (2007) oder Carlson (2004).¹⁰ Auch die sich anschließenden Vorgänge der Informationsverarbeitung sollen an dieser Stelle, aufgrund ihrer Komplexität, nur vereinfacht dargestellt werden. Ziel des Kapitels ist es, dem Leser einen Überblick über die relevanten Verarbeitungsprozesse und den damit verbundenen Veränderungen von Aktivierung und Aufmerksamkeit sowie der Entstehung von Emotionen, insbesondere durch Hörreize, zu geben.

¹⁰ Vgl. Hans-Peter Zenner, *Die Kommunikation des Menschen: Hören und Sprechen*, in: Robert F. Schmidt, Florian Lang (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie ; mit 77 Tabellen ; [+ IMPP-Fragen Physiologie online]*, 30. neu bearb. und akt. Auflage, Heidelberg: Springer, 2007; Neil R. Carlson, *Physiologische Psychologie*, 8. Auflage, München ;, Boston [u.a.]: Pearson Studium, 2004, S. 242ff.

2.1.1 Aktivierung

Hörreize werden in den unterschiedlichen Bereichen des Gehirns verarbeitet. „Ein auditorisches Signal passiert auf dem Weg vom Hirnstamm über die zentrale Perzeption bis zur Kognition (...) zahlreiche komplexe neuronale Netzwerke mit Billionen neuronaler Konnektionen mit fast allen anderen Teilen des Gehirns.“¹¹ Dies ermöglicht die akustischen Signale äußerst genau auszuwerten und so beispielsweise Sprache von weiteren Hintergrundgeräuschen zu unterscheiden. Ein wichtiges Zentrum für die Bewertung der auditorischen Signale ist der Thalamus. Hier werden alle eingehenden Signale aus den Sinnesorganen und dem Körper, beispielsweise Muskelaktivitäten, von unterschiedlichen Thalamuskernen in die jeweils ‚zuständigen‘ Areale des Kortex weiterverschaltet. Die Weiterleitung der auditorischen Signale zur Hörrinde übernimmt der Corpus geniculatum mediale. Er ist direkt mit dem auditorischen Kortex verbunden. Gleiches gilt für eine Reihe weiterer Thalamuskern, wie zum Beispiel den corpus geniculatum laterale, der direkte Verbindungen mit der Sehrinde aufweist. Diese Verbindungen oder Verknüpfungen sind zweiseitig, also sowohl afferent (dem ZNS zuleitend) als auch efferent (vom ZNS wegführend).¹²

Erst durch die Weiterleitung der auditorischen Signale durch den Thalamuskern an den Kortex werden diese bewusst. Dies ist der Grund dafür, warum der Thalamus häufig als „Tor zum Bewusstsein“ bezeichnet wird.¹³ Eine uneingeschränkte Weiterleitung aller im Thalamus eingehenden Signale würde zu einer Reizüberflutung führen. Aus diesem Grund werden in der Regel nur die Signale zum Kortex projiziert, die als bedeutend bewertet werden. Es findet demnach eine Selektion der Signale und damit zugleich eine Steuerung der Aufmerksamkeit statt, auf die zu einem späteren Zeitpunkt näher eingegangen wird.¹⁴

Neben den beschriebenen Thalamuskernen mit Verbindungen zu bestimmten Kortexarealen gibt es eine Gruppe von Thalamuskernen, die nur einige weni-

¹¹ Zenner, 2007, S. 361.

¹² Vgl. Martin Trepel, *Neuroanatomie: Struktur und Funktion ; [Online-Zugang + interaktive Extras]*, 4. Auflage, München ; Jena: Elsevier, Urban & Fischer, 2008, S. 197ff.

¹³ Vgl. Karl-Michael Haus, *Neurophysiologische Behandlungen bei Erwachsenen: Grundlagen der Neurologie, 5 Behandlungskonzepte, 5 alltagsorientierte Therapiekonzepte ; mit 20 Tabellen*, 2. Auflage, Berlin ; Heidelberg: Springer, 2010, S. 135.

¹⁴ Vgl. Trepel, 2008, S. 198.

ge, zumeist unspezifische, Efferenzen zum Kortex aufweisen. Vereinfacht kann aus diesem Grund eine Unterscheidung in einen spezifischen und einen unspezifischen Thalamus getroffen werden, auch wenn diese aufgrund der teilweise sehr genauen Funktionen der ‚unspezifischen Thalamuskern‘ mit Vorsicht zu verwenden ist.¹⁵ Die dem unspezifischen Thalamus zugeordneten Kerne, hierzu zählt auch der Nucleus reticularis, weisen, neben ihren Efferenzen zum Kortex, unter anderem efferente Verbindungen zu vielen anderen Thalamuskernen sowie Afferenzen zur Formatio reticularis (FR) auf. Die Kerne des unspezifischen Thalamus können durch ihre Vielzahl an Verbindungen Einfluss auf die Aktivierung des Kortex nehmen. Dies gilt sowohl für eine spezifische als auch für eine unspezifische Aktivierung.¹⁶

2.1.1.1 Unspezifische Aktivierung

Unspezifische Aktivierung bedeutet, dass der Kortex in seiner Gesamtheit in einen erhöhten Erregungszustand (engl. arousal) versetzt wird. Die Verbindung von Nucleus reticularis und Formatio reticularis ist von entscheidender Bedeutung für die unspezifische Aktivierung, denn letztere beinhaltet das Wecksystem des Körpers, das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem (ARAS). Das ARAS erhält, wie der Thalamus, über afferente und efferente Bahnen Signale aus den Sinnesorganen und dem Körper. Kommt es zu einer Übertragung solcher Signale an das ARAS, so wird über die afferenten Verbindung des ARAS zum unspezifischen

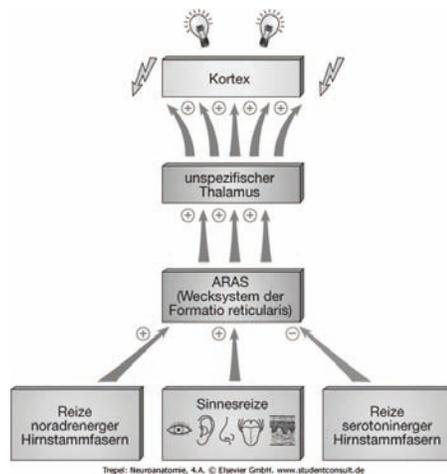


Abb. 1: Funktionsbeziehungen zwischen ARAS, unspezifischen Thalamuskernen und Kortexaktivierung, aus Trepel, S.203.

¹⁵ Vgl. ebd., S. 198.

¹⁶ Vgl. Trepel, 2008, S. 202f.; Niels Birbaumer; Robert F. Schmidt, *Wachen, Aufmerksamkeit und Schlafen*, in: Robert F. Schmidt, Florian Lang (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie ; mit 77 Tabellen ; [+ IMPP-Fragen Physiologie online]*, 30. neu bearb. und akt. Auflage, Heidelberg: Springer, 2007, S. 220.

Thalamus eine Aktivierung des gesamten Kortex provoziert, wie dies in Abb. 1 dargestellt ist. Dieser erhöhte Erregungszustand geht mit einer erhöhten Wachheit einher.¹⁷

Der unspezifische Thalamus löst die Aktivierung des Kortex jedoch nicht direkt, sondern über seine Verbindungen mit dem spezifischen Thalamus aus, was an dieser Stelle nicht eingehend erläutert werden soll.

Hervorzuheben ist, dass diese unspezifische Aktivierung des gesamten Kortex nicht durch alle Sinnesreize in gleichem Maße ausgelöst wird. Besonders hohe Aktivierungseffekte werden durch akustische sowie Schmerzsignale hervorgeufen.¹⁸

2.1.1.2 Spezifische Aktivierung und Aufmerksamkeit

Die spezifische Aktivierung des Kortex und die damit verbundene Bewusstwerdung bestimmter eingehender Sinnes- und Körperreize ist eng verknüpft mit Aufmerksamkeitsprozessen. Beim Menschen lassen sich zwei Formen der Aufmerksamkeitszuwendung differenzieren, die automatisierte und die kontrollierte Aufmerksamkeitszuwendung. Während automatisierte Aufmerksamkeit immer dann vorliegt, wenn geübte Prozesse ablaufen, wie dies beispielsweise beim Autofahren der Fall ist, kommt die kontrollierte Aufmerksamkeit bei neuen, komplexen, nicht eindeutigen Reizsituationen oder vor Willenshandlungen zum Einsatz. Möglich wird diese Unterscheidung durch Mustererkennung im sensorischen Speicher des Gehirns.¹⁹

Prozesse der automatisierten Aufmerksamkeit laufen, wie dies bereits der Name impliziert, ohne Bewusstwerdung ab, da der im sensorischen Speicher eingehende Reiz, bzw. die eingehenden Reize bereits mit einem abgespeicherten Reiz-Reaktions-Muster übereinstimmen. Man könnte die Reaktionen des Körpers in diesen Fällen mit einem ‚Autopiloten‘ vergleichen. Im Rahmen der kontrollierten Aufmerksamkeit werden die eingehenden Reize hingegen bewusst wahrgenommen. Karl-Michael Haus (2010) gibt in diesem Zusammenhang ein gutes, alltägliches Beispiel:

¹⁷ Vgl. Trepel, 2008, S. 202f.; Haus, 2010, S. 133f.

¹⁸ Vgl. Rolf-Detlef Treede, *Das somatosensorische System*, in: Robert F. Schmidt, Florian Lang (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie ; mit 77 Tabellen ; [+ IMPP-Fragen Physiologie online]*, 30. neu bearb. und akt. Auflage, Heidelberg: Springer, 2007; Trepel, 2008, S. 156.

¹⁹ Vgl. Birbaumer, Schmidt, 2007, S. 213f.

„Man sitzt in der Straßenbahn und hört neben dem Zuggeräusch im Hintergrund die Gespräche verschiedener Personen (...) Gewinnt dabei ein Gesprächsthema das besondere Interesse oder hört man gar den eigenen Namen, richtet man seine besondere Aufmerksamkeit auf dieses Gespräch und lauscht ihm intensiver. Durch diese Selektion rückt der akustische Reiz (Gespräch) ins Bewusstsein.“²⁰

Die Erkennung des eigenen Namens spielt in diesem Fall eine zentrale Rolle für die Aktivierung kontrollierter Aufmerksamkeit. Die Situation wird als wichtig eingestuft und eine bewusste Reaktion auf den eingegangenen Hörreiz wird möglich.

Wie bereits erwähnt, sind die menschlichen Ressourcen für eine bewusste Verarbeitung von Reizen begrenzt, wodurch nur einigen wenigen Reizen und damit auch Situationen zur gleichen Zeit eine besondere, kontrollierte Aufmerksamkeit zuteil werden kann. Aus diesem Grund ist eine Selektion der Reize, welche kontrollierter Aufmerksamkeit bedürfen, von Nöten. Diese Aufgabe wird durch das limitierte Kapazitätskontrollsystem (engl. limited capacity control system, LCCS) ausgefüllt. Das LCCS ist in unterschiedlichen Hirnarealen angesiedelt. So werden im präfrontalen Kortex zunächst Zielhierarchien über die eingehenden Reize gebildet. Im parietalen Kortex werden wiederum irrelevante Ziele aufgegeben (u.a. durch Vergleiche mit dem Kurzzeitgedächtnis sowie durch emotionale Bewertung²¹) und die entsprechenden Reize über die Basalganglien gehemmt. Die Basalganglien nehmen dabei Einfluss auf den unspezifischen Thalamus und so auf die Aktivierung spezifischer Areale im Kortex.²² Auf diese Weise findet ein weitgreifender Informationsaustausch im Kortex statt, der zur eigentlichen Bewusstwerdung bestimmter Reize führt. Damit die vom LCCS als wichtig eingestuften Reize schließlich bewusst werden, muss dieser Informationsaustausch für einen gewissen Zeitraum (minimal 80-100 Millisekunden) aufrechterhalten werden.²³

Wie bereits erwähnt kann das Erregungsniveau durch die Basalganglien gehemmt werden, indem die Weiterleitung von Informationen an den Kortex reduziert wird. Diese Funktion ist zum einen zur gezielten Verarbeitung be-

²⁰ Haus, 2010, S. 135.

²¹ Vgl. hierzu Kapitel 2.1.3 *Das Limbische System*.

²² Vgl. Birbaumer, Schmidt, 2007, S. 214f.; Haus, 2010, S. 135f.

²³ Vgl. Birbaumer, Schmidt, 2007, S. 215.

stimmter Informationen im Rahmen des LCCS wichtig. Zum anderen verhindern die Basalganglien so eine ‚Übererregung‘ des Organismus. Eine Steigerung des Aktivierungsniveaus ist demnach nur bis zu einem gewissen Punkt möglich. Welcher Aktivierungsgrad nun zu einer optimalen Leistung führt, soll im nächsten Abschnitt thematisiert werden.

2.1.2 Aktivierungsniveau und Leistung, das Yerkes-Dodson-Gesetz

Yerkes und Dodson beschäftigten sich bereits Anfang des 20. Jahrhunderts mit dem Zusammenhang von Aktivierungsniveau und Leistung bzw. Leistungsfähigkeit. Sie stellten fest, dass Mäuse bei einem mittleren Erregungsniveau die besten Ergebnisse bei einer Unterscheidungsaufgabe erzielten. Die Leistungsfähigkeit wurde dabei zunächst mit steigendem Aktivierungsniveau größer, fiel jedoch ab einem gewissen Punkt wieder ab.²⁴ Die Ergebnisse der Studie wurden zum Anlass genommen, von einer umgekehrten U-Funktion zwischen der Aktivierung und der Leistung und so von einer optimalen Leistungsfähigkeit bei einem mittleren Aktivierungsniveau auszugehen (vgl. Abb. 2).²⁵



Abb. 2: Umgekehrte U-Funktion in der Beziehung zwischen Leistungsfähigkeit des Verhaltens (Hinweisfunktion) und Aktivierungsniveau, nach Hebb, 1955, S. 250, aus Beckmann, Heckhausen 2010, S.91.

Diese Beziehung von Aktivierung und Leistung wird als Yerkes-Dodson-Gesetz bezeichnet.

Zunächst soll das Yerkes-Dodson-Gesetz für die Bearbeitung einer einzelnen Aufgabe erläutert werden. Die Komplexität einer Aufgabe und ihr damit verbundener Aktivierungsgrad hängen zunächst von der Zahl der zu verarbeitenden Reize ab. Die Zahl der zu verarbeitenden Reize ist wiederum davon

²⁴ Vgl. Robert M. Yerkes; John D. Dodson, *The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit Formation*, in: *Journal of Comparative Neurology & Psychology* 18 (1908), S.459–482.

²⁵ Vgl. beispielsweise Birbaumer, Schmidt, 2007, S. 221. oder Klaus Rothermund; Andreas Eder, *Allgemeine Psychologie: Motivation und Emotion*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, 2011, S. 24ff.

abhängig, ob die Aufgabe kontrolliert oder automatisiert abläuft, wie dies bereits in Abschnitt 1.2 erläutert wurde. So ist die Aufgabe des Autofahrens zunächst als Anfänger äußerst komplex und erfordert kontrollierte Aufmerksamkeit, während sie nach einiger Zeit und mit zunehmender Übung beinahe automatisch abläuft und so deutlich geringere Kapazitäten in Anspruch nimmt, da bereits feste Muster zur Verarbeitung der Reize vorliegen. Hier wäre demnach davon auszugehen, dass der Aktivierungsgrad der gestellten Aufgabe anfangs so hoch ist, dass dieser zu einer verringerten Leistungsfähigkeit führt – der Fahranfänger muss zunächst alle Abläufe, wie das Schalten, die Betätigung des Gaspedals und der Bremse, das Lenken usw. bewusst durchführen und ist aufgrund der vielen neuen Reize stark gefordert, möglicherweise sogar überfordert. Es kommt zu Fehlern.

Mit zunehmender Übungsdauer und damit gleichzeitig zunehmender Automatisierung wird das Aktivierungsniveau jedoch gesenkt, sodass die Aufgabe ‚Autofahren‘ zu einem optimalen Zusammenwirken von Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit führt. Der Fahrer ist in der Lage, fehlerfrei Auto zu fahren. Nach einer gewissen Zeit wird die gestellte Aufgabe fast vollkommen automatisiert, sodass der niedrige Aktivierungsgrad wieder zu einem Leistungsabfall führt. Der Fahrer macht Fehler, da er nicht mehr optimal belastet ist. In diesem Fall könnte von ‚Flüchtigkeitsfehlern‘ gesprochen werden.

Besonders interessant sind die Auswirkungen dieses Gesetzes in Bezug auf die Ausführung mehrerer Tätigkeiten, bzw. die Verarbeitung mehrerer unterschiedlicher Reize zugleich. Man spricht in diesem Zusammenhang von geteilter Aufmerksamkeit, also der Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf mehrere parallel ablaufende Prozesse.²⁶

Die geteilte Aufmerksamkeit kann nach dem Yerkes-Dodson-Gesetz je nach Inanspruchnahme der zur Verfügung stehenden Kapazitäten sowohl zu einer Verbesserung der Leistung als auch zur Überforderung durch zu hohe Aktivierung führen. So kann beispielsweise die Reizarmut einer Aufgabe und die damit verbundene niedrige Aktivierung durch die Hinzunahme weiterer Reize gesteigert und damit optimiert werden. Gleichzeitig kann es durch eine geteilte Aufmerksamkeit auch zu einem Reizüberfluss, somit zu einer übermäßigen Aktivierung und einem damit verbundenen Leistungsabfall kommen. Ein

²⁶ Vgl. Haus, 2010, S. 137.

Beispiel für dieses Phänomen wird in Bezug auf den funktionalen Einsatz von Musik beim Autofahren in Kapitel 3.3.2 *Gründe für die Wirkung und Wirkungslosigkeit von (Hintergrund-) Musik* gegeben.

Wie bereits angedeutet, werden im Rahmen der Verarbeitung eingehender Reize Zielhierarchien gebildet, die sich nach der Bedeutsamkeit der jeweiligen Signale richten. So werden unbedeutende Signale zunächst ausgeblendet, um ausreichende Kapazitäten zur Verarbeitung der relevanten Reize zur Verfügung zu stellen. An der Erstellung der Zielhierarchie ist maßgeblich das limbische System beteiligt.

2.1.3 Das limbische System

Für den Prozess der Bewertung eingehender (auditorischer) Reize und damit auch für die Bewertung von Musik spielt eine weitere Gruppe von Arealen und Verbindungen, eine bedeutende Rolle, das limbische System. Dieses soll im nachfolgenden Abschnitt skizziert werden.

Das limbische System besteht, ähnlich wie das limited capacity control system, aus verschiedenen Arealen, die funktionell miteinander in Verbindung stehen.²⁷ Eine erste Bestimmung des limbischen Systems gibt MacLean (1952), der in seinem Aufsatz auch eine erste Aufzählung beteiligter Strukturen vorlegt.²⁸ Anhand von Stimulations- und Läsionsstudien konnte in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl von Erkenntnissen gewonnen werden, die auf die zentrale Funktion des limbischen Systems in Bezug auf Emotionen und Affekte hindeuten.²⁹ Bis heute fehlen jedoch eindeutige Kriterien dafür, welche kortikalen und subkortikalen Strukturen dem System zugerechnet werden können, wobei das System als solches nicht in Frage gestellt wird und sowohl in der Forschung als auch in der klinischen Praxis etabliert ist.³⁰

²⁷ Vgl. Trepel, 2008, S. 233.

²⁸ Vgl. Paul D. Maclean, *Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain)*, in: *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology* 4 (1952), S.407–418.

²⁹ Vgl. Gerald Wiest, *Hierarchien in Gehirn, Geist und Verhalten: Ein Prinzip neuraler und mentaler Funktion*, Wien ;, New York, NY: Springer, 2009, S. 41.

³⁰ Vgl. Esther Asan; Robert Nitsch, *Limische Areale und Verbindungen (limbisches System)*, in: Alfred Benninghoff, Detlev Drenckhahn (Hrsg.), *Anatomie: Herz-Kreislauf-System, lymphatisches System, endokrines System, Nervensystem, Sinnesorgane, Haut*, 16. Auflage, München [u.a.]: Urban & Schwarzenberg, 2004, S. 527.

Die folgenden Strukturen werden von den meisten Autoren zum Limbischen System gezählt: Hippocampus, Gyrus cinguli, Gyrus parahippocampalis, Corpus amygdaloideum, Corpus mamillare.³¹ Die genannten zentralen Strukturen des Limbischen Systems und deren ringförmige Anordnung werden in Abb. 3 dargestellt.

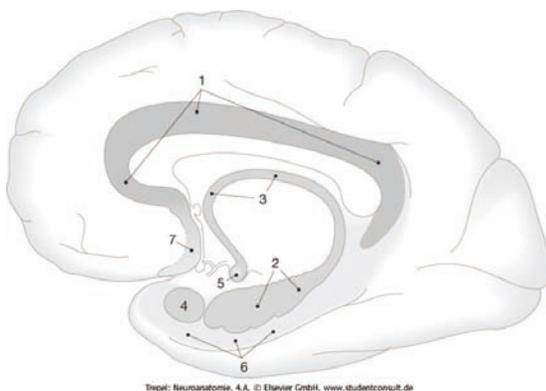


Abb. 3: Die wichtigsten Komponenten des Limbischen Systems.

- 1 Gyrus cinguli
- 2 Hippocampus mit Gyrus
3. Fornix
4. Corpus amygdaloideum
5. Corpus mamillare
6. Gyrus parahippocampalis
7. Septumregion

aus Trepel 2008, S.233.

Das Limbische System zeichnet sich besonders durch die vielfältigen und intensiven afferenten und efferenten Verbindungen der beteiligten Strukturen untereinander und den damit verbundenen schnellen und intensiven Informationsaustausch aus. Jede der unterschiedlichen Komponenten des Limbischen Systems füllt dabei verschiedene Aufgaben aus, die sich auch teilweise überschneiden. Der rege Informationsaustausch sowie die Überschneidungen der Aufgaben lassen darauf schließen, dass sich Emotionen innerhalb des Limbischen Systems manifestieren. Einen sehr guten Überblick über die Funktionen der unterschiedlichen Strukturen gibt Trepel (2008):

- **Hippocampus:** Gedächtnis, Verhalten, emotionale und vegetative Funktionen
- **Gyrus cinguli:** psycho- und lokomotorischer Antrieb, vegetative Modulation
- **Gyrus parahippocampalis mit Area entorhinalis:** Gedächtnis, Zuleitung von Sinnesinformationen zum Hippocampus

³¹ Vgl. Asan, Nitsch, 2004, S. 527; Wiest, 2009, S. 40; Trepel, 2008, S. 233.

- **Corpus amygdaloideum:** Affektverhalten/Affektmotorik, ‚emotionales‘ Lernen, Beeinflussung vegetativer Funktionen
- **Corpus mamillare:** Gedächtnis, Affektverhalten, vegetative Funktionen.³²

Die aufgezählten Strukturen und deren Zusammenwirken können als wichtige Voraussetzung für die fehlerfreie Funktion triebhafter Leistungen, des emotionalen Erlebens sowie von Lern- und Gedächtnisfunktionen angesehen werden.³³ Hierzu gehört auch die emotionale Bewertung eingehender, zum Beispiel durch Musik ausgelöster, auditorischer Reize.

Für die Bewertung eingehender (auditorischer) Signale in Bezug auf das Affektverhalten hat insbesondere das Corpus amygdaloideum (auch als Amygdala oder Mandelkern bezeichnet) eine zentrale Position inne. Die Amygdala erhält über unterschiedliche Verbindungen unter anderem sensorische Informationen aus dem Thalamus und aus Gebieten der Signalverarbeitung im Kortex (darunter auch aus dem auditorischen Kortex). Dies hat zur Folge, dass dieselben Reize in unterschiedlicher Form und in unterschiedlichen zeitlichen Abständen zur Amygdala übermittelt werden und verarbeitet werden können. So ist es möglich, zwischen einem *Thalamo-Amygdala-* und einem *Kortex-Amygdala-Netzwerk* zu unterscheiden.³⁴

Das Thalamo-Amygdala-Netzwerk ermöglicht es, bereits vor deren bewussten Wahrnehmung auf eingehende Signale zu reagieren, was beispielsweise im Gefahrenfall überlebenswichtig sein kann. So können simple (auditorische) Reize aufgrund des kürzeren Verarbeitungsweges, an denen weniger Synapsen beteiligt sind, schnell durch bewährte Reaktionsmuster beantwortet werden (wie beispielsweise eine Schockstarre bei Gefahr). Das (auditorische) Kortex-Amygdala-Netzwerk ermöglicht es hingegen, auch komplexe (auditorische) Reize zu verarbeiten und wiederum adäquat zu reagieren. Darüber hinaus können erste, durch das Thalamo-Amygdala-Netzwerk ausgelöste Reakti-

³² Vgl. Trepel, 2008, S. 238.

³³ Vgl. Trepel, 2008, S. 238; Asan, Nitsch, 2004, S. 527.

³⁴ Vgl. Manfred Gahr, *Neuronale Grundlagen von Motivation und Emotion*, in: Josef Dudel, Rudolf Schmidt Robert F. Menzel (Hrsg.), *Neurowissenschaft: Vom Molekül zur Kognition ; mit 32 Tabellen*, 2. Auflage, Berlin [u.a.]: Springer, 2001, S. 479ff.