

# **Einfluss eines aeroben Ausdauertrainings auf die Migräneerkrankung**

**- Untersuchung der Wirkung eines aeroben Ausdauertrainings auf die  
Häufigkeit und Intensität von Migräneattacken, die kortikale  
Aufmerksamkeitsbereitschaft und die Informationsverarbeitung  
bei Migränepatienten -**

---

**Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
der Philosophischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel**

vorgelegt von  
Claudia Helene Overath

Kiel

März 2012

Erstgutachter:

Prof. Dr. phil. Thomas Bliesener

Zweitgutachter:

Prof. Dr. rer. soc. Wolf-Dieter Gerber

Tag der mündlichen Prüfung:

14. Juli 2012

Durch den zweiten Prodekan,

Prof. Dr. Martin Krieger, zum Druck genehmigt am: 08. August 2012



## Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	7
Abbildungsverzeichnis .....	11
Zusammenfassung.....	14
1 Einleitung.....	16
2 Theoretischer Hintergrund.....	17
2.1 Die Migräneerkrankung.....	17
2.1.1 Klassifikation der Migräneerkrankung .....	17
2.1.2 Symptomatik und Verlauf der Migräneerkrankung .....	18
2.1.3 Prävalenz und Komorbiditäten.....	20
2.1.4 Risikofaktoren und Auslöser.....	22
2.2 Biophysiological Ansätze der Migräneattacke.....	22
2.3 Migräne als Reizverarbeitungsstörung.....	26
2.3.1 Die Contingente Negative Variation (CNV) .....	28
2.3.1.1 Psychologische Interpretation der CNV .....	30
2.3.1.2 CNV und Migräne .....	33
2.3.1.3 Darstellung der bisherigen Erkenntnisse.....	33
2.3.1.4 Informationsverarbeitung und Migräne.....	39
2.4 Psychologische Erklärungsansätze .....	39
2.4.1 Das Allgemeine Adaptationsmodell .....	41
2.4.1 Das Diathese-Stress-Modell .....	41
2.4.3 Studienergebnisse zu Stress und Migräne .....	43
2.5 Integration der Ansätze.....	50
2.6 Therapie der Migräneerkrankung .....	52
2.7 Sport bei Migräne.....	54
2.8 Studienergebnisse zu Sport und Stress .....	59
2.9 Studienergebnisse zu Sport und Informationsverarbeitungsprozessen .....	60
2.10 Modell zur Erklärung des Wirkzusammenhangs zwischen Sport und Migräne .....	63
3 Fragestellung und Hypothesen .....	64
3.1 Ableitung der Fragestellung .....	65
3.2 Variablen .....	68
3.2.1 Unabhängige Variable .....	68
3.2.2 Abhängige Variablen .....	68
3.2.3 Störvariablen .....	68
3.3 Ableitung der inhaltlichen Hypothesen.....	69
4 Methode .....	73
4.1 Stichprobe .....	73
4.2 Drop Out.....	76

4.3	Untersuchungsdesign und Operationalisierung.....	78
4.3.1	Unabhängige Variable: Das aerobe Ausdauertraining .....	79
4.3.2	Abhängige Variablen .....	81
4.3.2.1	Das Tagebuch .....	81
4.3.2.2	Stressverarbeitungsfragebogen SVF .....	82
4.3.2.3	Trail Making Test TMT .....	82
4.3.2.4	Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2 .....	83
4.3.2.5	EEG-Messwerte .....	83
4.3.2.5.1	Exkurs: Elektroenzephalographische Untersuchungen.....	84
4.3.2.5.2	CNV-Messungen .....	90
4.3.3	Stör- und Kontrollvariablen .....	92
4.3.4	Zusammenfassung der Variablen .....	93
4.4	Untersuchungsablauf .....	93
5	Formal-statistischer Versuchsplan.....	95
5.1	Begründung des formal-statistischen Versuchsplans .....	95
5.2	Statistische Hypothesen .....	96
5.3	Statistische Auswertung .....	99
6	Darstellung der Ergebnisse .....	101
6.1	Verwendbarkeit der Daten.....	101
6.2	Verbesserung der Migränesymptomatik.....	103
6.3	Verbesserung der Stressverarbeitung.....	109
6.4	Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung .....	112
6.4.1	Trail Making Test TMT .....	112
6.4.2	Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2.....	116
6.4.3	Kortikales Aufmerksamkeitspotential: iCNV und CNV-Habituation.....	120
6.5	Zusatzauswertungen .....	128
6.5.1	Prä-Post-Vergleich der gesamten Stichprobe .....	128
6.5.1.1	Migräneparameter .....	128
6.5.1.2	Stressverarbeitung .....	131
6.5.1.3	Trail Making Test TMT .....	133
6.5.1.4	Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2.....	134
6.5.1.5	Kortikales Aufmerksamkeitspotential: iCNV und CNV-Habituation.....	135
6.5.2	Vergleich der Variable Schmerzdauer der Migräneanfälle .....	137
6.5.3	Stressverarbeitung: Auswertung einzelner Skalen.....	139
6.5.4	Fitnesslevel / Darstellung und Vergleich von Responder und Nonrespondern .....	142
6.5.5	Zusammenhänge zwischen dem Fitnesslevel und Aufmerksamkeitsparametern .....	148
7	Interpretation und Diskussion .....	153
7.1	Diskussion der Ergebnisse .....	153

---

7.1.1	Migräneparameter .....	153
7.1.2	Stressverarbeitungsparameter.....	156
7.1.3	Aufmerksamkeitsparameter .....	160
7.1.3.1	Trail Making Test .....	160
7.1.3.2	Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2 .....	164
7.1.3.3	Kortikales Aufmerksamkeitspotential (iCNV) .....	166
7.1.3.4	CNV-Habituation.....	168
7.1.3.5	Zusammenfassung der Aufmerksamkeitsparameter / Regressionsansatz .....	169
7.1.4	Zusammenfassung der Diskussion der Ergebnisse / Betrachtung des Wirkmodells.....	169
7.2	Einschränkende Bemerkungen zur Studie.....	171
7.3	Ausblick für die Zukunft.....	173
8	Literatur .....	176
9	Anhang.....	185

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Klassifikation der verschiedenen primären Kopfschmerzerkrankungen mit Schwerpunkt auf den Migräneformen nach der IHS (2004).....	18
Tabelle 2: Diagnosekriterien der Migräne ohne Aura nach der IHS (2004) .....	18
Tabelle 3: Überblick bisheriger Primärstudien zur Contingenten Negativen Variation bei Patienten mit Migräne. Am Ende der Tabelle folgen zwei Überblicksartikel. ....	37
Tabelle 4: Stessmodelle (aus Busse et al., 2006, S. 64) .....	40
Tabelle 5: Überblick bisheriger Studien zu Stress bei Patienten mit Migräne .....	46
Tabelle 6: Überblick bisheriger Studien zum Sport bei Patienten mit Migräne.....	57
Tabelle 7: Darstellung der Stichprobe.....	74
Tabelle 8: Anzahl der Probanden aufgeteilt nach den erhobenen Parametern. ....	75
Tabelle 9: Beschreibung des Drop Outs der Jogginggruppe. ....	76
Tabelle 10: Beschreibung des Drop Outs der Walkinggruppe. ....	77
Tabelle 11: Tabellarische Darstellung des Ausdauertrainings.....	81
Tabelle 12: Arten ereigniskorrelierter Potentiale. ....	86
Tabelle 13: Störvariablen und deren Kontrolle in der vorliegenden Studie.....	92
Tabelle 14: Zusammenfassung der Variablen. ....	93
Tabelle 15: Deskriptive Beschreibung der Gruppen vor Beginn des Trainings. ....	101
Tabelle 16: Deskriptive Beschreibung der Gruppen vor Beginn des Trainings. ....	102
Tabelle 17: Darstellung des Gruppenvergleichs vor dem Ausdauertraining.....	103
Tabelle 18: Darstellung der Mittelwertvergleiche der drei abhängigen Migränevariablen von Phase 1 und Phase 3 für die Jogginggruppe. ....	104
Tabelle 19: Darstellung der Mittelwertvergleiche der drei abhängigen Migränevariablen von Phase 1 und Phase 3 für die Walkinggruppe. ....	104
Tabelle 20: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Migräneparameter für beide Phasen 1 und 3 für beide Gruppen. ....	105
Tabelle 21: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining in der achtwöchigen Nachbeobachtungsphase 3 .....	107
Tabelle 22: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse der abhängigen Migränevariablen.....	108
Tabelle 23: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die Jogginggruppe. ....	109

Tabelle 24: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die Walkinggruppe. ....	109
Tabelle 25: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „negativen Stressverarbeitungsstrategien“ des SVF für die Walkinggruppe. ....	110
Tabelle 26: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „negativen Stressverarbeitungsstrategien“ des SVF für die Jogginggruppe. ....	110
Tabelle 27: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Stressverarbeitungsparameter für beiden Messzeitpunkt t1 und t2 für beide Gruppen. ....	111
Tabelle 28: Darstellung des Gruppenvergleichs der Stressverarbeitungsstrategien nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2. ....	111
Tabelle 29: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der TMT-Parameter für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen. ....	112
Tabelle 30: Darstellung der Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die Walkinggruppe. ....	113
Tabelle 31: Darstellung der Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die Jogginggruppe. ....	113
Tabelle 32: Darstellung des Gruppenvergleichs der TMT-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2. ....	115
Tabelle 33: Parameter des Mann-Withney-Tests bezogen auf die Variable „Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A“ als Rohwert zum Zeitpunkt 2. ....	116
Tabelle 34: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der d2-Parameter für beide Messzeitpunkt t1 und t2 für beide Gruppen. ....	117
Tabelle 35: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die Jogginggruppe. ....	117
Tabelle 36: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die Walkinggruppe. ....	118
Tabelle 37: Darstellung des Gruppenvergleichs der d2-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2. ....	119
Tabelle 38: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Zeitpunkt t1. ....	120
Tabelle 39: Parameter des Mann-Withney-Tests bezogen auf die Variable „Habituation“ zum Zeitpunkt 1. ....	120
Tabelle 40: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der EEG-Parameter zum Zeitpunkt t1. ....	121
Tabelle 41: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Prä-Post-Vergleich der Walkinggruppe. ....	121
Tabelle 42: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Prä-Post-Vergleich der Jogginggruppe. ....	122



Tabelle 43: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „Habituation“ für die Walkinggruppe. ....	122
Tabelle 44: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „Habituation“ für die Jogginggruppe. ....	123
Tabelle 45: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der EEG-Parameter zum Zeitpunkt t1 und t1 für beide Gruppen. ....	124
Tabelle 46: Darstellung des Gruppenvergleichs der EEG-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2. ....	126
Tabelle 47: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die iCNV. ....	127
Tabelle 48: Darstellung der Mittelwertvergleiche der abhängigen Migränevariablen von Phase 1 und Phase 3 für die gesamte Gruppe .....	128
Tabelle 49: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „mittleren Schmerzdauer“ für die Gesamtgruppe. ....	129
Tabelle 50: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Migräneparameter für beiden Phasen 1 und 3 für die gesamte Gruppe. ....	130
Tabelle 51: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die gesamte Gruppe. ....	131
Tabelle 52: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Stressverarbeitungsparameter für t1 und t2 für die gesamte Gruppe .....	131
Tabelle 53: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der einzelnen SVF-Skalen für die gesamte Gruppe. ....	132
Tabelle 54: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der signifikanten Stressverarbeitungsskalen für t1 und t2 für die gesamte Gruppe .....	132
Tabelle 55: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die gesamte Gruppe. ....	133
Tabelle 56: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der Parameter des TMT A und TMT B. ....	134
Tabelle 57: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der d2-Parameter. ....	135
Tabelle 58: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die gesamte Gruppe. ....	135
Tabelle 59: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für die gesamte Gruppe. ....	136
Tabelle 60: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der EEG-Parameter. ....	137

Tabelle 61: Darstellung der Mittelwertvergleiche der abhängigen Migränevariable „Schmerzdauer“ von Phase 1 und Phase 3 für die Jogginggruppe .....	138
Tabelle 62: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen des Migräneparameters „Schmerzdauer“ für die Phase 1 und Phase 3 für beide Gruppen. ....	138
Tabelle 63: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining in der achtwöchigen Nachbeobachtungsphase. ....	139
Tabelle 64: Darstellung des Gruppenvergleichs vor dem Ausdauertraining zum Messzeitpunkt t1. Die Tabelle zeigt ausschließlich die sich signifikant unterscheidenden Subskalen des SVF. ....	139
Tabelle 65: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der einzelnen SVF-Skalen getrennt nach den Gruppen. ....	140
Tabelle 66: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der signifikanten Stressverarbeitungsskalen für t1 und t2 für die beiden Gruppen .....	141
Tabelle 67: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2. ....	142
Tabelle 68: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Fitnessparameter des PWC150 für die Messzeitpunkte t1 und t2 für die beiden Gruppen. ....	143
Tabelle 69: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Fitnessparameter des PWC150 für die Messzeitpunkte t1 und t2 für die beiden Gruppen. ....	143
Tabelle 70: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse für die Fitnessvariablen. ....	144
Tabelle 71: Darstellung der Non- / Responder der einzelnen Parameter. ....	147
Tabelle 72: Darstellung der Korrelationen zwischen den Aufmerksamkeits- und den Fitnessparametern .....	149
Tabelle 73: Multiple Regressionsanalyse der kardiopulmunalen Leistungsfähigkeit und der Aufmerksamkeitsparametern der Gesamtgruppe. ....	152

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Phasenmodell der Migräne nach Fritsche (2007).....	20
Abbildung 2: a) Prävalenz der Migräne weltweit; b) Prävalenz der Migräne nach Altersgruppe und Geschlecht. Aus Diener (2002), S. 5. ....	21
Abbildung 3: Migränegenerator und neurogene Entzündung. Aus Diener (2002), S. 17. ....	25
Abbildung 4: Langsame Hirnpotentiale (LP). Aus Birbaumer & Schmidt (2006), S. 481. ....	30
Abbildung 5: Zwei-Prozess-Modell der CNV. Aus Tecce (1972), S. 100. ....	31
Abbildung 6: Darstellung des CNV-Verlaufs. Nach Gerber und Kropp (1993), S. 283.....	33
Abbildung 7: Periodizität der CNV. Aus Kropp et al. (1996), S. 132. ....	34
Abbildung 8: CNV-Aplitude (für Fz) vor und nach der Durchführung eines verhaltenstherapeutischen Programm (MIPAS-Family). Aus Siniatchkin et al. 2010. ....	36
Abbildung 9: Das Allgemeine Adaptationsmodell nach Selye (aus Busse et al., 2006, S. 66) .....	41
Abbildung 10: Diathese-Stress-Modell der Migräne. Aus Fritsche (2007), S. 378. ....	43
Abbildung 11: Prozentueller Anteil der Patienten, die die angegebenen Trigger als individuelle Migräneauslöser beurteilen. Aus Neut et al. (2012). ....	43
Abbildung 12: Mittelwert-Profile für die 16 Skalen des Stress-Verarbeitungs-Fragebogens. Aus Huber und Henrich (2003). ....	46
Abbildung 13: Verhaltensmedizinisches Modell zur Entstehung der Migräne nach Gerber et al., 2008. ....	50
Abbildung 14: Modell zur Pathophysiologie der Migräneattacke (Göbel, 2004, S. 265) .....	52
Abbildung 15: Postulierter Wirkmechanismus von aerobem Ausdauersport bei der Migräneerkrankung. ....	63
Abbildung 16: Darstellung der Geschlechterverteilung und der Migräneformen nach der Gruppenzugehörigkeit in Prozent und des mittleren Alters sowie der Erkrankungsdauer (ED) in Jahren dargeboten. ....	74
Abbildung 17: Darstellung des Ausdauertrainings .....	79
Abbildung 18: Elektrodenposition nach dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958). Aus Schandry (2003), S. 573. ....	87
Abbildung 19: Grafische Veranschaulichung des Studienaufbaus. ....	94
Abbildung 20: Darstellung des angewandten 2x2-Versuchsdesigns. ....	95
Abbildung 21: Darstellung der Mittelwerte der Migränetage pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für beide Gruppen dargeboten. ....	105

Abbildung 22: Darstellung der Mittelwerte der Attackenanzahl pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für beide Gruppen dargeboten.....	106
Abbildung 23: Gruppenmittelwerte der TMT-Parameter in Sekunden für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen.....	114
Abbildung 24: Gruppenmittelwerte der TMT-Parameter als Prozentrang für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen.....	114
Abbildung 25: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die beide Gruppen .....	118
Abbildung 26: Darstellung der CVN der Jogging- und der Walkinggruppe von t1 und t2.....	123
Abbildung 27: Darstellung der Mittelwertvergleiche der iCNV für die beiden Gruppen.....	124
Abbildung 28: Darstellung der Mittelwertvergleiche des Habitationskoeffizienten für die beiden Gruppen.....	124
Abbildung 29: Abbildung der Habitationsgeraden für beide Gruppen für beide Messzeitpunkte...	125
Abbildung 30: Darstellung der Mittelwerte der Migräneparameter pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für die Gesamtgruppe.....	130
Abbildung 31: Profilauswertung des SVF der Gesamtstichprobe zum Zeitpunkt t1 und t2 .....	133
Abbildung 32: Darstellung der CVN der Gesamtgruppe von t1 und t2.....	136
Abbildung 33: Abbildung der Habitationsgeraden für die Gesamtstichprobe für beide Messzeitpunkte .....	137
Abbildung 34: Fitnessparameter PWC 150 gemessen in Watt für die Jogging- und Walkinggruppe. .	144
Abbildung 35: Fitnessparameter PWC 150 gemessen in Kilometer pro Stunde für die Jogging- und Walkinggruppe. ....	145
Abbildung 36: Darstellung der Korrelationen der Steigerung des Fitnesslevels und der Steigerung der iCNV, für die Gesamtgruppe, die Walkinggruppe und die Jogginggruppe.....	151
Abbildung 37: Darstellung der Korrelationen der Steigerung des Fitnesslevels und der Steigerung des Prozentranges des TMTB, für die Gesamtgruppe, die Walkinggruppe und die Jogginggruppe. ....	151
Abbildung 38: Darstellung der Mittelwerte der Subskalen des SVF dieser Studie im Vergleich zu den Mittelwerten der Subskalen des SVF von Trimmel et al. (1990).....	158

**Abkürzungsverzeichnis**

$\mu$	Erwartungswert
$\mu\text{V}$	Microvolt = $10^{-6}$ Volt
AEP	<b>A</b> kustisch <b>E</b> voziertes <b>P</b> otential
CNV	<b>C</b> ontingente <b>N</b> egative <b>V</b> ariation
CSD	cortical <b>s</b> preading <b>d</b> epression
Cz	Ableitungsposition über den Vertex
dB	<b>D</b> eziel = 1/10 Bel (Laustärkepegel)
EEG	<b>E</b> lektroenzephalographie, <b>E</b> lektroenzephalogramm
EKP (ERP)	<b>e</b> reigniskorreliertes <b>P</b> otential ( <b>e</b> vent related <b>p</b> otential)
EOG	<b>E</b> lektrookulogramm
Hz	<b>H</b> ertz (Einheit für die Frequenz)
ICD	International <b>C</b> lassification of <b>D</b> iseases
iCNV	Initial <b>C</b> ontingente <b>N</b> egative <b>V</b> ariation
IHS	International <b>H</b> eadache <b>S</b> ociety
ISI	Interstimulusintervall
ICNV	late <b>C</b> ontingente <b>N</b> egative <b>V</b> ariation
ms	<b>M</b> illisekunden
N, n	Stichprobengröße
P300	<b>P</b> ositive Welle ca. <b>300</b> ms nach einem Reiz
PINV	<b>p</b> ostimperative <b>n</b> egative <b>V</b> ariation
r	Korrelation
s	<b>S</b> ekunde
S1	Erster (Warn-) Stimulus im CNV-Paradigma
S2	Zweiter (imperative) Stimulus im CNV-Paradigma
SD	Standardabweichung
SEP	<b>S</b> omatosensorisch <b>E</b> vozierte <b>P</b> otentiale
SVF	<b>S</b> tress <b>v</b> erarbeitungsfragebogen
tCNV	<b>T</b> otal <b>C</b> ontingente <b>N</b> egative <b>V</b> ariation (mittlere Amplitude zwischen S1 und S2)
TMT	<b>T</b> rail <b>M</b> aking <b>T</b> est

## Zusammenfassung

Die Migräneerkrankung wird als eine Reiz-Verarbeitungs-Störung verstanden (Gerber und Kropp, 1993). Dabei ist der kortikale Informationsverarbeitungsprozess mit Hilfe des langsamen Hirnpotentials der „Contingenten Negativen Variation“ (CNV) ausgiebig untersucht. Eine Erhöhung der CNV-Amplitude (u.a. Kropp et al, 2005; Schoenen et al., 1985) und eine Dishabituation ist bei Migränapatienten häufig nachgewiesen (vgl. Kropp & Gerber, 2005). Die Literatur zu Stress bei der Migräneerkrankung ist reichhaltig. Diese weist auf Stress als einen deutlichen Triggerfaktor bei der Migräneerkrankung und eine unzureichende Stressverarbeitung bei Migränerkrankten hin (vgl. Siniatchkin, 2006; Sauro und Becker, 2009). Aerobes Ausdauertraining hat einen positiven Einfluss auf die Migränehäufigkeit und -intensität (u.a. Fischer et al., 1994; Narin et al., 2003). Dabei stehen die Befunde der unterschiedlichen Untersuchungen in der Literatur getrennt nebeneinander. Der Wirkmechanismus aeroben Ausdauersports auf die Migräneerkrankung ist bislang noch nicht eindeutig geklärt. Ziel der Studie ist es, den Wirkmechanismus aeroben Ausdauersports auf die Migräneerkrankung zu untersuchen.

Insgesamt wurden 52 Migränapatienten nach der Migränehäufigkeit geschichtet und folglich randomisiert einer von zwei Gruppen, Jogginggruppe und Walkinggruppe, zugeteilt. Die Jogginggruppe führte ein zehnwöchiges, standardisiertes, herzfrequenzorientiertes, aerobes Ausdauertraining in Form eines Intervalltrainings durch. Die zweite Gruppe absolvierte ein zehnwöchiges Walkingprogramm. Diese Programme wurden unter sportmedizinischer Betreuung dreimal wöchentlich für 30 Minuten durchgeführt. Alle Probanden führten während der gesamten Studiendauer Migränetagebücher. Zu zwei Messzeitpunkten -vor und nach der Intervention- wurden die folgenden für diese Studie bedeutenden Parameter bei beiden Gruppen erhoben: der Stressverarbeitungsfragebogen SVT, der Trail Making Test TMT A und TMT B, der Aufmerksamkeits-Belastungstest d2 und die hirnhysiologischen Parameter der iCNV und der CNV-Habituation. Die Erhebung der hirnhysiologischen Parameter erfolgte dabei im S1-S2-CNV-Paradigma mit einem 3 Sekundenintervall über Cz (10-20 System).

Insgesamt zeigen die Befunde, dass ein zehnwöchiger, aerober Ausdauersport zu einer signifikanten Steigerung der Fitness führte, unabhängig von der Gruppenbedingung. Dabei erzielte die Jogginggruppe eine signifikant stärkere Erhöhung. Die Attackenanzahl sank nach dem aeroben Ausdauersport in beiden Gruppen signifikant. Bei der Jogginggruppe konnte überdies eine signifikante Reduktion in der Anzahl der Migränetage nachgewiesen werden. Die Migräneintensität änderte sich nicht signifikant. Bezüglich der Stressverarbeitung änderten sich vor allem einzelne Negativstrategien signifikant. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die geteilte Aufmerksamkeitsleistung – gemessen mit dem TMT A und TMT B – verbesserte sich nach dem

Ausdauertraining in beiden Gruppen. Dabei erzielten die Migränepatienten bereits vor dem Training eine überdurchschnittliche schnelle Verarbeitungsgeschwindigkeit. Ebenso verbesserte sich die fehlerbereinigte Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen im Test d2 in beiden Gruppen nach dem Training. Die iCNV sank signifikant in der Jogginggruppe. Die Walkinggruppe unterlag keiner signifikanten Veränderung. Die CNV-Habituation verbesserte sich in beiden Gruppen signifikant.

Es wird vermutet, dass das Ausdauertraining über die Beeinflussung der Reizverarbeitung wirkt. Es zeigte sich, dass die Migränepatienten der Gesamtstichprobe per se eine überdurchschnittlich schnelle Bearbeitungszeit des TMT A aufwiesen. Die Fähigkeit, sich mehreren relevanten Reizen gleichzeitig zuzuwenden – gemessen mit dem TMT B –, wird durch fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport verbessert. Die selektive Aufmerksamkeitsleistung (Test d2) wurde gesteigert. Der Sport führte zu einer positiven Beeinflussung der kortikalen Reizverarbeitung, wodurch es zu einer Reduzierung der Reiz-Überstimulation gekommen ist. Dies ist an einer sich nach dem Ausdauersport in der Gesamtgruppe reduzierten iCNV-Amplitude erkennbar. Auch die sich in der Gesamtgruppe nach dem Ausdauertraining aus einer vorerst bestehenden CNV-Dishabituation entwickelte CNV-Habituation gilt als Indikator einer sich verbesserten Reizverarbeitung. Des Weiteren scheint eine Änderung (insbesondere der Abbau) der negativen, instabileren Verhaltensweisen leichter erzielbar zu sein als der Aufbau der stabileren positiven Stressverarbeitungsstrategien. Insgesamt kommt es dadurch zu einer Reduzierung der Reiz-Überflutung, was zu einem selteneren Überschreiten der Migräneschwelle führt. Dabei erzielte die Jogginggruppe eine stärkere Reduktion der Migränehäufigkeit. Jedoch erreichte auch ein weniger intensives aerobes Ausdauertraining eine beachtliche Reduktion der Migräneattacken, so dass bei z.B. körperlichen Beschwerden oder mangelnder Motivation zum Laufen, Walking eine durchaus gute Alternativ zum Jogging bietet. Der Durchführung aeroben Ausdauersports kommt damit bei der Prophylaxebehandlung der Migräneerkrankung eine klinische relevante Rolle zu – die Intensität des Ausdauersports scheint dabei zweitrangig.

## 1. Einleitung

In Deutschland leiden circa 54 Millionen Menschen gelegentlich oder dauerhaft an Kopfschmerzen (Göbel, Petersen-Braun & Soyka, 1993), davon haben ungefähr 8 Millionen Patienten Migräne (Diener & Limmroth, 2005). Die Migräne ist mit einer Prävalenz von 6-8% bei Männern und 12–15% bei Frauen die zweithäufigste Kopfschmerzform (Diener, Katsarava & Limmroth, 2008). Die Lebenszeitprävalenz, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mensch in seinem Leben einmal an Migräne erkrankt, beträgt in Deutschland 27,5% (Göbel, 2007).

Trotz der Häufigkeit mit welcher Migräne auftritt, sind die Entstehungsweise der Migräneerkrankung und die zugrunde liegenden Ursachen bisweilen nicht vollständig geklärt. Als Folge scheint es unmöglich, Therapien einwandfrei, sprich auch unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Ursachen, zu gestalten. Dennoch: „Kaum ein Fachbuch, Patientenbroschüre oder Migräneratgeber im Internet versäumen es, regelmäßigen Sport als wirksame und wissenschaftlich hinreichend belegte Behandlungsmethode gegen Migräne zu empfehlen.“ (Busch & Gaul, 2008a, S. 137). So enthält die multimodale Kopfschmerz- und Migränetherapie Sport als einen zentralen Bestandteil zur Migräneprophylaxe und Besserung der Migränesymptomatik. Eine Untersuchung von Dittrich et al. (2008) hat gezeigt, dass 86,6% der Migränepatienten Sport als hilfreich gegen die Symptomatik empfinden. Und obwohl Untersuchungen die Annahme unterstützen (vgl. Busch & Gaul, 2008a) und Studien aufzeigen konnten, dass aerobes Ausdauertraining bei Migräne die Migräneintensität und -dauer (Fischer, Heller, Gieseler & Hollmann, 1994; Gerber, Miltner, Gabler, Hildenbrand & Larbig, 1987) sowie die Attackenanzahl (Fitterling, Martin, Gramling, Cole & Milan, 1988; Grimm, Douglas & Hanson, 1981) senkt, fehlt eine wissenschaftlich hinreichende Evidenz. Denn es gibt insgesamt nur wenig durchgeführte Studien, die die Auswirkung aeroben Ausdauertrainings auf die Migräneerkrankung untersuchen und selbst diese wenigen durchgeführten Studien werden als mangelhaft verstanden (Busch und Gaul, 2008a, siehe Abschnitt 2.7). Des Weiteren konnte auch der Mechanismus, über den Sport als Migränetherapie wirken soll, bisweilen nicht geklärt werden. Dieser bleibt somit unklar.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Verlauf der Migräneparameter (Intensität und Häufigkeit) unter dem Einfluss kardiovaskulären, aeroben Ausdauertrainings. Des Weiteren wird untersucht, ob kardiovaskuläres, aerobes Ausdauertraining über den Mechanismus der veränderten Stressverarbeitung und der veränderten kortikalen Aufmerksamkeitsbereitschaft zu einer Änderung der Migränesymptomatik führt. Ziel dieser Studie ist es zu untersuchen, ob kardiovaskulärer, aerober Ausdauersport zu einer Reduktion der Migräneparameter und einer Verbesserung der Stressverarbeitung sowie zu einer Verbesserung der kortikalen Aufmerksamkeitsbereitschaft führt.



## **2. Theoretischer Hintergrund**

In diesem Kapitel wird zuerst näher auf die Migräneerkrankung eingegangen. Danach wird die Pathophysiologie der Migräneerkrankung detaillierter betrachtet. Es folgt eine Integration der beschriebenen Ansätze. Eine genaue Beschreibung der Therapiemöglichkeiten erfolgt vor der Darstellung der derzeitigen Studienlage zu Sport bei Migräne. Das Kapitel schließt mit einer Darstellung des vermuteten Wirkzusammenhangs ab.

### **2.1 Die Migräneerkrankung**

Beinahe 15% der an Kopfschmerz leidenden Personen, leiden an Migräne. Die Migräneerkrankung ist damit eine in Deutschland weit verbreitete Erkrankung, deren Erforschung äußerst wichtig ist, um Wissen über die Krankheit und Therapiemöglichkeiten zu erlangen.

Im Folgenden sollen zuerst die Klassifikation, die Symptomatik, die Prävalenz und die Komorbiditäten der Migräneerkrankung dargestellt werden. Danach folgt die Darstellung der Risikofaktoren der Migräneerkrankung und der Auslöser einer Migräneattacke.

#### **2.1.1 Klassifikation der Migräneerkrankung**

Nach der International Headache Society (IHS) werden Kopfschmerzen in drei Hauptkategorien unterteilt: 1) primäre Kopfschmerzerkrankungen, 2) sekundäre Kopfschmerzerkrankungen und 3) Neuralgien und Sonstige (Evers, 2004). Die Migräne ist eine von 14 untergeordneten Gruppen und gehört der Kategorie der primären Kopfschmerzerkrankungen an. Dies meint, dass die Kopfschmerzen die eigentliche Erkrankung darstellen. Im Gegensatz dazu sind den sekundären Kopfschmerzerkrankungen jene Erkrankungen zugeteilt, welche Symptome einer anderen Krankheit sind. Diese Art von Kopfschmerzen stellt ein Symptom anderer Erkrankungen dar.

**Tabelle 1: Klassifikation der verschiedenen primären Kopfschmerzerkrankungen mit Schwerpunkt auf den Migräneformen nach der IHS (2004)**

Primäre Kopfschmerzerkrankungen
1. Migräneformen
1.1 Migräne ohne Aura (MO)
1.2 Migräne mit Aura (MA)
1.3 Periodische Syndrome in der Kindheit
1.4 Retinale Migräne
1.5 Migränekomplikationen
1.6 Wahrscheinliche Migräne
2. Kopfschmerz vom Spannungstyp (Spannungskopfschmerz)
3. Clusterkopfschmerz und andere trigeminoautonome Kopfschmerzerkrankungen
4. Andere primäre Kopfschmerzen

Es werden nach der IHS-Klassifikation sechs Formen der Migräne unterschieden (siehe Tab. 1). Die Migräne ohne Aura (MO) und die Migräne mit Aura (MA) sind die zwei häufigsten Erscheinungsformen der Migräneerkrankung. Dabei macht die Migräne ohne Aura circa 65% der Migräneerkrankungen und die Migräne mit Aura circa 10-16% der Migränepatienten aus (Diener & Limmroth, 2005; Fritsche, 2007, S. 372). Auf die Symptomatik dieser beiden Migräneformen soll im folgenden Abschnitt eingegangen werden.

### 2.1.2 Symptomatik und Verlauf der Migräneerkrankung

Die Migräne ohne Aura weist die in der folgenden Tabelle 2 dargestellte klinische Symptomatik auf.

**Tabelle 2: Diagnosekriterien der Migräne ohne Aura nach der IHS (2004)**

Migräne ohne Aura	
Hauptkriterium	Teilkriterium
Attackenanzahl	Mindestens fünf Attacken
Kopfschmerzdauer	Unbehandelt oder erfolglos behandelt: 4 bis 72 h
Kopfschmerzcharakteristika (mindestens zwei)	Einseitige Lokalisation, pulsierender Charakter, mittlere oder starke Schmerzintensität (Beeinträchtigung der Tagesaktivität), Verstärkung durch körperliche Routineaktivitäten
Begleiterscheinungen (mindestens eine)	Übelkeit und/oder Erbrechen; Photophobie und Phonophobie
Nicht auf eine andere Erkrankung zurückzuführen	-

Die Migräne ohne Aura ist demnach definiert als eine chronische Kopfschmerzerkrankung, bei der eine Kopfschmerzattacke zwischen 4 und 72 Stunden andauern kann. Die Symptomatik ist eine einseitige Lokalisation der Kopfschmerzen mit einer pulsierenden Qualität und einer mittleren bis schweren Intensität, die durch körperliche Aktivität verstärkt werden kann. Als begleitende Symptome können Übelkeit, Erbrechen, Photo- und Phonophobie eintreten (International Headache Society (IHS), 2004).

Charakteristisch für die zweite Migräneform ist zusätzlich die Migräneaura. Die Migräneaura ist eine fokal-neurologische Symptomatik, die vor dem Kopfschmerz auftritt. Diese entwickelt sich über einen Zeitraum von fünf bis zwanzig Minuten und kann bis zu einer Stunde anhalten. Häufig handelt es sich hierbei um visuelle Reiz- oder Ausfallerscheinungen, wie Lichtblitze oder Gesichtsfeldausfälle (Fritsche, 2007, S. 372). Doch auch Sprech- und Sprachstörungen können auftreten. Stunden bis Tage vor der Aura und den Kopfschmerzen können Ankündigungssymptome, wie Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Nackensteifheit, sensorische Überempfindlichkeit, Blässe und Gähnen, auftreten (Göbel, 2007). Diese Ankündigungssymptome werden auch als sogenannte „Vorbotensymptome“ bezeichnet.

Die Migräne verläuft generell in fünf aufeinander folgenden Phasen (Göbel, 2004): die Vorbotenphase, die Auraphase, die Kopfschmerzphase, die Rückbildungsphase und das Migräneintervall. Diese werden im Folgenden beschrieben. Die dargestellten Phasen geben den generellen Fall des zeitlichen Verlaufs der Migräneerkrankung mit Aura wieder. Ausgenommen der Auraphase stimmt dieser Verlauf mit dem der Migräneerkrankung ohne Aura überein. Die restlichen vier Phasen werden von allen an Migräne leidenden Personen durchlaufen.

Die Vorbotenphase: wird häufig auch als „Prodromalphase“ bezeichnet. Sie kann unter anderem durch Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Depressivität, Erschöpfung, Konzentrationsverlust, Denkverlangsamung, Harn- bzw. Stuhlträgheit gekennzeichnet sein. Sie kann bis zu 2 Tagen vor der Kopfschmerzphase einsetzen.

Die Auraphase: stellt bei circa 10% der Migränepatienten den Beginn eines Migräneanfalls dar. Hier treten neurologische, fokale zerebrale Störungen wie Lichtblitze oder Sprachstörungen auf.

Die Kopfschmerzphase: ist gekennzeichnet durch den typisch pulsierenden, pochenden und einseitigen Migränekopfschmerz mit den Begleitsymptomen der Übelkeit, des Erbrechens und der Licht- und Lärmempfindlichkeit. Unbehandelt kann diese Phase bis zu 72 Stunden dauern.

Die Rückbildungsphase: kann ein bis zwei Tage anhalten. In dieser Phase klingen die Migränekopfschmerzen ab. Die meisten Patienten zeigen in dieser Phase Symptome der Abgeschlagenheit und der Erschöpfung. Oft wird diese Phase auch als „Postdromalphase“ bezeichnet.

Das Migräneintervall: ist die Phase oder die „Pause“ zwischen den Migräneattacken. Hier zeigen sich elektrophysiologische Veränderungen der Erkrankung, wie zum Beispiel eine mangelnde CNV-Habituationsbereitschaft und eine stark erhöhte CNV-Amplitude (Kropp & Gerber, 1998) vor der Attacke.

In der folgenden Abbildung sind die Phasen der Migräne grafisch veranschaulicht.

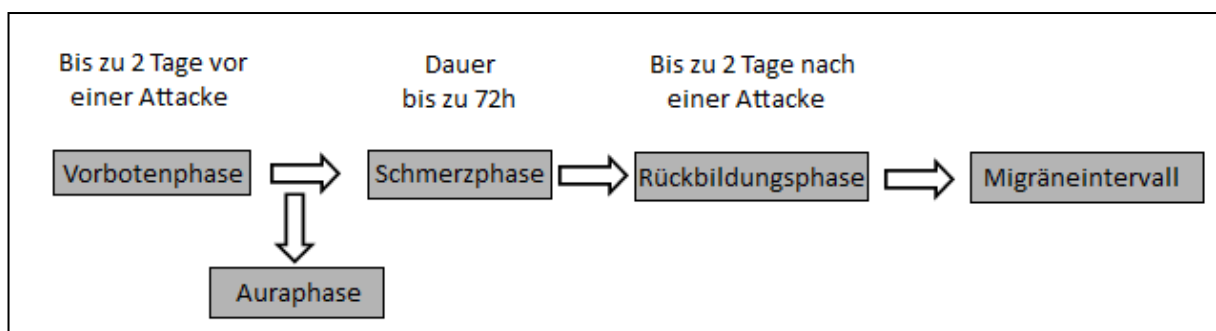
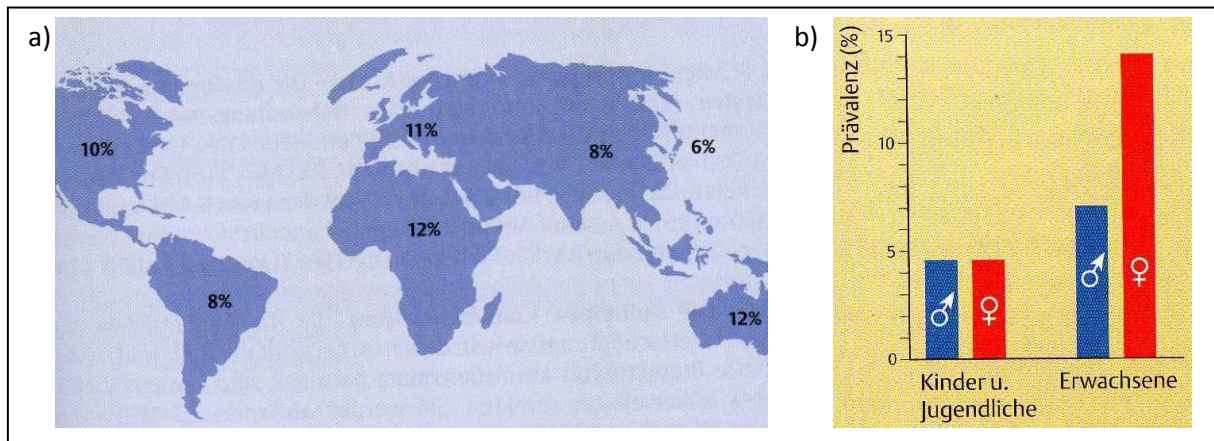


Abbildung 1: Phasenmodell der Migräne nach Fritsche (2007).

### 2.1.3 Prävalenz und Komorbiditäten

Diener schrieb 2002: „Die Migräne kennt keine geografischen Grenzen. Unter allen Völkern der Erde dürften, soweit dies heute bekannt ist, 8-12% der Erwachsenen und 4-5% der Kinder und Jugendlichen an Migräne leiden.“ In Deutschland leiden derzeit circa 8 Millionen Menschen an Migräne. Diener (2002) gibt zum Vergleich Asthma bronchiale mit ca. 5 Millionen und Diabetes mellitus mit ca. 4 Millionen an. Vor der Pubertät tritt die Migräne unabhängig vom Geschlecht ungefähr gleich oft auf. Im Erwachsenenalter ist die Migräne bei Frauen mit 12-15% deutlich häufiger als bei Männern mit 6-8 % vertreten.



**Abbildung 2: a) Prävalenz der Migräne weltweit; b) Prävalenz der Migräne nach Altersgruppe und Geschlecht. Aus Diener (2002), S. 5.**

Göbel et al. lieferten 1993 differenzierte Zahlen bezüglich der Kopfschmerzerkrankungen in Deutschland. Sie befragten 4061 für die Gesamtbevölkerung repräsentative Personen anhand eines Fragebogens über das Auftreten von Kopfschmerzen. Bezüglich der Migräne-Prävalenz berichteten sie, dass 27,5% der Bevölkerung in Deutschland unter der Migräneerkrankung leiden. Davon erfüllten 11,3% den kompletten IHS-Kriteriensatz. Die restlichen Personen erfüllten die IHS-Kriterien lediglich mit einer Ausnahme. 66% der Betroffenen gaben an ein bis zwei Migräneattacken im Monat zu haben und über 60% der Patienten berichteten von einer „starken“ Schmerzintensität. Mit einer Prävalenz von 32% bei den Frauen und 22% bei den Männern ergab sich ein Geschlechterverhältnis (hinsichtlich der Personen, die die Migräneerkrankung mit maximal einer Ausnahme der IHS-Kriterien erfüllten) von 1,45:1. Betrachtet man nur die Personen, die die IHS-Kriterien vollständig erfüllten, zeigte sich mit 15% der Frauen und 7% der Männer ein Geschlechterverhältnis von 2,14:1. Mit zunehmendem Alter sank die Prävalenzrate. Die Migräneerkrankung trat in der Gruppe der über 56-Jährigen mit einer Prävalenzrate von 21% signifikant seltener auf als in den Altersklassen der 36 bis 55-Jährigen (Prävalenzrate: 27%) und der Altersklasse der bis einschließlich 36-Jährigen (Prävalenzrate: 30%).

Psychische komorbide Störungen sind hauptsächlich die Depression und die Angsterkrankungen (Silberstein, Lipton & Breslau, 1995). Es besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Auftretens der Depression und der Migräne, denn sowohl das Risiko des Auftretens einer Migräneerkrankung bei zuvor diagnostizierter Depression, als auch das Risiko der Ausbildung einer Depression bei zuvor diagnostizierter Migräne ist erhöht (Breslau, Lipton, Stewart, Schultz & Welch, 2003). Weitere Komorbiditäten bestehen mit Übergewicht, allergischen Erkrankungen wie Asthma bronchiale sowie mit vaskulären Erkrankungen. Wahrscheinlich besteht auch bei Patienten mit bipolaren Erkrankungen ein erhöhtes Migränerisiko (Diener et al., 2008).

### 2.1.4 Risikofaktoren und Auslöser

Es ist wichtig, Risikofaktoren der Migräneerkrankung und auslösende Faktoren eines Migräneanfalls zu unterscheiden. Risikofaktoren sind Faktoren, die die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Migräneerkrankung erhöhen. So ist aus dem vorherigen Absatz ersichtlich, dass das Risiko an Migräne zu erkranken, für Frauen zwei bis drei Mal höher ist als für Männer. Auch komorbide Erkrankungen, wie die Depression (Breslau et al., 2003) oder die bipolare Erkrankung (Diener et al., 2008), können das Risiko des Auftretens einer Migräneerkrankung erhöhen. Die genetische Veranlagung (Pietrobon & Striessnig, 2003) stellt ebenfalls einen nicht zu vernachlässigenden Risikofaktor dar, da die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Migräneerkrankung bei familiärer Vorbelastung über 50% beträgt.

Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass eine Migräneattacke innerhalb eines kurzen Zeitraumes, in der Regel binnen 2 Tagen, ausgelöst wird, bezeichnet man als „Triggerfaktoren“ (Auslöser) (Göbel, 2004, S. 150). Faktoren, denen zugeschrieben wird Migräneanfälle zu begünstigen sind Stress, Veränderung des normalen zirkadianen Rhythmus, Emotionen, Erschöpfung, Auslassen von Mahlzeiten sowie hormonelle und metabolische Veränderungen (Göbel, 2004, S. 255). Diese Faktoren können demnach sowohl intern als auch extern sein (Göbel, 2004, S. 264). Göbel (2004, S. 255) betont, dass all diese Triggerfaktoren eine plötzliche Veränderung des normalen Lebensrhythmus gemein haben. Jede Veränderung der normalen Lebensbedingungen scheint einen Anfall auslösen zu können. Demnach müsste die Anzahl der Trigger, die bei einzelnen Patienten Attacken auslösen können, unendlich sein (Göbel, 2004, S. 259).

## 2.2 Biophysiological Ansätze der Migräneattacke

Einzelheiten der Pathomechanismen der Migräne sind trotz zunehmender Studien noch weitgehend ungeklärt. Die Studienergebnisse bilden derzeit noch kein einheitliches Störungsbild der Migräneerkrankung. Die Störungsmodelle stehen weitestgehend isoliert nebeneinander und deuten damit an, dass es sich bei der Migräne um ein multifaktorielles Geschehen handelt (Fritsche, 2007, S. 374 – 377). Im Folgenden sollen die einflussreichsten Theorien dargestellt werden.

Nach der **vaskuläre Theorie** der Migräne wird die Meinung vertreten, dass die Kopfschmerzphase eines Migräneanfalls durch extrakraniale Vasodilatation (außerhalb des Kopfes liegende Blutgefäßerweiterung) ausgelöst wird. Diese führt zu schmerzhaften Gewebeveränderungen und –entzündungen und führt zu dem typisch pochenden und pulsierenden Kopfschmerz (Wolff, 1963). Nach dem Modell von Tunis und Wolff (1954) ist eine intrakraniale Vasokonstriktion (innerhalb des

Kopfes liegende Blutgefäßverengung) und die damit einhergehenden Ischämie kortikaler Areale (Unterversorgung eines Gewebes mit Sauerstoff) für die neurologische Symptomatik, also die Aurasymptomatik, verantwortlich.

Die Annahme, dass die Migräne allein auf Vasokonstriktion und Vasodilatation zurückzuführen ist, wurde immer wieder in Frage gestellt. Dabei scheint es unwahrscheinlich, dass die vaskulären Veränderungen die Ursache für die Migränesymptomatik sind, da die Minderdurchblutung nicht als ausreichende Erklärung für die neuronale Symptomatik der Auraphase dient, eine Erhöhung des Blutflusses alleine nicht schmerzhaft ist und bei Migränepatienten ohne Aura für gewöhnlich keine Veränderungen des Blutflusses nachzuweisen sind (Göbel, 2006b, S. 17). Limmroth und Diener (2002) sind ebenfalls der Meinung, dass das Modell nach Wolff nicht mehr haltbar ist. Das Hauptargument ist auch hier, dass das vaskuläre Modell die Migräne ohne Aura nicht erklären kann. Überdies geben Limmroth und Diener an, dass die Anatomie der betroffenen Gefäße und die neurologischen Defekte nicht übereinstimmen und die „Wolff- Studien“ nicht repliziert werden konnten.

Die primäre Annahme der **neuro-vaskulären Theorie** ist, dass die vaskulären Veränderungen, sprich die sich ausbreitende Hypoperfusion, Folge neuronaler Veränderungen sind. Dabei breitet sich die Hypoperfusion, als Ursache der neuronalen Symptomatik, mit einer Geschwindigkeit von ca. 2-3 mm/min vorwiegend über den zerebralen Kortex aus. Die neuronale Symptomatik schwindet mit dem Weiterschreiten der lokalen Hypoperfusion (Göbel, 2004, S. 236-237).

Diese Theorie kann jedoch den mangelnden zeitlichen Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Aurasymptomatik und des Minderblutflusses bzw. der neuronalen Ausbreitung nicht erklären. Zur Erklärung der Migräneaura berufen sich die Vertreter der neuronalen Theorie auf die „cortical spreading depression“ (Leão, 1944). Darauf wird im Folgenden eingegangen.

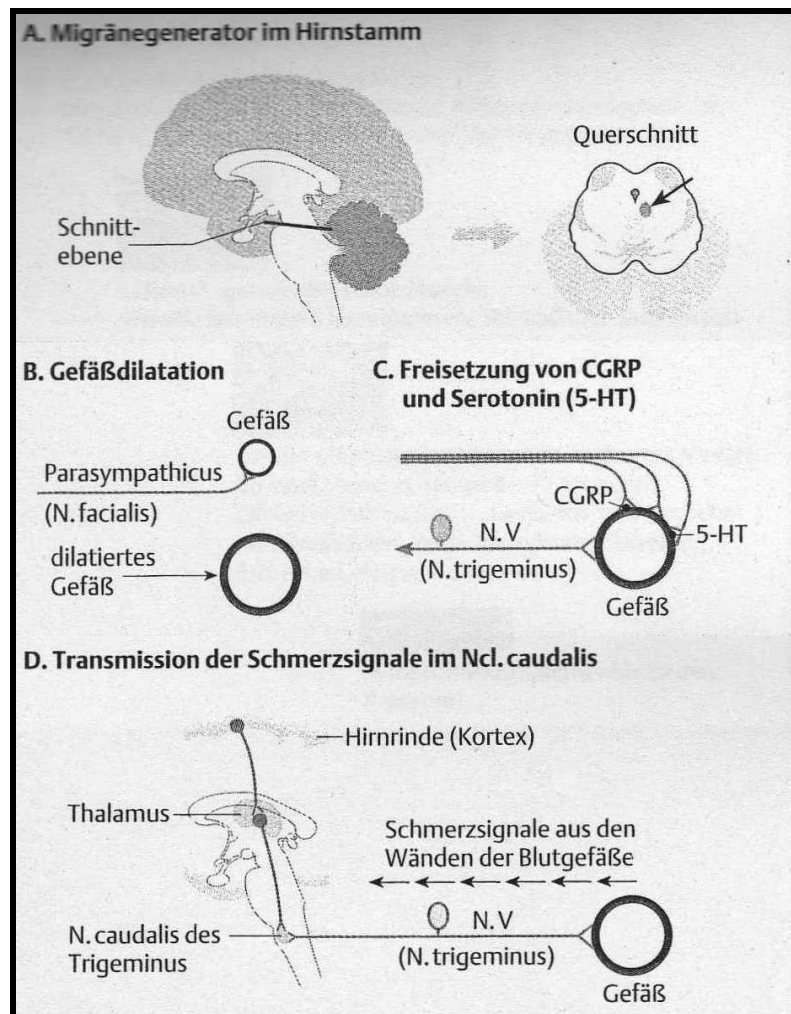
Lashley verfolgte den Ansatz der neuronalen Theorie, als er im Jahr 1941 die Zeit des Voranschreitens seiner eigenen visuellen Aurasymptomatik stoppte. Er stellte fest, dass sich die Aurasymptomatik im Durchschnitt mit einer Geschwindigkeit von ca. 3 mm/min ausbreitete. Daraus schloss er, dass sich zuerst eine Erregungswelle über den visuellen Kortex ausweitet, welche dann eine Welle der Aktivitätshemmung nach sich zieht.

Leão, ebenfalls ein Vertreter der neuronalen Theorie der Migräne, führte 1944 Untersuchungen an Katzenhirnen durch. Dabei entdeckte er ein Phänomen, das er als „**cortical spreading depression**“ (CSD) bezeichnete. Dabei kommt es nach einem Reiz des Kortex zu einer langsamen Depolarisationswelle, die sich aus der okzipitalen Spitze des visuellen Kortex mit einer

Geschwindigkeit von 2 bis 3 mm/min fortsetzt. Während der Depression wird Kalium freigesetzt und es folgt ein Ungleichgewicht im Ionenhaushalt. Die „cortical spreading depression“ zieht eine elektrische Hypoaktivität und eine Reduktion der Durchblutung nach sich. Der Nachweis der CSD gelang beim Menschen erst im Jahre 1998 (Fritsche, 2007, S. 376) und könnte als Erklärung für die Aurasymptome dienen, da die klinische Aurasymptomatik zeitlich mit der CSD, sprich mit der Reduktion der neuronalen Aktivität, korreliert ist (Göbel, 2006b, S. 18).

Der Begriff des „**Migränegenerators**“ bezeichnet eine Region im Hirnstamm und Mittelhirn, von der nachgewiesen werden konnte, dass in ihr während der Migräneattacke eine gesteigerte Durchblutung vorliegt (Weiller et al., 1995). Die arteriellen Gefäße vom Gehirn werden vom Nervus trigeminus und Nervus facialis innerviert. Schmerzmodulierende zentrale Systeme werden vom „Migränegenerator“ enthemmt. Er löst damit einen efferenten Impulsstrom in parasympathischen Fasern aus. Die Blutgefäße weiten sich und es tritt Plasma aus den geweiteten Gefäßen in den extravasalen Raum ein. Es entwickelt sich eine **neurogene Entzündung** (Maskowitz, 1993). Bereits 1937 beschrieb Lewis (zit. nach Hugger et al., 2006, S. 181) die neurogene Entzündung als ein nozifives System zur Abwehr von Schäden bei Gewebsverletzungen. Die Hauptkomponenten der neurogenen Entzündung sind Vasodilatation und Plasmaextravasation (Hugger et al., 2006, S. 181). Bei der neurogenen Entzündung kommt es zur Freisetzung von Neurotransmittern (u.a. von Serotonin und vasoaktiven Neuropeptiden wie Substanz P oder Calcitonin-Gen-related Peptide (CGRP)) (Buzzi & Maskowitz, 1992). Durch Aktivierung trigeminaler nozizeptiver Afferenzen kommt es zur Schmerzproduktion. Genauer heißt dies, dass über die afferenten Fasern des Nervus trigeminus Schmerzsignale aus den Gefäßwänden zum Nucleus caudalis des Nervus trigeminus gesandt werden (Diener, 2002, S. 16). In diesem Kern werden die Signale umgeschaltet und zum Thalamus weitergeleitet. In der Hirnrinde gelangen die Schmerzsignale ins Bewusstsein. Durch die erhöhte Sensibilisierung sind normalerweise nicht schmerzauslösende Gefäßpulsationen schmerzhaft (Hugger et al. 2006, S. 181). Die neurogene Entzündung bietet damit eine Erklärung für die Gewebeschwellung und die Schmerzempfindlichkeit der Blutgefäße, welche bei einer Migräneattacke auftreten. Weiterhin unklar bleibt jedoch, wie es zur Entstehung der neurogenen Entzündung kommt.





**Abbildung 3: Migränegenerator und neurogene Entzündung. Aus Diener (2002), S. 17.**

Eine weitere Theorie ist, dass **Serotonin (5-HT)** Einfluss auf die Kopfschmerzmechanismen hat (Göbel, 2004, S. 219). 1969 wurde nachgewiesen, dass es während einer Migräneattacke zur vermehrten Freisetzung von Serotonin aus den Thrombozyten kommt, unabhängig davon, ob es sich um eine Migräne ohne oder mit Aura handelt (Göbel, 2004, S. 220). Es wird vermutet, dass der entstehende hohe Serotonin-Plasma-Spiegel zur Genese der Migräneattacke beiträgt (Göbel, 2004, S. 200). Auch wurde nachgewiesen, dass Medikamente (wie z.B. Reserpin), die zur Freisetzung von 5-HT aus den Thrombozyten führen, Migräneanfälle triggern können (Göbel, 2006b, S. 19). Im Migräneintervall weisen Migränepatienten einen niedrigen Plasma-Serotoninspiegel auf (Ferrari & Saxena, 1993). Triptane, selektive Serotonin 5-HT<sub>B/1D</sub>-Rezeptor-Agonisten, führen zur Linderung der Migräneanfälle (Jost & Selbach, 2001, S. 75). Umstritten bleibt es derzeit allerdings, ob es sich bei der Serotonin-Freisetzung lediglich um ein Epiphänomen handelt, oder aber ob diese Freisetzung mit der Generierung der Migräneattacke in Verbindung gebracht werden kann (Göbel, 2004, S. 220).

### 2.3 Migräne als Reizverarbeitungsstörung

Schoenen et al. konnten 1985 mittels EEG (Elektroenzephalographie) Veränderungen in der Reizverarbeitung bei Migränepatienten deutlich machen. 1993 postulierten Gerber und Kropp erstmals ein Modell, nach dem die Migräneerkrankung als eine kortikale Reizverarbeitungsstörung zu verstehen ist. Gerber und Kropp (1993) fanden, dass die Gesamt-CNV-Amplitude und die einzelnen Komponenten der CNV im Vergleich zu Gesunden deutlich negativer sind. Die CNV ist eine Ableitung der mit dem EEG aufgezeichneten Hirnströme während einer Aktivität oder Reaktion auf einen Reiz. Dieses psychobiologische Maß wurde 1964 durch Walter, Cooper, Aldridge, McCallum und Winter entdeckt. Der größte Unterschied zwischen Gesunden und Migränepatienten zeigte sich in der iCNV, aber auch in der ICNV konnten Differenzen festgestellt werden (Gerber, Kropp, Schoenen & Siniatchkin, 1996; siehe auch 2.3.1). Man weiß, dass die Höhe der iCNV-Amplitude von dem Grad der Neuheit des dargebotenen Reizes abhängig ist (Gerber et al., 1996). Eine signifikant negativere CNV-Amplitude kann daher als Zeichen einer gestörten Aufmerksamkeit angesehen werden (Gerber et al., 1996).

Ein weiterer Unterschied zeigte sich bei der CNV-Habituation (Gewöhnung, im Folgenden sind die Begriffe CNV-Habituation und Habituation gleichzusetzen). Nach häufiger Darbietung desselben Reizes zeigte sich bei Gesunden ein Habituationseffekt. Die Amplitude verringert sich bei Gesunden über die Messung hinweg. Migränepatienten weisen diesen Effekt im kopfschmerzfreien Intervall nicht auf, so dass die Höhe der Amplitude über die Messung hinweg annähernd gleich bleibt. Das Gehirn ist somit in ständiger maximaler Bereitschaft und ist nicht in der Lage, auf wiederholte Reize zu habituierten. Als Ursache für die fehlende Habituation vermuteten Kropp und Gerber (1993) eine verminderte kortikale Inhibition. Sie sehen diesen Effekt als Hinweis einer gestörten frühen Reizverarbeitung- und -selektion. Die Reize können dadurch nicht mehr adäquat gefiltert werden. Anders ausgedrückt könnte man auch sagen, es besteht eine Hyperaktivität von Nervenzellen (vgl. Göbel, 2004, S. 243).

Fritsche (2007, S. 379) berichtet, dass bei Migränepatienten oftmals eine übermäßige Außenreizorientierung, wie das Absuchen der sozialen Umgebung nach bedeutsamen Reizen, festzustellen ist, oder dass Migränepatienten auf visuelle, auditive und olfaktorische Reize stärker reagieren als gesunde Personen. Auch Gerber et al. (1996) berichten ihre Beobachtung, dass Migränepatienten Schwierigkeiten haben, ihre Aufmerksamkeit selektiv zu steuern. Unklar ist derzeit allerdings, ob die Störung der Reizverarbeitung angeboren oder erworben ist, da die Erhöhung der CNV-Amplitude auch durch operante Konditionierung erworben werden kann (Gerber et al., 1996).

**Modell der kortikalen Hyperaktivität:** Die oben dargestellten Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Störung der Reizverarbeitung bei Probanden mit Migräne vorliegt (Gerber & Kropp, 1993). Die Migränepatienten können dadurch Reize nicht mehr adäquat filtern. Im Modell der kortikalen Hyperaktivität postulieren Gerber et al. (1996), dass bei Migränepatienten eine Reizverarbeitungsstörung vorliegt, die in Form einer kortikalen Hypersensibilität auftritt.

Die Annahme wird dadurch gestärkt, dass Migränepatienten im anfallsfreien Intervall im Vergleich zu kopfschmerzfreen Probanden eine erhöhte Negativierung der CNV-Amplitude zeigen (Gerber et al., 1996). Diese Erhöhung der CNV-Negativierung interpretieren Gerber et al. (1996) als eine kortikale Hypersensibilität bzw. eine Reiz- oder Informationsverarbeitungsstörung. Sie geben an, dass diese Störung mit für Migränepatienten typischen Verhaltensauffälligkeiten, wie Angst, Nervosität, motorische Aktivierung und Reiz-Überempfindlichkeit, zu korrelieren scheint. Die signifikant negativere CNV-Amplitude kann daher als Zeichen einer gestörten Aufmerksamkeit mit Hypersensibilität angesehen werden (Gerber et al., 1996). Auch fanden sie im attackenfreien Intervall eine Habituationsstörung der CNV, im Sinne einer verminderten Habituation, auf wiederkehrende Reize (Gerber et al., 1996; Kropp & Gerber, 1995; Kropp et al., 1996; Schoenen, 1996). Während eines Migräneanfalls normalisieren sich die CNV-Amplitude und die Habituation wieder (Kropp & Gerber, 1995; Kropp et al., 1996).

Die erhöhte CNV-Negativierung scheint für Migränekopfschmerzen spezifisch zu sein, da bei Patienten mit Spannungskopfschmerz nur geringe Unterschiede zu Gesunden gefunden wurden (Kropp et al., 1996). Migränepatienten zeigten eine signifikant höhere Sensibilität bezüglich ihrer Reaktionen auf visuelle und akustische Stimuli (Kropp et al., 1996).

Fritsche (2007, S. 377) merkt an, dass unter dem Begriff der Hypersensibilität nach Hay et al. (1994) auch die Empfindlichkeit von Migränepatienten gegenüber akustischen und optischen Reizen verstanden wird. Diese Empfindlichkeit tritt hauptsächlich während eines Migräneanfalls, aber auch außerhalb des Migräneanfalls auf.

**Ätiopathogenese:** Es wird die Annahme referiert, dass die gestörte Habituation mit einem gestörten mitochondrialen Energiemetabolismus zusammenhängt, der durch eine kortikale Selbststimulation (durch Triggerfaktoren) kompensatorisch reguliert werden soll (Gerber et al., 1996).

Gerber et al. (1996) berichten die Beobachtung einiger Studien, dass im migränefreien Intervall eine signifikante Reduzierung der mitochondrialen Energiereserven im okzipitalen Kortex vorliegt. Die mangelnde Habituation ist demnach eine Folge der metabolischen Störung, wobei der Habituationsprozess als protektiver Mechanismus gegenüber einer Überstimulation zu verstehen ist (Kandel, 1992, zit. nach Gerber et al., 1996). Das Studienergebnis der abnehmenden bzw. sich

normalisierenden CNV-Amplitude und der sich normalisierenden Habituation während eines Migräneanfalls könnte Folge eines metabolischen Homöostaseprozesses im Gehirn sein, wobei die verringerten mitochondrialen Energiereserven wiederhergestellt werden (Gerber et al., 1996).

Die Normalisierung deutet somit darauf hin, dass die Überbelastung des Gehirns (außerhalb eines Migräneanfalls durch die erhöhte Aktivierung und die geringe Habituation) zu einem Migräneanfall führt. Die Tatsache der Normalisierung der CNV-Amplitude und der Habituation während eines Migräneanfalls wurde von Gerber et al. (1996) als Ausdruck einer Protektion des Gehirns im Hinblick auf „Überstimulation“ interpretiert. Der Migräneanfall bzw. der damit einhergehende „Zusammenbruch“ der CNV-Aktivität und die Normalisierung der Habituation kann demnach als Schutzreaktion des Gehirns gegen Überbelastung verstanden werden (Fritsche, 2007, S. 379; Gerber et al., 1996). Die kortikale Übererregbarkeit wird dadurch beendet (Kropp et al., 1996). Die CNV-Amplitude und die Habituation normalisieren sich.

Die Migräne kann schlussendlich nach dem Modell der kortikalen Hyperaktivität als eine kortikale Reizverarbeitungsstörung aufgrund einer „Überbelastung“ und die Attacke als „Überlastungsschutz“ angesehen werden (Fritsche, 2007, S. 379). Ungeklärt ist derzeit allerdings der kausale Zusammenhang zwischen den kortikalen Auffälligkeiten und dem mitochondrialen Energiereservedefizit (Gerber et al., 1996).

### **2.3.1 Die Contingente Negative Variation (CNV)**

In diesem Teil der Arbeit soll auf die Contingente Negative Variation (CNV) eingegangen werden, da dieses langsame Hirnpotential in der vorliegenden Studie als Hauptuntersuchungsobjekt die wesentliche Rolle einnimmt. Nach einer kurzen Einleitung wird genauer darauf eingegangen welche psychologische Bedeutung der CNV zukommt und welche Rolle dieses Potential bei der Migräne einnimmt. Schließlich werden die bisherigen Erkenntnisse zu der CNV und Migräne dargelegt und ein Überblick über diese Studienergebnisse gegeben.

Hirnpotentiale, die eher träge (selten schneller als 200 – 300ms) auf bestimmte Ereignisse reagieren, bezeichnet man als „*slow brain potentials*“ (LP). Um diese langsamen Potentiale von unter 1Hz zu erfassen, registriert man das aufzuzeichnende EEG mit Gleichspannungsverstärkern. Eine dieser langsamen Gleichspannungsverschiebungen ist die *Contingente Negative Variation*, abgekürzt auch als CNV bezeichnet (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 480-481).

Die CNV wurde 1964 erstmals von Walter et al. als ein langsames, negativ ereigniskorreliertes Hirnpotential beschrieben, welches unter Anwendung des folgenden Paradigmas entsteht: Es erfolgt ein erster (Warn-) Stimulus (S1), der das Auftreten eines zweiten imperativen Stimulus (S2) vorhersagt. Auf diesen zweiten Stimulus soll die Versuchsperson beispielsweise durch einen Tastendruck reagieren. Im EEG kann zwischen dem Auftreten dieser beiden Stimuli, im sogenannten Interstimulus-Intervall, ein leichter negativer Anstieg, die CNV, registriert werden (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 423). Die tCNV (total CNV) ist die mittlere Amplitude zwischen dem ersten und dem zweiten Stimulus. Ist das Interstimulus-Intervall lang genug (mehr als 2 Sekunden) kann eine biphasische Negativität beobachtet werden (vgl. Schoenen & Timsit-Berthier, 1993). Diese besteht aus einer frühen Komponente und einer späten Komponente. Die frühe Komponente (*i*CNV, initial CNV, frühe CNV, Orientierungswelle) hat ihr Amplitudenmaximum 550 bis 750ms nach S1, die späte Komponente (*l*CNV, late CNV, späte CNV, Erwartungswelle) hat ihre stärkste Ausprägung in den letzten 200ms vor S2 (Böcker et al., 1990). Wie oben beschrieben ist dieses niedrigamplitudige Signal durch Artefakte überlagert und kann daher im Roh-EEG nicht identifiziert werden. Aufgrund dessen erfolgen mehrere Durchgänge (in der Regel zwischen 10 und 40), bei denen ein Mittelungsverfahren angewendet wird, um möglichst genaue Messungen sicherzustellen und Artefakte weitestgehend ausschließen zu können (Kropp et al., 1996).

Abbildung 4 veranschaulicht ein gemitteltes, langsames Hirnpotential. Bei S1 wird ein akustisches Warnsignal dargeboten. Sechs Sekunden später ertönt ein zweiter imperativer Reiz. Auf diesen Ton soll der Proband so schnell wie möglich reagieren. Mit Hilfe der Principal Components Analysis (PCA) werden aus der langsamen Potentialverschiebung fünf Komponenten extrahiert. Diese sind unter dem gemittelten Potential dargestellt. Jede Komponente entspringt einer anderen Hirnregion und stellt einen anderen Verarbeitungsprozess dar. Die erste, frühe Komponente kommt circa 1s nach S1 aus dem Präfrontalkortex und repräsentiert die von S1 ausgelöste Erwartung. Die späte Komponente dominiert in jener Hirnregion, in welcher der zweite Stimulus verarbeitet wird oder in welcher die Reaktion vorbereitet wird. Sie repräsentiert die Vorbereitung auf S2 und die Reaktion. Die positiven Wellen (P 300) hängen mit der Orientierung und dem Kurzzeitgedächtnis zusammen. Die PINV (postimperative negative Variation) tritt auf, wenn eine Erwartung verletzt wurde. Sie stellt eine Neumobilisierung bei unerwarteten Ereignissen dar und entspringt dem Gyrus cinguli und dem präfrontalen Kortex (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 481).

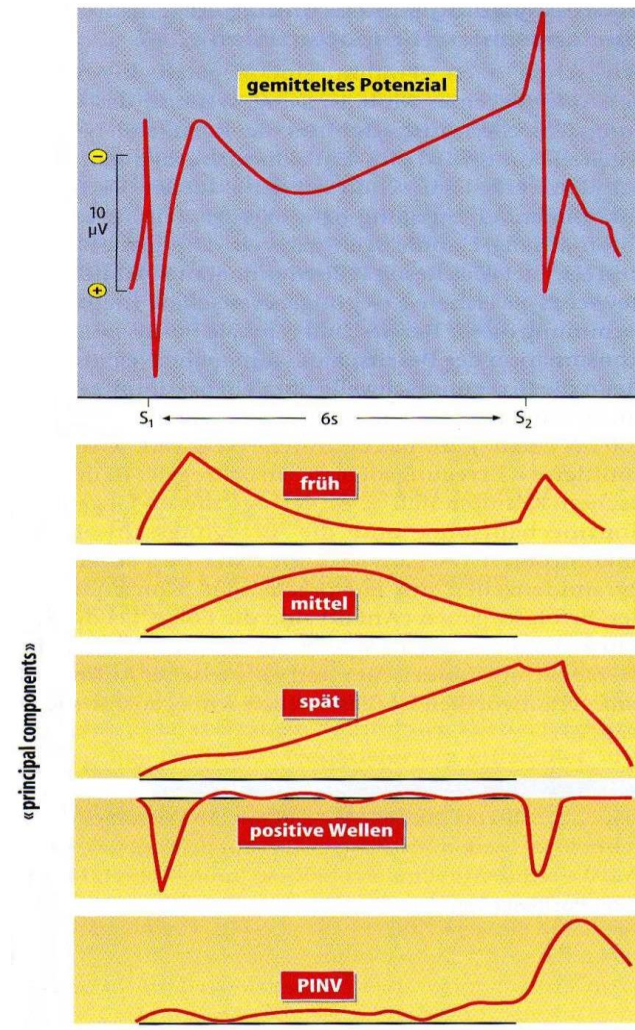
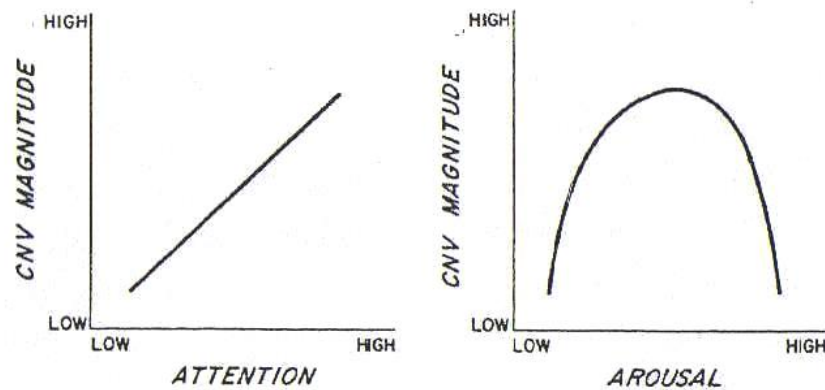


Abbildung 4: Langsame Hirnpotentiale (LP). Oben ist die gemittelte Kurve zu erkennen. Bei S1 ertönt ein akustischer Warnstimulus. Sechs Sekunden später erfolgt ein imperativer Ton (S2), auf den der Proband mit einem Tastendruck reagieren soll. Unten sind die fünf, aus der oberen Kurve mathematisch errechneten, unabhängigen Komponenten dargestellt. Eine frühe Komponente, welche die Erwartung wieder gibt, eine mittlere Komponente und eine späte Komponente, welche die Vorbereitung auf S2 darstellt. Die positiven Wellen (P 300) hängen mit der Orientierung und dem Kurzzeitgedächtnis zusammen. Die PINV (postimperative negative Variation) stellt eine Neumobilisierung bei unerwarteten Ereignissen dar. Aus Birbaumer & Schmidt (2006), S. 481.

### 2.3.1.1 Psychologische Interpretation der CNV

Die **Gesamt-CNV** beschrieben Walter et al. 1964 erstmals als „Expectancy-Wave“ und sahen sie als ein Korrelat der Erwartung. Gerber und Kropp (1993) geben an, dass das Ausmaß der CNV kognitive Prozesse und kortikale Neurotransmitteraktivität widerspiegelt. Sie postulieren, dass die CNV-Amplitude übereinstimmend mit Erwartung, Aufmerksamkeit, Vorbereitung, Motivation und Bereitschaft in Verbindung gebracht wird. Rockstroh, Elbert, Birbaumer und Lutzenberger (1982) geben in Bezug auf Proulx und Picton (1980) an, dass die CNV zusätzlich Prozesse der Informationsverarbeitung, wie Lernen und Gedächtnisprozesse, widerspiegelt. Birbaumer, Elbert,



**Abbildung 5: Zwei-Prozess-Modell der CNV. Links: eine hohe Aufmerksamkeitsleistung geht mit einer hohen CNV-Amplitude einher. Rechts: zwischen dem Erregungsniveau und der Höhe der CNV-Amplitude besteht ein umgekehrt U-förmiger Zusammenhang. Aus Tecce (1972), S. 100.**

Canavan und Rockstroh (1990, S. 23) verstehen die langsamen kortikalen Potentiale als Korrelat der Vorbereitung und Antizipation.

Tecce postulierte 1972 ein Modell, nach dem ein monoton positiver Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeitsleistung und der CNV-Amplitude sowie ein umgekehrt U-förmiger Zusammenhang zwischen dem Erregungsniveau und dem Ausmaß der CNV-Amplitude besteht (siehe Abbildung 5). Demnach geht eine hohe Aufmerksamkeit mit einer hohen CNV-Amplitude und sowohl ein geringes als auch hohes Erregungsniveau mit einer geringen CNV-Amplitude einher. Unterstützend für den 1972 postulierten Zusammenhang fand Tecce (1971) einen negativen Zusammenhang zwischen CNV-Amplitude und Herzrate, sprich eine reduzierte CNV-Amplitude geht mit einer erhöhten Herzrate einher. Howard et al. (zit. nach Timsit-Berthier, 1993) zeigte 1982 einen positiv linearen Zusammenhang zwischen CNV-Amplitude und (Belohnungs-)Erwartung und einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen CNV-Amplitude und Stress auf. Zusätzlich konnte Tecce 1979 nachweisen, dass ein experimentell zwischen S1 und S2 eingefügter Distraktorreiz zum von ihm 1976 postulierten Distraktoreffekt führt. Es kommt demnach zu einer Senkung der CNV-Amplitude.

Timsit-Berthier (1993, S. 224-225) berichtet: „The excess of self-regulatory mechanisms (too high CNV amplitudes) associated with a high level of neuronal activity (attested to by desynchronized EEG with fast rhythms) could be reflecting an ultimate effort to control a hyperactive level of intrinsic activity within the brain [...]. [...] the failure of self-regulatory mechanisms, characterized by low CNV amplitude and high level of neuronal activity, would be associated with important cognitive dysfunctions [...].“ Übereinstimmend dazu geben Kropp et al. (1996) an, dass bei einer Steigerung des allgemeinen Aktivierungsniveaus gewöhnlich auch eine Zunahme der negativen CNV-Amplitude stattfindet. Bei einer zu schnellen Zunahme des Aktivierungsniveaus, wie es beispielsweise bei der

Angsterkrankung der Fall ist, erfolgt jedoch eine Abnahme der CNV-Amplitude. Kropp et al. (1996) sehen einen solchen CNV-Amplituden-Abfall bei hoher Aktivierung als Verlust neuronaler Selbstkontrolle. Das Ausmaß der CNV-Amplitude wird demnach als Indikator für den Grad der Kontrolle des Aktivierungsniveaus verstanden.

**Die frühe Komponente der CNV** bezeichnen Brunia et al. (1988) als „o-wave“ oder „orienting-wave“ (Orientierungswelle) und geben damit an, dass die iCNV ein Teil einer allgemeinen Orientierungsreaktion ist. Eine Orientierungsreaktion ist nach Sokolov (1963) die unspezifische Reaktion eines Individuums auf neue unspezifische Reize. Die Aufmerksamkeit wird hierbei auf den neuen, unerwarteten Reiz gelenkt. Dabei erfolgt ein Vergleichsprozess zwischen schon bereits gespeicherten Reizmustern im Langzeitgedächtnis und dem ankommenden Reizmuster (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 504). Schoenen et al. (1986) interpretieren diese Komponente der CNV als Korrelat der Erwartung und der Reizverarbeitung. Birbaumer et al. (1990, S. 23) geben an: „The most parsimonious interpretation relates [...] [the iCNV] to a multisensory memory retrieval process at parietal locations, which feeds into prefrontal structures for motivational “biasing”“. Die Latenz und die Amplitude der iCNV sind vom motivationalen Wert des Warnstimulus abhängig. Mit steigendem Interesse bezüglich des ersten Stimulus erhöht sich auch die iCNV-Amplitude (Birbaumer et al., 1990, S. 23-25).

**Die späte Komponente der CNV** ist ein Korrelat motorischer Vorbereitung und Mobilisierung sowie willentlicher Anstrengung (Schoenen, Maertens de Noordhout, Timsit-Berthier & Timsit, 1986). Die Amplitude dieser Komponente der CNV steigt mit erhöhtem emotionalen Gehalt des zweiten imperativen Stimulus an (Birbaumer et al., 1990, S. 25). Loveless und Sanford (1974) wiesen dieser Komponente der CNV den Begriff „e-wave“ zu. Seitdem wird der zweite Abschnitt der CNV auch als Erwartungswelle („expectancy-wave“, „e-Wave“) bezeichnet (Trimmel, 1990, S. 240). Sie verstanden diese Welle, ähnlich dem Bereitschaftspotential, als Bewegungsvorbereitung. Rohrbaugh und Gaillard (1983) sahen aufbauend auf Loveless und Sanford die späte Komponente der CNV hauptsächlich als Repräsentanten des motorischen Bereitschaftspotentials. Brunia und Damen berichteten 1988 (S. 234): „[...] motor preparation and stimulus anticipation are no longer confounded factors. Thus, it is shown that stimulus anticipation is indeed reflected by negative activity, as is motor preparation. The potential distribution of the RP [readiness potential, Bereitschaftspotential], however, is different from the stimulus-preceding negativity (SPN) [...]“. Auf die e-wave bezogen warfen sie die Frage auf,



ob die ICNV eine Kombination aus Bereitschaftspotential und Stimulus-Preceding Negativity (SPN) ist (Damen & Brunia, 1987, zit. nach Trimmel, 1990, S. 227).

### 2.3.1.2 CNV und Migräne

Viele Untersuchungen haben belegt, dass das Elektroenzephalogramm (EEG) von Migränepatienten vom Erscheinungsbild des Elektroenzephalogramms bei Gesunden deutlich abweicht (exemplarisch siehe Abb. 10, Kurve A und Kurve B) (vgl. u. a. Gerber & Kropp, 1993; Kropp & Gerber, 1995). Im Folgenden sollen die bislang bedeutendsten Erkenntnisse dargestellt werden.

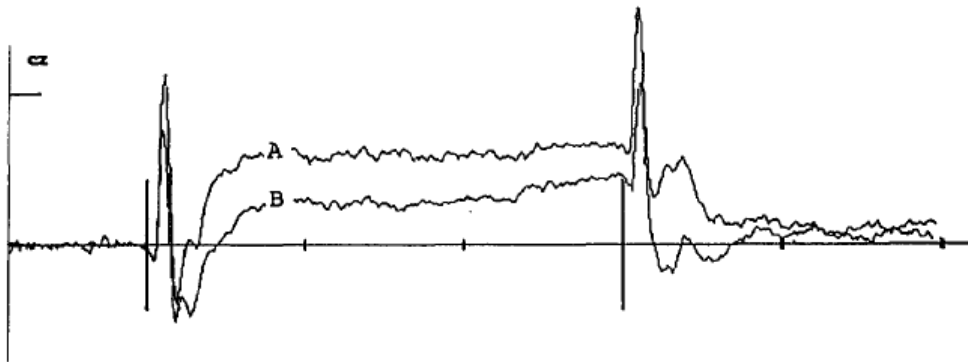
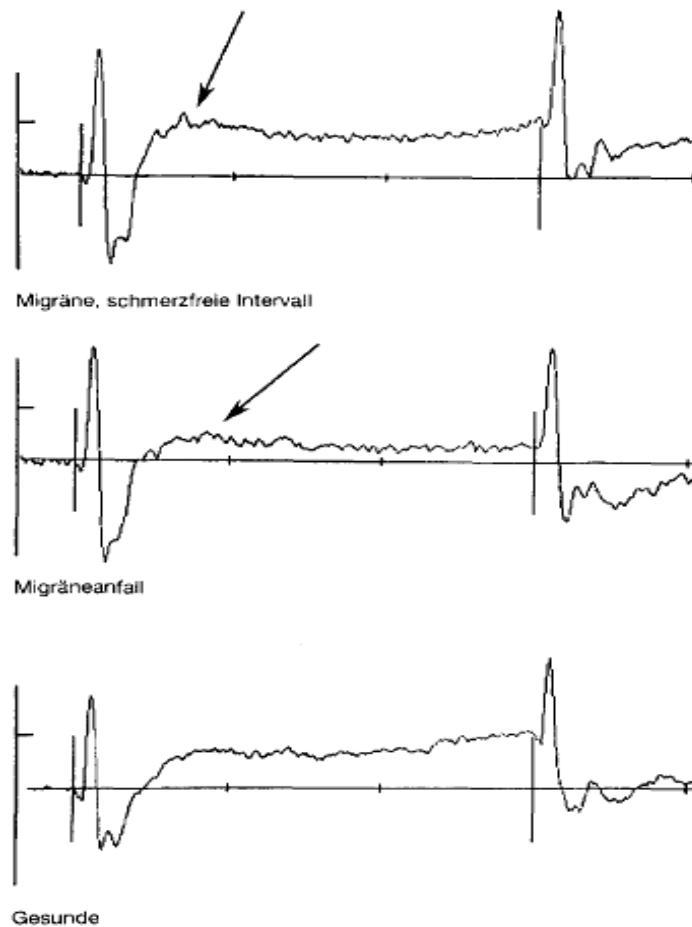


Abbildung 6: Darstellung des CNV-Verlaufs; abgenommen über Cz bei einer Gruppe von Migränepatienten mit Migräne ohne Aura (n = 23, Kurve A) und von einer gesunden Kontrollgruppe (n = 22, Kurve B). S1 signalisiert den Warnreiz, S2 den imperativen Reiz. Nach Gerber und Kropp (1993), S. 283.

### 2.3.1.3 Darstellung der bisherigen Erkenntnisse

**Die Gesamt-CNV-Amplitude** ist bei Migränepatienten erhöht (z.B. Schoenen et al., 1985) und die einzelnen Komponenten der CNV sind im Vergleich zu Gesunden deutlich negativer (z.B. Gerber & Kropp, 1993). Bei Spannungskopfschmerzpatienten (Schoenen et al., 1985) und Kombinationskopfschmerzen (Maertens de Noordhout et al., 1986) zeigt sich ein solches Bild nicht. Vor allem im schmerzfreien Intervall zeigt sich eine erhöhte Amplitude (z.B. Maertens de Noordhout et al., 1986), wohingegen es während der Attacke zu einer Normalisierung der CNV kommt (Kropp & Gerber, 1995).

Der CNV konnte, obwohl sie im Einzelfall wenig spezifisch für Migräne ist, eine Periodizität nachgewiesen werden (Kropp et al., 1996): Die Negativierung der CNV-Amplitude steigt vor der Attacke an, normalisiert sich mit dem Migräneanfall wieder und verläuft im schmerzfreien Intervall wieder negativer als bei Gesunden. Die CNV-Amplitude ist vor der Attacke stark erhöht und nach der Attacke normalisiert (Kropp & Gerber, 1998).



**Abbildung 7: Periodizität der CNV:** Die oberste Kurve stellt die gemittelte CNV-Kurve von Migränepatienten (ohne Aura) im schmerzfreien Intervall dar. Die mittlere Kurve gibt die gemittelte CNV-Kurve von Migränepatienten (ohne Aura) während eines Migräneanfalls wieder. Die Pfeile markieren die relevanten Unterschiede zwischen den beiden dargestellten Kurven. Die unterste Kurve stellt zum Vergleich die gemittelte CNV-Kurve einer gesunden Kontrollgruppe dar. Aus Kropp et al. (1996), S. 132.

Siniatchkin et al. trafen 1998 differenziertere Aussagen bezüglich der einzelnen Komponenten der CNV. Sie fanden, dass die iCNV und die tCNV bei Migränepatienten und die ICNV und die PINV bei Spannungskopfschmerzpatienten erhöht sind. Vor allem die iCNV ist signifikant negativer (Kropp et al., 1999). Zwei Tage vor der Migräneattacke ist die iCNV-Amplitude stark erhöht, während und einige Tage nach der Attacke kommt es dann zur Verminderung der iCNV-Amplitude (Kropp & Gerber, 2005).

Auch Kinder mit Migräne haben eine signifikant negativere CNV-Amplitude (Bender, 2002; Kropp et al., 1999). Eine altersabhängige Zunahme der CNV-Amplitude konnte nicht aufgezeigt werden (Bender, 2002). Mit steigender Erkrankungsdauer nimmt die CNV-Amplitude zu (Kropp et al., 2005). Ein Zusammenhang zwischen der ausgeübten Kontrolle der Eltern von Migränepatienten und dem Ausmaß der iCNV-Amplitude bei jungen Migränepatienten konnte nicht nachgewiesen werden (Gerber et al., 2002). Lorenzen et al. konnten 2007 zeigen, dass sowohl ein negativer Zusammenhang

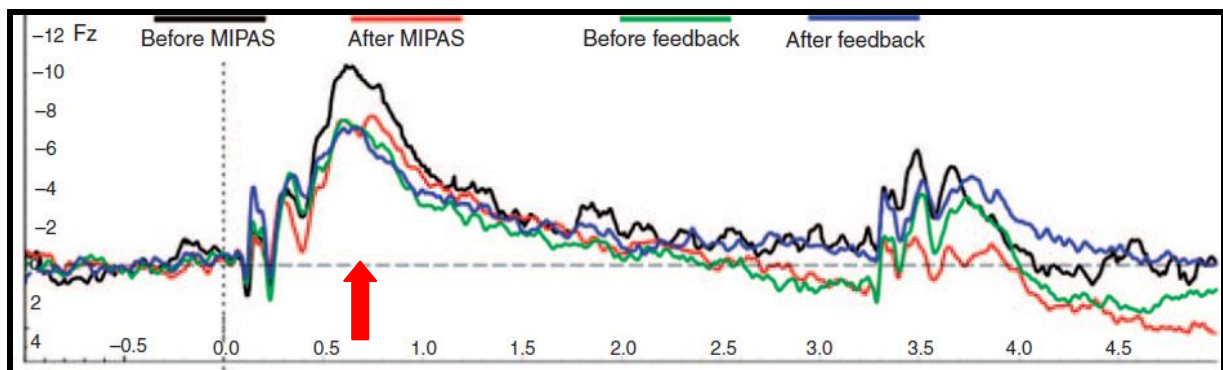
zwischen der eingeschätzten Reizempfindlichkeit mit der CNV-Amplitude, als auch ein positiver Zusammenhang zwischen der aktuellen Befindlichkeit mit der CNV-Amplitude besteht. Dass vor allem die iCNV als Maß für Aufmerksamkeitsleistung verstanden wird, wurde von Kropp et al. (2001), an einer Stichprobe von 23 gesunden Probanden, durch eine Korrelation zwischen der iCNV und dem Test d2 belegt. Sie korrelierten dabei die iCNV mit der Anzahl der richtig bearbeiteten Items des Tests und erhielten eine Pearson Korrelation von  $-.670$ . Siniatchkin et al. (2006) untersuchten den Einfluss von Stress auf die CNV-Amplitude und konnten zeigen, dass unter akutem Stress alle drei CNV-Komponenten erhöht sind und die Reaktionszeit vermindert ist. Befanden sich die Migränepatienten ein bis drei Tage vor der Migräneattacke unter Stress, konnte eine stärker ausgeprägte iCNV-Amplitude nachgewiesen werden.

**Habituation:** Harris (zit. nach Thompson & Spencer, 1966) definierte den Begriff der Habituation 1943 folgendermaßen: „response decrement as a result of repeated stimulation“. Unter Habituation versteht man „die Verringerung der Intensität einer [...] [Orientierungsreaktion] nach wiederholter identischer Darbietung eines Reizes“ (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 504). Bei Gesunden zeigt sich die Habituation bei wiederholter Reizpräsentation in einer Reduktion der CNV-Amplitude. Schoenen et al. konnten bereits 1985 eine verminderte Habituation bei Migränepatienten nachweisen. Bei Spannungskopfschmerzpatienten zeigt sich eine solche verminderte Habituation nicht. Gerber und Kropp wiesen 1993 nach, dass sich bei Migränepatienten eine verzögerte Habituation findet: Die CNV Amplitude bei Migränepatienten nimmt im Verlauf der EEG-Untersuchung nicht oder nur gering ab. Auch Kinder mit Migräne haben eine signifikant verminderte Habituation (Kropp et al., 1999). Siniatchkin et al. (2000) sind der Auffassung, dass die Habituation der iCNV die Migräne besser beschreibt als die CNV-Amplituden.

Die reduzierte Habituation weist eine geringe Spezifität, jedoch eine hohe Sensitivität für Migräne auf. Die Habituation wird vom Alter beeinflusst (Siniatchkin et al., 2000). Mit zunehmender Erkrankungsdauer nimmt die Habituation ab (Kropp et al., 2005). Ein Zusammenhang zwischen der ausgeübten Kontrolle der Eltern von Migränepatienten und dem Ausmaß der Habituation konnte bei jungen Migränepatienten nicht nachgewiesen werden (Gerber et al., 2002). Aufbauend auf Kropp und Gerber (1995), die aufzeigten, dass es während einer Migräneattacke zur Habituation kommt, konnte nachgewiesen werden, dass zwei Tage vor einer Migräneattacke keine Habituation stattfindet, es während und einige Tage nach der Attacke jedoch wieder zur Habituation kommt (Kropp & Gerber, 2005). Siniatchkin et al. (2006) zeigten auf, dass bei Migränepatienten Stress ein bis drei Tage vor der Attacke zu einer stärkeren Reduzierung der iCNV-Habituation führt.

**Therapeutische Auswirkungen auf die CNV bei der Behandlung von Migräne:** Beta-Blocker führen zu einer Verringerung der CNV-Amplitude (Ahmed, 1999; Schoenen et al., 1985; Schoenen et al., 1986), wobei Patienten mit vorerst höheren Amplituden besser auf eine Beta-Blocker-Therapie reagieren als Patienten mit vorerst geringerer CNV-Amplitude (Schoenen et al., 1986). Gabe von Sumatriptan (ein Triptan zur Akutmedikation) führt lediglich zu einem subjektiven Gefühl der Besserung, jedoch zu keiner nachweisbaren Änderung der CNV im Intervall oder in der Attacke (Göbel et al., 1993). Kropp et al. konnten 2002 nachweisen, dass ein CNV-Biofeedback zur Reduzierung der Migräneanfallsfrequenz führt.

Siniatchkin et al. wiesen 2010 nach, dass das verhaltenstherapeutische Programm MIPAS-Family bei Migräne geplagten Kindern zu einer deutlichen Reduktion der iCNV und zu einer signifikanten Erhöhung der iCNV-Habituation führte (siehe Abbildung 8). Hierbei zeigte sich ein positiver Zusammenhang bezüglich der Änderungen der klinischen Migräneparameter und der Normalisierung der Habituation. Eine stärkere Reduktion der Migränehäufigkeit ging mit einer größeren Steigerung der CNV-Habituation einher.



**Abbildung 8:** Grand Averages der CNV-Amplitude (für Fz) vor und nach der Durchführung eines verhaltenstherapeutischen Programms (MIPAS-Family) sowie vor und nach der Durchführung eines Feedback-Trainings. Der Pfeil kennzeichnet die oben angeführten Änderungen. Aus Siniatchkin et al. 2010.

In der nachfolgenden Tabelle 3 findet sich ein Überblick über die jeweiligen Fragestellungen, die angewandte Methodik und die erzielten Befunde der erwähnten Studien zur CNV und Migräne.

## Studienergebnisse zur CNV (kortikalen Aufmerksamkeitsbereitschaft) und Migräne

Tabelle 3: Überblick bisheriger Primärstudien zur Contingenten Negativen Variation bei Patienten mit Migräne. Am Ende der Tabelle folgen zwei Überblicksartikel.

Autor	Fragestellung	Methodik	Befunde
Siniatchkin et al. (2010)	Verhaltenstherapie beeinflusst die Normalisierung der CNV bei Kindern mit Migräne	2 Gruppen, n = je 13 Kinder mit Migräne, Gruppe 1: Verhaltenstherapie „MIPAS“, Gruppe 2: Biofeedback	MIPAS-Gruppe: Erhöhung der Habituation. Je stärker die Migränereduktion, desto stärker die Habituations-Erhöhung. Biofeedback führte nicht zu einer solchen CNV-Änderung.
Siniatchkin et al. (2010)	Entwicklungsbedingte Veränderungen der CNV bei Kindern	Langschnittstudie, 27 Kinder mit Migräne, 23 gesunde Kinder, Prä-Post-Zeitraum von acht Jahren	iCNV-Senkung bei gesunden Patienten und Migränepatienten in der Remissionsphase während des Post-Messzeitpunktes stärker ausgeprägt als bei Patienten mit während des Post-Messzeitpunktes noch persistierender Migräne
De Tommase et al. (2008)	Effekt von Topiramate und Levetiracetam auf die CNV-Habituation bei Migräne	Placebo-kontrollierte Doppelblind-Studie, n = 69, 4 Gruppen (Topiramate, Levetiracetam, Placebo, Kontrolle),	Abnormale iCNV-Habituation normalisiert sich in Topiramate- und Levetiracetam-Gruppe
Zank et al. (2008)	Effekt von Rizatriptan auf die CNV bei gesunden Frauen	Randomisierte, doppelblind, placebo-kontrollierte Studie, 2 Gruppen je 20 gesunde Frauen	Rizatriptan führt zu einer erhöhten CNV Amplitude in Abhängigkeit der Schwierigkeit der Aufgabe: Theorie, dass CNV Amplituden bei erniedrigtem Serotonin-Level erhöht sind.
Lorenzen et al. (2007)	Zusammenhang von Reizempfindlichkeit und Befindlichkeit mit der CNV	60 Migränepatienten ohne Aura	Zusammenhänge zwischen der eingeschätzten Reizempfindlichkeit und der Tagesstimmung mit der CNV-Amplitude
Siniatchkin et al. (2006)	Stressinduzierte neurophysiologische Aktivität vor einer Attacke	45 Migränepatienten, 20 gesunde Kontrollpersonen; Bedingungen: Stress vs. Ruhe	Unter Stress: alle 3 CNV-Komponenten erhöht und die Reaktionszeit reduziert; 1 bis 3 Tage vor der Attacke Stress: iCNV-Amplitude stärker erhöht und iCNV-Habituation stärker reduziert

Autor	Fragestellung	Methodik	Befunde
Siniatchkin et al. (2006)	Zusammenhang herbeigeführten Stresses und der CNV	17 Migränepatientinnen, 15 gesunde Probanden, Bedingungen: Stress vs. Ruhe	Während premenstrueller und Ovulationsphase weisen beide Gruppen unter Stress erhöhte CNV-Amplituden auf. Diese sind bei den Migränepatienten in der premenstruellen Phase stärker ausgeprägt als in der Kontrollgruppe.
Kropp & Gerber (2005)	CNV als vorhersagender Wert einer Migräneattacke	20 Migränepatienten	2 Tage vor Attacke: Erhöhung der iCNV-Amplitude und keine Habituation; Während und einige Tage nach der Attacke: Verminderung der iCNV-Amplitude und Habituation
Kropp et al. (2005)	Zusammenhang: Erkrankungsdauer und Aufmerksamkeitsmaßen	28 Migränepatienten, 16 gesunde Kontrollpersonen	Mit zunehmender Erkrankungsdauer nimmt die CNV-Amplitude zu und die Habituation ab
Bender et al. (2002)	Altersabhängige Entwicklung der CNV bei Kindern mit Migräne	61 Kinder mit Migräne und 76 gesunde Kinder	Kinder mit Migräne zeigen höhere CNV-Amplitude; keine altersabhängige Zunahme
Gerber et al. (2002)	Neuropsychologische und psychosoziale Faktoren bei der Migräne	30 Familien mit einem Kind mit Migräne und 20 gesunde Familien mit Kindern	Zusammenhang zwischen ausgeübter Kontrolle der Eltern von Migränepatienten und deren iCNV-Amplitude / Habituation
Kropp et al. (2002)	Biofeedback anhand der CNV-Amplitude	Übersichtsartikel	CNV-Biofeedback führt zur Reduzierung der Migräneanfallsfrequenz
Siniatchkin et al. (2000)	Einfluss von Alter, Geschlecht und familiären Faktoren auf die CNV	43 Familien mit einem Kind mit Migräne und 41 gesunde Familien	Habituation der iCNV beschreibt Migräne besser als CNV-Amplituden; reduzierte Habituation weist hohe Sensitivität bei geringer Spezifität auf; Alter beeinflusst Habituation

Autor	Fragestellung	Methodik	Befunde
Ahmed (1999)	Effekt der Beta-blocker-Therapie auf die CNV	Patienten mit Spannungskopfschmerzen, Migränepatienten	CNV-Amplitude verringert sich durch Beta-Blocker
Kropp et al. (1999)	Vergleich langsamer kortikaler Hirnpotentiale bei Kindern und Erwachsenen	40 Migränepatienten (14 Kinder), 24 gesunde Kontrollpersonen (11 Kinder)	Kinder mit Migräne haben negativere CNV-Amplitude und verminderte Habituation; vor allem iCNV ist bei Migräne signifikant negativer
Siniatchkin et al. (1998)	CNV bei Patienten mit Migräne und Spannungskopfschmerzen	15 Migränepatienten, 15 Spannungskopfschmerzpatienten, 15 Kontrollpersonen	iCNV und tCNV bei Migräne, ICNV und PINV bei Spannungskopfschmerz erhöht
Kropp & Gerber (1998)	Vorhersagewert der CNV bei Migräne	16 Migränepatienten	CNV vor der Attacke stark erhöht, nach der Attacke Amplitudenhöhe normalisiert
Kropp & Gerber (1995)	Normalisierung von langsamen Potentialen während einer Migräneattacke	16 Migränepatienten, 22 (gesunde) Kontrollpersonen	Während der Attacke: Habituation, die CNV ist normalisiert
Gerber & Kropp (1993)	Migräne als Reizverarbeitungsstörung	23 Migränepatienten, 22 gesunde Kontrollpersonen	Bei Migräne allgemein erhöhte CNV-Amplitude und verminderte Habituation
Göbel et al. (1993)	Effekte von Sumatriptan bei Migräne	N =14, placebo-kontrolliert, doppelblind	Subjektives Gefühl der Besserung, keine Änderung der CNV im Intervall oder in der Attacke
Böcker et al. (1990)	Optimierung der CNV-Messung bei Migräne	17 Migränepatienten, 8 gesunde Kontrollpersonen	Optimale Ergebnisse der CNV-Messung bei 3 sekundigem Interstimulusintervall

Autor	Fragestellung	Methodik	Befunde
Maertens de Noordhout et al. (1986)	Kopfschmerzen	79 Kopfschmerzpatienten, 33 gesunde Kontrollpersonen	CNV-Amplitude bei Migräne und Spannungskopfschmerzpatienten erhöht, bei Gesunden und Kombinationskopfschmerzen nicht
Schoenen et al. (1986)	Wirkung von Beta-Blockern auf die CNV	33 Migränepatienten (27 Metoprolol, 6 Propranolol-Therapie)	Reduktion der CNV-Amplitude nach Beta-Blocker-Therapie (Patienten mit höheren Amplituden reagierten besser)
Schoenen et al. (1985)	CNV als diag. und physiopat. Hilfsmittel bei Kopfschmerzpatienten	79 Migräne- und Spannungskopfschmerzpatienten, 33 Kontrollpersonen	CNV-Amplitude bei Migräne erhöht, Habituation vermindert, Beta-Blocker normalisieren CNV-Amplitude
Walter et al. (1964)	CNV als elektronisches Anzeichen sensorischer Assoziation und Erwartung	Mittelung und Kreuzkorrelation von entstandenen Hirnpotentialen zwischen zwei Stimuli	CNV ist ein langsames ereigniskorreliertes Hirnpotential, ein Korrelat der Erwartung

## Übersichtsartikel

Autor	Fragestellung	Methodik	Befunde
Schoenen & Timsit-Berthier (1993)	Methoden der CNV-Messung	-	Ab 3 sekundigem Interstimulusintervall CNV-Differenzierung möglich
Kropp et al. (1996)	CNV bei Kopfschmerzen	-	CNV verläuft periodisch zu den Attacken

### 2.3.1.4 Informationsverarbeitung und Migräne

Die Literatur zur CNV und Migräne ist äußerst reichhaltig, jedoch ist die Datenlage zu dem Themengebiet „Informationsverarbeitungsprozesse und Migräne“ eingeschränkt. Fritsche (2012) gibt in seiner Informationsbroschüre an, dass es „eine Besonderheit des Migräne-Gehirns ist [...], dass alle Sinneskanäle weit offen stehen, um aus der Umwelt möglichst viele Informationen und Signale aufzunehmen.“ Er beschreibt, dass das Migräne-Gehirn schlechter zwischen wichtigen und unwichtigen Reizen unterscheiden kann, sprich die selektive Aufmerksamkeit herabgesetzt ist und es dadurch bei Migräneleidenden zu einer deutlichen höheren Informationsaufnahme und -verarbeitung ausgerichtet ist, als das Gehirn von Nicht-Migräneleidenden. Auch Gerber et al. (1996) berichten ihre Beobachtung, dass Migränepatienten Schwierigkeiten haben ihre Aufmerksamkeit selektiv zu steuern. Unterstützend zeigten Dalkvist et al. (1984) auf, dass es einen starken zeitlichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Migränekopfschmerz und dem Alertnessgrad gibt. Der Ausprägungsgrad der Alertness ist während einer Migräneattacke verringert, wohingegen eine Erhöhung der Alertness zwei Tage vor einem Migräneanfall vorliegt. Die Autoren bringen diese Beobachtung in Zusammenhang mit dem Faktor „Stress“. Genauer betrachtet, nehmen die Autoren an, dass diese Beobachtung unter der Annahme der Stress-Entspannungs-Hypothese zu interpretieren ist. Die Autoren schreiben: „[...] the alertness [...] was clearly affected by the stress experienced by the subjects [...]“.

Annovazzi et al. (2004) untersuchten Migränepatienten mit dem Stroop-Test und stellten fest, dass Migränepatienten verglichen mit gesunden Probanden, eine langsamere Reaktionszeit aufwiesen. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass bei Migränepatienten eine leichte Beeinträchtigung höherer kortikaler Funktionen (sogar im interiktalen Intervall) vorliegt. Auch Kröner-Herwig et al. (2005) untersuchten Migränepatienten mit dem originalen Stroop-Test. Sie wollten ebenfalls eine mögliche kognitive Beeinträchtigung der Reizverarbeitung untersuchen. Die Autoren schlussfolgerten jedoch, dass sich die Annahme nicht aus ihren Ergebnissen bestätigen ließe.

## 2.4 Psychologische Erklärungsansätze

Die *psychologischen Migränetheorien* beziehen sich auf interne Faktoren, die für die Entstehung einer Migräneerkrankung verantwortlich gemacht werden. Die psychologischen Theorien zur Pathophysiologie der Migräne beziehen sich häufig auf Stress und Stressverarbeitung. „In nahezu allen pathophysiologischen Modellen zur Migräne wird Stress als ein wesentlicher Auslöser für Migräneattacken beschrieben“ (Gerber & Fuchs, 1989). Die Wirkung von Stressoren auf den Organismus ist vielfach untersucht wurden. Als Ergebnis zeigte sich, dass Stress im Zusammenhang mit banaleren Erkrankungen, aber auch mit gravierenderen Erkrankungen steht (Göbel, 2004, S.

248). Eine allgemeine, übergeordnete Definition von „Stress“ lässt sich allerdings nur schwer stellen, da dieser Begriff je nach Theorie unterschiedlich geprägt ist (siehe Tabelle 4). Für diese Dissertation soll die von Selye (1956) gegebene Definition grundlegend sein. Er sah in seiner Theorie des Allgemeinen Adaptationsmodells Stress als eine unspezifische Reaktion des Organismus auf jede Art von Störung der Homöostase. Der von Walter Cannon (1929) geprägte Begriff der Homöostase meint dabei „die koordinierten physiologischen Prozesse, welche die meisten der gleich bleibenden Verhältnisse im Organismus aufrechterhalten“ (zit. Nach Selye, 1974, S. 66).

**Tabelle 4: Stessmodelle (aus Busse et al., 2006, S. 64)**

<b>Stress-Modell</b>	<b>Vertreter</b>	<b>Fokus</b>	<b>Stressverständnis/Fragestellung</b>
<b>Bio-logisch</b>	Cannon (1929) Selye (1956)	Reaktionsorientierung, körperliche Reaktionen	Die unspezifische Stressreaktion ist die Antwort des Organismus auf jede Art von Stressor.
<b>Sozio-logisch</b>	Holmes u. Rahe (1967) Anderson (1991)	Reizzentrierung, chronische Stressoren (Lärm, Armut), kritische Lebensereignisse, tägliche Ärgernisse	Jeder Stressor ruft eine spezifische Stressreaktion hervor.
<b>Psycho-logisch</b>	Lazarus u. Folkman (1984)	Transaktionales Modell, subjektive Wahrnehmungen, Interpretationen und Bewältigungsversuche	Der Stressbegriff umfasst die belastende Situation, die Reaktion darauf und das Coping. Stress entsteht im Austauschprozess der Person mit dem Umfeld, vorausgesetzt, die Anforderungen übersteigen in der subjektiven Einschätzung des Betroffenen seine Anpassungskapazität. Stress wird als herausfordernd, bedrohend oder schädigend erlebt.
<b>Res-sourcen</b>	Becker u. Polenz (1997) Hobfoll (1998)	Tatsächlicher oder antizipierter Ressourcenverlust	Die Bedrohung oder der Verlust von Ressourcen, womit Gegenstände, privilegierende Bedingungen oder Persönlichkeitsmerkmale wie seelische Gesundheit gemeint sind, führen zu Stress.
<b>fokus-siert</b>	Antonovsky (1987)	Salutogenetische Perspektive, Erhalt der Gesundheit	Die zentrale Frage ist: »Was erhält uns gesund?« Im salutogenetischen Modell ist die Identifikation von Ressourcen und protektiven Faktoren, den so genannten generalisierten Widerstandsressourcen, ausschlaggebend.
<b>Arbeits-welt-bezogen</b>	Karasek u. Theorell (1990) Siegrist (1996)	Anforderung und Kontrolle Aufwandsentschädigung (Gratifikation)	Quantitativ hohe Anforderungen mit niedrigem Kontrollspielraum, großer Monotonie und sozialer Isolation bedingen chronischen Stress. Hohe Verausgabung ohne entsprechende Entschädigung erzeugt Distress.
<b>Bio-psycho-sozial</b>	Engel (1977) Adler et al. (2003)	Systemischer Ansatz, der die Interaktion von Körper, Psyche und Umwelt einbezieht.	Stress entsteht durch die Interaktion biologischer, psychologischer und sozialer Einflussfaktoren.



### 2.4.1 Das Allgemeine Adaptationsmodell

1936 erstellte Selye das Allgemeine Adaptationsyndrom als Modell, welches die biologische Reaktion auf lang andauernden, unverminderten körperlichen Stress darstellt (Davison & Neale, 2002). Das von ihm aufgestellte Modell untergliedert sich in drei Phasen wie folgt:

- Phase 1: In der Alarmphase aktiviert Stress das autonome Nervensystem.
- Phase 2: In der Widerstandsphase passt sich der Organismus durch die verfügbaren Bewältigungsmechanismen dem Stress an.
- Phase 3: Hält der Stressor an oder reagiert der Organismus nicht wirksam folgt die Phase der Erschöpfung. Der Organismus stirbt oder erleidet irreparable Schädigungen.

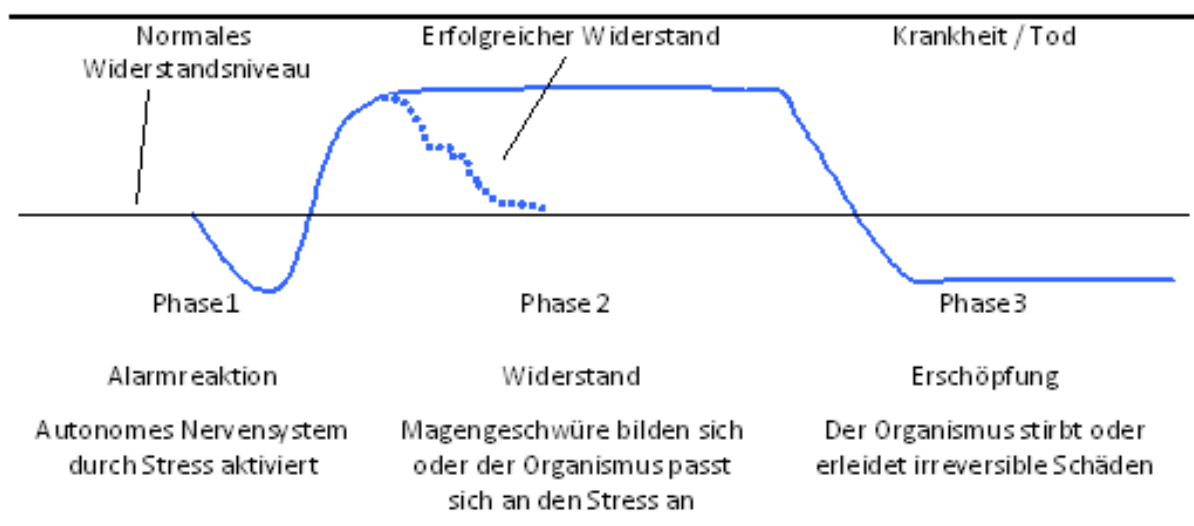


Abbildung 9: Das Allgemeine Adaptationsmodell nach Selye (aus Busse et al., 2006, S. 66).

Selye (1956) unterscheidet in seiner Theorie zwischen Stressoren, - sprich den Reizen - welche Stress (zu verstehen als die Reaktion des Organismus) auslösen. Unter Stress wird nach diesem Modell ein reizabhängiges emotionales und komplexes aber einheitliches physiologisches Reaktionsmuster verstanden. Dieses Reaktionsmuster bezieht sich auf affektives Erleben, Ausdrucksverhalten, Aktivierungsprozesse und instrumentelles Handeln (Kaluza & Vögele, 1999) und soll in dieser Untersuchung verwendet werden.

### 2.4.1 Das Diathese-Stress-Modell

In den 80er Jahren dominierte das Diathese-Stress-Modell die Migräneforschung. Dieses Modell stellte einen multidimensionalen Ansatz dar. Es geht davon aus, dass bei einem potentiellen Migränepatienten eine spezifische Vulnerabilität für die tatsächliche Entwicklung der Migräneerkrankung vorhanden sein muss (Göbel, 2004). Es fasst sowohl auslösende, verstärkende,

modifizierende und verursachende biologische als auch auslösende, verstärkende, modifizierende und verursachende psychische Faktoren zusammen. Dieses Modell versucht alle erwähnten Faktoren in einem multidimensionalen Ätiopathogenesemodell zusammen zu fassen (vgl. Fritsche, 2007, S. 378).

Eben wie Selye, bezeichnet auch Lazarus in seinem transaktionalen Stressmodell stressauslösende Reize als Stressoren. Lazarus (1966) merkt in seiner Stresstheorie folgenden zentralen Gegenstand an: Stressoren können objektiv nicht bestimmt werden. Sie werden immer subjektiv wahrgenommen. Das bedeutet, den Stressoren wird stets eine subjektive Bedeutung zugeschrieben. Übersteigen die Anforderungen in einer bestimmten Situation, die in der subjektiven Einschätzung des Betroffenen vorhandenen Ressourcen der Person, so wird die Situation von dem Betroffenen als „Stressor“ empfunden werden (vgl. Davison & Neale, 2002, S. 228ff). Psychologischer Stress ist nach Lazarus (1984, S. 19) somit eine bestimmte Beziehung zwischen Individuum und Umwelt, die von der Person als entweder beanspruchend oder die eigenen Bewältigungsmöglichkeiten übersteigend bewertet wird. Das Individuum sieht das eigene Wohlbefinden durch diese Beziehung als gefährdet an.

Die beschriebene Stressreaktion nach Lazarus besteht aus drei aufeinander folgende Phasen (vgl. Ehlert, 2002):

Phase 1 („*primary appraisal*“): In dieser Vorphase wird die affektive Bedeutung der Situation eingeschätzt. Es wird eine Beurteilung des Reizes vorgenommen und unterschieden, ob dieser eine Bedrohung darstellt oder nicht.

Phase 2 („*secondary appraisal*“): Es folgt die Suche nach verfügbaren Bewältigungsstrategien. Diese werden bezüglich ihres zu erwartenden Effektes bewertet.

Phase 3 („*cognitive reappraisal*“): Abschließend folgt unter Berücksichtigung der erwarteten Bewältigungsmöglichkeiten und –effekte eine Neubewertung der Situation. Den kognitiven Bewertungsprozessen kommt die vermittelnde Rolle zwischen Reiz und Reaktion zu.

Als „Coping“ wird die Möglichkeit mit Stress umzugehen und ihn zu verarbeiten bezeichnet. Coping bezeichnet demnach das Bewältigungsverhalten bezogen auf Stress. Dieses kann dabei individuell sehr unterschiedlich sein. Es unterscheidet sich jedoch in seiner Effektivität hinsichtlich der Krankheitsentwicklung. Es wurde festgestellt, dass das Erkrankungsrisiko durch wahrgenommenen Stress signifikant erhöht ist. Neben der subjektiven Wahrnehmung von Stressoren und der Fähigkeit zum günstigen Copingverhalten, spielen auch Moderatoren, wie die soziale Unterstützung, eine Rolle in der Krankheitsentwicklung. Eine chronische Migräne entwickelt sich aus dem Zusammenwirken so

genannter dispositioneller Basisanomalien und einer dysfunktionalen Stressverarbeitung (vgl. Fritsche, 2007, S. 378). Stress gilt in der Literatur als ein bedeutender Triggerfaktor der Migräneerkrankung und „obwohl das Diathese-Stress-Modell [...] [nahezu 40 Jahre] alt ist und in der Folgezeit nicht weiter expliziert wurde, ist die Bedeutung kognitiver Faktoren, insbesondere der kognitive Umgang mit Stress, für die Entstehung und Aufrechterhaltung chronischer Kopfschmerzen unumstritten“ (Flor & Turk, 1996, zit. nach Fritsche, 2007, S. 378). Für die Therapie chronischer Kopfschmerzen - wie der Migräne - ist der erfolgreiche kognitive Umgang mit Stress unabdingbar.

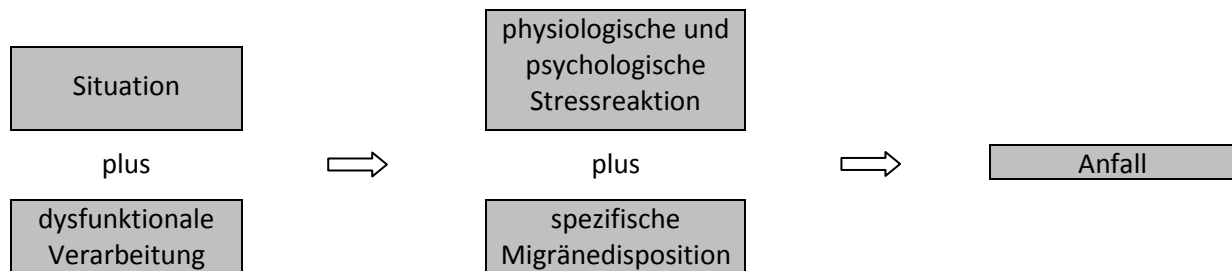


Abbildung 10: Diathese-Stress-Modell der Migräne. Aus Fritsche (2007), S. 378.

### 2.4.3 Studienergebnisse zu Stress und Migräne

In epidemiologischen Querschnittsuntersuchungen berichteten 30-90% der Patienten mit Migräne und Kopfschmerz Stress als Triggerfaktor (vgl. Holzhammer & Wöber, 2006). Beispielhaft berichtet eine jüngst publizierte Studie (Neut et al., 2012) davon, dass der am häufigsten genannte Triggerfaktor bei der Migräneerkrankung Stress sei (75,5% der Probanden) (siehe Abbildung 11). Überdies sei Stress mit 24,5% der am häufigsten berichtete Migränetrigger, der „immer“ (alternativ zu einem Rating wie z.B. „gelegentlich“ oder „häufig“) mit Attacken assoziiert wurde (siehe Tab. 5).

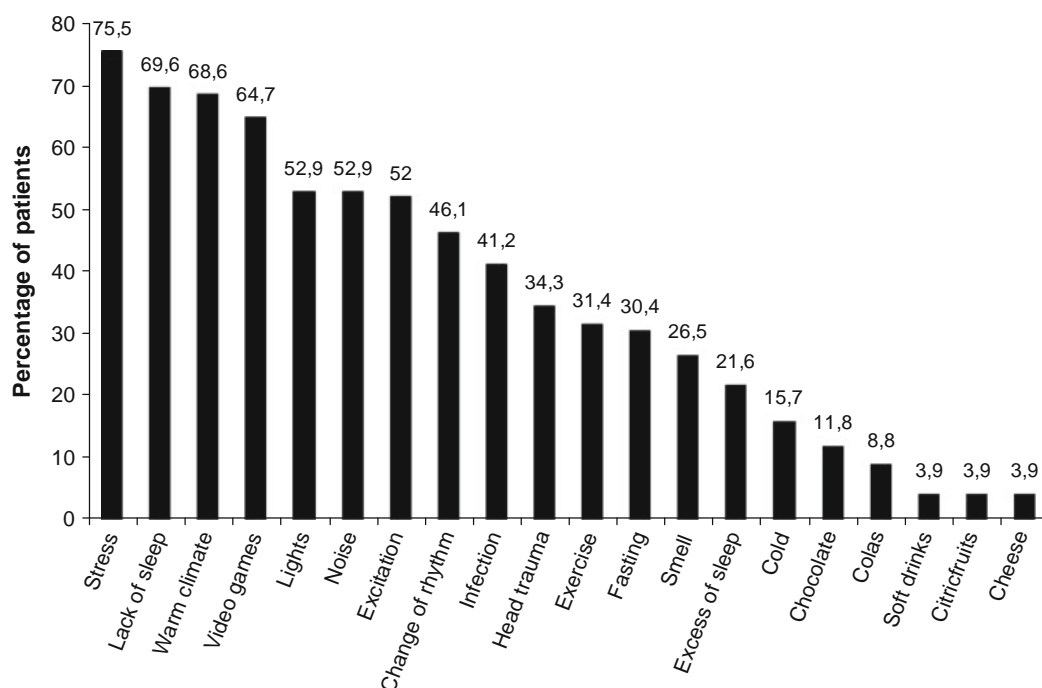


Abbildung 11: Prozentueller Anteil der Patienten, die die angegebenen Trigger als individuelle Migräneauslöser beurteilen. Aus Neut et al. (2012).

Sauro und Becker geben in ihrem Artikel „The Stress and Migraine Interaction“ (2009) einen guten Überblick über den derzeitigen Stand der Stressforschung auf dem Gebiet der Migräneerkrankung.

Sie berichten über Stress als **prädisponierenden Faktor** des Migräneauftretens. So führen sie unterschiedliche Studien an, die die vermehrte Häufung stressvoller Ereignisse im Jahr vor dem ersten Auftreten chronischer Kopfschmerzen belegen. Ungewöhnlich starke Anhäufungen stressvoller Lebensereignisse scheinen daher das Auftreten der Migräneerkrankung bei Personen mit einer Prädisposition dieser Erkrankung zu triggern. Ebenso greifen Sauro und Becker die Annahme auf, dass nicht nur ein vermehrtes Auftreten stressiger Lebensereignisse eine Ursache für das Auftreten der Migräneerkrankung ist, sondern auch die Bewertung dieser als stressvoller und belastender wahrgenommen wird und eine geringer ausgeprägte Copingfähigkeit vorliegt als in der Gesamtbevölkerung üblich. Zusammenfassend scheint es so zu sein, dass eine stressbelastende Zeit das Auftreten einer Migräne bei Menschen, die vorher keine Migräne hatten, jedoch durch genetische Faktoren prädisponiert sind, eine klinische auffällige Migräneerkrankung zu entwickeln, beeinflusst.

Weiterhin berichten Sauro und Becker (2009) von Stress als einen der meist erwähnten **Migräneauslöser (Trigger)**. Stress spielt als Kopfschmerzauslöser eine bedeutendere Rolle bei der Migräne als bei z.B. dem Spannungskopfschmerz. Sie führen eine Studie an, die aufzeigt, dass es um den Faktor von 1,4 wahrscheinlicher ist, dass Migränepatienten als Reaktion auf Stress einen Kopfschmerz entwickeln als Spannungskopfschmerzpatienten. Kelman (2007) gibt an, dass 75,9% der Patienten von Migränetriggern berichten, davon erwähnen 79,7% dieser Migränepatienten Stress als Migräneauslöser. Spiering et al. (1997, nach Sauro und Becker, 2009) bringen auf psychologischer Ebene drei Mechanismen an, welche einen Migränekopfschmerz hervorrufen: auf Stress folgende Entspannung, anhaltende Erschöpfung und extreme Anspannung. Entspannung nach Stress wird mit Kopfschmerzen, welche am Abend oder in der Nacht beginnen, in Verbindung gebracht. Auch „hassles“ am Nachmittag führen zu Migräneattacken am gleichen Abend oder in der Nacht. Morgendliche Kopfschmerzen oder beginnende Kopfschmerzen am Nachmittag scheinen mit einer über einige Tage angehaltenden Anspannung oder daily hassles zusammen zu hängen. Sorbi et al (1996) schlussfolgerten aus ihrer Studie: „[...] those attacks that came on during phases of heightened activity – particularly in the afternoon – were preceded by more substantial and more significant elevations of hassles and psychological arousal than were attacks that occurred during unwinding phases, particularly at night“. Erschöpfung scheint ebenfalls ein starker Migräne auslösender Faktor zu sein. Sauro und Becker (2009) geben an, dass all diese drei Faktoren Hassles, Anspannung und Erschöpfung als Stressoren oder Stress angesehen werden können.

Sauro und Becker betonen, dass, lediglich den zeitlichen Zusammenhang zwischen Stressoren und Migräneattacken zu kennen, nicht ausreichend sei, um hinreichende Aussagen über den Zusammenhang zwischen Stress und Migräne zu treffen. Sie schlagen vor die Stresstheorie von Lazarus zu berücksichtigen, demnach bei jedem Menschen individuelle Stressoren-Bewertungen und Coping-Stile vorliegen. Gunnell und Akkaya fanden zum Beispiel 2008, dass sich Migränepatienten in ihrem Copingmuster von gesunden Probanden unterscheiden. Sie verwenden eher internalisierte Copingstile, wohingegen gesunde Probanden eher soziale Unterstützung suchen. Sauro und Becker stellen daher die Annahme auf, dass bei Migränepatienten ineffektivere Stresscoping-Fertigkeiten und eine langsamere Erholungsphase vorliegen als bei Gesunden. Untermuert wird die Annahme durch Sorbi und Tellegen (1986), welche fanden, dass ein Stress-Coping-Training zu einer signifikanten Reduktion von Migräne führt. Huber und Henrich (2003) schreiben: „patients showed coping behavior that tended to maintain stress, or did not contribute to stress reduction.“ Sie geben weiterhin an, dass die Coping-Strategien, die Migränepatienten anwenden: „stabilizes a stressful situation and leads to physical manifestations, rather than reducing stress“. Sie untersuchten die Stressverarbeitung von Migränepatienten mit dem **Stress-Verarbeitungs-Fragebogen von Janke (SVF)** und stellten Unterschiede zu gesunden Kontrollpersonen fest (siehe Abbildung 12), wobei Migränepatienten auf den Skalen Vermeidung, Flucht, Selbstbeschuldigung, Selbstmitleid, Resignation, soziale Abkapselung, Gedankliche Weiterbeschäftigung und physische Symptomatik höhere Werte erzielten. Kontrollpersonen hingegen zeigten weniger stressvolle Strategien auf, wie Bagatellisierung und Herunterspielen, nach außen gerichtete Aggressionen, Schuldabwehr, Selbstbestätigung, Pharmakaeinnahme, Ablenkung, Intellektualisierung, Diskussion und alternative Verstärkungen. Auch Trimmel und Gmeiner berichteten 2001, dass Migränepatienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen signifikant höhere Werte auf den Skalen „gedankliche Weiterbeschäftigung“, „Resignation“, „Selbstbemitleidung“ und „Selbstbeschuldigung“ erzielten. Zusammenfassend schreiben Huber und Henrich (2003) bzgl. dem Stresscoping von Migränepatienten: „the typical picture seems to be one mainly of a lower tolerance to stress and inadequate coping strategies, together with a limited ability to relax and increased emphasis on achievement. Typically migraine patients appear to respond to stressful stimuli by using emotional defiance and flight from the situation...“

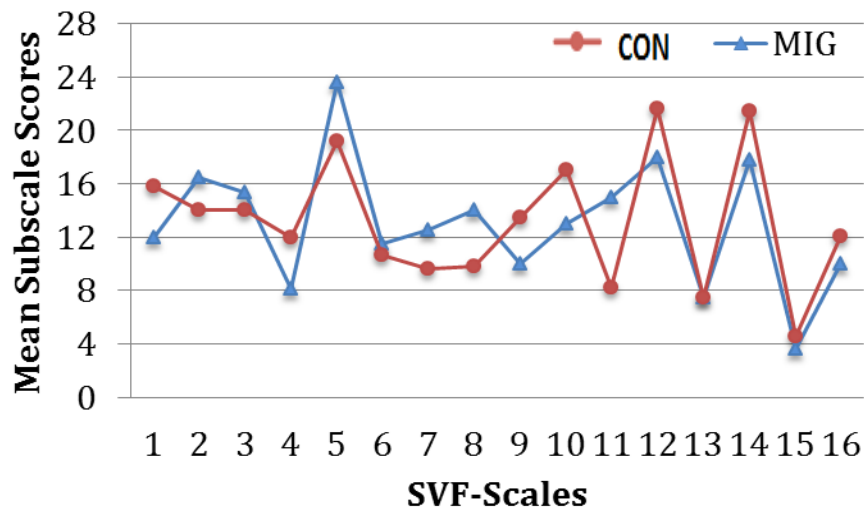


Abbildung 12: Mittelwert-Profile für die 16 Skalen des Stress-Verarbeitungs-Fragebogens. Dargestellt für die Gruppe der Migränepatienten (MIG, blaue Linie) und der gesunden Kontrollgruppe (CON, rote Linie). Signifikant höhere Werte ergaben sich dabei für die Migränepatienten auf den Skalen 5 „Preoccupation“, 8 „Social isolation“ und 11 „physical symptoms“. Signifikant niedrigere Werte hingegen wiesen diese bei den Skalen 4 „outer-directed aggression“, 12 „discussion“ und 16 „self-praise“ auf. Aus Huber und Henrich (2003).

Als letztes erwähnen Sauro und Becker (2009) Stress als Faktor, der zur **Chronifizierung der Migräne** beiträgt. Sie führen eine Studie von Scher et al. (2008) an, die aufzeigt, dass die Anzahl größerer Lebensänderungen oder Stressoren eine Rolle beim Übergang einer Migräne zu einem chronischen täglichen Kopfschmerz (CDH) zu spielen scheint. Patienten berichten über häufigere und intensivere Daily Hassles als gesunde Probanden. Diese korrelieren signifikant mit der Kopfschmerzhäufigkeit und deren Intensität. Sauro und Becker berichten, dass diese Daily Hassles ähnlich wie größere Lebensereignisse vermutet werden als Stressoren zu wirken.

Tabelle 5: Überblick bisheriger Studien zu Stress bei Patienten mit Migräne. Am Ende der Tabelle folgen zwei Überblicksartikel.

Autor	Fragestellung	Methodik	Operationalisierung	Befunde
Neut et al. (2012)	Prävalenz von Triggern bei Kindern mit Migräne	Fragebogenstudien = 102 Kinder und Jugendliche	Fragebogen mit 15 Triggern	Häufigst genannter Trigger: Stress (75,5% der Patienten); Stress war der häufigst berichtete Trigger, der <u>immer</u> mit Attacken assoziiert wurde.

Gunel & Akkaya (2008)	Sind Frauen mit Migräne vulnerabler für Stress und weniger fähig zur Stressbewältigung?	Migränegruppe: N = 62, Kontrollgruppe: N = 58; Stresssymptome und Stress-Vulnerabilität erhoben	Unterskalen einer Stress Audit, Coping Styles Inventory (CSI) based on the Ways of Coping Inventory	Keine Unterschiede in der Stresssymptomatik, der Stresstendenz und der Lebenszufriedenheit; Soziale Hilfesuche war bei den Gesunden signifikant stärker ausgeprägt (Coping)
Hashizume et al. (2008)	Stress und psychologische Faktoren vor einer Migräneattacke: Eine Zeitreihen-Analyse	N = 16; 4x tägl. Führen eines Migränetagebuchs (u.a. stressvolle Ereignisse, Daily Hassles; häuslicher, nicht häuslicher Stress, Angst etc.) über 2 Wochen.	Kopfschmerz tag, VAS u.a. für Kopfschmerzen, stressvolle Ereignisse und Daily Hassles.	Kein sig. Unterschied stressvoller Ereignisse in den Tagen vor einer Attacke. Daily Hassles in den Tagen vor einer Attacke sig. höher als an den Tagen zw. den Attacken. Nicht häuslicher Stress an Migränetagen höher als an den anderen Tagen. Keine Unterschiede im häuslichen Stress.
Schoonmann et al. (2007)	Ist Stress ein Triggerfaktor für Migräne?	N = 17 Migränepatienten, vier Tage vor einer Attacke, Unterscheidung der Gruppen danach, ob sie oder ob sie nicht das Gefühl hatten die Migräne sei durch Stress getriggert.	wahrgenommener Stress, Kortisol, Herzrate, Herzratenvariabilität,	„Stressgruppe“ berichtete über Erhöhung des wahrgenommenen Stress, keine Änderung in den objektiven Stressparametern. Diese Gruppe wies in der Baseline erhöhte Werte im Penn State Worry Questionnaire und in der Cohen Perceides Stress Scale auf.
Siniatchkin et al. (2006)	Stressinduzierte neurophysiologische Aktivität vor einer Migräneattacke	45 Migränepatienten, 20 gesunde Kontrollpersonen; Bedingungen: Stress vs. Ruhe	CNV	Unter Stress: alle 3 CNV-Komponenten erhöht und die Reaktionszeit reduziert; 1 bis 3 Tage vor der Attacke Stress: iCNV-Amplitude stärker erhöht und iCNV-Habituation stärker reduziert
Huber & Henrich (2003)	Persönlichkeitseigenschaften und Stress-Sensitivität bei Migränepatienten	30 Migränepatienten, 30 Kontrollpersonen	u.a. Stressverarbeitungsfragebogen (SVF 16)	Höhere Werte der Migränepat. auf vorwiegend neg. Skalen. Sig. höhere Werte ergaben für „Preoccupation“, „Social isolation“ und „physical symptoms“
Holm & Lokken (2002)	Migräne und Stress	20 Migränepatientinnen	2monatige Beobachtung von Migräne, Stress, kognitiver Bewertung und Coping	50% bis 70% der Patienten zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Stress und Migräneauftreten.

Spiers et al. (2001)	Auslösende und verschlimmernde Faktoren für Migräne vs. Spannungskopfschmerz	38 Migränepatienten, 17 Spannungskopfschmerzpatienten,	Fragebogen am Telefon:	Auffälligster auslösender Faktor für beide Erkrankungen war Stress/Anspannung
Trimmel & Gmeiner (2001)	Partnerschaftliches Interaktionsverhalten und Stressverarbeitung von Migränepatientinnen	12 Migränepatientinnen und Partner, 12 Kopfschmerzpaare, 12 gesunde Kontrollpaare	u.a. Stressverarbeitungsfragenbogen (SVF 19)	Migränepaare zeigten weniger positive und mehr negative Kommunikation als die anderen beiden Gruppen. Höhere Werte in der Stressverarbeitung (signifikant höhere Werte auf vier neg. Unterskalen)
Spiers et al. (1996)	Änderungen von Daily Hassles, Stimmung und Schlaf in den zwei Tagen vor einem Migränekopfschmerz	1-Gruppen-Design, 20 weibliche Patienten (3 MA, 17MA, 6 Spannungskopfschmerz und Migräne); Vergleich u.a. dem Auftreten von Daily Hassles und der Stresshaltigkeit von Daily Hassles innerhalb der 2 Tage vor einer Migräne und „außerhalb“ dieser zwei Tage.	u.a. Kopfschmerztagebuch (4x tägl.) mit Ratings bzgl. dem Auftreten und der Stresshaltigkeit von Daily Hassles, VAS für die Kopfschmerzintensität	Auftreten (35% der Patienten) und Stresshaltigkeit (45% der Patienten) der Daily Hassles waren in den zwei Tagen vor einer Migräneattacke signifikant erhöht.
Sorbi et al. (1996)	Zeitreihenanalyse von Daily Hassles und Stimmungsänderungen 3 Tage vor einer Migräneattacke	19 weibliche Migränepatienten, Vergleich zwischen migränefreien Intervall. 10 Wochen	Tagebuchführung, 4 Mal täglich.	Erhöhte Daily Hassles, v.a. 24 Stunden vor einer Migräneattacke, erhöhte psychologische Erregung 60 bis 24 Stunden vor einer Attacke
Rasmussen (1993)	Migräne und Spannungskopfschmerz – auslösende Faktoren	119 Migränepatienten, 167 Spannungskopfschmerzpatienten	Strukturiertes Kopfschmerzinterview	Auffälligster auslösender Faktor war Stress und mentale Anspannung
Köhler & Haimerl (1990)	Daily Hassles als ein Trigger von Migräneattacken?	13 Einzelfallstudien, 6 Monate,	tägliches Ausfüllen von Daily Hassles-Fragebogen	Erhöhtes Stressniveau einen Tag vor einer Attacke und (geringer) am Tag selber



Morri- son (1990)	Berufsbedingter Stress: Migräne am Wochenende	35 Migränepatientinnen	6wöchige Beobachtung & Schätzung d. Häufigkeit des Zusammen- hangs mit emotionalen Faktoren	Es gib einen emotionalen Trigger: 23% nie; 60% manchmal, 11% meist, 2% immer Keine signifikanten Erhöhung des Migräneauftretens am Wochenende
Gerber & Fuchs (1989)	Stress und Migräne	17 Migränepatienten, 16 Gesunde;	Messung der Blutstromges- chwindigkeit	Krankheitstypische Widerstands-beseitigung in der temporalen Peripherie mit einer steilen Abstiegsflanke zu Beginn der Stressinduktion und geringfügigen Schwankungen im weiteren Verlauf
Sorbi & Tellegen (1988)	Stress-Coping bei Migräne	29 Migränepatienten	6 Monate, wöchentliche Erhebung des Copings mit „every- day life Stress“	u.a.: „Threat“ (Bedrohung) als eine Form von Stress zeigt einen signifikanten Zusammenhang zum Auftreten von Migräneattacken („challenge“ zeigte keinen sig. Zusammenhang)
Sorbi & Tellegen (1986)	Unterschiedliche Effekte von Entspannungs- und Stress-Copig- Training bei Migränepatiente n	29 Migränepatienten	Eine Gruppe: Entspannung straining, eine Gruppe: Stress- Coping- Training	Beide Trainings senken die Migräne signifikant. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Effekten der Methoden

#### Überblicksartikel

Autor	Fragestellung	Methodik	Operationali- sierung	Befunde
Sauro & Becker (2009)	Interaktion von Stress und Migräne	-	-	Stress ist ein prädisponierender Faktor, Trigger und Chronifizierungsfaktor bei der Migräneerkrankung
Holzha- mmer & Wöber (2006)	Nichtalimentäre Triggerfaktoren bei Migräne und Kopfschmerz vom Spannungsty	-	-	30 bis 90% der Patienten berichteten von Stress als Triggerfaktoren

## 2.5 Integration der Ansätze

Alle bereits beschriebenen Erklärungsansätze zur Migräneerkrankung sollen nun zusammengefügt werden, um einen umfassenden Überblick der Entstehung der Migräneerkrankung (siehe Abbildung 13) samt der Pathophysiologie der Migräneattacke (siehe Abbildung 14) zu erhalten. Es wird angenommen, dass Migräneleidende eine genetische Prädisposition besitzen (vgl. Pietrobon & Striessnig, 2003). Die Migräneleidenden weisen daher ein vermutlich angeborenes neuronales mitochondriales Energiereservedefizit und eine maximale Reaktionsbereitschaft auf. Dies ist sowohl in der erhöhten CNV als auch in der Aktivität des serotonergen Systems zu erkennen. Es liegt dadurch eine erhöhte Vulnerabilität zur kortikalen Hypersensitivität und Reizverarbeitungsstörung vor. Durch kortikale Überstimulation (Reiz-Überstimulierung), welche bei ausreichend starkem Einfluss zum Beispiel durch individuelle Triggerfaktoren (innere und äußere Reize) oder auch durch selbststimulierende Aktivitäten (Eustress), hervorgerufen werden kann, wird die biologische Homöostase aus dem Gleichgewicht gebracht. Durch die Überstimulation (sprich dem Überschreiten einer Reizschwelle/Migräneschwelle), wird die Kaskade der Migränephysiologie angestoßen (vgl. Gerber et al., 2008).

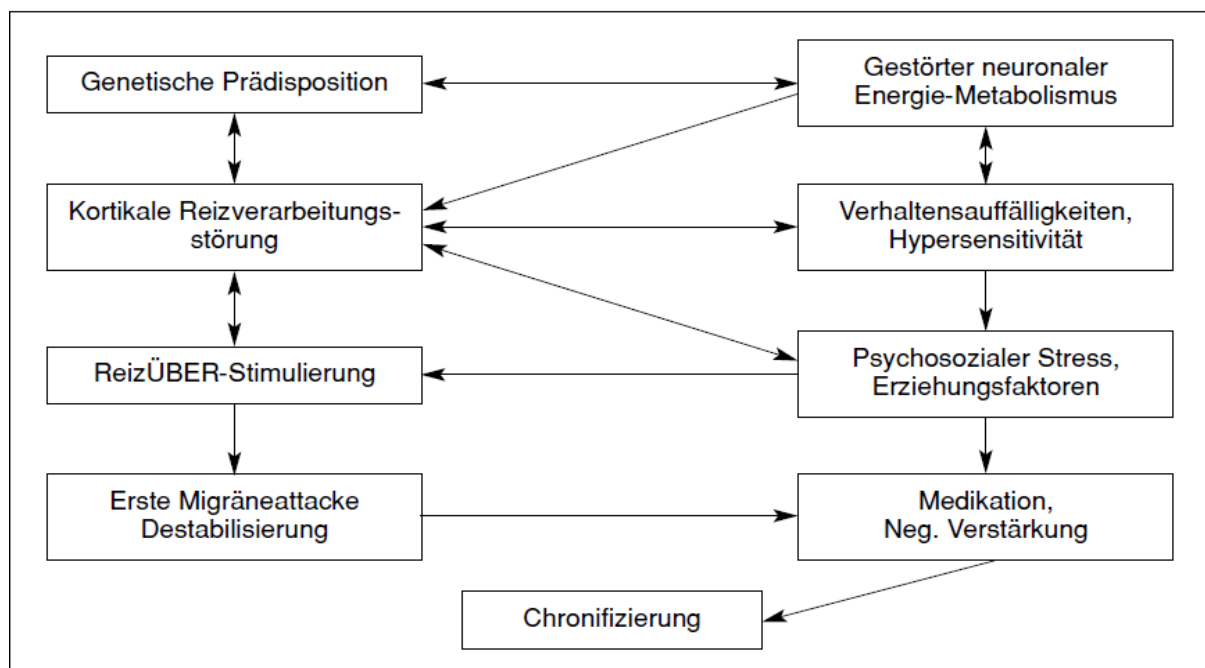


Abbildung 13: Verhaltensmedizinisches Modell zur Entstehung der Migräne nach Gerber et al., 2008.

Es kommt zu einer ersten Migräneattacke (siehe Abbildung 14): Das nozizeptive System wird durch diese „plötzliche“ Stressreaktion aktiviert und führt zu einer erhöhten Neurotransmitterausschüttung, u.a. von Serotonin, was ebenfalls zur Freisetzung weiterer exzitatorischer Stoffe führt und dadurch zur kortikalen „spreading depression“ führen kann. Durch die plötzliche erhöhte Ausschüttung der Neurotransmitter kommt es zu einer zu schnellen Metabolisierung mit einer folglich Erschöpfung dieser. Hieraus folgen die migränetypischen physiologischen Störungen, wie u.a. Störungen der Gefäßweiten oder der Hirnaktivität. Der Körper leidet nun unter den migränespezifischen Symptomen wie Übelkeit, Licht-, Lärm- und / oder Geruchsempfindlichkeit. Die Beendigung der Migräneattacke wird durch Kompensationsmechanismen des Körpers, wie Aktivierung des antinozizeptiven Schmerzabwehrsystems und Neubildung der Neurotransmitter beendet (siehe Göbel, 2004, S. 266).

Ungünstige Erziehungsmuster führen dazu, dass die Reizüberempfindlichkeit aufrechterhalten und es durch operante Konditionierung zu einer Stabilisierung kommt. Häufig angewandte Medikation wirkt im Sinne einer negativen Verstärkung und kann ebenso wie eine Generalisierung der Reizsituation zu einer Chronifizierung der Migräne führen (vgl. Gerber et al., 2008).

Zusammenfassend bieten somit die angeborene gesteigerte Reaktionsbereitschaft bei der Migräneerkrankung und die damit zusammenhängende erhöhte Alarmbereitschaft (Alertness) sowie die Dishabituation auf wiederholte Reize (vgl. Kropp & Gerber, 2005) und die verlangsamte Reaktionszeit bei Interferenzen (Annovazzi et al., 2004), einen Hinweis auf eine Störung des Reiz-Reaktions-Systems und weiter auf eine unzureichende Stressverarbeitung (vgl. Siniatchkin, 2006; Sauro und Becker, 2009). Hiermit bietet sich ein Ansatzpunkt für die Reduzierung der Migränesymptomatik über die Beeinflussung der Reiz- bzw. der Stressverarbeitung. Es wird angenommen, dass sowohl die Reizverarbeitung als auch die Stressverarbeitung durch Ausdauersport beeinflusst werden kann (dazu siehe auch Abschnitt 2.7 -2.10).

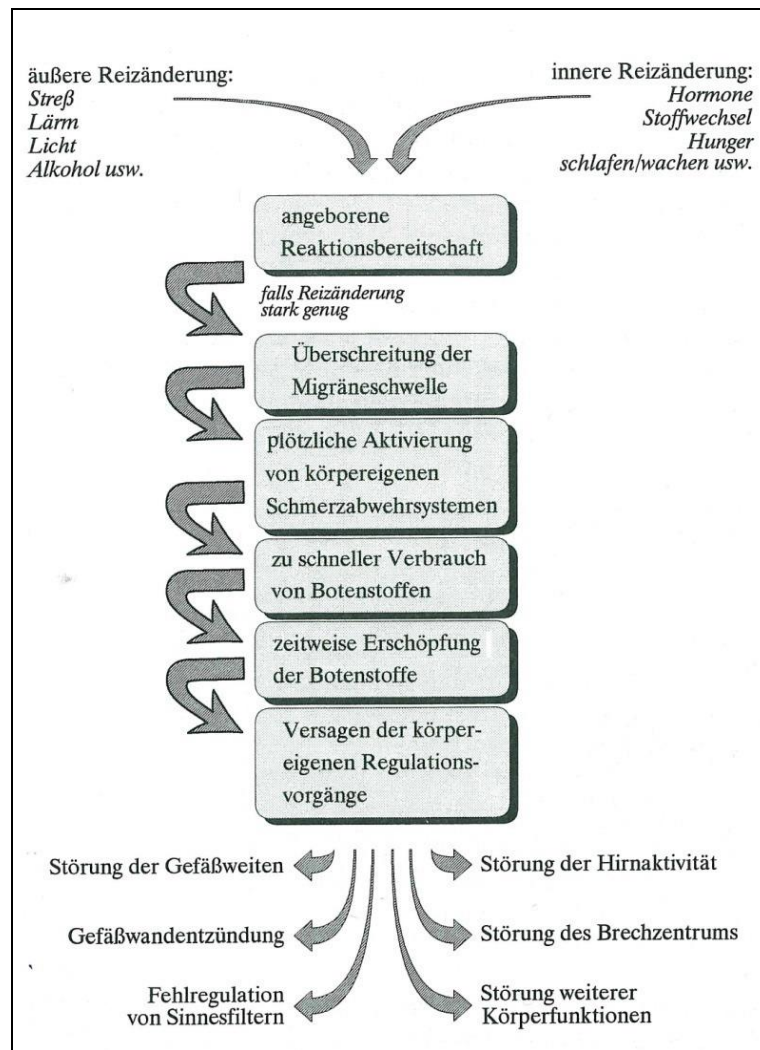


Abbildung 14: Modell zur Pathophysiologie der Migräneattacke (Göbel, 2004, S. 265).

## 2.6 Therapie der Migräneerkrankung

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen der Akuttherapie der Migräneattacke und der Prophylaxe. Die *Akuttherapie* dient dabei der Linderung der aktuellen Auswirkungen eines Migräneanfalls durch Verhalten und / oder Medikamente (Göbel, 2006b). Die *Migräneprophylaxe* hingegen dient der Vorbeugung der Migräneattacken. Die Vorbeugung kann in der Vermeidung von Auslösefaktoren oder aber in der Reduktion der Anfallsbereitschaft liegen (Göbel, 2006b). Die Prophylaxe soll durch Verhalten und / oder Medikamente die Häufigkeit, die Dauer und die Intensität der Attacken senken. Wie oben beschrieben kann man bei der Therapie der Migräneerkrankung grundsätzlich zwei Behandlungswege unterscheiden: die *medikamentöse Therapie* und die *nicht-medikamentöse Therapie*.

Zur **medikamentösen Migränetherapie** geben Evers et al. (2008) einen guten Überblick sowohl über Substanzen zur Akuttherapie, als auch über Substanzen zur medikamentösen Migräneprophylaxe. Zur *Akuttherapie* werden laut Evers et al. (2008) folgende Medikamente eingesetzt: Triptane, Mutterkornalkaloide, Antiemetika, Analgetika sowie andere Substanzen. Die selektiven Serotonin 5-HT<sub>0B/1D</sub>-Rezeptor-Agonisten (Triptane) stellen dabei das effektivste Therapieprinzip in der Akutbehandlung von Migräneattacken mit und ohne Aura dar (Jost & Selbach, 2001, S. 75). Zur medikamentösen *Migräneprophylaxe* sind Betablocker, Kalziumkanalblocker, Antiepileptika und weitere Substanzen geeignet (Evers et al., 2008). Die Betablocker zählen bei der Migräneprophylaxe derzeit zu den Medikamenten erster Wahl (Jost & Selbach, 2001, S. 113). Sie sind die am besten untersuchten Migräneprophylaktika und es ist nachgewiesen, dass sie bei Migränepatienten zur Normalisierung der CNV-Veränderungen führen (Ahmed, 1999).

Die **nicht-medikamentöse Migränetherapie** zielt zunächst auf die Beseitigung aggravierender Faktoren und Triggerfaktoren ab. Aggravierende Faktoren (z.B. Stress, häufiger Alkoholkonsum oder Umweltfaktoren) führen zu einem länger anhaltenden Anstieg der Schwere und Häufigkeit der Attacken. Hilfreiche Maßnahmen sind eine regelmäßige Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme, eine kohlenhydratreiche Ernährung, Abbau von Stress und Unregelmäßigkeiten im Alltag sowie regelmäßiges Entspannen (Göbel, 2006a).

Die migräneprophylaktische Wirksamkeit von Biofeedbackverfahren, der Verhaltenstherapie, des Stressbewältigungstrainings und der progressiven Muskelrelaxation nach Jacobson ist eindeutig bewiesen (Diener et al., 2008). Durchschnittlich erzielen Entspannungsverfahren sowie die verschiedenen Biofeedbackverfahren eine Verringerung der Migränehäufigkeit von 35 bis 45% (Nestoriuc & Martin, 2007 und Penzien et al., 2005, zit. nach Evers et al., 2008). Mit Biofeedback lässt sich insbesondere die Frequenz der Migräneattacken nachhaltig reduzieren (Nestoriuc & Martin, 2007, zit. nach Evers et al., 2008). Migränepatienten können mit Hilfe von Biofeedback lernen bestimmte physiologische Reaktionen, wie z.B. die Gefäßmodalität, willentlich zu kontrollieren (Gerber & Hasenbring, 2008). Beim Biofeedback kann die Rückmeldung u.a. auch durch hirnelektrische Potentiale, insbesondere durch die CNV, erfolgen (Niederberger & Kropp, 2004). Die Migränepatienten lernen dabei die zunächst erhöhten negativen kortikalen Amplituden zu vermindern. Dies gelingt ihnen durch das Erlernen von Habituationsstrategien. Auf die klinische Symptomatik wirkt sich das erfolgreiche Erlernen dieser Strategien in Form einer Reduzierung der Anfallsfrequenz aus (Kropp, Siniatchkin & Gerber, 2002, zit. nach Niederberger & Kropp, 2004). Niederberger und Kropp (2002, S. 418) geben an, dass „aus den Ergebnissen einer ganzen Reihe unterschiedlicher Studien [...] als gesichert gefolgert werden [kann], dass die

verhaltenstherapeutische und pharmakologische Therapie der Migräne für sich alleine genommen jeweils etwa gleich effektiv ist und eine Kombination der beiden Verfahren zu einer insgesamt weiter verbesserten Behandlungseffektivität führt.“

Ausdauersport sollte die medikamentöse Therapie ergänzen (Evers et al., 2008). Diener, Brune, Gerber, Göbel und Pfaffenrath (1997) schreiben, dass eine regelmäßige sportliche Betätigung mit Ausdauersportarten, wie Jogging, Radfahren, Schwimmen oder Rudern, wissenschaftlich noch nicht bewiesen, in der Praxis aber erfolgreich ist. In der Tat existieren derzeit nur wenige empirisch durchgeführte und standardisierte Untersuchungen zur Auswirkung von Ausdauertraining auf die Migräneerkrankung. Beispielhaft geben Varkey et al. (2008) an, dass ein geringeres Aktivitätslevel mit einer höheren Migräne-Prävalenz zusammenhängt.

Homöopathie und Akupunktur hingegen zeigen keine Wirksamkeit (Diener et al., 2008; Ernst, 1999). Verfahren, wie autogenes Training, Hypnose, Magnetfeldbehandlung, Reizströme und klassische Psychoanalyse, sind bislang ohne Wirksamkeitsnachweis (Evers et al., 2008).

## 2.7 Sport bei Migräne

„Kaum ein Fachbuch, Patientenbroschüre oder Migräneratgeber im Internet versäumen es regelmäßigen Sport als wirksame und wissenschaftlich hinreichend belegte Behandlungsmethode gegen Migräne zu empfehlen.“ (Busch & Gaul, 2008a, S. 137). Daher sollen im Folgenden die bisherigen Erkenntnisse und eine Übersicht einiger Studienergebnisse zu Sport und Migräne vorgestellt werden. Des Weiteren wird ein Überblick der Studienergebnisse zu Sport und Stress und zu Sport und kognitiven Prozessen wie die Aufmerksamkeitsleistung gegeben.

### Darstellung der bisherigen Erkenntnisse

Es konnten 11 Primärstudien zu dem Themengebiet „Sport und Migräne“ gefunden werden. Sechs der erwähnten Studien (Fischer et al., 1994; Fitterling et al., 1988; Grimm et al., 1981; Koseoglu et al., 2003; Narin et al., 2003; Varkey et al., 2009) sind *prospektive Studien*. Die Untersuchungen beziehen sich auf eine einzelne Kohorte. Fünf weitere Studien sind *prospektive Kontrollstudien*. Bei diesen Studien wurde entweder ein Vergleich zwischen einer Sportgruppe und einer Gruppe mit Entspannungsverfahren (Gerber et al., 1987; Totzeck et al., 2012), ein Vergleich zwischen einer Sportgruppe und einer Gruppe ohne Therapie (Darabaneanu et al., 2011; Lockett & Campbell, 1991) sowie einmal ein Vergleich zwischen einer Sportgruppe mit Entspannungsverfahren und einer Gruppe ohne Therapie (Dittrich et al., 2008) angestellt.

Bei den rein *prospektiven Studien* zeigten sich die nachfolgenden Ergebnisse: Die Attackenanzahl reduzierte sich bei Kopfschmerzen und wahrscheinlicher Migräne bei einer zehnwöchigen Trainingseinheit (drei Mal pro Woche Jogging/Walking) um 50% (Grimm et al., 1981). Bei vaskulärem Kopfschmerz und wahrscheinlicher Migräne trat nach einem zwölfwöchigen, individuell gestalteten Sportprogramm eine 44prozentige Reduktion der Attackenanzahl ein (Fitterling et al., 1988). Bei wahrscheinlicher Migräne trat nach einem 26wöchigen, nicht näher beschriebenen Sportprogramm (zwei Mal pro Woche) eine signifikante Reduktion der Migräneintensität und -dauer ein (Fischer et al., 1994). Bei der Migräne ohne Aura nach ICHD-II-Kriterien sank nach einem sechswöchigen, nicht näher beschriebenen aeroben Ausdauersportprogramm (drei Mal pro Woche) die Attackenanzahl von 2 auf 1 pro Monat und die Intensität von 3 auf 2 (gemessen mit einer Visual Analog Scale, Koseoglu et al., 2003). Narin et al. (2003) gelangen zu dem Ergebnis, dass bei Migränepatienten ohne Aura nach ICHD-II-Kriterien nach einem achtwöchigen Kombinationstraining von Kraft und Ausdauer (Jogging, Walking, Stepper, Rowing, Kraftübungen; drei Mal pro Woche) sowohl die Attackenanzahl als auch die Kopfschmerzintensität um 50 Prozent und die Kopfschmerzdauer um 60 Prozent sinkt. Eine Studie von Varkey, Cider, Carlsson und Linde (2009) hatte zum Ziel, ein standardisiertes, aerobes Ausdauerprogramm mit maximaler Sauerstoffaufnahme zu entwickeln und zu evaluieren. Sie untersuchten 20 Migränepatienten mit einem standardisierten, zwölfwöchigen „Indoor-Cycling-Programm“. Die Intervention führte zu einer signifikanten Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme und einer signifikanten Reduktion der Migräneattackenanzahl, der Anzahl der Tage mit Migräne, der mittleren Kopfschmerzintensität und der Menge der verwendeten Medikamente.

Gerber et al. untersuchten 1987 in einer *prospektiven Kontrollstudie* chronische Kopfschmerzpatienten. In dieser Studie wurde eine Gruppe mit einem dreizehnwöchigen, aeroben Ausdauertraining (Jogging, drei Mal pro Woche) mit einer Gruppe mit kombinierten Entspannungsverfahren verglichen. Die Intervention führte in der Sportgruppe zu einer Reduktion der Kopfschmerzdauer und der Kopfschmerzintensität. Lockett und Campbell (1991) führten mit Patienten mit wahrscheinlicher Migräne eine prospektive Kontrollstudie durch. Es erfolgte ein Vergleich zwischen einer Sportgruppe, welche drei Mal pro Woche sechs Wochen lang ein nicht näher beschriebenes Ausdauertraining betrieb und einer Gruppe ohne Therapie. Sie fanden keine signifikanten Änderungen der Attackenanzahl, Kopfschmerzintensität oder -dauer. Neuere Studien untersuchten die Wirkung standardisierter Ausdauerprogramme anhand von Patienten mit nach den Kriterien der International Headache Society diagnostizierter Migräne (vgl. Darabaneanu et al, 2011; Dittrich et al., 2008; Koch et al., 2009). Die erzielten Ergebnisse weisen ebenfalls auf eine positive Wirkung von Ausdauersport auf die Migräneerkrankung hin. Dittrich et al. (2008) untersuchten die

Auswirkung von Ausdauertraining kombiniert mit Entspannungstraining auf die Migräneerkrankung bei Frauen. Die Intervention umfasste ein standardisiertes sechswöchiges „Indoor-Training“ (bestehend aus Gymnastikübungen und Progressiver Muskelentspannung), das zweimal die Woche von 30 Teilnehmerinnen ausgeführt wurde. Die Ergebnisse zeigten eine deutliche Reduktion der Migräneintensität.

Die dieser Doktorarbeit zugrundeliegende jüngst publizierte Pilotstudie der Kieler Arbeitsgruppe Herrn Prof. Dr. Gerber ergab eine signifikante Reduktion der Migränetage, der Migräneintensität und der Migränedauer. Des Weiteren zeigte sich eine Erhöhung des Fitnesslevels als ein Prädiktor der Migränereduktion (Darabaneanu et al., 2011).

Des Weiteren wurden zwei Überblicksartikel publiziert., wobei die Arbeitsgruppe um Koch im Jahre 2009 in einer Metaanalyse zu dem Resultat gelangte, dass die Häufigkeit, Intensität und Länge der Attacken der Migräne durch das Betreiben von Ausdauersport zurück geht. Dennoch wird bei dieser Metaanalyse auf die Inhomogenität der Studien und die zum Teil fehlenden Angaben, hingewiesen.

Busch und Gaul (2008a) bieten einen Überblick über die bis 2008 durchgeführten Studien zu Sport und der Migräneerkrankung dar. Sie berichten insgesamt über sieben Arbeiten, welche oben je als Primärstudien angeführt sind (Grimm et al., 1981; Gerber et al., 1987; Fitterling et al., 1988; Lockett & Campbell, 1991 Fischer et al., 1994; Koseoglu et al., 2003; Narin et al., 2003), bei denen der Einfluss der Trainingstherapie als alleinige Behandlungsmethode bei Patienten mit Migräne untersucht worden ist. Busch und Gaul (2008a) sehen die in ihrem Artikel erwähnten Studien als mangelhaft an, da keine von ihnen die Kriterien einer RCT- (randomised controlles trial) bzw. Interventionsstudie erfüllt. Nur drei der Arbeiten haben diagnostische Migränekriterien nach ICHD-II (zweite Ausgabe der Internationalen Kopfschmerz-Klassifikation) angewandt. Weitere Probleme sind: Kleine Gruppengrößen, meist keine Kontrollgruppen, keine klinische Beschreibung der Kopfschmerzen vor und nach der Trainingsphase und keine repräsentativen Stichproben für eine typische Migränepopulation (aufgrund eines Selektionsbias, einer hohen Drop-out-Rate und einer Überrepräsentation weiblicher Migränepatienten). Auch fand sich selten ein standardisiertes Ausdauerprogramm.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind die angesprochenen Mängel stets zu berücksichtigen. Dennoch deuten die Ergebnisse der von Busch und Gaul (2008a) erwähnten Studien einheitlich auf eine Verbesserung der Migränesymptomatik durch Sport hin. Unterstützt wird dies durch die neueren Studien, die standardisierte Ausdauerprogramme anhand von Patienten mit nach den Kriterien der International Headache Society diagnostizierter Migräne evaluieren. Auf Grundlage



dieser Studien wird angenommen, dass Ausdauersport zur Besserung der Migräne beiträgt. Regelmäßiger Sport wird darüber hinaus weiterhin durch Ratgeber und Ärzte als Behandlungsmethode bei der Migräneerkrankung empfohlen.

In der nachfolgenden Tabelle 6 findet sich ein Überblick über die jeweiligen Fragestellungen, die angewandte Methodik und die erzielten Befunde der erwähnten Studien zu Sport und Migräne.

## Studienergebnisse zu Sport und Migräne: Ein Überblick

**Tabelle 6: Überblick bisheriger Studien zum Sport bei Patienten mit Migräne.**

<b>Autor</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>Design / Intervention</b>	<b>Befunde</b>
Darabaneu et al. (2011)	Aerober Ausdauersport als Therapiemöglichkeit bei Migräne	Kontrollgruppendesign, Kontrollgruppe: Migräneleidende ohne Intervention, n =16, zehnwöchiges standardisiertes Joggingprogramm	Signifikante Reduktion der Migränetage, -dauer und -intensität; Fitnesslevelerhöhung ist Prädiktor für Migränereduktion.
Varkey et al. (2009)	Entwicklung und Evaluation eines aeroben Ausdauerprogramms mit maximaler Sauerstoffaufnahme	<i>Design:</i> 1-Gruppen-Design, 20 Migränepatienten (beidgeschlechtlich) <i>Intervention:</i> Indoor Cycling (standardisiertes Programm), 12 Wochen	Maximale Sauerstoffaufnahme signifikant erhöht, signifikante Reduktion der Migräneparameter
Dittrich et al. (2008)	Einfluss aeroben Ausdauertrainings mit Entspannungstraining auf die Migräneerkrankung bei Frauen	<i>Design:</i> 2-Gruppen-Design, á 15 weibliche Migränepatienten, Kontrollgruppe: Infos über potentielle Effekte des physischen Trainings, Standard medizinische Behandlung, <i>Intervention:</i> sechswöchiges Training, indoor: 60 Minuten, davon 45Min. Gymnastik (5Min. warm up, 15-25Min. Aerobic, 10-20 Krafttraining, 5 Min. Stretching) und 15Min. PME + Standard medizinische Behandlung	Signifikante Reduktion der Migräneintensität
Narin et al. (2003)	Effekte des Ausdauersports und des begleitenden Stickstoffgehalts im Blut bei Migräne	<i>Design:</i> 2-Gruppen; á 20 weibliche Migränepatienten (Kontrollgruppe: 8 Wochen Medikation) <i>Intervention:</i> achtwöchiges Kombinationstraining von Kraft und Ausdauer (1 Std. 3x/Wo., 5Min. Warm-Up, 10 Min. Cycling, 10 Min. Walking, 5 Min. Stepper, 10 Min. Power Station, 10 Mal. Nacken- und Haltungsübungen, 10maliges Rudern, 5 Min. Cool Down)	Attackenanzahl um 51%, -intensität um 55% und -dauer um 67% gesunken, Stickstoffproduktion um 45% gestiegen

Koseoglu et al. (2003)	Aerobes Ausdauertraining und Plasma- $\beta$ -Endorphin-Gehalt bei Migräne ohne Aura	<i>Design:</i> 1-Gruppen-Design, 36 Migränepatienten, (beidgeschlechtlich) <i>Intervention:</i> sechswöchiges aerobes Ausdauersportprogramm (3x/Wo. 40Min.; 10Min. Warm-Up, 20 Min. aktive Übungen, 10 Min. Ruhe)	Abnahme der Attackenanzahl von 2 auf 1 pro Monat und Abnahme der Intensität von 3 auf 2
Fischer et al. (1994)	Aerobes Ausdauertraining bei Migräne	<i>Design:</i> 1-Gruppen-Design, 16 männliche Migränepatienten <i>Intervention:</i> Sportprogramm, 6 Monate (2x/Wo., Steigerung bis max. 1 Std., Fahrradergometer- und Lauftraining)	Signifikante Reduktion der Migräneintensität (um ca. 58 %) und -dauer (um ca. 50%)
Lockett & Campbell (1991)	Effektivität des aeroben Ausdauertrainings auf die Migräne	<i>Design:</i> 2-Gruppen-Design, 20 weibliche Patienten mit wahrscheinlicher Migräne; 11 Untersuchungspersonen, 9 Warteliste-Kontrollpersonen (keine Therapie) <i>Intervention:</i> Sechswöchiges, nicht näher beschriebenes Sportprogramm (3x/Wo.)	Keine signifikanten Änderungen der Attackenanzahl, Kopfschmerzintensität oder -dauer
Fitterling et al. (1988)	Untersuchung des Trainingsverhaltens und vaskulärem Kopfschmerz	<i>Design:</i> 1-Gruppen-Design, 5 weibliche, vaskuläre Kopfschmerzpatienten; <i>Intervention:</i> zwölfwöchiges, individuell gestaltetes Sportprogramm	44-prozentige Reduktion der Attackenanzahl
Gerber et al. (1987)	Bewegungs- und Sporttherapie bei chronischen Kopfschmerzen	<i>Design:</i> 2-Gruppen-Design, 14 gemischt geschlechtliche Migränepatienten, á 7 Personen; Kontrollgruppe: kombinierte Entspannungsverfahren <i>Intervention:</i> 13 Wochen Jogging, 3x/Wo. bis max. 60 Min. (vorerst Intervalltraining)	Lauftraining: signifikante Reduktion der Kopfschmerzdauer und der Kopfschmerzintensität
Grimm et al. (1981)	Aerobes Ausdauertraining zur Migräneprophylaxe	<i>Design:</i> 1-Gruppen-Design, 9 gemischt geschlechtliche Kopfschmerz- und Migränepatienten, <i>Intervention:</i> zehnwöchige Trainingseinheit mit Jogging und Walking (3x/Wo. für 30 Min)	Die Attackenanzahl reduzierte sich um 50%

#### Überblicksartikel

Autor	Fragestellung	Design / Intervention	Befunde
Koch et al. (2009)	Therapeutische Wirkung von Ausdauersport bei Migräne	Metaanalyse sportmedizinischer Studien, N=4, (beidgeschlechtlich)	Häufigkeit, Intensität und Länge der Attacken gingen zurück
Busch & Gaul (2008a)	Sport bei Migräne	Übersichtsartikel (beidgeschlechtlich)	Wenig standardisierte Ausdauerprogramme

## 2.8 Studienergebnisse zu Sport und Stress

Sport kann „als erfolgsbezogene Stressressource verstanden [werden], die zur Entstehung und Sicherung von Gesundheit beiträgt.“ (Allmer in Bös, 1998, S. 281). Vor allem Ausdauersport führt zu einer Dämpfung des vegetativen Nervensystems, der Sympathikustätigkeit, was bedeutet, dass die Widerstandsfähigkeit gegen Stress, die Stresstoleranz, verbessert wird. Erkennbar ist dies u.a. daran, dass der Pulsanstieg bei trainierten Personen unter Stress nur verzögert und weniger ausgeprägt ansteigt, als bei untrainierten Personen (Kleinmann, 2006).

Es besteht ein Zusammenhang zwischen Fitness und einer geringeren Stressantwort (Crews & Landers, 1987). Norris et al. (1992) geben an, dass Personen, welche regelmäßig Sport treiben, ihr Leben als weniger stressvoll erleben. Salom (2001) berichtet über Zillmann, Johnson und Day, welche Folgendes aufgezeigt haben: „[...] Fitter subjects retaliated least to a provocative stooge.“ Des Weiteren gibt der Autor an, dass Aldana et al. 1996 berichteten, dass wahrgenommener Stress im Alltag mit einer geringeren physischen Aktivität zusammenhängt.

Darabaneanu et al. (2011) zeigten auf, dass eine Erhöhung des Fitnesslevels zu einer Reduktion des Stresslevels führt. 2010 gaben Siddiqui et al. an, dass aerober Ausdauersport zur Minderung von u.a. Stress führt. Yin et al. (2005) zeigten in einer Studie auf, dass körperliche Aktivität die Auswirkungen chronischen Stress' bei Adipositas dämpft. Rimmele et al. wiesen 2008 nach, dass trainierte Sportler im Vergleich zu untrainierten Personen signifikant geringer mit Angst auf Stresssituationen reagieren (gemessen mit dem STAI). Daily hassles ließen sich durch ein sechswöchiges Walken signifikant reduzieren (jedoch kein signifikanter Effekt nach 15 Wochen) (Cramer et al., 1991; zitiert aus Salom 2001). LaPierriere zeigten 1990 auf, dass Männer, welche ein fünfwöchiges aerobes Training absolviert hatten, keine Erhöhung emotionalen Stresses (und keine Verschlechterung des Immunsystems) aufzeigten (auf den Stressor einer HIV-positiven Diagnose) (zitiert durch Salom, 2001). Steptoe et al. berichteten 1998 von einer Studie, welche Folgendes schlussfolgerte: „exercise is associated with a reduction in the number of daily stressful events“. Dies scheint jedoch nur bei Personen mit einem geringen „Angst-Trait“ der Fall zu sein. Überdies beobachteten die Autoren verstärkt positive Stimmung und geringere Depressionsausprägungen an Tagen, an denen die Probanden Sport ausübten.

## 2.9 Studienergebnisse zu Sport und Informationsverarbeitungsprozessen

Der Zusammenhang von körperlicher Aktivität auf die kognitive Wahrnehmung und deren Verarbeitung ist vielfach diskutiert. Neurowissenschaftler haben sich mit dem Einfluss körperlicher Aktivität auf die exekutiven Funktionen (EF) beschäftigt. EF sind kognitive Kontrollprozesse. Sie werden benötigt, wenn automatisierte Abläufe zur Aufgabenbewältigung nicht ausreichen (vgl. Kubesch, 2008, S.51). Zu den EF zählen sowohl das Arbeitsgedächtnis und die Inhibition (von automatisierten Antworten und unpassenden Reaktionen) als auch die Steuerung von Aufmerksamkeitsprozessen. Physikalische Fitness wird häufig mit Aufmerksamkeitsleistung in Verbindung gebracht. Es wird davon ausgegangen, dass der Fitnessgrad die Aufmerksamkeitsleistung beeinflussen kann (vgl. u.a. Chodzko-Zajko, 2006). Es existieren bereits publizierte Studien, welche den positiven Einfluss von körperlicher Aktivität auf EF sowohl bei Depressiven (Kubesch et al, 2003) und älteren Personen (Kramer et al., 1999) als auch bei Kindern (Hillman et al., 2005; Fedewa & Ahn, 2011) und Jugendlichen (Hillman et al., 2006) sowie bei gesunden, jungen Erwachsenen (Lambourne, 2006) belegen. Die Wirksamkeit eines aeroben Ausdauertrainings wird auf die durch das Training herbeigeführte Steigerung der Maximalen Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max) zurückgeführt, was zu einer stärkeren Sauerstoffsättigung im Gehirn führt. Da das Maß VO<sub>2</sub>max mit gesteigerter Leistungsfähigkeit zunimmt, gilt dieses Maß als Leistungskriterium für die allgemeine aerobe Ausdauerfähigkeit (vgl. Geiger, 1996). Im Folgenden sollen kurz einige Studien zu diesem Themengebiet vorgestellt werden.

Netz et al. (2011) berichten von einer Studie zu aerober Fitness und kognitiven Funktionen im fortgeschrittenen Alter. 38 Probanden führten dazu eine sportliche Übung durch, bei welcher VO<sub>2</sub>max (als Fitnessparameter) bestimmt wurde. Die Probanden wurden dann zwei Gruppen zugeteilt: geringe Fitness und mittlere Fitness. Beide Gruppen führten eine neuropsychologische Batterie durch. Es zeigte sich eine signifikante Korrelation des Fitnessparameters und der Aufmerksamkeitsleistung. Die körperlich fittere Gruppe erzielte signifikant höhere Werte im „global cognitive score“. Der Trend der erzielten höheren Werte in der körperlich fitteren Probandengruppe war, verglichen mit der Gruppe mit der geringeren Fitness sowohl bezogen auf die Aufmerksamkeitsgenauigkeit als auch auf die Reaktionszeit, eindeutig.

Auch Newson und Kemps schrieben 2006: „Fitness was a strong predictor of cognition and accounted for more variance in processing resources than in higher-order functions.“ Sie untersuchte in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen kardiorespiratorischer Fitness (VO<sub>2</sub>max) und sowohl Verarbeitungsressourcen als auch höheren kognitiven Funktionen. Folgende Verarbeitungsressourcen wurden untersucht: die Aufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis und die Geschwindigkeit. Untersuchte höhere kognitive Funktionen waren sowohl exekutive Funktionen als

auch das Gedächtnis. Somit legen die Autoren dar, dass Fitness als Prädiktor einen großen Teil der Varianz der kognitiven Verarbeitungsressourcen wie der Aufmerksamkeit aufklärt.

Eine Untersuchung an Vorschulkindern (Niederer et al., 2011) führte zu dem Ergebnis, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen aerober Fitness und Aufmerksamkeitsleistung gibt. Die Korrelationen, die von den Autoren angegeben werden, sind dabei jedoch eher gering.

Kramer et al. ließen 1999 124 Probanden entweder ein aerobes oder anaerobes Training absolvieren. Es zeigten sich bei den Probanden, die das aerobe Training durchgeführt hatten, im Vergleich zu Probanden des anderen Trainings, eine signifikante Verbesserung der Leistungserbringung in Tests, welche neurokognitive Funktionen testeten. So berichten die Autoren u.a. von einer Verbesserung der Probanden der aeroben Sportgruppe nach Absolvierung des Trainings im Test „response compatibility“. Dieser Test misst die Fähigkeit, Aufgaben-irrelevante Stimuli zu ignorieren, operationalisiert durch die Differenz der Reaktionszeiten, die der Proband benötigt, um auf kompatible bzw. inkompatible Stimuli zu reagieren. Es zeigte sich, dass diese Differenz in der aeroben Sportgruppe nach dem Training signifikant reduziert war.

Wamser und Leyk (2003) haben die Auswirkung körperlicher Aktivität auf die kognitive Leistungsfähigkeit von Schülern und Schülerinnen anhand des **Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests d2** getestet. Sie zeigen auf: Körperliche Aktivitäten führen zu einem signifikanten Anstieg der Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsleistungen im Test d2. Kang et al. (2011) befassten sich mit der Fragestellung, ob Sport u.a. die Aufmerksamkeitssymptome und kognitive Funktionen bei ADHS verbessern. In dieser Studie führten 13 ADHS-Kinder sechs Wochen lang zwei Mal die Woche 90 Minuten sportliche Aktivität aus. 15 ADHS-Kinder, welche über Verhaltenskontrolle aufgeklärt wurden, dienten als Kontrollprobanden. Es zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Aufmerksamkeitssymptome im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auch der **Trail Making Test B (TMT B)** fand in dieser Studie Anwendung. Dieser verbesserte sich ebenfalls lediglich in der Sportgruppe im Prä-Postvergleich signifikant. Die Autoren betonen daher, dass Sport kognitive Funktionen und deren Schnelligkeit bezogen auf den TMT B verbessert. Bezugnehmend auf die Literatur diskutieren sie, dass körperliche Übungen und sportliche Bewegung temporale Prozesse, inhibitorische Kontrolle und die Antwortlatenz verbessert. So haben Lichman et al. (1983) beobachtet, dass eine Verbesserung der inhibitorischen Kontrolle nach dem akuten Durchführen eines aeroben Trainings, gemessen mit dem Stroop-Test, vorliegt. Auch Gapin und Etnier zeigten 2010, dass physische Aktivität bei Kindern mit ADHS mit einer besseren Leistung der exekutiven Funktionen einhergeht.

Nach dem Kenntnisstand der Verfasserin der Dissertation gibt es derzeit keine publizierten Studien zu Sport und Aufmerksamkeitsleistung bei der Migräneerkrankung. Jedoch liegt eine solche Studie für eine andere Schmerzerkrankung, die Fibromyalgia, vor. Cherry et al. (2009) berichten, dass bei diesen Schmerzpatienten eine objektiv bessere körperliche Leistungsfähigkeit mit besseren kognitiven Funktionen (gemessen mit dem **Trail Making Test A**) korreliert. Genauer schreiben die Autoren: „[...] physical ability is strongly associated with cognitive ability [...]. [...] better physical performance [...] was associated with better performance on objective measures of complex attention, cognitive flexibility/executive function, and psychomotor speed“.

Der Fitnessgrad beeinflusst ebenfalls die Contingente Negative Variation (CNV), welche als Aufmerksamkeitsmaß zu verstehen ist (siehe oben). Hillmann et al., 2002 geben dazu an: Fittere Probanden weisen eine niedrigere CNV auf. So assoziieren Hillmann et al. (2002) eine höhere physikalische Fitness bei älteren Menschen mit geringeren kognitiven Einschränkungen. Auch andere neuroelektronische Indizes der Aufmerksamkeitsleistung (P3-Amplitude) weisen einen positiven Zusammenhang mit dem Fitnessgrad auf (Hillmann et al., 2005; Hillmann et al. 2006).

Entgegengesetzt existieren auch Studien, welche einen Zusammenhang zwischen aerober Fitness und kognitiver Leistungsfähigkeit nicht belegen. Zum Beispiel schlussfolgern Etnier et al. (2006) in einem metaanalytischen Überblick, dass die Ergebnisse darauf hindeuten, dass es keinen signifikanten linearen oder kurvlinearen Zusammenhang zwischen den Effektstärken des Fitnessgrades und der Effektstärken der kognitiven Leistungsfähigkeit gebe und die kardiovaskuläre Hypothese nicht gestützt werden könnte. Auch Hötting et al. (2011) geben an, dass die Ergebnisse ihrer durchgeführten Studie (Vergleich der kognitiven Effekte eines sechsmonatigen, zwei mal pro Woche durchgeführten, aeroben Ausdauertraining verglichen mit einem Nicht-Ausdauertraining) zwar positive Effekte kardiovaskulärer Fitness auf Gedächtnisfunktionen hat, jedoch geringeren Einfluss auf kognitive Funktionen.

## 2.10 Modell zur Erklärung des Wirkzusammenhanges zwischen Sport und Migräne

Die oben beschriebenen Theorien und Erklärungsansätze sollten nicht nebeneinanderstehend und somit unabhängig voneinander betrachtet werden. Sie sollen gemeinsam als ein komplexes Modell zur Pathophysiologie der Migräneerkrankung verstanden werden. Daher fand bereits unter 2.3 eine Integration dieser Erklärungsansätze zu einem gemeinsamen Ansatz statt.

Zusammenfassend bietet sowohl die angeborene gesteigerte Reaktionsbereitschaft bei der Migräneerkrankung als auch die damit zusammenhängende erhöhte Aufmerksamkeit im Sinne einer erhöhten Alarmbereitschaft sowie die Dishabituation auf wiederholte Reize (vgl. Kropp & Gerber, 2005) und die verlangsamte Interferenzleistung (Annovazzi et al., 2004) einen Hinweis auf eine Störung des Reiz-Reaktions-Systems und somit der kortikalen Reizverarbeitung. Weiter deutet die Literatur auf Stress als einen deutlichen Triggerfaktor und eine unzureichende Stressverarbeitung bei Migräneerkrankten hin (vgl. Siniatchkin, 2006; Sauro und Becker, 2009). Es bietet sich daher ein Ansatzpunkt für die Wirkung eines Ausdauertrainings über die Beeinflussung der Reizverarbeitung. Diese Wirkung kann sowohl über eine veränderte Stressverarbeitung als auch über eine veränderte Aufmerksamkeit erzielt werden. Es wird dabei vermutet, dass der Sport einen regulativen Einfluss auf den Neurotransmitter Noradrenalin ausübt, welcher seiterseits Einfluss auf die Stressverarbeitung und die Aufmerksamkeit nimmt. In Abbildung 15 ist der postulierte Wirkzusammenhang veranschaulicht.

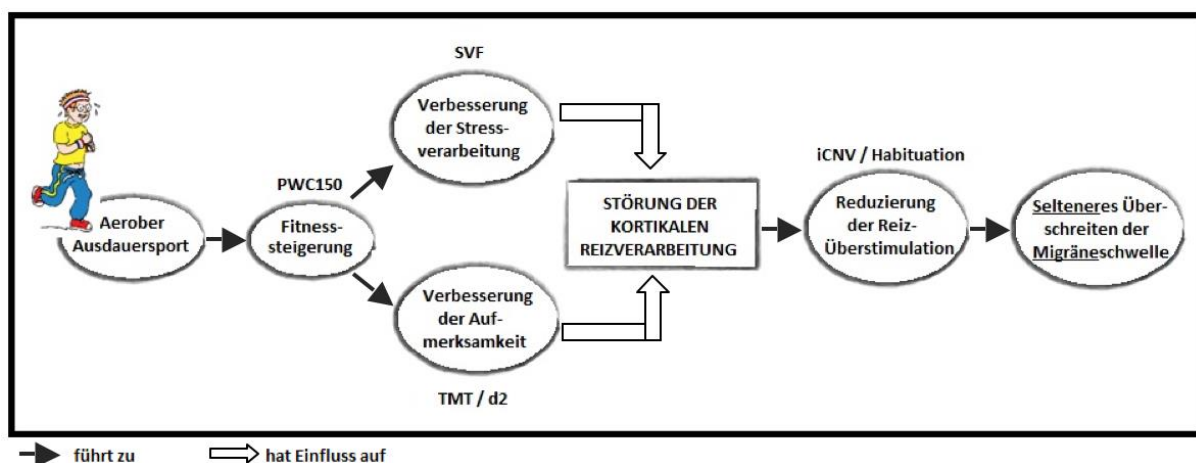


Abbildung 15: Postulierter Wirkmechanismus von aerobem Ausdauersport bei der Migräneerkrankung. Es sind in den Kreisen die Prozesse, welche beeinflusst werden und jeweils die dazugehörigen Indikatoren (Operationalisierungen) dargestellt.

### 3 Fragestellung und Hypothesen

Die dargestellten Befunde zu Sport und Migräne geben wieder, dass aerober Ausdauersport bei der Migräneerkrankung zu einer signifikanten Reduktion der Attackenanzahl, Migräneintensität und -dauer sowie der Menge der verwendeten Medikamente führt.

Resümierend deutet die Literatur darauf hin, dass ein starker Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Stress als Triggerfaktor und Migräneattacken besteht. Migränepatienten weisen ineffektivere Stress-Coping-Strategien im Gegensatz zu gesunden Kontrollprobanden auf. Zum Beispiel verwenden Migräneleidende häufiger Strategien wie Selbstbeschuldigung, Selbstmitleid, Resignation oder gedankliche Weiterbeschäftigung. Auch führt die Durchführung eines Stress-Coping-Trainings bei Probanden mit Migräneerkrankung zu einer signifikanten Linderung der Migränesymptomatik.

Die Literatur deutet darauf hin, dass bei Migränepatienten außerhalb der Attacke ein erhöhter Alertnessgrad und somit eine schnellere Reaktionsgeschwindigkeit vorliegt. Migränepatienten zeigten eine signifikant höhere Sensibilität bezüglich ihrer Reaktionen auf visuelle und akustische Stimuli. Daher wird eine schnelle Verarbeitungsgeschwindigkeit vermutet. Migränepatienten weisen eine schlechtere selektive Aufmerksamkeit auf, wodurch Reize aus der Umwelt ungefiltert vom Gehirn aufgenommen werden. Migränepatienten können irrelevante Stimuli daher schlechter ignorieren. Es wird angenommen, dass bei Migränepatienten eine hohe geteilte Aufmerksamkeit vorliegt. Desweiteren belegt die Literatur, dass Ausdauersport die Aufmerksamkeitsleistung steigert.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse zur CNV und Migräne, dass die Gesamt-CNV-Amplitude, vor allem die iCNV, bei Migränepatienten signifikant negativer ist. Auch liegt eine verminderte Habituation bei Migränepatienten vor: Die CNV-Amplitude bei Migränepatienten nimmt im Verlauf der EEG-Untersuchung nicht oder nur gering ab. Therapeutische Auswirkungen auf die CNV bestehen insofern, dass durch Medikation (Beta-Blocker) nicht nur die Migränesymptomatik verringert wird, sondern auch die CNV-Amplitude abnimmt. Auch Biofeedback anhand der Rückmeldung der CNV und verhaltenstherapeutische Programme zur Migränelinderung führen zu einer Reduktion der Migräneanfallsfrequenz.



### 3.1 Ableitung der Fragestellung

Aus den dargestellten Befunden ergibt sich die Frage nach der Wirkung von aerobem Ausdauersport auf die Migräneparameter. Präzise ergibt sich für diese Dissertation die übergeordnete Fragestellung: „Führt Ausdauersport zu einer Besserung der Migränesymptomatik (Migräneintensität, -dauer und Attackenanzahl) und hängen diese Änderungen signifikant mit der Verbesserung der Stressverarbeitung und der Aufmerksamkeit bei den Migränepatienten zusammen?“ Einem besonderen Fokus unterliegt dabei die Fragestellung nach dem Wirkmechanismus des Sports über die Aufmerksamkeit.

Die einzelnen Fragestellungen bezogen auf den Interventionseffekt im „**Prä-Post-Vergleich**“ lauten:

1) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:

- 1.1) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Senkung der Migränehäufigkeit?
  - a.) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Senkung der Anzahl der Migräneattacken?
  - b.) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Senkung der Anzahl der Migränetage?
- 1.2) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Senkung der Intensität der Migräneattacken?

2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:

- 2.1) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Zunahme der Anwendung stressreduzierender Strategien?
- 2.2) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Abnahme der Anwendung stresserhöhender Strategien?

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung?:

- 3.1) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikant schnelleren Bearbeitungszeit des TMT A?
- 3.2) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikant schnelleren Bearbeitungszeit des TMT B?
- 3.3) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Verbesserung in der Bearbeitung des Tests d2?
- 3.4) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Reduzierung der iCNV?
- 3.5) Führt aerobes Ausdauertraining zu einer signifikanten Erhöhung der Habituation?

Die einzelnen Fragestellungen bezogen auf den Interventionseffekt im „**Intergruppenvergleich**“ lauten:

1) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:

- 1.1) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Senkung der Migränehäufigkeit (Attacken und Tage)?
  - a.) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Senkung der Anzahl der Migräneattacken?
  - b.) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Senkung der Anzahl der Migränetage?
- 1.2) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Senkung der Intensität der Migräneattacken?

2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:

- 2.1) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Zunahme der Anwendung stressreduzierender Strategien?
- 2.2) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Abnahme der Anwendung stresserhöhender Strategien?

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung:

- 3.1) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant schnelleren Bearbeitungszeit des TMTA?
- 3.2) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant schnelleren Bearbeitungszeit des TMTB?
- 3.3) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Verbesserung in der Bearbeitung des Tests d2?
- 3.4) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Reduzierung der iCNV?
- 3.5) Führt aerobes Ausdauertraining in der Jogginggruppe verglichen mit der Walkinggruppe zu einer signifikant stärkeren Erhöhung der Habituation?

## 3.2 Variablen

Im Folgenden sollen die für die Untersuchung der aufgeführten Fragestellungen relevanten Variablen auf theoretischer Ebene kurz dargelegt werden. Es wird zuerst auf die unabhängige Variable und die abhängigen Variablen und schließlich auf potentielle Störvariablen eingegangen.

### 3.2.1 Unabhängige Variable

Aufgrund der Belege der Minderung der Migränesymptomatik nach der Durchführung einer Intervention in Form von fitnesssteigerndem Ausdauersport und der Ergebnisse des Zusammenhangs bezüglich der Minderung der Migränesymptomatik und der einhergehenden Änderung der Stressverarbeitung und der Aufmerksamkeitsleistung, ergibt sich als unabhängige Variable das **aerobe Ausdauertraining**. Diese Variable soll, um festzustellen, ob sie zu einer Änderung des Migräneauftretens führt, in der vorliegenden Studie in den folgenden zwei Stufen variiert werden: Durchführung eines stärker fitnesserhöhendem, standardisiertem, aerobem Ausdauertrainings (Jogging) vs. Durchführung eines gering fitnesserhöhendem, standardisiertem, aerobem Ausdauertrainings (Walking).

### 3.2.2 Abhängige Variablen

Die zu erhebenden abhängigen Variablen sind die folgenden Messwerte: sowohl Migräneintensität, Migränehäufigkeit, Migränedauer als auch Stressverarbeitung und Aufmerksamkeitsleistung. Es wird davon ausgegangen, dass die unabhängige Variable diese Messwerte einzeln beeinflusst. Die Erhebung dieser Variablen soll zum Vergleich und demnach zur Beantwortung der oben aufgestellten Fragestellungen einmal vor und einmal nach der Manipulation des aeroben Ausdauertrainings erfolgen.

### 3.2.3 Störvariablen

Störvariablen sind Alternativerklärungen für die später erzielten Ergebnisse. Beim Vorliegen signifikanter Ergebnisse würden solche Erklärungen die erzielten Kausalerklärungen „ungültig“ machen, da man die später eventuell vorliegenden Effekte nicht eindeutig auf deren Ursache zurückführen kann. Daher ist es von besonderer Bedeutung diese Variablen bereits vor der Durchführung der Studie zu beachten, um diese bei der späteren Durchführung kontrollieren zu können. Als Störvariablen, die direkt bei der Herstellung der unabhängigen Variable Einfluss nehmen, ergeben sich für die Studie die Fitness und somit die Sporthäufigkeit der Probanden vor Durchführung des aeroben Ausdauertrainings sowie die Motivation der Teilnahme an der Studie, da

diese beiden Faktoren je nach Zuordnung des Probanden zu der Bedingung zu einer zu geringen oder einer zu regen Durchführung an aerobem Ausdauersport führen kann. Eine Reduktion des Körpergewichts ist als Mediator und demnach als Störvariable zu betrachten, da diese direkt auf die Beziehung zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variable wirkt. Genauer bedeutet dies, dass eine solche Reduktion, herbeigeführt durch den Sport, selbstständig zu einer Minderung der Migränesymptomatik und somit zu einer Änderung in den abhängigen Variablen führen kann. Störvariablen, die einen unabhängigen Einfluss auf die abhängige Variable ausüben können sind sowohl die Medikamentendosis als auch die Einnahme von Prophylaktika der Probanden.

Zusammenfassend ergibt sich aus den zwei Ausprägungen (Jogging bzw. Walking) der unabhängigen Variable und den zwei Messzeitpunkten t1 und t2 (vor und nach der Durchführung der Intervention) ein 2x2-Messwiederholungsdesign mit vier Bedingungen. Es gilt die Störvariablen zu beachten und geeignete Kontrollmaßnahmen bei der Durchführung der Studie zu wählen.

### 3.3 Ableitung der inhaltlichen Hypothesen

Die inhaltlichen Hypothesen bezogen auf den Interventionseffekt im „*Prä-Post-Vergleich*“ lauten:

- 1) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:
  - 1.1) a.) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Migräneattacken in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anzahl der Migräneattacken ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.  
b.) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Migränetage in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anzahl der Migränetage ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.
  - 1.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Intensität der Migräneattacken in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Intensität der Migräneattacken ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.
- 2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:
  - 2.1) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anwendung stressreduzierender Strategien in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach

dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anwendung stressreduzierender Strategien ist zum Zeitpunkt t2 erhöht.

- 2.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anwendung stresserhöhender Strategien in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anwendung stresserhöhender Strategien ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung:

- 3.1) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Bearbeitungszeit des Tests TMTA in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Bearbeitungszeit des TMTA ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.
- 3.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Bearbeitungszeit des Tests TMTB in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Bearbeitungszeit des TMTB ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.
- 3.3) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Bearbeitungsleistung des Tests d2 in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anzahl der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen ist zum Zeitpunkt t2 signifikant erniedrigt.
- 3.4) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der iCNV in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die iCNV ist zum Zeitpunkt t2 erniedrigt.
- 3.5) Es besteht ein signifikanter Unterschied in dem Habitationskoeffizienten in beiden Bedingungen vor dem aeroben Ausdauersport (t1) und nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Der Habitationskoeffizient ist zum Zeitpunkt t2 erhöht.

Die inhaltlichen Hypothesen bezogen auf den Interventionseffekt im „**Intergruppenvergleich**“ lauten:

1) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:

- 1.1) a.) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Migräneattacken in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport

(t2). Die Anzahl der Migräneattacken ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant geringer als in der Walkinggruppe.

b.) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Migränetage in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anzahl der Migränetage ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant geringer als in der Walkinggruppe.

1.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Intensität der Migräneattacken in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Intensität der Migräneattacken ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant geringer als in der Walkinggruppe.

2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:

2.1) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Anwendung stressreduzierender Strategien in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anwendung stressreduzierender Strategien ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant höher als in der Walkinggruppe.

2.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Anwendung stresserhöhender Strategien in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Anwendung stresserhöhender Strategien ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant geringer als in der Walkinggruppe.

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung:

3.1) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Bearbeitungszeit des Tests TMTA in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Bearbeitungszeit des TMTA ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant niedriger als in der Walkinggruppe.

3.2) Es besteht ein signifikanter Unterschied der Bearbeitungszeit des Tests TMTB in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die Bearbeitungszeit des TMTB ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant niedriger als in der Walkinggruppe.

- 3.3) Es besteht ein signifikanter Unterschied in der Bearbeitungsleistung des Tests d2 in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauertraining (t2). Die Anzahl der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant höher als in der Walkinggruppe.
- 3.4) Es besteht ein signifikanter Unterschied der iCNV in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Die iCNV ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant geringer als in der Walkinggruppe.
- 3.5) Es besteht ein signifikanter Unterschied des Habitationskoeffizientens in der Joggingbedingung und in der Walkingbedingung nach dem aeroben Ausdauersport (t2). Der Habitationskoeffizienten ist zum Zeitpunkt t2 in der Jogginggruppe signifikant höher als in der Walkinggruppe.



## 4 Methode

Im Nachfolgenden soll die für die Untersuchung der oben aufgestellten Hypothesen notwendige Methodik vorgestellt und erläutert werden. Dabei wird zuerst auf die Stichprobe eingegangen. Es folgt das Untersuchungsdesign mit einer näheren Beschreibung der Operationalisierung der unabhängigen, abhängigen und Stör- und Kontrollvariablen sowie einer genaueren Beschreibung des verwendeten Migränetagebuchs und der CNV-Messung. Zum Abschluss erfolgt eine „gebündelte“ Darstellung des Untersuchungsablaufs und des Versuchsplans einschließlich der statistischen Hypothesen und der zu verwendenden statistischen Methodik samt der Voraussetzungen.

### 4.1 Stichprobe

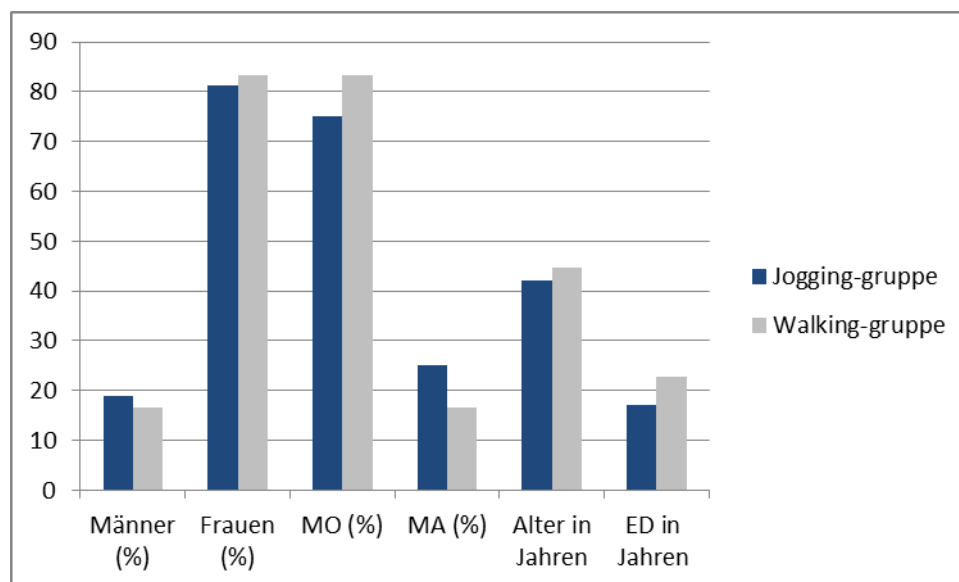
Angestrebt wurde eine Teilnehmerzahl von je 15 pro Gruppe. Die Teilnehmer wurden sowohl über Flyer und Aushänge bei Ärzten (siehe Anhang) als auch über einen Zeitungsartikel (siehe Anhang B) und eine Pressemitteilung des UKSHs (siehe Anhang) geworben. Folgende Voraussetzungen zur Teilnahme wurden von den Probanden erfüllt: ICD-10 / IHS diagnostizierte Migräne, ein Alter von mindestens 18 Jahren, keine Einnahme von Prophylaktika, Attackenanzahl von mindestens zwei und Kopfschmerztagen von mindestens fünf im Monat, kein Betreiben von Ausdauersport (maximal 30 Minuten Sport pro Woche) oder Gefährdung dadurch, dass Sport eine Attacke triggert. Bei Kontaktaufnahme eines potentiellen Teilnehmers wurden die Eingangskriterien anhand eines „Ersttelefonats-Leitfadens“ (siehe Anhang) erfragt. Kam ein Anrufer als Teilnehmer für die Studie in Frage, so wurde ein Voruntersuchungstermin vereinbart. War ein Anrufer nicht für die Teilnahme an der Studie geeignet, so wurde diesem ein Beratungsgespräch vom Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie angeboten. Es ergaben sich 120 telefonische Meldungen, 44 Probanden davon hatten nach der Kontaktaufnahme kein weiteres Interesse an einer Studienteilnahme (zumeist begründet durch einen zu hohen Zeitaufwand, mangelnder Motivation dreimal die Woche zu trainieren oder Prophylaxe-Einnahmen). 76 potentielle Probanden stellten sich persönlich vor. 24 Personen davon kamen für die Studie nicht weiter in Frage.

Zur Teilnahme an der Studie wurden neun Männer und 43 Frauen, unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien, zugelassen. Die Probanden wurden bezüglich der Migränehäufigkeit geschichtet und folglich je 26 Probanden randomisiert der Jogginggruppe und der Walkinggruppe zugewiesen. Davon haben insgesamt 16 Probanden der Jogging- und 12 Probanden der Walkinggruppe die Studie vollständig (Prä + Post: Tagebuchführung, Fitnessstest, Fragebogen- und Aufmerksamkeitstestung und EEG) beendet, so dass bei diesen Probanden ein kompletter Datensatz vorliegt. Es ergab sich die in Tabelle 7 aufgeführte folgende Verteilung. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der aufgeführten Variablen (siehe 6.1)

**Tabelle 7:** Darstellung der Gesamtprobandenanzahl, der Geschlechterverteilung und der Migräneformen nach der Gruppenzugehörigkeit jeweils in absoluten Zahlen und in Prozent dargeboten. Die oberen beiden Zeilen geben die deskriptive Stichprobenbeschreibung vorm Ausschluss des Drop Outs an, die unteren beiden Zeilen, die den Daten dieser Studie zugrundeliegende Stichprobe (excl. Drop Out). Die in grau gedruckten Zahlen geben den Drop-out sowie die vorherige Gesamtzahl der Probanden an. Es ergeben sich, mit Ausnahme der Erkrankungsdauer ( $p = .07$ ) keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

	Vorh. N	Drop Out	N	Männer (%)	Frauen (%)	MO (%)	MA (%)	Alter (SD)	Erkrankungsdauer in Jahren (SD)
<b>Jogging-gruppe</b>	/	/	26	5 (19,2)	21 (80,8)	20 (76,9)	6 (23,1)	41,6 (10,2)	18,4 (11,4)
<b>Walking-gruppe</b>	/	/	26	4 (15,4)	22 (84,6)	18 (69,2)	8 (30,8)	42,4 (12,3)	25,2 (12,6)
<b>Jogging-gruppe</b>	26	10	16	3 (18,8)	13 (81,2)	12 (75,0)	4 (25,0)	42,1 (9,9)	17,0 (11,0)
<b>Walking-gruppe</b>	26	14	12	2 (16,7)	10 (83,3)	10 (83,3)	2 (16,7)	44,6 (9,5)	22,8 (9,5)

N = Stichprobengröße, MO = Migräne ohne Aura, MA = Migräne mit Aura, SD = Standardabweichung



**Abbildung 16:** Darstellung der Geschlechterverteilung und der Migräneformen nach der Gruppenzugehörigkeit in Prozent und des mittleren Alters sowie der Erkrankungsdauer (ED) in Jahren dargeboten.

Aufgrund unterschiedlicher Gründe und Zeitpunkte des Studienabbruchs von Probanden, liegen für die unterschiedlichen Auswertungen unterschiedlich große Stichproben (N) vor:

**Tabelle 8: Anzahl der Probanden aufgeteilt nach den erhobenen Parametern.**

<b>Auswertungsparameter</b>	<b>N</b>	<b>N<sub>walking</sub></b>	<b>N<sub>jogging</sub></b>
<b>Migräneparameter (Tagebuch)</b>	28	12	16
<b>Stressparameter</b>	31	14	17
<b>Aufmerksamkeitsparameter</b>	31	14	17
<b>EEG</b>	31	15	16
<b>Fitnessparameter</b>	28	12	16

## 4.2 Drop Out

Im Nachfolgenden sollen die Abbruchgründe und die Zeitpunkte des Abbruchs für die beiden Gruppen einzeln betrachtet werden. Für eine leichtere Betrachtung werden diese im Folgenden tabellarisch dargestellt. Als Drop-Out werden diejenigen Probanden bezeichnet, bei welchen aus unterschiedlichen Gründen kein kompletter Datensatz (Tagebuch, Stressfragebogen, Aufmerksamkeitstestung, EEG und Fitnessstest) vorliegt.

In der Jogginggruppe befanden sich zu Beginn 21 Frauen und 5 Männer. Zehn Probanden, darunter 2 Männer und 8 Frauen, brachen das Training vorzeitig ab. Drei Fälle schieden nach Beendigung des Trainings aus, da bei zweien (1x männl., 1x weibl.) keine Tagebuchkatamnese und keine Posttestung des Fitnessgrades stattfinden konnte, sowie bei der Probandin zusätzlich keine Aufmerksamkeits- und Fragebogentestung erfolgen konnte. Eine zusätzliche Probandin wurde nach dem Trainingsende von der Auswertung ausgeschlossen, da diese im Nachbeobachtungszeitraum  $\beta$ -Blocker angesetzt hat. Die Abbruchgründe sind im Einzelnen der nachfolgenden Tabelle 9 zu entnehmen.

**Tabelle 9: Beschreibung des Drop Outs der Jogginggruppe (N = 10, 2 Männer, 8 Frauen).**

		Woche des Abbruchs nach Beginn der Bewegungstrainings					Gesamt
		3. Wo.	5. Wo.	7. Wo.	8. Wo.	Nach Trainingsende	
<b>Grund des</b>	öfter als 5x gefehlt	1	2	1	2	0	6
<b>Abbruchs/</b>	kein Nachttest	0	0	0	0	3	3
<b>Ausschluss</b>	körperliche Probleme	1	0	0	0	0	1
Gesamt		2	2	1	2	3	10

Die Walkinggruppe bestand aus 22 Frauen und 4 Männern. 14 Probanden wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Es haben 2 Männer und 12 Frauen aus den in der unten stehenden Tabelle 10 angegebenen Gründen die Studie abgebrochen. Wobei drei Probanden nach Ende des Trainings von der Auswertung ausgeschlossen wurden, da bei allen dreien keine Tagebuchkatamnese vorlag, sowie bei zweien keine Post-Fitnessstestung und bei einer lediglich die EEG-Messung zum Postzeitpunkt.

Tabelle 10: Beschreibung des Drop Outs der Walkinggruppe (N = 14, 2 Männer, 12 Frauen).

		Woche des Abbruchs nach Beginn der Bewegungstrainings									Gesamt
		vor Train- ingsbeginn	1. Wo.	2. Wo.	3 Wo.	4. Wo.	5. Wo.	7. Wo.	8. Wo.	Nach Train- ingsende	
<b>Grund des Abbruchs / Auswertung sausschlus- ses</b>	3x zu oft	1	2	0	0	0	1	0	0	0	4
	Trainingsort gefällt nicht	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	öfter als 5x gefehlt	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
	Migräne- zunahme	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	kein Nachtest	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	körperliche Probleme	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
	<b>Gesamt</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>14</b>

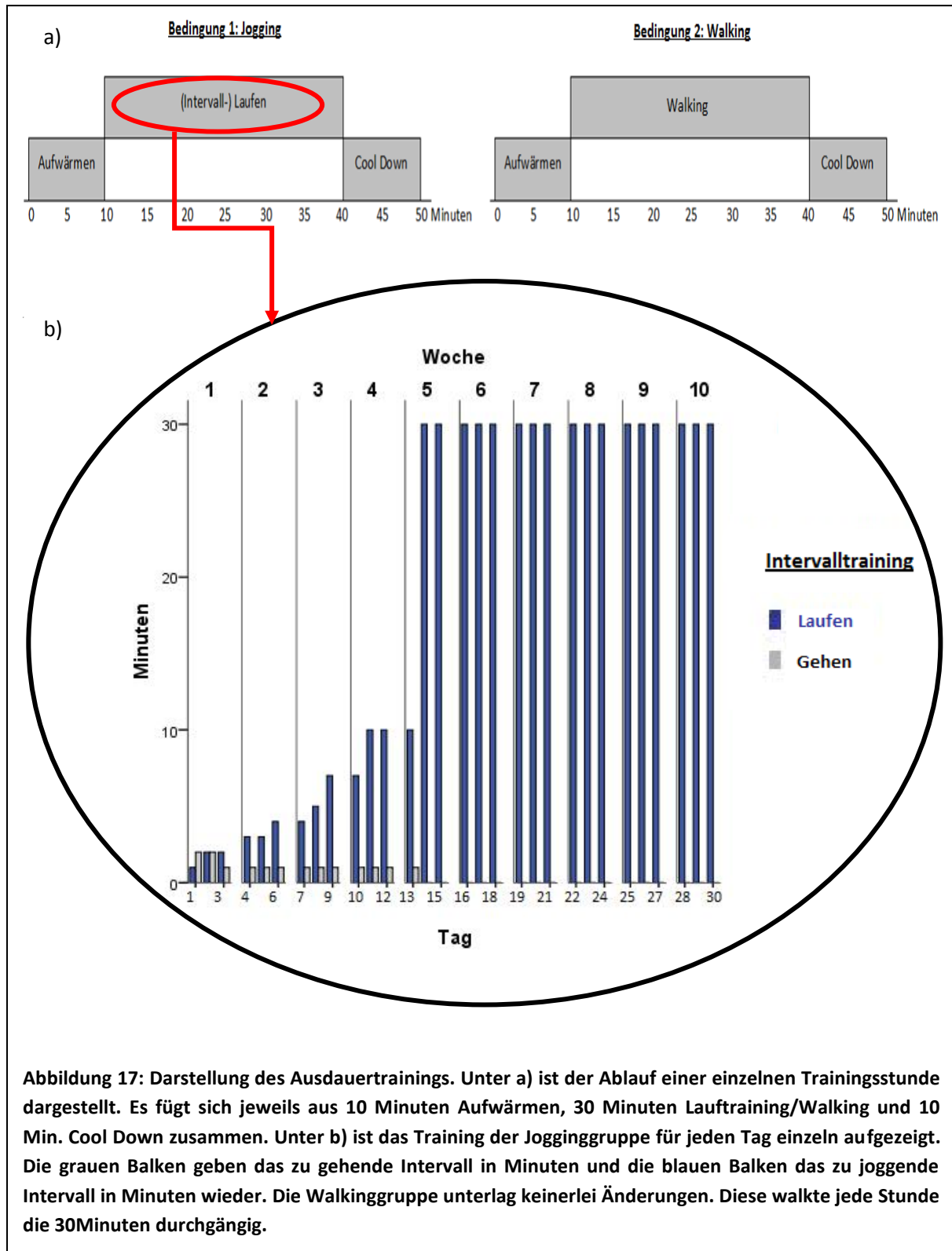
### 4.3 Untersuchungsdesign und Operationalisierung

Da bereits in einer Pilotstudie (Darabaneanu et al., 2011) die Wirksamkeit von Joggen gegenüber einer Kontrollgruppe evaluiert wurde und diese Dissertation sich maßgeblich mit der Fragestellung des Wirkmechanismus befasst und in dem Zuge mit der Frage, ob eine gewisse Intensität zur Erreichung einer Migränereduktion vorliegen muss, existieren in dieser Studie zwei Gruppen: die Jogginggruppe und die Walkinggruppe. Die Jogginggruppe besteht zu Beginn aus einer Anzahl von 26 Migränepatienten. Die Walkinggruppe besteht aus einer Anzahl von 26 Migränepatienten. Aufgrund des Drop Outs liegt den späteren Berechnungen eine geringere Stichprobengröße zugrunde (siehe Tab. 8). Beide Gruppen nehmen ihre Akutmedikation wie zuvor ein und beide führen über den Zeitraum der Studie ein Tagebuch, in das jeder im Vorhinein genauestens eingewiesen wird. Zu zwei Messzeitpunkten erfolgte für jeden Probanden eine Bestimmung der Migräneparameter, der iCNV, der Aufmerksamkeitsparameter und der Stressparameter. Der entscheidende Unterschied und damit zu evaluierender Faktor zwischen den beiden Bedingungen ist eine zehnwöchige Sporttherapie im Sinne eines unterschiedlich leistungsintensiven aeroben Ausdauertrainings.

Nachstehend wird zunächst die Operationalisierung der unabhängigen Variable des aeroben Ausdauertrainings beschrieben. Es folgt eine Beschreibung der Operationalisierungen der zu messenden abhängigen Variablen, der zu erhebenden deskriptiven Variablen anhand eines Migränetagebuches und der EEG-Messwerte. Ebenfalls wird vertiefend auf die Art und Weise der Messung der CNV eingegangen. Schließlich wird die Operationalisierung der Stör- und Kontrollvariablen dargelegt.

### 4.3.1 Unabhängige Variable: Das aerobe Ausdauertraining

Mit den Probanden der Jogginggruppe wurde ein aerobes, zehnwöchiges, standardisiertes Ausdauertraining durchgeführt. Dieses Ausdauertraining wurde dreimal wöchentlich für jeweils circa 50 Minuten durchgeführt. Hierbei wurde gemeinsam mit einer Trainerin zuerst ein "Warming-Up"



von 5 bis 10 Minuten mit anschließendem 30minütigem (Intervall-)Joggen und einem abschließenden Cool Down inkl. Stretching von 5 bis 10 Minuten absolviert (siehe Abbildung 17a). Die Walkinggruppe erfuhr ebenfalls eine Aufwärm- und eine Cool Down-Phase. Die Trainingseinheit an und für sich bestanden aus einem gleichmäßig schnelleren Gehen (Walking). Die Rahmenbedingungen (Anleitung durch Trainer, Ort, Uhrzeit etc.) waren dabei gleichsam der Jogginggruppe standardisiert.

Das Joggingprogramm wurde anhand der Intervallmethode eingeführt. Die Probanden erfuhren stetig eine Steigerung der Laufdauer. Nach etwa der Hälfte des Programms wurde zur Dauermethode gewechselt. Der genaue Ablauf des Lauftrainings war standardisiert wie folgt (siehe Abbildung 17b und Tabelle 11): Beim ersten Termin wurde mit einem Intervallverhältnis von einer Minute Laufen zu 2 Minuten Gehen begonnen. Das Intervall steigerte sich zum zweiten Termin auf 2:2 und zum dritten Termin auf 2:1. In der zweiten Woche wurde das Intervall bei den ersten beiden Terminen auf 3:1 und beim letzten Termin auf 4:1 erhöht. Dieses Verhältnis wurde für den ersten Termin der dritten Woche beibehalten. Zum zweiten Termin wurde das Intervall nochmals um eine Minute auf 5:1 und zum dritten Termin um weitere 2 Minuten auf 7:1 angehoben. In der vierten Woche wurde das Verhältnis 7:1 für den ersten Termin beibehalten. Die folgenden zwei Termine wurden im Verhältnis von 10:1 gelaufen. Das Intervallverhältnis von 10:1 wurde für den ersten Termin der fünften Woche insofern gehalten, dass in dieser Stunde zuerst das Verhältnis 10:1 gelaufen wurde und dann 20:1. Ab den darauffolgenden Trainingseinheiten wurde zu der Dauermethode gewechselt. Dies bedeutet, dass ab diesem Zeitpunkt 30 Minuten ohne Gehen durchgelaufen wurden. Durch das Intervalltraining und der damit verbundenen Beachtung der Relation von Belastung und Erholung („Superkompensation“) wurde eine Leistungssteigerung angestrebt. Überdies wurde das Ausdauertraining herzfrequenzorientiert im aeroben Ausdauerbereich durchgeführt und damit individuell auf die unterschiedlichen Belastungsgrade der Personen abgestimmt. Genauer bedeutet dies, dass jeder Proband einen individuellen Pulsbereich zugewiesen bekam, welchen er beim Laufen nicht verlassen durfte. Für detailliertere Erläuterungen bezüglich der physiologischen Parameter (wie Herzfrequenz u. a.) sei an dieser Stelle an die Magisterarbeiten von Henrik Schäl und Melanie Graf (Fachbereich: Sport) verwiesen.



Tabelle 11: Tabellarische Darstellung des Ausdauertrainings.

Woche	Trainingstag	Jogginggruppe			Walkinggruppe	
		Laufen in Minuten	Gehen in Minuten	Methode	Walken in Minuten	Methode
1	1	1	2	Intervall	30	Dauer
	2	2	2	Intervall	30	Dauer
	3	2	1	Intervall	30	Dauer
2	4 + 5	3	1	Intervall	30	Dauer
	6	4	1	Intervall	30	Dauer
3	7	4	1	Intervall	30	Dauer
	8	5	1	Intervall	30	Dauer
	9	7	1	Intervall	30	Dauer
4	10	7	1	Intervall	30	Dauer
	11	10	1	Intervall	30	Dauer
	12	10	1	Intervall	30	Dauer
5	13	10*	1*	Intervall	30	Dauer
	14	30	0	Dauer	30	Dauer
	15	30	0	Dauer	30	Dauer
6 – 10	16 - 30	30	0	Dauer	30	Dauer

\* Zuerst wurde das Verhältnis 10:1 gelaufen und dann das Verhältnis 20:1.

### 4.3.2 Abhängige Variablen

In dem vorliegenden Design wurden unterschiedliche abhängige Variablen eingebracht. Zum einen Migräneparameter, die durch das Ausfüllen eines Tagebuches erhoben wurden und zum anderen die Aufmerksamkeits- und CNV-Messwerte sowie die Stressverarbeitungs-Messwerte, welche für diese Arbeit von immenser Bedeutung sind. Die ausführliche Beschreibung dieser Variablen erfolgt unter den beiden nachfolgenden Punkten. Überdies erfolgt eine genaue Beschreibung der CNV-Messung.

#### 4.3.2.1 Das Tagebuch

Jeder Proband erhält zu Beginn der Studie eine Einweisung in das Führen eines Migränetagebuchs und jeder Proband führt das Tagebuch von einschließlich 8 Wochen vor der Interventionsmaßnahme bis einschließlich 8 Wochen nach der Interventionsmaßnahme. Sowohl die Probanden in der Jogginggruppe als auch die Probanden der Walkinggruppe führen das Tagebuch während der 10 Wochen der Interventionsmaßnahme weiter. Mit diesem Tagebuch werden abhängige Variablen der Migränesymptomatik (die Attackenanzahl, -häufigkeit und -dauer), der Medikamenteneinnahme und des Betreibens von sportlichen Aktivitäten (aeroben Ausdauersports) erfasst. Auch werden

Begleiterscheinungen der Migräneerkrankung erfragt, so z.B. Licht- und / oder Lärmempfindlichkeit oder Übelkeit und / oder Erbrechen. Die eingenommene Medikation wird ebenfalls von den Probanden in diesem Tagebuch notiert. Im Anhang ist das Tagebuch abgedruckt. Für dieses Verfahren liegt keinerlei Berechnung der psychometrischen Qualität vor.

#### **4.3.2.2 Stressverarbeitungsfragebogen SVF**

Der Stressverarbeitungsfragebogen (SVF) von Jahnke, Erdmann & Kallus (1985) umfasst 114 Items und erfasst damit Verarbeitungs- und Bewältigungsstrategien in belastenden Situationen. Die Items können zu 19 Subskalen zusammengefasst werden: Bagatellisierung, Herunterspielen, Schuldabwehr, Ablenkung von Situationen, Ersatzbefriedigung, Suche nach Selbstbestätigung, Situationskontrollversuche, Reaktionskontrollversuche, positive Selbstinstruktion, Bedürfnis nach sozialer Unterstützung, Vermeidungstendenz, Fluchttendenz, Soziale Abkapselung, Gedankliche Weiterbeschäftigung, Resignation, Selbstbemitleidung, Selbstbeschuldigung, Aggression und Pharmakaeinnahme. Die Teilnehmer entscheiden für jedes Item auf einer fünf-stufigen Skala (0 = gar nicht; 4 = sehr wahrscheinlich), wie sehr die jeweilige Aussage bezogen auf die Art und Weise der Stressverarbeitung auf sie zutrifft. Die Itemwerte werden für die jeweiligen Subskalen summiert und es kann daraus ein Profil erstellt werden. Des Weiteren können die Subskalen übergeordnet den positiven oder negativen Stressverarbeitungsstrategien zugeordnet werden (genaue Zuordnung der Skalen zu den Strategien: siehe Anhang). Die Subtests besitzen mit den Angaben eines „r“ zwischen .66 und .92 eine mittlere bis hohe innere Konsistenz (Cronbachs Alpha), wobei die 19 Subtests zum größten Teil unabhängig voneinander sind. Die Autoren geben an, dass die Validität noch nicht in ausreichendem Umfang geklärt sei. Bei der Erst- bzw. Zweidurchführung in der Standardisierungsstichprobe betragen die mittleren Koeffizienten betragen  $r = .22$  bzw.  $r = .25$ .

#### **4.3.2.3 Trail Making Test TMT**

Der Trail Making Test ist ein Test zur Prüfung der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit (Teil A = TMT A) und der geteilten Aufmerksamkeit (Teil B = TMT B) (Spessn & Strauss, 1998, S. 533). Beim TMT A sind auf einer Seite Kreise mit Zahlen von 1 – 25 in randomisierter Anordnung abgedruckt (siehe Anhang). Der Proband hat die Aufgabe diese so schnell wie möglich mit einem Stift zu verbinden. Der Test TMT B zur Erfassung der Aufmerksamkeitsteilung besteht aus dreizehn Kreisen mit Zahlen von 1 – 13 und zwölf Kreisen mit Buchstaben von A – L (siehe Anhang). Der Proband hat bei diesem Testteil B die Aufgabe die Zahlen und Buchstaben in alternierender Reihenfolge (1-A-2-B-3-C etc.) so schnell wie möglich zu verbinden. Der Testleiter stoppt dabei in beiden Teilen die Zeit, die

der Proband zum Verbinden der Items benötigt. Die Retestreliabilität wird mit  $r = .46$  für Teil A und  $r = .44$  für Teil B angegeben.

#### **4.3.2.4 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2**

Bei dem Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2 handelt es sich um einen Test zur Untersuchung der individuellen Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit. Mit Aufmerksamkeit und Konzentration meint der Autor das Vermögen eines Individuums, "sich bestimmten (aufgaben-)relevanten internen oder externen Reizen selektiv, d.h. unter Abschirmung gegenüber irrelevanten Stimuli, ununterbrochen zuzuwenden und diese schnell und korrekt zu analysieren" (Brickenkamp & Karl, 1986, 195). Einzeln betrachtet sind die Aufgaben sehr leicht zu lösen. Die Herausforderung des Tests basiert auf dem Zeitdruck und der monotonen Wiederholung der Aufgaben. Der Test besteht aus 14 Zeilen mit "d" und "p", welche mit unterschiedlich vielen Strichen versehen sind (siehe Anhang). Aufgabe ist es, aus jeder Zeile von links nach rechts nacheinander jedes d, das zwei Striche hat, durchstreichen. Dabei fängt der Proband mit der ersten Zeile an. Nach 20 Sekunden fordert der Testleiter auf, in die nächste Zeile zu wechseln. Der Proband wird angehalten die Aufgabe so schnell wie möglich und auch ohne Fehler zu bearbeiten. Dadurch wird sowohl das Arbeitstempo (Leistungsmenge) als auch die Sorgfalt (Vermeidung von Fehlern) hervorgehoben. Zu Auswertungszwecken können u.a. sowohl die Bearbeitungsmenge, die Fehleranzahl, die fehlerkorrigierte Leistungsmenge als auch ein Konzentrationsleistungswert berechnet werden. Die innere Konsistenz wird je nach Stichprobe zwischen  $r = ,93$  und  $,98$ , und die Stabilität zwischen  $r = ,89$  und  $,94$  angegeben.

#### **4.3.2.5 EEG-Messwerte**

Die erhobenen EEG-Parameter sind in erster Linie die iCNV und der Habitationskoeffizient. Diese werden zu zwei Zeitpunkten erhoben. Einmal unmittelbar vor Beginn des aeroben Ausdauertrainings und ein zweites Mal nach Beendigung des aeroben Ausdauertrainings. Zum ersten Messzeitpunkt (Zeitpunkt t1) haben beide Gruppen bereits acht Wochen Tagebuch geführt und zum zweiten Messzeitpunkt (Zeitpunkt t2) haben beide Gruppen, zusätzlich zum Tagebuch, zehn Wochen lang ein aerobes Ausdauertraining absolviert. Diese genannten Messzeitpunkte sind die für die oben aufgezählten Fragestellungen relevanten Datenerhebungen.

#### 4.3.2.5.1 Exkurs: Elektroenzephalographische Untersuchungen

In diesem Teil der Arbeit soll auf die elektroenzephalographische Untersuchung eingegangen werden, da dieses Verfahren in der vorliegenden Studie als Hauptuntersuchungsinstrument Anwendung findet. Nach einer kurzen Einleitung wird zunächst darauf eingegangen, was genau mit dem EEG gemessen werden kann. Im Anschluss daran wird genauer beschrieben wie die Ableitung der zu messenden Hirnpotentiale erfolgen kann und welche potentiellen Störfaktoren und Artefakte bei einer Messung auftreten können. Schließlich wird kurz auf das Mittelungsverfahren eingegangen, da dieses bei der Messung evozierter Potentiale ein notwendiges Verfahren ist.

Elektroenzephalographie bezeichnet ein Verfahren zur Registrierung hirnelektrischer Aktivität an der Schädeloberfläche (Schandry, 1996, S. 216). Die hirnelektrische Aktivität wird gemessen an den von den Neuronen (Nervenzellen) im Gehirn ausgehenden elektrischen Potentialschwankungen (Membranpotentialen) (Schandry, 2003, S. 564). Ein elektrisches Potential eines einzelnen Neurons ist nicht an der Schädeloberfläche als ein solches Potential aufzeichnenbar, da nicht nur die Entfernung bis zur Schädeloberfläche zu groß ist, sondern auch die dazwischen liegenden Gewebsschichten, wie Haut, Knochen und Flüssigkeiten, zu große dämpfende Effekte ausüben. Ändern jedoch mehrere Neuronen gleichzeitig ihr Potential, kann dies gemeinsam zu einem ausreichend großen Gesamtpotential („Summenpotential“) führen, so dass dies an der Schädeldecke messbar ist (Schandry, 2003, S. 564). Die dabei entstehende Aufzeichnung wies Hans Berger (1929, zit. nach Witte, Hagemann & Haueisen, 2006, S. 1) als Erster am Menschen nach und schlug dafür den Namen „Elektroencephalogramm“ vor. Heutzutage kennt man die aufgezeichnete Kurve unter dem Begriff des Elektroenzephalogramms, abgekürzt auch EEG genannt (Schandry, 1996, S. 216).

Genauer definiert ist das EEG eine Darstellung eines Spannungsverlaufs in der Zeit. Beschrieben wird dieser Spannungsverlauf durch die Charakteristika der Amplitude, der Frequenz sowie der Wellenform (Schandry, 1996, S. 217). Dabei gibt die Amplitude die Spannung eines bioelektrischen Signals in Mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ) und die Frequenz die Häufigkeit eines wiederkehrenden Ereignisses pro Zeiteinheit in Hertz wieder (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 11 & S. 77).

Das EEG wird häufig eingesetzt zur Erkenntnisgewinnung von zerebralen Aktivierungsvorgängen, die im Zusammenhang mit Aufmerksamkeitsprozessen, Bewusstseinszuständen oder -veränderungen, sensorisch evozierter Gehirnaktivität, ereigniskorrelierter Gehirnaktivität und kortikaler Plastizität auftreten (Schandry, 2003, S. 565).

## Formen der EEG-Aktivität

Bei der hirnelektrischen Aktivität unterscheidet man zwischen der Spontanaktivität und der evozierten Aktivität (Schandry, 1996, S. 217). Unter Spontanaktivität versteht man insbesondere die spontane Erregungsbildung in Nerven (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 212). Sie ist vor allem bei der Untersuchung bezüglich des allgemeinen Zustands der Gehirnfunktion wichtig (Schandry, 2003, S. 565). Von einem evozierten Potential wird gesprochen, wenn durch eine Reizung efferenter Nerven Potentialänderungen im Gehirn ausgelöst werden (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 68). Dieser Art von Potentialen kommt bei der Untersuchung kurzfristiger Reaktionen auf bestimmte Ereignisse große Bedeutung zu (Schandry, 2003, S. 565). An dieser Stelle sollen diese Aktivitäten differenzierter betrachtet werden.

**Evozierte Aktivität:** Ein *ereigniskorreliertes Potential* (EKP, event related potential (ERP)) ist eine Potentialveränderung in der elektrischen Aktivität des Gehirns, die durch ein externes oder internes Ereignis ausgelöst wird (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 66). Das EKP ist eine eigenständige hirnelektrische Erscheinung, die zur Spontanaktivität hinzukommt (Schandry, 2003, S. 568). Besteht das Ereignis aus einem einfachen Reiz und besitzt es nur eine untergeordnete psychologische Bedeutung, gebraucht man an Stelle des Begriffs EKP auch den Begriff *evoziertes Potential* (EP) (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 66). In den meisten Fällen werden diese beiden Begriffe jedoch synonym verwendet (Schandry, 2003, S. 568).

Unter „Potential“ ist hier eine komplexe Wellenform mit mehreren Extrema zu verstehen (Schandry, 1996, S. 221). Die Dauer eines solchen Potentials beträgt meistens unter 500ms. Die einzelnen Abschnitte der Wellenberge und -täler bezeichnet man als *Komponenten* des evozierten Potentials. Schandry (2003, S. 568) unterscheidet vier Arten ereigniskorrelierter Potentiale: das sensorische EKP, das motorische EKP, das endogene EKP und die langsame Potentialverschiebung. Die nachfolgende Tabelle 12 listet diese EKP im Zusammenhang mit ihren Auslösefaktoren, ihrem Zeitpunkt des Auftretens und ihrer Gestalt auf.

**Tabelle 12: Arten ereigniskorrelierter Potentiale.**

Art der EKP	Auslösefaktoren	Auftreten	Gestalt
Sensorische EKP	Verarbeitung physikalischer Reizeigenschaften	Unmittelbar auf den Sinnesreiz	Frühe und späte Komponente
Endogene EKP	Wenn das Ereignis für das Individuum „bedeutungsvoll“ ist	250 – 600 ms nach einem Reiz	positive Welle (P300-Komponente)
Motorische EKP	Ausführung einer Willkürbewegung / einer motorischen Aktivität	Drei bis eine Sekunde vor der Reaktion	Zuerst langsame negative Verschiebung, dann positiv-negativ-positiver Wellenverlauf
Langsame Potentialverschiebungen (CNV)	Während der Vorbereitung auf eine motorische Reaktion oder während der Erwartung eines externen Reizes	Zwischen zwei Tönen	Langsame negative Potentialverschiebungen

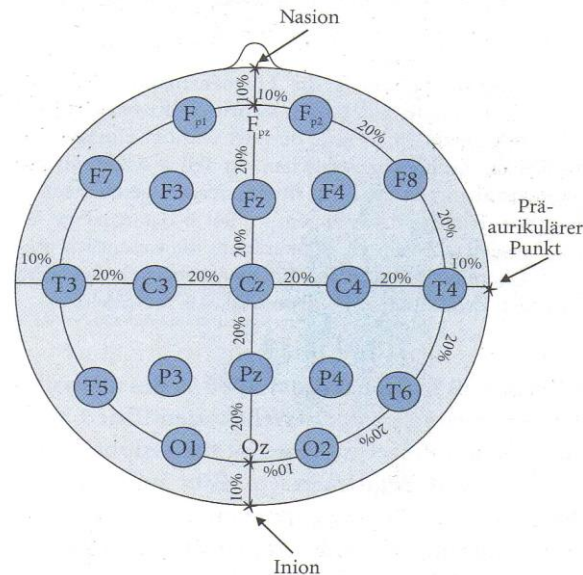
Genauer soll hier auf die *Contingent Negative Variation* (CNV) eingegangen werden. Diese gehört den langsamen Potentialverschiebungen an (Schandry, 1996, S. 225). Sie ist unter Anwendung des folgenden Paradigmas das erste Mal beobachtet worden: Es ertönt ein Warnstimulus, darauf folgt ein imperativer Reiz, bei dem der Proband eine motorische Reaktion ausführen soll. Zwischen diesen beiden Signalen zeigt sich eine deutliche negative Potentialverschiebung, die CNV. Mit Ausübung der motorischen Reaktion verschwindet diese Potentialverschiebung wieder. Zur Auslösung einer CNV muss nicht unbedingt eine motorische Reaktion gefordert werden, es reicht die Erwartung von bestimmten Anforderungen an den Organismus (Schandry, 1996, S. 226).

### Ableitungstechnik

Hauptaufgabe eines EEG-Gerätes ist die Erfassung und Darstellung der vom Gehirn generierten elektrischen Aktivität, die an mehreren Stellen der Kopfoberfläche gemessen wird. Die Erfassung erfolgt dabei in der Regel durch Silber-/Silberchlorid-(Ag/AgCl-)Elektroden, die durch eine elektrisch leitende Paste Kontakt mit der Hautoberfläche haben. Vor der Befestigung dieser Napfelektroden, die unter der Verwendung einer besonderen Kappe erfolgt, findet eine Reinigung der Ableitungsstellen mit Alkohol statt (Hinrichs, 2006, S. 10; Schandry, 1996, S. 230).

Die Platzierung der Elektroden erfolgt nach einem Standardsystem, dem 10-20-System (siehe Abb. 7) nach Jasper (1958). Das 10-20-System bezieht sich auf die folgenden vier Punkte: dem Nasion (Übergang Nasenrücken – Stirn), dem Inion (Einbuchtung am Hinterhauptsknöchel) und den beiden präaurikulären Punkten (Einbuchtung unterhalb des Jochbeins auf der Höhe der Ohren). Teilt man

die beiden Distanzen zwischen den sich gegenüberliegenden Punkten (zwischen dem Nasion und dem Inion bzw. zwischen den präaurikulären Punkten) nach dem Schema 10%, 20%, 20%, 20%, 20%, 10% auf, so ergeben sich die beiden Achsen dieses Koordinatensystems. Die Prozentwerte beziehen sich dabei auf den Gesamtabstand (Schandry, 1996, S. 231).



**Abbildung 18: Elektrodenposition nach dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958). Aus Schandry (2003), S. 573.**

Je nachdem zu welchen Elektroden die erhobene hirnelektrische Aktivität in Beziehung gesetzt wird, wird zwischen zwei Ableitungstechniken differenziert: Der bipolaren und der unipolaren Ableitung. Bei der bipolaren Ableitung werden zwei differente Elektroden an aktiven Orten verwendet. Bei der unipolaren Ableitung wird mit einer differenten Elektrode, geschaltet gegen eine indifferente Bezugselektrode an einen inaktiven Körperbereich, gearbeitet (Wehrli & Loosli-Hermes, 2003, S. 1). Inaktive Körperbereiche, die bei der unipolaren Ableitung als Ort für Referenzelektroden dienen können, sind die Ohrfläppchen, der Knochen hinter dem Ohr (Mastoid) oder die Nasenspitze. Für eine zusammenschaltete Referenz können auch beide Mastoide als inaktiver Platz für die beiden Elektroden gewählt werden (Schandry, 1996, S. 232).

Um Störeinflüsse, die außerhalb des Bereichs der interessierenden EEG-Frequenzen liegen, zu dämpfen, werden Hoch- und Tiefpassfilter verwendet (Schandry, 1996, S. 233). Der Hochpassfilter unterdrückt niedrigfrequente Signalanteile und lässt hohe Frequenzanteile durch (Schandry, 1996, S. 103). Tiefpassfilter hingegen dämpfen hohe Frequenzen. Je weiter dabei die Frequenz vom eingestellten Grenzwert entfernt ist, desto stärker wird diese gedämpft bzw. herausgefiltert.

## Artefakte

Artefakte sind Signale, die zwar vom Messfühler des EEG-Gerätes aufgenommen wurden, jedoch nicht gleichen Ursprungs sind, wie das zu messende Biosignal (Schandry, 1996, S. 111). Artefakte spielen aufgrund ihres niedrigen Nutzungssignals beim EEG eine besonders große Rolle. In der Aufzeichnung können aufgrund der hohen Verstärkung auch sehr geringe elektrische Störsignale auftreten (Schandry, 1996, S. 233-234). Schulz (2006, S. 84) unterscheidet zwei Arten von Artefakten: Physiologische (biologische und Bewegungs-) und technische Artefakte.

Speziell die **biologischen Artefakte** spielen eine wichtige Rolle. Die biologischen Artefakte sind die Potentialschwankungen, die zwar im Körper, aber nicht im Gehirn des Probanden entstehen. Zu den Ursachen dieser Art der Artefakte zählen Augen- und Lidbewegungen, Pulsationsschwankungen, Hautpotentiale und Muskelpotentiale (Schandry, 1996, S. 234).

Augenbewegungen führen besonders an präzentral bis frontal platzierten Elektroden zu Artefakten auf dem EEG. Augenbewegungen stellen besonders bei der Messung langsamer evozierter Potentiale eine schwer kontrollierbare Artefaktquelle dar. Daher sollte bei einer solchen Messung das Elektrookulogramm immer mit erhoben werden, so dass Phasen starker Augenbewegungen von der Auswertung ausgeschlossen werden können oder das EEG bezüglich dieser Einstreuungen korrigiert werden kann (Schandry, 1996, S. 234; Schulz, 2006, S. 84).

Lidbewegungen erkennt man im EEG durch ihre steilen, hochamplitudigen Ausschläge. Besonders an frontal gelegenen Elektroden kommt es zu Einstreuungen. Muskelartefakte spielen besonders beim Wach-EEG eine Rolle. Die Muskelpotentiale sind durch ihre deutlich höhere Amplitude und Frequenz gekennzeichnet. Pulsationsschwankungen entstehen, wenn die Elektrode auf oder in der Nähe eines pulsierenden Blutgefäßes sitzt. Pulsationsartefakte haben daher eine feste zeitliche Bindung an das EKG-Artefakt. Durch das Pulsieren kommt es zu einer Verschiebung innerhalb des elektrischen Systems „Elektrode-Haut“, was dann zu Potentialschwankungen führt. Die Pulsationsschwankungen sind durch ihre kurzen, steilen und relativ regelmäßigen Wellen zu erkennen und durch Versetzen der Elektrode leicht zu beheben (Schandry, 1996, S. 234; Schulz, 2006, S. 87).

Hautpotentialschwankungen treten als sehr niedrigfrequente Wellen (0,2-1Hz) im EEG auf (Schandry, 1996, S. 235). Durch kürzere Zeitkonstanten lassen sich diese in der Regel ausschließen. Da dies bei der Untersuchung langsamer EEG-Potentiale jedoch nicht möglich ist, wäre hier eine weitere Möglichkeit der Reduzierung der Hautpotentialschwankungen das Abtragen der obersten Epidermisschicht. Auch können Elektroden zur Abschätzung der Hautpotentialaktivität angebracht werden (Schandry, 1996, S. 235). Als Referenzort hat das Ohrläppchen das geringste Hautpotential (Picton & Hillyar, 1972, zit. nach Schandry, 1996, S. 235).



Auch **Bewegungsartefakte** sind durch den Probanden ausgelöste Potentialschwankungen. Sie treten dadurch auf, dass die Grenzschicht zwischen Elektrode und Haut gegeneinander bewegt wird oder die Berührungsflächen verändert werden. Durch Aufforderung des Probanden, sich möglichst ruhig zu verhalten und sich möglichst bequem hinzusetzen bzw. hinzulegen, kann eine Verringerung der Bewegungsartefakte herbeigeführt werden. Eine gute Haftung der Elektrode und eine vollständige Ausfüllung der Höhlung der Napfelektrode mit Paste tragen ebenfalls zur Reduzierung dieser Artefakte bei (Schandry, 1996, S. 133).

Quellen für **technische Artefakte** können die Umgebung, das EEG-Gerät, die Elektroden oder ein Bedienungsfehler des EEG-Gerätes sein (Schulz, 2006, S. 84). Diese Art von Artefakten betrifft oft nur einen Kanal. Schulz (2006, S. 84) schreibt: „Sie sind dem sonstigen EEG „aufgelagert“, ohne es zu modifizieren.“

Zusammenfassend betrachtet gibt es viele Faktoren, die das EEG beeinflussen können und durch die Empfindlichkeit des EEGs können verschiedene Artefakte schnell auftreten. Nichtsdestotrotz ist es gut möglich, viele dieser Einflussfaktoren zu kontrollieren und Artefakte zu vermeiden.

### **Mittelungsverfahren**

Das evozierte Potential stellt ein niedrigamplitudiges Signal dar, welches um einen Faktor 5 bis 20 geringer ist als der Amplitudenbereich des Spontan-EEG, dem sogenannten „Rauschen“. Das Signal bleibt dadurch im Rauschen verborgen. Es wird davon ausgegangen, dass der elektrokorticale Prozess (sprich das Signal) bei der Wiederholung desselben Reizes, derselben Reaktion oder desselben psychischen Vorgangs der gleiche ist (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 478; Schandry, 1996, S. 241).

Die Grundidee des Mittelungsverfahrens (Averagings) ist die, dass die Amplituden, die zum selben Zeitpunkt die gleiche Form und Phase haben, zunehmend größer und die variablen EEG-Wellen (einmal positiv, einmal negativ) gleich bleiben oder kleiner werden. Das bedeutet, dass der zufällig verteilte Rauschanteil mit zunehmender Wiederholung durch die Mittelung immer kleiner und das auf den Reiz zeitgebundene Signal immer deutlicher vom Rauschen abgetrennt wird. Zum Schluss des Summationsverfahrens wird das arithmetische Mittel der summierten Kurven gebildet, wodurch man die Originalgröße erhält. Je mehr Messstrecken erhoben werden, desto besser gelingt die Trennung (Birbaumer & Schmidt, 2006, S. 478; Schandry, 2003, S. 575).

#### 4.3.2.5.2 CNV-Messungen

Um eine möglichst artefaktarme Messung durchführen zu können, liegt der Patient mit offenen Augen in einem bequemen, verstellbaren Liegestuhl. Der Warnstimulus S1 und der imperative Reiz S2 kommen aus einem Lautsprecher vor dem Probanden.

Im vorliegenden Versuchsaufbau wird das EEG dreikanalig nach dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958) unipolar gegenüber verbundenen Mastoiden abgeleitet. Dabei wird für die Auswertung die Kopfposition Cz verwendet. Zur korrekten Lokalisation der Elektroden werden die Positionen mit einem Maßband zwischen Nasion und Inion ausgemessen. Die Haut wird mit Alkohol entfettet und Einmalelektroden (Typ Ag/AgCl, Nr- 2237, Hersteller: 3M Health Care in 41453 Neuss, Deutschland) werden angebracht. Zur Registrierung von Augenbewegungen wird ein EOG durch eine 2cm unter dem Auge angebrachte Elektrode abgeleitet. Als EEG-Verstärker wird das Fabrikat Nihon-Kohden Serie 4300 des Instituts für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie eingesetzt. Als Verstärkereinstellung für Cz wird die längst mögliche Zeitkonstante des Geräts von 5 Sekunden und ein Lowpassfilter von 35Hz geschaltet. Das EOG wird mit einer Zeitkonstante von 0,3 Sekunden und einem 70Hz Filter erfasst. Vor der eigentlichen EEG-Ableitung wird ein Eichvorgang durchgeführt. Danach wird das CNV-Paradigma durchgeführt und die EEG-Daten werden digital aufgezeichnet.

Die CNV-Daten werden mit 32 GO- und 8 NOGO-Durchgängen abgeleitet. Ein Durchgang besteht aus einem Warnreiz ( $S1_{GO}$ :  $F=1000\text{Hz}$ , 100ms, Sinuston, 75dB(a)) und einem imperativen Reiz ( $S2_{GO}$ :  $F=2500\text{Hz}$ , 100ms, Sinuston, 75dB(a)), auf den unmittelbar mit einem Tastendruck des dominanten Daumens reagiert werden muss. S2 dauert bis zum Tastendruck längstens 3 Sekunden. Die Zeitdauer zwischen S1 und S2 (Interstimulusintervall, ISI) beträgt  $t=3$  Sekunden; die Zeit zwischen zwei Durchgängen variierte zwischen 6 und 10 Sekunden. Bei den quasi-randomisiert eingestreuten NOGO-Durchgängen ( $S1_{NOGO}$ :  $F=200\text{Hz}$ , 100ms, Sinuston, 75dB(a)) erfolgt kein S2. NOGO-Durchgänge werden nicht ausgewertet, da sie lediglich zur Verhinderung einer allzu schnellen Habituation dienen. Die EEG-Ableitung erfolgt an der Position Cz mit verbundenen Mastoiden als Referenz; der Elektrodenübergangswiderstand beträgt etwa 20kOhm. Das EEG-Signal (Bandpass  $f=0,03\text{Hz} - f=35\text{Hz}$ ) wird mit einer Abtastrate von  $f=100\text{Hz}$  pro Kanal digitalisiert. Die Aufzeichnung beginnt jeweils eine Sekunde vor S1; diese Prä-Stimulusphase wird als Grundlinie für den jeweils nächsten Durchgang verwendet. Die Aufzeichnung endet zwei Sekunden nach S2. Zusätzlich wird zur Artefaktkontrolle das EOG abgeleitet. Bei Werten  $U>30\mu\text{V}$  wird die Aufzeichnung verworfen. Die 32 GO-Durchführungen werden über alle Patienten/-innen bzw. Kontrollen gemittelt.

Die Gesamt-CNV (tCNV) ist die mittlere Amplitude zwischen S1 und S2. Die frühe Komponente (iCNV) wird nach einem Verfahren von Böcker (1990) berechnet. Die späte Komponente (lCNV) ist die mittlere Amplitude im Intervall der letzten 200ms vor S2. Die Habituation der Komponenten wird mit Hilfe eines linearen Regressionsansatzes nach der Formel  $Y = aX + b$  berechnet, wobei  $a$  als Steigungswert und  $b$  als  $y$ -Achsenabschnitt (Intercept) steht. Ein Präaktivierungsniveau kann durch Zusammenfassung der 32 GO-Bedingungen in acht gemittelte Blöcke ermittelt werden, wobei der erste Block das Präaktivierungsniveau widerspiegelt.

### 4.3.3 Stör- und Kontrollvariablen

In dieser Untersuchung wurden die in der folgenden Tabelle dargestellten Stör- und Kontrollvariablen berücksichtigt.

**Tabelle 13: Störvariablen und deren Kontrolle in der vorliegenden Studie.**

Störvariablen und deren Kontrolle	
Variable	Art der Standardisierung
Medikamentendosis	Führung eines Tagebuchs
Periodizität der CNV mit dem Migräneanfallsverlauf	Messung der CNV immer vier Tage nach einem Migräneanfall
Einnahme von Prophylaktika	Ausschluss von Probanden mit Prophylaktika
Reduktion des Körpergewichts	Vorher-Nachher-Dokumentation
Motivation	/
Triggerfaktoren wie Hungerast, Hypoglykämie oder Flüssigkeitsmangel	Informationen und Beratung durch sportmedizinische Betreuung

Demnach kann während der Untersuchung die Störvariable „Medikamentendosis“ auftreten. Diese wurde durch die Führung eines Tagebuchs beobachtet. Die Periodizität der CNV stellt in sofern eine Störvariable dar als dass diese von dem Verlauf der Migräne abhängig ist. So ist die CNV kurz vor einem Anfall stark erhöht und kurz nach einem Anfall stark erniedrigt. Der Zeitpunkt der CNV-Erhebung wurde daher mit einer jeweiligen Erhebung vier Tage nach einem Anfall standardisiert. Die Einnahme von Prophylaktika ist dadurch ausgeschlossen, dass lediglich Probanden an der Studie teilnehmen dürfen, die keine solchen Medikamente einnehmen. Eine Reduktion des Körpergewichts kann bereits alleine schon zu einer Minderung der Migränesymptomatik führen. Durch eine „Vorher-Nachher-Dokumentation“, vor und nach dem zehnwöchigen Ausdauertraining, kann eine eventuelle Reduktion des Gewichts nachvollzogen werden. Die anfängliche Motivation für die Teilnahme an dieser Studie kann aus unterschiedlichen Gründen verschieden hoch sein, auch kann diese durch die Gruppeneinteilung beeinflusst sein. Eine Kontrollmöglichkeit ist hier nicht gegeben. Da es nicht möglich scheint diesen Faktor zu standardisieren und es üblich ist, diesen Faktor bei jeglichen Arten an Interventionsstudien unstandardisiert zu lassen, wurde diese Variable auch in dieser Studie unberücksichtigt gelassen. Die Motivation nach Beginn des Trainings kann durch die Teilnahme in einer Gruppe und die Anleitung durch einen Trainer begünstigt sein. Informationen und Beratung durch sportmedizinische Betreuung sollen die angesprochenen möglichen Triggerfaktoren wie Hungerast, Hypoglykämie oder Flüssigkeitsmangel minimieren.

### 4.3.4 Zusammenfassung der Variablen

Tabelle 14: Zusammenfassung der Variablen.

<b>Unabhängige Variable</b>	<b>Interventionsgruppe:</b> Aerobes stark fitnesssteigerndes Joggingtraining
	<b>Kontrollgruppe:</b> Aerobes gering fitnesssteigerndes Walkingtraining
<b>Abhängige Variablen</b>	<b>Wirkzusammenhang</b> Stressverarbeitung: SVF Aufmerksamkeitsleistung: TMT, d2, iCNV
	<b>Migräneparameter: Intensität, Anzahl</b> Kopfschmerztagebuch
<b>Störvariablen</b>	Periodizität der CNV mit dem Migräneverlauf Medikamentendosis Einnahme von Prophylaktika Reduktion des Körpergewichts Motivation Triggerfaktoren wie Hungerast, Hypoglykämie oder Flüssigkeitsmangel

### 4.4 Untersuchungsablauf

Die dargestellte Studie fand vom November 2010 bis Juni 2011 im Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein in Kiel statt. Zu Beginn dieser Studie erfolgte zuerst eine Schichtung bezüglich des Migräneauftretens der Probanden. Im Folgenden fand eine randomisierte Zuordnung der Probanden auf die beiden Versuchsbedingungen der Jogging- und der Walkinggruppe statt. Die Probanden mussten, um an der Studie teilnehmen zu dürfen, eine Migräne-Diagnose (G43) nachweisen.

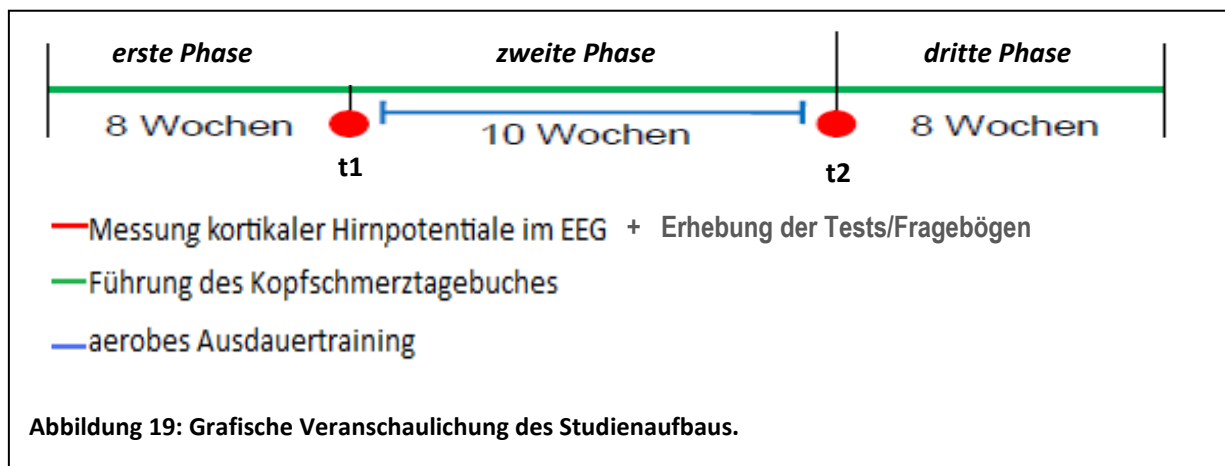
In der **Voruntersuchung** (zum Zeitpunkt t1) wurde daher zusätzlich eine Checkliste zu den ICD-10-Kriterien (siehe Anhang) mit den Probanden durchgegangen und sichergestellt, dass jeder Proband die sowohl oben dargelegten Voraussetzungen als auch die körperlichen Voraussetzungen für eine Teilnahme an der Studie erfüllt. Für die Feststellung der Erfüllung der körperlichen Voraussetzungen

erfolgte eine Befragung von Seiten der sportmedizinischen Leitung anhand einer Sportcheckliste. Schließlich fand eine allgemeine mündliche sowie schriftliche Aufklärung (siehe Anhang) bezüglich des Studienablaufs statt und wurde eine Einverständniserklärung (siehe Anhang) unterzeichnet. Es wurden dann in oben beschriebenen Fragebögen/Test angewendet und ein EEG vom Probanden aufgezeichnet.

In der **ersten Phase** führten alle Probanden über acht Wochen selbstständig ein Migränetagebuch. Dieses erfasste sowohl die Häufigkeit, Intensität und Dauer der Migräneattacken als auch die Begleiterscheinungen, die sportliche Aktivität und die Einnahme von Medikamenten.

Im Anschluss daran, zum Zeitpunkt t1 und somit zum Beginn der **zweiten Phase**, folgte erneut eine Untersuchung aller Probanden. In dieser Phase erfolgte für die beiden Gruppen ein zehnwöchiges aerobes Ausdauertraining in Form von Jogging oder Walking (genauerer siehe 4.3.1). Beide Gruppen führte während der gesamten Zeit das Tagebuch weiter.

Nach Abschluss der Absolvierung des zehnwöchigen Sportprogramms folgte zum Zeitpunkt t2 der Beginn der **dritten** und damit letzten **Phase**. Zu diesem Zeitpunkt wurden erneut die oben beschriebenen Test und Fragebögen sowie eine EEG-Messung mit jedem Probanden durchgeführt. Schließlich folgte eine weitere achtwöchige Phase, in welcher die Probanden das Tagebuch zu Ende führten. Abbildung 19 gibt den Untersuchungsablauf grafisch veranschaulicht wieder.



## 5 Formal-statistischer Versuchsplan

Im Folgenden soll die Wahl des formal-statistischen Versuchsplans begründet und die inhaltlichen Hypothesen in statistische Hypothesen umformuliert werden. Aufbauend darauf folgt eine allgemeine Erläuterung des Vorgehens bezüglich der statistischen Auswertung.

### 5.1 Begründung des formal-statistischen Versuchsplans

Aus der geplanten Untersuchung ergibt sich ein 2x2-Design (Gruppenzugehörigkeit x Messzeitpunkt). Die Gruppenzugehörigkeit folgt aus einer nach der Migränehäufigkeit geschichteten und im Anschluss randomisierten Zuordnung der Probanden zu den Gruppen. Es ergibt sich für die Jogginggruppe eine Stichprobengröße ( $n$ ) von 16 und für die Walkinggruppe ein  $n$  von 12. Bei diesen Probanden liegt ein kompletter Datensatz vor. Die für die Fragestellungen wichtigen Erhebungszeitpunkte befinden sich zum einen nach Ablauf der ersten Phase und somit unmittelbar vor dem Beginn des aeroben Ausdauertrainings ( $t_1$ ) und zum anderen nach Ablauf des Trainingsprogramms ( $t_2$ ). Die zu erhebenden Migräneparameter erfolgen über Tagebuchführung, die Stress- und Aufmerksamkeitsparameter erfolgen über Fragebogen- / Testerhebungen und die EEG-Messwerte erfolgen dreikanalig über die Kopfposition Cz nach dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958). Sie werden für beide Gruppen zu beiden Messzeitpunkten erhoben. Insgesamt ergeben sich somit 56 Messungen. Abbildung 20 gibt den Versuchsplan samt der Stichprobengröße und der Erwartungswerte bezüglich der iCNV pro Zelle wieder.

Gruppe \ Messzeitpunkt	t1 (vor der Intervention)	t2 (nach der Intervention)
Jogginggruppe	$n_{11}=16$ / $\mu_{11}$ (iCNV)	$n_{12}=16$ / $\mu_{12}$ (iCNV)
Walkinggruppe	$n_{22}=12$ / $\mu_{21}$ (iCNV)	$n_{23}=12$ / $\mu_{22}$ (iCNV)

Abbildung 20: Darstellung des angewandten 2x2-Versuchsdesigns.

## 5.2 Statistische Hypothesen

Im Folgenden sollen die unter 3.3 dargestellten inhaltlichen Hypothesen in statistische Hypothesen umformuliert werden. Die jeweils zu testende Hypothese ist die Alternativhypothese  $H_1$ , welche behauptet, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den zu vergleichenden Zellen besteht. Die Indikatoren „J“ und „W“ geben im Folgenden an, ob sich die Hypothesen auf die Jogging- bzw. Walkinggruppe beziehen.

Die statistischen Hypothesen bezogen auf den Interventionseffekt im „**Prä-Post-Vergleich**“ lauten:

1) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:

1.1) a.)  $H_{0J}$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl der Migräneattacken) =  $\mu_{12}$  (Anzahl der Migräneattacken)

$H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl der Migräneattacken) =  $\mu_{22}$  (Anzahl der Migräneattacken)

$H_{1J}$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl der Migräneattacken) >  $\mu_{12}$  (Anzahl der Migräneattacken)

$H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl der Migräneattacken) >  $\mu_{22}$  (Anzahl der Migräneattacken)

b.)  $H_{0J}$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl der Migränetage) =  $\mu_{12}$  (Anzahl der Migränetage)

$H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl der Migränetage) =  $\mu_{22}$  (Anzahl der Migränetage)

$H_{1J}$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl der Migränetage) >  $\mu_{12}$  (Anzahl der Migränetage)

$H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl der Migränetage) >  $\mu_{22}$  (Anzahl der Migränetage)

1.2)  $H_{0J}$ :  $\mu_{11}$  (Intensität der Migräneattacken) =  $\mu_{12}$  (Intensität der Migräneattacken)

$H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Intensität der Migräneattacken) =  $\mu_{22}$  (Intensität der Migräneattacken)

$H_{1J}$ :  $\mu_{11}$  (Intensität der Migräneattacken) >  $\mu_{12}$  (Intensität der Migräneattacken)

$H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Intensität der Migräneattacken) >  $\mu_{22}$  (Intensität der Migräneattacken)

2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:

2.1)  $H_{0J}$ :  $\mu_{11}$  (Stressreduzierende Strategien) =  $\mu_{12}$  (Stressreduzierende Strategien)

$H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Stressreduzierende Strategien) =  $\mu_{22}$  (Stressreduzierende Strategien)

$H_{1J}$ :  $\mu_{11}$  (Stressreduzierende Strategien) <  $\mu_{12}$  (Stressreduzierende Strategien)

$H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Stressreduzierende Strategien) <  $\mu_{22}$  (Stressreduzierende Strategien)



- 2.2)  $H_0$ :  $\mu_{11}$  (Stresserhöhende Strategien) =  $\mu_{12}$  (Stresserhöhende Strategien)  
 $H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Stresserhöhende Strategien) =  $\mu_{22}$  (Stresserhöhende Strategien)  
 $H_{1j}$ :  $\mu_{11}$  (Stresserhöhende Strategien) >  $\mu_{12}$  (Stresserhöhende Strategien)  
 $H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Stresserhöhende Strategien) >  $\mu_{22}$  (Stresserhöhende Strategien)

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung:

- 3.1)  $H_0$ :  $\mu_{11}$  (Bearbeitungszeit TMTA) =  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTA)  
 $H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Bearbeitungszeit TMTA) =  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTA)  
 $H_{1j}$ :  $\mu_{11}$  (Bearbeitungszeit TMTA) >  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTA)  
 $H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Bearbeitungszeit TMTA) >  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTA)

- 3.2)  $H_0$ :  $\mu_{11}$  (Bearbeitungszeit TMTB) =  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTB)  
 $H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Bearbeitungszeit TMTB) =  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTB)  
 $H_{1j}$ :  $\mu_{11}$  (Bearbeitungszeit TMTB) >  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTB)  
 $H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Bearbeitungszeit TMTB) >  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTB)

- 3.3)  $H_0$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
=  $\mu_{12}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
 $H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
=  $\mu_{22}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
 $H_{1j}$ :  $\mu_{11}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
>  $\mu_{12}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
 $H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)  
>  $\mu_{22}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)

- 3.4)  $H_0$ :  $\mu_{11}$  (iCNV) =  $\mu_{12}$  (iCNV)  
 $H_{0W}$ :  $\mu_{21}$  (iCNV) =  $\mu_{22}$  (iCNV)  
 $H_{1j}$ :  $\mu_{11}$  (iCNV) >  $\mu_{12}$  (iCNV)  
 $H_{1W}$ :  $\mu_{21}$  (iCNV) >  $\mu_{22}$  (iCNV)

$$3.5) H_0: \mu_{11}(b) = \mu_{12}(b)$$

$$H_{0W}: \mu_{21}(b) = \mu_{22}(b)$$

$$H_{1J}: \mu_{11}(b) < \mu_{12}(b)$$

$$H_{1W}: \mu_{21}(b) < \mu_{22}(b)$$

Die statistischen Hypothesen bezogen auf den Interventionseffekt im „*Intergruppenvergleich*“ lauten:

1.) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Migränesymptomatik:

$$1.1) \text{ a.) } H_0: \mu_{12}(\text{Anzahl der Migräneattacken}) = \mu_{22}(\text{Anzahl der Migräneattacken})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Anzahl der Migräneattacken}) < \mu_{22}(\text{Anzahl der Migräneattacken})$$

$$\text{ b.) } H_0: \mu_{12}(\text{Anzahl der Migränetage}) = \mu_{22}(\text{Anzahl der Migränetage})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Anzahl der Migränetage}) < \mu_{22}(\text{Anzahl der Migränetage})$$

$$1.2) H_0: \mu_{12}(\text{Intensität der Migräneattacken}) = \mu_{22}(\text{Intensität der Migräneattacken})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Intensität der Migräneattacken}) < \mu_{22}(\text{Intensität der Migräneattacken})$$

2) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Stressverarbeitung:

$$2.1) H_0: \mu_{12}(\text{Stressreduzierende Strategien}) = \mu_{22}(\text{Stressreduzierende Strategien})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Stressreduzierende Strategien}) > \mu_{22}(\text{Stressreduzierende Strategien})$$

$$2.2) H_0: \mu_{12}(\text{Stresserhöhende Strategien}) = \mu_{22}(\text{Stresserhöhende Strategien})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Stresserhöhende Strategien}) < \mu_{22}(\text{Stresserhöhende Strategien})$$

3) In Bezug auf die Hypothesen zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung:

$$3.1) H_0: \mu_{12}(\text{Bearbeitungszeit TMTA}) = \mu_{22}(\text{Bearbeitungszeit TMTA})$$

$$H_1: \mu_{12}(\text{Bearbeitungszeit TMTA}) < \mu_{22}(\text{Bearbeitungszeit TMTA})$$

3.2) H0:  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTB) =  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTB)

H1:  $\mu_{12}$  (Bearbeitungszeit TMTB) <  $\mu_{22}$  (Bearbeitungszeit TMTB)

3.3) H0:  $\mu_{12}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)

=  $\mu_{22}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)

H1:  $\mu_{12}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)

<  $\mu_{22}$  (Anzahl fehlerfrei bearbeitete Items im d2)

3.4) H0:  $\mu_{12}$  (iCNV) =  $\mu_{22}$  (iCNV)

H1:  $\mu_{12}$  (iCNV) <  $\mu_{22}$  (iCNV)

3.5) H0:  $\mu_{12}$  (b) =  $\mu_{22}$  (b)

H1:  $\mu_{12}$  (b) >  $\mu_{22}$  (b)

### 5.3 Statistische Auswertung

Die iCNV wurde als mittlere Amplitude innerhalb des Zeitintervalls von 550 bis 750ms nach S1 (Böcker et al., 1990) bestimmt. Die pro Untersuchungstermin für jeden Probanden erhobenen 32 Werte aus der GO-Bedingung wurden zu acht Blöcken á vier Durchgängen zusammengefasst. Die Habituation im Verlauf einer Untersuchung wurde mit Hilfe eines linearen Regressionsansatzes nach einer Geradengleichung mit der Formel  $Y = aX + b$  berechnet. Hiermit kann der Trend des Habituationsverlaufs beschrieben werden, wobei a die Steigung der Geraden und b die „Höhe“ der Geraden (Y-Achsenabschnitt, Intercept) wiedergibt. Das Ausmaß des Habituationsverhaltens wird durch den Betrag der negativen Steigung der Regressionsgeraden dargeboten, wohingegen eine positive Steigung als Dishabituation verstanden wird (Kropp et al., 1999).

Vor der Prüfung der aufgestellten Hypothesen wurden die Daten einer Prüfung bezüglich der Gleichheit der beiden Stichproben anhand eines Levene-Tests auf Varianzhomogenität und eines t-Tests für unabhängige Stichproben überprüft, um mögliche von vornherein bestehende Unterschiede bezüglich der abhängigen Variablen zwischen den Gruppen ausschließen zu können.

Im Anschluss daran wurden die aufgestellten Hypothesen folgendermaßen überprüft: Zuerst erfolgte eine Testung der Prä-Post-Vergleiche bezüglich der bereits aufgeführten abhängigen Variablen mit t-

Tests für abhängige Stichproben. Des Weiteren erfolgte eine Testung der aufgestellten Intergruppenhypothesen bezüglich der abhängigen Variablen mit t-Tests für unabhängige Stichproben.

Bei Testungen nichtparametrischer, nicht normalverteilter Werte wurde für die Berechnung abhängiger Stichproben der Wilcoxon Test und bei der Berechnung unabhängiger Stichproben zum Zeitpunkt t2 der Mann-Withney-Test angewendet.

Die Untersuchung einer eventuell bestehenden Interaktion zwischen dem Faktor „Verlauf“ und dem Faktor „Gruppe“, wurde bei Bestehen der Voraussetzungen (Normalverteilung, Unabhängigkeit, Varianzhomogenität) zusätzlich durch Anwendung des Verfahrens einer Varianzanalyse durchgeführt.

Vorweg wurde jeweils die Einhaltung der Voraussetzungen überprüft. Daher wurden die Daten vor der Durchführung der t-Tests mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung getestet. Das Signifikanzniveau wurde hierbei auf 20% (asymptotische Signifikanz, zweiseitig) festgelegt. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität wurde mit dem Levene-Test getestet.

Die Auswertungen wurden am PC mit SPSS 18 durchführen. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% wurde als signifikant angesehen.

## 6 Darstellung der Ergebnisse

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse dieser Arbeit vorgestellt werden. Dafür wird zuerst darauf eingegangen, ob die erhobenen Daten auch die notwendigen Voraussetzungen für die angestrebten Analysen erfüllen. Sie werden demnach auf ihre Verwendbarkeit geprüft. Es folgen die Ergebnisse der zu testenden Hypothesen. Dabei werden jeweils zuerst die Prä-Post-Vergleiche dargeboten, worauf die Intergruppenvergleiche folgen. Schließlich werden Ergebnisse von Zusatzauswertungen aufgeführt. Es gilt zu beachten, dass sich die nachfolgenden Ergebnisse ggf. auf wechselnde Stichprobengrößen beziehen, da die Vollständigkeit der Datensätze einzelner Probanden nicht immer gegeben war.

### 6.1 Verwendbarkeit der Daten

Vor der Zuordnung der Probanden zu den Gruppen, wurden die Teilnehmer bezüglich der Häufigkeit des Migräneauftretens in den ersten acht Vorbeobachtungswochen schichtweise den Gruppen randomisiert zugeteilt. Tabelle 15 gibt die deskriptive Verteilung bezüglich der Faktoren „Geschlecht“ und „Aurasymptomatik“ wieder. Die Gruppen unterschieden sich zu diesem Zeitpunkt nicht signifikant bezüglich des Geschlechts und dem Auftreten einer Aurasymptomatik (siehe Tabelle 15).

**Tabelle 15: Deskriptive Beschreibung der Gruppen vor Beginn des Trainings (n = 28).**

	N	Männer (%)	Frauen (%)	MO (%)	MA (%)
<b>Jogginggruppe</b>	16	3 (18,8)	13 (81,2)	12 (75,0)	4 (25,0)
<b>Walkinggruppe</b>	12	2 (16,7)	10 (83,3)	10 (83,3)	2 (16,7)

N = Stichprobengröße, MO = Migräne ohne Aura, MA = Migräne mit Aura, SD = Standardabweichung

Bezüglich dem Alter traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Jedoch zeigte sowohl die Variable „Anzahl der Migränetage“ als auch die Erkrankungsdauer nach Ausschluss des Drop Outs zu Beginn der Studie einen signifikanten Unterschied (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Deskriptive Beschreibung der Gruppen vor Beginn des Trainings (n = 28).

	Gruppe	N	M	SD
Anzahl der Migränetage in der 2 monatigen Vorbeobachtungsphase	Walkinggruppe	12	7,04	3,70
	Jogginggruppe	16	5,50	2,10
Erkrankungsdauer in Jahren	Walkinggruppe	12	22,80	9,50
	Jogginggruppe	16	17,00	11,00
Alter	Walkinggruppe	12	44,60	9,50
	Jogginggruppe	16	42,10	9,90

N = Stichprobengröße, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Nach Berücksichtigung des Drop Outs, wurde vor der Testung der Hypothesen, die Gleichheit der oben beschriebenen Stichprobe (Walking: n = 12; Jogging: n = 16) bezüglich der Migräneparameter (Attackenanzahl, Tage, Intensität und Dauer) zum Messzeitpunkt t1 getestet. Dazu erfuhr sowohl der Levene-Test zur Testung auf Varianzhomogenität als auch der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung Anwendung. Aufbauend darauf wurde der Zweistichproben-t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es ergab sich für die Variable „Migränetage“ ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Alle weiteren untersuchten Migränevariablen ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Bei allen im Folgenden erwähnten Vergleichen bzgl. der Migräneparameter lag mit Ausnahme der Variable „Dauer der Migränetage in Std./Monat“ Varianzhomogenität und Normalverteilung vor. Die Variable „Dauer der Migränetage in Std./Monat“ wurde zusätzlich mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben berechnet. Der Test ergab mit einem z von -,178 einen Intergruppen-Vergleich mit einem tendenziellen Effekt (Asymptotische Signifikanz = ,10; einseitig). Damit ist anzunehmen, dass die beiden Gruppen vor Beginn der Intervention annähernd (mit Einschränkung der Variable Schmerzdauer) das gleiche Ausgangsniveau bezüglich der zu messenden Migränevariablen aufwiesen.

**Tabelle 17:** Darstellung des Gruppenvergleichs vor dem Ausdauertraining in der achtwöchigen Vorbeobachtungsphase 1, berechnet auf einen Monat. Die Daten zeigen, mit Ausnahme der Variable „Migränetage“ nicht signifikante Ergebnisse (Signifikanzniveau:  $p = .20$ ) und deuten somit auf zwei Gruppen ohne signifikante Unterschiede bzgl. dreier Migränevariablen (Attackenanzahl, Intensität und Dauer) zu Beginn des Trainings hin.

Variable	Gruppe	N	M	SD	t	df	Sig. (zweiseitig)
<b>Migränetage / Monat</b>	Walkinggruppe	12	7,04	3,70	1,44	26	<b>,16*</b>
	Jogginggruppe	16	5,50	2,10			
<b>Migräneattacke n / Monat</b>	Walkinggruppe	12	4,46	2,34	,62	26	,54 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	3,94	2,07			
<b>Mittlere Intensität der Migräne</b>	Walkinggruppe	12	5,77	1,50	,99	26	,33 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	5,28	1,13			
<b>Mittlere Schmerzdauer der Attacken</b>	Walkinggruppe	12	9,21	4,28	1,16	23,81	,28 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	7,18	4,27			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz

## 6.2 Verbesserung der Migränesymptomatik

**Prä-Post-Vergleich:** Ziel war ein Vergleich der Migränehäufigkeit und der Migräneintensität im Zeitverlauf der beiden Gruppen. Zur Überprüfung dieser Hypothesen wurden t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Das Signifikanzniveau betrug hierbei insgesamt 5%. Es erfolgte eine Adjustierung nach Bonferroni. Die aufgeführten abhängigen Variablen wurden vorweg alle mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität getestet. Die Daten erfüllten alle die Voraussetzung der Normalverteilung und der Varianzhomogenität.

Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen 18 und 19. Für die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken und die Intensität der Migräneattacken sind die Differenz der Mittelwerte von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase), die Differenz der Standardabweichungen von Phase 1 und Phase 3, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben.

**Tabelle 18: Darstellung der Mittelwertvergleiche der drei abhängigen Migränevariablen von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für die Jogginggruppe (n = 16), berechnet auf einen Monat.**

Jogginggruppe	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
Anzahl der Migränetage	,84	1,41	2,39	15	,02*
Anzahl der Migräneattacken	,44	,95	1,85	15	,04*
Mittlere Migräneintensität	-,01	1,43	-,04	15	,49 (n.s)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

**Tabelle 19: Darstellung der Mittelwertvergleiche der drei abhängigen Migränevariablen von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für die Walkinggruppe (n = 12), berechnet auf einen Monat.**

Walkinggruppe	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
Anzahl der Migränetage	,96	,78	1,24	11	,12 (n.s.)
Anzahl der Migräneattacken	1,33	,52	2,55	11	,01*
Mittlere Migräneintensität	,49	,43	1,12	11	,14 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

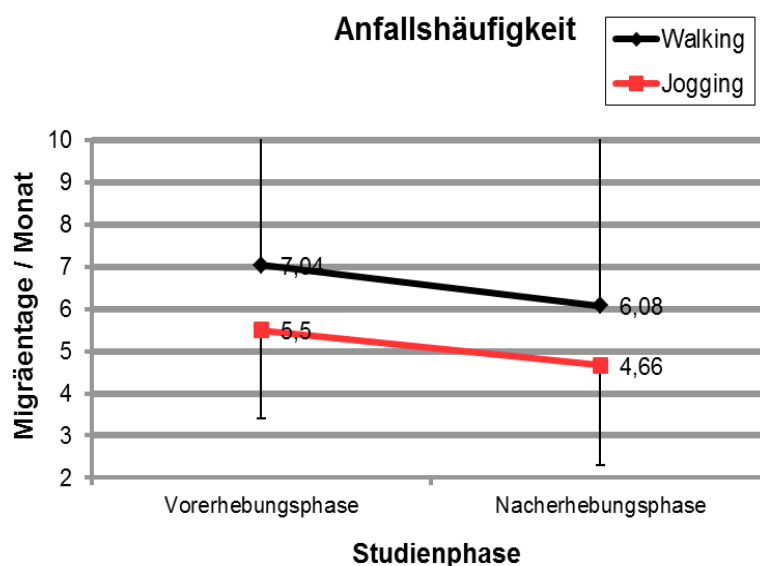
Es zeigte sich ein Effekt bezüglich der Migränehäufigkeit in beiden Gruppen. Sowohl die Anzahl der Migränetage ( $t(15) = 2,39$ ;  $p = ,02$ ) als auch die Anzahl der Migräneattacken ( $t(15) = 1,85$ ;  $p = ,04$ ) sank in der Jogginggruppe nach der Intervention signifikant. In der Walkinggruppe zeigt sich eine signifikante Reduktion der Anzahl der Migräneattacken ( $t(11) = 2,55$ ;  $p = ,01$ ). Die Anzahl der Migränetage reduzierte sich, jedoch nicht signifikant. Es gilt zu beachten, dass die Anzahl der Migränetage zum Zeitpunkt t1 ein signifikant unterschiedliches Niveau aufwies. Die Effekte zeigen die in der ersten Hypothese des Prä-Post-Vergleiches postulierte Richtung auf (siehe Tabelle 20). Die Variable „Migräneintensität“ zeigt unter beiden Bedingungen keine signifikanten Unterschiede. Abbildung 21 und 22 gibt aufbauend auf Tabelle 20 die Mittelwertunterschiede der Migränehäufigkeit für erste und dritte Phase der beiden Gruppen wieder.



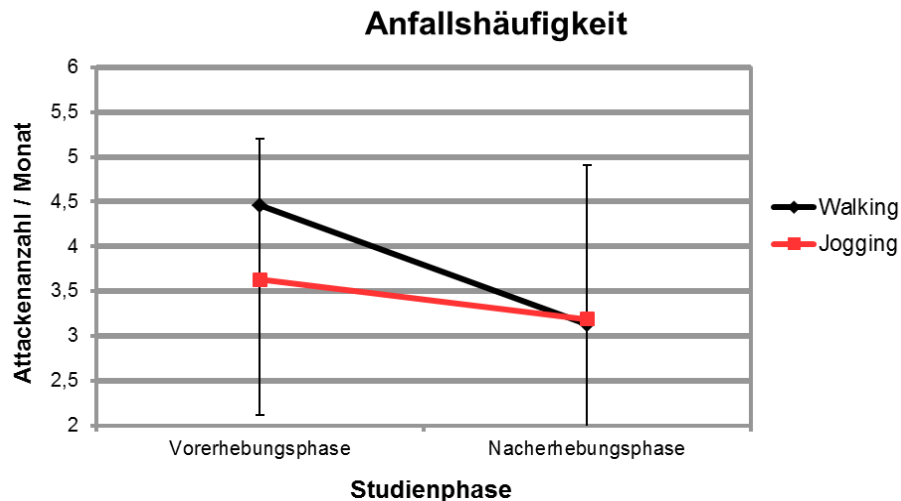
**Tabelle 20:** Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Migräneparameter für beide Phasen 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für beide Gruppen (Jogginggruppe: n = 16; Walkinggruppe: n = 12), berechnet auf einen Monat.

	$M_{\text{Walking}}$	$SD_{\text{Walking}}$	$M_{\text{Jogging}}$	$SD_{\text{Jogging}}$
Anzahl der Migränetage Phase 1	7,04	3,70	5,50	2,10
Anzahl der Migränetage Phase 3	6,08	4,14	4,66	2,35
Anzahl der Migräneattacken Phase 1	4,46	2,34	3,94	2,07
Anzahl der Migräneattacken Phase 3	3,13	1,57	3,19	1,72
Mittlere Migräneintensität Phase 1	5,77	1,50	5,28	1,13
Mittlere Migräneintensität Phase 3	5,29	1,47	5,03	1,45

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung



**Abbildung 21:** Darstellung der Mittelwerte der Migränetage pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für beide Gruppen dargeboten. Die dazugehörigen Werte sind der Tabelle 20 zu entnehmen. Die Gruppen unterschieden sich zum Zeitpunkt t1 signifikant voneinander ( $p \leq .20$ ). Die Reduktion der Jogginggruppen erwies sich als signifikant (Jogginggruppe:  $t(15) = 2,39$ ,  $p = ,02$ , Walkinggruppe:  $t(11) = 1,24$ ,  $p = ,12$ ).



**Abbildung 22:** Darstellung der Mittelwerte der Attackenanzahl pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für beide Gruppen dargeboten. Die dazugehörigen Werte sind der Tabelle 20 zu entnehmen. Es zeigte sich eine signifikante Reduktion der Attackenanzahl in beiden Gruppen (Jogginggruppe:  $t(15) = 1,85$ ,  $p = ,04$ ; Walkinggruppe:  $t(11) = 2,55$ ,  $p = ,01$ ).

**Intergruppenvergleich:** Mit Hilfe der ersten beiden Intergruppenvergleichs-Hypothesen wurden Vergleiche der Migränehäufigkeit und -intensität zwischen den beiden Gruppen angestrebt. Es fand ein t-Test für unabhängige Stichproben mit einem Signifikanzniveau von 5% Anwendung. Die aufgeführten abhängigen Variablen wurden vorweg alle mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität überprüft. Die Daten erfüllten alle die Voraussetzung der Normalverteilung und der Varianzhomogenität.

Die Ergebnisse finden sich in der Tabelle 21. Für die Anzahl der Migränetage im Monat, die Anzahl der Migräneattacken im Monat und die mittlere Migräneintensität sind, getrennt nach der Gruppe, jeweils die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargeboten. Es sind je der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben. Es zeigten sich keinerlei signifikante Unterschiede.

**Tabelle 21: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining in der achtwöchigen Nachbeobachtungsphase 3, berechnet auf einen Monat.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	T	df	Sig. (einseitig)
<b>Migränetag / Monat</b>	Walkinggruppe	12	6,08	4,14	1,157	26	,13 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	4,66	2,35			
<b>Migräneattacke n / Monat</b>	Walkinggruppe	12	3,13	1,57	-,099	26	,46 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	3,19	1,72			
<b>Mittlere Intensität der Migräne</b>	Walkinggruppe	12	5,29	1,47	,467	26	,32 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	5,03	1,45			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz

Zur Überprüfung eventuell vorliegender Interaktionseffekte bezüglich des Faktors „Verlauf x Gruppe“ wurde eine Varianzanalyse für die folgenden drei Migräneparameter durchgeführt: die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken und der mittleren Migräneintensität. Die aufgeführten abhängigen Variablen wurden vorweg alle mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität getestet. Die Daten erfüllten alle die Voraussetzung der Normalverteilung und der Varianzhomogenität. Die Auflistung der Ergebnisse erfolgt in der Tabelle 22. Für die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken und die mittlere Migräneintensität sind jeweils die drei Faktoren der Varianzanalyse (die zwei Zwischensubjekt Faktoren „Gruppe“ und „Verlauf“ und der Interaktionsfaktor „Gruppe x Verlauf“) mit der zugehörigen Summe der quadrierten Abweichungen, den Freiheitsgraden (df), der mittleren quadrierten Abweichung, dem F-Wert und der zweiseitigen Signifikanz angegeben. Der Vollständigkeit halber sind ebenfalls die Fehler-Werte angegeben.

**Varianzanalyse:** Bei dem Zwischensubjektfaktor „Verlauf“ der **Migränetage** stellte sich ein Effekt ein ( $F_{(1, 26)} = ,31$ ;  $p = ,03$ , zweiseitige Signifikanz). Dies bedeutet, dass sich die Mittelwerte der Gruppen über die beiden Messphasen 1 und 3 signifikant geändert haben. Sowohl der zweite Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ der Variable Migränetage als auch die Interaktion „Verlauf x Gruppe“ zeigten keine signifikanten Effekte. Es ergab sich des Weiteren ein signifikanter Effekt des Zwischensubjektfaktor „Verlauf“ der **Migräneattacken** ( $F_{(1, 26)} = 11,27$ ;  $p = ,00$ , zweiseitige Signifikanz). Der zweite Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ der Variable Migräneattacken sowie die Interaktion „Verlauf x Gruppe“ zeigten keine signifikanten Effekte, wobei der Interaktionseffekt lediglich marginal, mit einem einseitigen Wert von ,051, über dem Signifikanzniveau liegt. Für die

Variable **Migräneintensität** sind weder die beiden Zwischensubjektunterschiede noch die Interaktion „Verlauf x Gruppe“ signifikant geworden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 22 dargestellt. Tabelle 20 stellt die dazugehörigen Mittelwerte der Migränevariablen für die Messphasen 1 und 3 dar und die Abbildungen 21 und 22 stellen die Mittelwerte der Variablen „Migränetage“ und „Migräneattacken“ grafisch dar.

**Tabelle 22: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse. Dargestellt sind jeweils die Zwischensubjektunterschiede auf den Faktoren „Verlauf“ und „Gruppe“ und die Interaktionen zwischen diesen Faktoren für die drei abhängigen postulierten Migränevariablen.**

	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig. (2-seitig)
<b>Migränetage</b>	Verlauf	11,13	1	11,13	5,31	<b>,03*</b>
	Verlauf x Gruppe	,06	1	,05	,02	,89 (n.s.)
	Fehler(Verlauf)	30,22	1	30,22	1,82	,19 (n.s.)
	Fehler(Gruppe)	54,44	26	2,10		
	Fehler(Gruppe)	432,96	26	16,65		
<b>Migräneattacken</b>	Verlauf	10,75	1	10,75	11,27	<b>0,00*</b>
	Verlauf x Gruppe	2,75	1	2,75	2,88	,10 (n.s.)
	Fehler(Verlauf)	2,04	1	2,04	,37	,55 (n.s.)
	Fehler(Gruppe)	24,80	26	,95		
	Fehler(Gruppe)	143,68	26	5,53		
<b>Migräneintensität</b>	Verlauf	,76	1	,76	,71	,41 (n.s.)
	Verlauf x Gruppe	,85	1	,86	,80	,38 (n.s.)
	Fehler(Verlauf)	3,56	1	3,56	1,25	,27 (n.s.)
	Fehler(Gruppe)	27,72	26	1,07		
	Fehler(Gruppe)	74,24	26	2,86		

Quadratsumme vom Typ III = Summe der quadrierten Abweichungen; df = Freiheitsgrade; Mittel der Quadrate = mittlere quadrierte Abweichung; F = F-Wert; Sig. = Signifikanz; \* p < ,05

### 6.3 Verbesserung der Stressverarbeitung

**Prä-Post-Vergleich:** Es fand anhand t-Tests für abhängige Stichproben ein Vergleich der positiven (stressreduzierenden) und negativen (stresserhöhenden) Stressverarbeitungsstrategien im Zeitverlauf der beiden Gruppen statt. Das Signifikanzniveau betrug hierbei 5%. Zuvor wurde die Überprüfung der Variablen auf Normalverteilung, fand vorweg der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest Anwendung. Eine Testung der Varianzhomogenität erfolgte anhand des Levene-Tests. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität war bei der Variable „negative Verarbeitungsstrategien“ nicht gegeben. Die Ergebnisse des t-Tests für die positiven Strategien finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Es sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz, getrennt für die beiden Gruppen, angegeben.

**Tabelle 23: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die Jogginggruppe.**

Jogginggruppe (n=17)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
<b>Skala der positiven Strategien t1 – t2</b>	-,29	1,44	-,82	16	,21 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

**Tabelle 24: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die Walkinggruppe.**

Walkinggruppe (n=14)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
<b>Skala der positiven Strategien t1 – t2</b>	-,14	2,29	-,22	13	,42 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Es zeigte sich keinerlei Effekt bezüglich der positiven Stressverarbeitungsstrategien von vor zu nach dem Training in beiden Gruppen.

Für einen Prä-Post-Vergleich der negativen Verarbeitungsstrategien, wurde wegen der vorliegenden Varianzheterogenität eine Testung anhand des Wilcoxon-Tests für zwei verbundene Stichproben durchgeführt. Im Folgenden sind daher die Ergebnisse zu der Variable „negative Stressverarbeitungsstrategien“ dargestellt.

**Tabelle 25: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „negativen Stressverarbeitungsstrategien“ des SVF für die Walkinggruppe.**

Walkinggruppe (n = 14)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Negative Ränge	10	6,00	60,00
Positive Ränge	3	10,33	31,00
Bindungen	1		
Gesamt	14		

Es zeigt sich in der Walkinggruppe, dass bei zehn Probanden der Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 2“ kleiner war als Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 1“. Wohingegen bei drei Probanden der Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 2“ größer war als Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 1“. Bei einem der Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien“ zu beiden Zeitpunkten gleich war. Es ergibt sich daher bei einem z von -1,02 kein signifikanter Prä-Post-Vergleich der Anzahl der Skala der negativen Verarbeitungsstrategien (Asymptotische Signifikanz ,16; einseitig).

**Tabelle 26: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „negativen Stressverarbeitungsstrategien“ des SVF für die Jogginggruppe.**

Jogginggruppe (n = 14)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Negative Ränge	8	9,31	74,50
Positive Ränge	9	9,65	96,50
Bindungen	0		
Gesamt	17		

In der Jogginggruppe, war bei acht Probanden der Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 2“ kleiner als Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 1“. Bei neun Probanden war der Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 2“ größer als Wert der „Skala der negativen Verarbeitungsstrategien zum Zeitpunkt 1“. Kein Proband wies einen zu beiden Zeitpunkten gleich großen Wert auf. Mit einem z-Wert von -,479 zeigte sich somit kein signifikanter Prä-Post-Vergleich der Anzahl der Skala der negativen Verarbeitungsstrategien (Asymptotische Signifikanz ,32; einseitig).

Die nachfolgende Tabelle 27 zeigt die sich nicht signifikant voneinander unterscheidenden Mittelwerte der Stressverarbeitungsstrategien für t1 und t2 der beiden Gruppen auf.

**Tabelle 27: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Stressverarbeitungsparameter für beiden Messzeitpunkt t1 und t2 für beide Gruppen (Jogginggruppe: n = 17; Walkinggruppe: n = 14).**

	$M_{\text{Walking}}$	$SD_{\text{Walking}}$	$M_{\text{Jogging}}$	$SD_{\text{Jogging}}$
<b>Positive Strategien t1</b>	12,06	2,55	11,78	1,90
<b>Positive Strategien t2</b>	12,20	2,74	12,07	1,61
<b>Negative Strategien t1</b>	11,67	3,50	10,61	1,51
<b>Negative Strategien t2</b>	11,14	3,40	11,04	1,45

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

**Intergruppenvergleich:** Die Intergruppenvergleichs-Hypothesen stellen Annahmen über Vergleiche der Stressverarbeitungsstrategien zwischen den beiden Gruppen an. Die Vergleiche wurden statistisch mit t-Tests für unabhängige Stichproben mit einem Gesamtsignifikanzniveau von 5% durchgeführt. Dabei wurden alle abhängigen Variablen sowohl mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung als auch mit dem Levene-Test auf Varianzhomogenität überprüft. Die Daten erfüllten alle die Voraussetzung der Normalverteilung. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität war bei der Variable „negative Verarbeitungsstrategien“ nicht gegeben.

Die Ergebnisse finden sich in der nachfolgenden Tabelle 28. Für die Anzahl der im Mittel angewendeten positiven Stressverarbeitungsstrategien sind jeweils getrennt nach der Gruppe, die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargeboten. Es sind je der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz aufgeführt. Es zeigten sich keinerlei signifikante Unterschiede. Da die Voraussetzung der Varianzhomogenität bei der Variable „negative Verarbeitungsstrategien“ nicht gegeben war, wurde der Vergleich anhand des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Mit einem z von -0,20 ergab sich ein nichtsignifikantes Ergebnis ( $p = ,49$ , einseitig).

**Tabelle 28: Darstellung des Gruppenvergleichs der Stressverarbeitungsstrategien nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	T	df	Sig. (einseitig)
<b>Positive Stressverarbeitungsstrategien</b>	Walkinggruppe	14	12,20	2,74	,17	29	,43 (n.s.)
	Jogginggruppe	17	12,07	1,61			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz

## 6.4 Verbesserung der Aufmerksamkeit

Im Folgenden soll auf die Ergebnisse der Aufmerksamkeitsparameter eingegangen werden. Dazu werden zuerst die Ergebnisse des Trail Making Tests A und B, die Ergebnisse des Tests d2 und die Ergebnisse des EEGs (iCNV und Habituation) dargeboten.

### 6.4.1 Trail Making Test TMT

**Prä-Post-Vergleich:** Die beiden Prä-Post-Hypothesen zum Trail Making Test, bezogen sich, getrennt für beide Gruppen, auf einen Vergleich der Bearbeitungsgeschwindigkeit von vor zu nach der Ausführung des aeroben Trainings. Mit einem Signifikanzniveau von insgesamt 5% wurden diese Hypothesen durch die Anwendung von t-Tests für abhängige Stichproben überprüft. Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Für die Bearbeitungszeiten der beiden Tests TMT A und TMT B sowie deren Prozentränge sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz, getrennt für die beiden Gruppen, angegeben. Die Walkinggruppe wies dabei ein n von 15 und die Jogginggruppe von 18 auf.

**Tabelle 29: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der TMT-Parameter für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen.**

	$M_{\text{Walking}}$	$SD_{\text{Walking}}$	$M_{\text{Jogging}}$	$SD_{\text{Jogging}}$
<b>TMTA in Sekunden t1</b>	28,32	6,44	22,65	5,28
<b>TMTA in Sekunden t2</b>	25,30	10,18	20,57	5,02
<b>TMTB in Sekunden t1</b>	75,04	25,67	57,62	15,76
<b>TMTB in Sekunden t2</b>	60,00	17,92	50,33	16,68
<b>TMTA als Prozentrang t1</b>	64,00	25,86	82,78	17,08
<b>TMTA als Prozentrang t2</b>	80,00	28,54	87,78	19,87
<b>TMTB als Prozentrang t1</b>	49,00	26,61	63,89	28,73
<b>TMTB als Prozentrang t2</b>	69,33	28,65	81,67	23,58

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Es zeigte sich ein Effekt bezüglich der Bearbeitungszeit in Sekunden des Trail Making Tests B. Sowohl in der Jogging- ( $t(17) = 2,04$ ;  $p = ,03$ ) als auch in der Walkinggruppe ( $t(14) = 2,61$ ;  $p = ,01$ ) reduzierte sich die Bearbeitungszeit signifikant. Dabei reduzierte sich die Bearbeitungszeit des TMT B in Sekunden in der Walkinggruppe stärker als in der Jogginggruppe. Zusätzlich reduzierte sich die Bearbeitungszeit des TMT A in der Jogginggruppe ( $t(17) = 1,93$ ;  $p = ,04$ ) signifikant. Bezüglich der aufs Alter standardisierten Prozentränge der Bearbeitungszeit des TMT B, zeigte sich in beiden Gruppen



(Walking:  $t(14) = -2,83$ ;  $p = ,01$ ; Jogging:  $t(17) = -2,85$ ;  $p = ,01$ ) ein Effekt. Zusätzlich stellte sich in der Walkinggruppe im TMT A ( $t(14) = -1,88$ ;  $p = ,04$ ) ein signifikanter Effekt ein. Die Prozentränge erhöhten sich dabei alle signifikant zum Postzeitpunkt. Diese Effekte zeigen, die in den Hypothesen des Prä-Post-Vergleiches postulierte Richtung auf (siehe Tabelle 29). Die Mittelwertsunterschiede sind in den nachfolgenden zwei Tabellen 30 und 31 dargeboten und in den folgenden zwei Abbildungen grafisch veranschaulicht.

**Tabelle 30: Darstellung der Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die Walkinggruppe.**

Walkinggruppe (n=15)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
<b>TMTA in Sekunden t1– t2</b>	3,02	11,06	1,06	14	,15 (n.s.)
<b>TMTA als Prozentrang t1– t2</b>	-16,00	32,91	-1,88	14	,04*
<b>TMTB in Sekunden t1 – t2</b>	15,00	22,35	2,61	14	,01*
<b>TMTB als Prozentrang t1 – t2</b>	-20,33	27,80	-2,83	14	,01*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

**Tabelle 31: Darstellung der Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die Jogginggruppe.**

Jogginggruppe (n=18)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
<b>TMTA in Sekunden t1– t2</b>	2,09	4,58	1,93	17	,04*
<b>TMTA als Prozentrang t1– t2</b>	-5,00	21,49	-,99	17	,17 (n.s.)
<b>TMTB in Sekunden t1 – t2</b>	7,29	15,19	2,04	17	,03*
<b>TMTB als Prozentrang t1 – t2</b>	-17,78	26,47	-2,85	17	,01*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

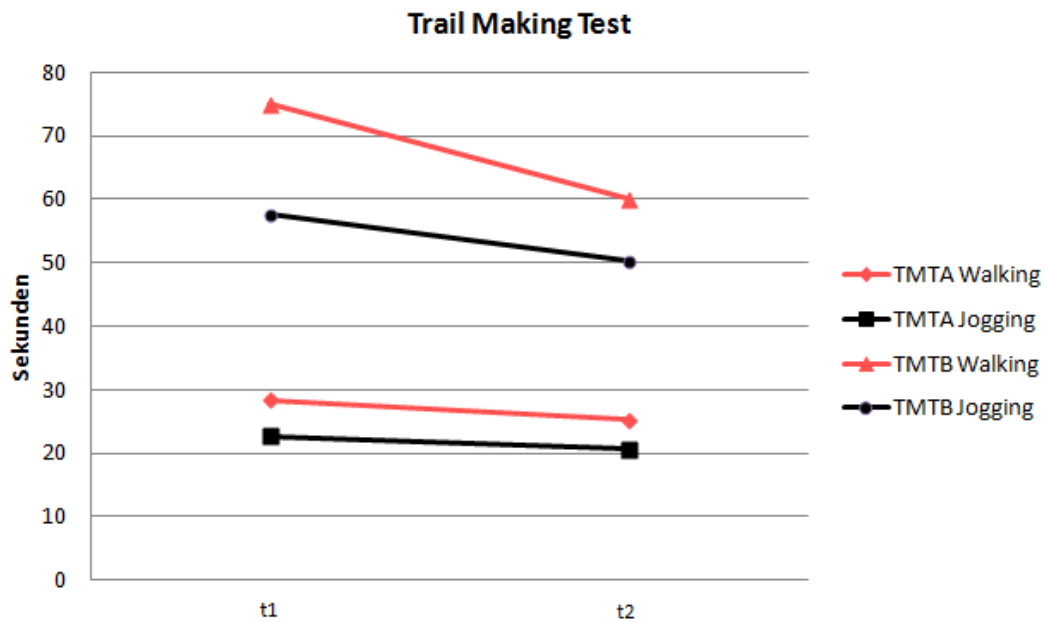


Abbildung 23: Gruppenmittelwerte der TMT-Parameter in Sekunden für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen. Die Walkinggruppe wies eine stärkere Reduktion der Bearbeitungszeit in Sekunden auf.

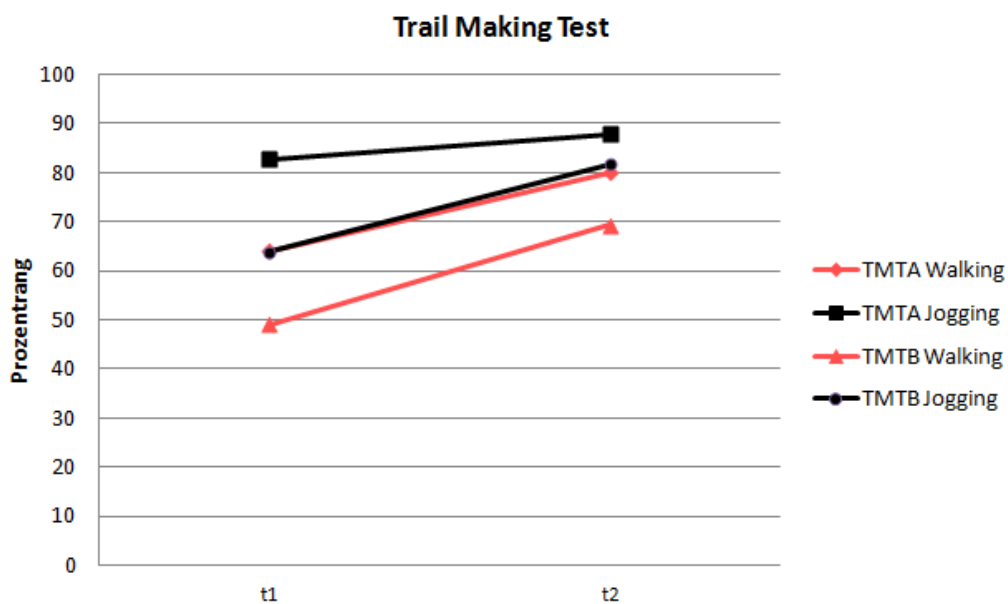


Abbildung 24: Gruppenmittelwerte der TMT-Parameter als Prozentrang für beide Messzeitpunkte t1 und t2 für beide Gruppen.

**Intergruppenvergleich:** Zur statistischen Überprüfung eines Mittelwertsvergleich der Bearbeitungszeiten und deren Prozenträge des TMT A und TMT B zwischen den beiden Gruppen, erfolgten t-Tests für unabhängige Stichproben mit einem Gesamtsignifikanzniveau von 5%. Zur Überprüfung der Einhaltung der Voraussetzungen wurden abhängige Variablen vorweg sowohl mit

dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf die Voraussetzung der Normalverteilung als auch mit dem Levene-Test auf die Voraussetzung der Varianzhomogenität geprüft. Alle Daten erfüllten die Voraussetzung der Normalverteilung. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität war bei der Variable „Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A“ nicht gegeben.

In Tabelle 32 findet sich die Darstellung der Ergebnisse. Für die mittlere Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A und des TMT B und die mittleren Prozenträge des TMT A und TMT B, sind jeweils getrennt nach der Gruppe, die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen angegeben. Es wird jeweils der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz dargeboten. Signifikante Unterschiede zeigten sich keine, jedoch drei marginale Effekte: der mittleren Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A ( $t(19,58) = 1,64$ ;  $p = ,06$ ) und des TMT B ( $t(31) = 1,60$ ;  $p = ,06$ ) und der mittleren Prozenträge des TMT B ( $t(31) = -1,36$ ;  $p = ,09$ ). Die Jogginggruppe wies je eine marginal schnellere Bearbeitungszeit auf, sowie einen marginal höheren mittleren Prozenrang der Bearbeitungszeit des TMT B zum Zeitpunkt t2.

**Tabelle 32: Darstellung des Gruppenvergleichs der TMT-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	T	df	Sig. (einseitig)
<b>TMTA in Sekunden t2</b>	Walkinggruppe	15	25,30	10,18	1,64	19,58	<b>,06<sup>+</sup></b>
	Jogginggruppe	18	20,57	5,02			
<b>TMTA als Prozenrang t2</b>	Walkinggruppe	15	80,00	28,54	-,92	31	,18 (n.s.)
	Jogginggruppe	18	87,78	19,87			
<b>TMTB in Sekunden t2</b>	Walkinggruppe	15	60,00	17,92	1,60	31	<b>,06<sup>+</sup></b>
	Jogginggruppe	18	50,33	16,68			
<b>TMTB als Prozenrang t2</b>	Walkinggruppe	15	69,33	28,65	-1,36	31	<b>,09<sup>+</sup></b>
	Jogginggruppe	18	81,67	23,58			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz

Die Voraussetzung der Varianzhomogenität war bei der Variable „Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A“ nicht gegeben, so dass die Daten bei ungleicher Zellenbesetzung anhand einer t-Test-Statistik nur eingeschränkt interpretierbar wären. Eine zusätzliche Auswertung dieses Parameters anhand des

Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben ergab mit einem z von -1,52 einen Intergruppen-Vergleich mit einem tendenziellen Effekt (Asymptotische Signifikanz ,07; einseitig).

**Tabelle 33: Parameter des Mann-Whitney-Tests bezogen auf die Variable „Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A“ als Rohwert zum Zeitpunkt 2.**

Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Walkinggruppe	15	19,80	297,00
Jogginggruppe	18	14,67	264,00
Gesamt	33		

Mann-Whitney-U	93,00
Wilcoxon-W	264,00
Z	-1,52
Signifikanz (einseitig)	,07

#### 6.4.2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2

**Prä-Post-Vergleich:** Zur Überprüfung eines Vergleichs der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen im Zeitverlauf der beiden Gruppen fanden t-Tests für abhängige Stichproben Anwendung. Das Signifikanzniveau betrug hierbei insgesamt 5%. Für die fehlerfrei bearbeiteten Zeichen (Gesamtzahl - Fehlerzahl), für die Gesamtanzahl der bearbeiteten Zeichen sowie für die Fehleranzahl sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz, getrennt für die beiden Gruppen, in den Tabellen 35 und 36 angegeben. Die Walkinggruppe wies dabei ein n von 15 und die Jogginggruppe von 18 auf. Die dazugehörigen deskriptiven Werte finden sich in Tabelle 34.

**Tabelle 34: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der d2-Parameter für beide Messzeitpunkt t1 und t2 für beide Gruppen.**

	$M_{Walking}$	$SD_{Walking}$	$M_{Jogging}$	$SD_{Jogging}$
<b>Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t1</b>	428,20	39,59	450,89	111,83
<b>Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t2</b>	446,13	62,07	501,56	64,84
<b>Gesamtzahl - Fehleranzahl t1</b>	407,33	38,26	459,17	77,70
<b>Gesamtzahl - Fehleranzahl t2</b>	424,73	60,65	483,33	67,83
<b>Fehleranzahl t1</b>	22,07	15,06	16,56	10,55
<b>Fehleranzahl t2</b>	21,40	15,64	18,28	8,72

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Es zeigten sich in der Jogginggruppe signifikante Effekte bezüglich der Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen ( $t(17) = -2,28$ ;  $p = ,02$ ) und der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen (Gesamtzahl – Fehleranzahl) ( $t(17) = -2,24$ ;  $p = ,02$ ). In der Walkinggruppe zeigte sich, bezogen auf diese zwei Parameter, je ein marginaler Effekt (Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen ( $t(14) = -1,54$ ;  $p = ,07$ ); fehlerfrei bearbeitete Zeichen ( $t(14) = -1,63$ ;  $p = ,06$ )). Die Anzahl erhöhte sich bei den erwähnten Effekten dabei hypothesenkonform (siehe Tabelle 34). Die gemachte Gesamtfehleranzahl zeigte, unabhängig von der Gruppenbedingung, keine signifikanten Effekte (Walkinggruppe:  $t(14) = ,21$ ;  $p = ,42$ ; Jogginggruppe:  $t(17) = - ,83$ ;  $p = ,21$ ). Dabei wies die Jogginggruppe per se eine geringere Fehleranzahl auf. Diese erhöhte sich hypothesenkonträr nach Absolvieren des Trainings. Die Mittelwertunterschiede sind in den nachfolgenden zwei Tabellen 35 und 36 dargeboten und in der folgenden Abbildung grafisch veranschaulicht.

**Tabelle 35: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die Jogginggruppe.**

<b>Jogginggruppe (n=17)</b>	<b>Mdiff</b>	<b>SDdiff</b>	<b>T</b>	<b>df</b>	<b>Sig. (einseitig)</b>
<b>Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t1– t2</b>	-50,67	94,28	-2,28	17	<b>,02*</b>
<b>Gesamtzahl - Fehleranzahl t1 – t2</b>	-24,17	45,87	-2,24	17	<b>,02*</b>
<b>Fehleranzahl t1 – t2</b>	-1,72	8,80	-,83	17	<b>,21</b>

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Tabelle 36: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die Walkinggruppe.

Walkinggruppe (n=15)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t1– t2	-17,93	45,01	-1,54	14	,07 <sup>+</sup>
Gesamtzahl - Fehleranzahl t1 – t2	-17,40	41,35	-1,63	14	,06 <sup>+</sup>
Fehleranzahl t1 - t2	,67	12,35	,21	14	,42

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

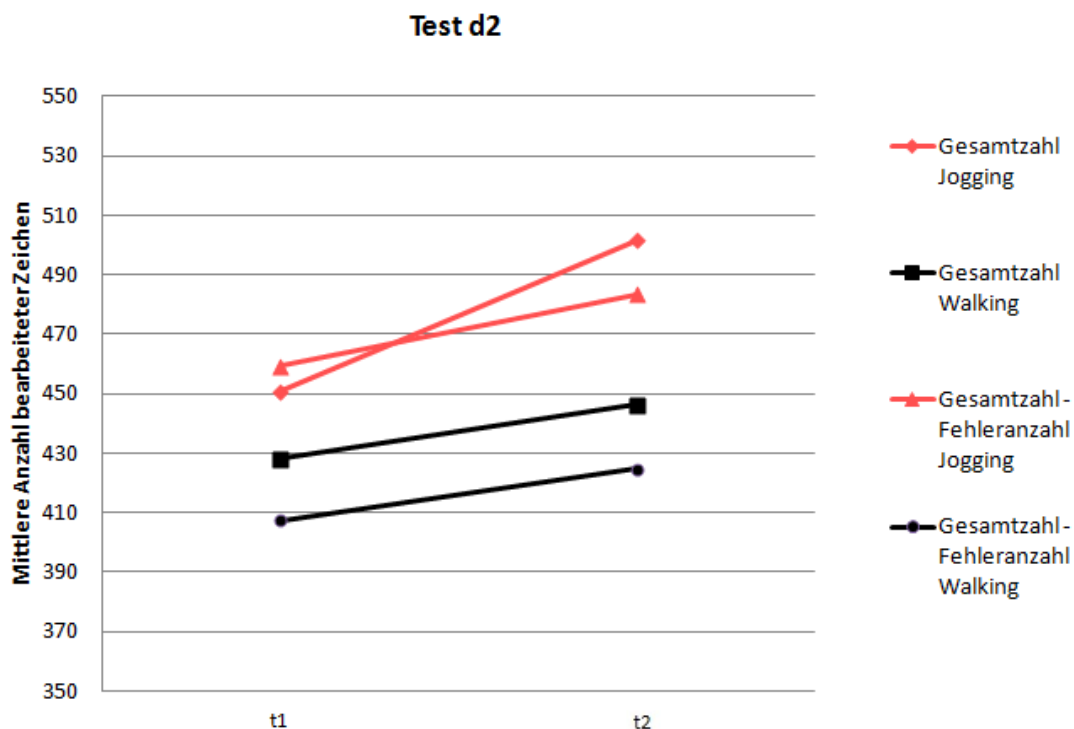


Abbildung 25: Darstellung der Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die beiden Gruppen.

**Intergruppenvergleich:** Anhand t-Tests für unabhängige Stichproben wurden die Mittelwertsunterschiede für den Parameter der Gesamtzahl aller Zeichen, für den Parameter „der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen“ und für den Parameter der Fehleranzahl zwischen den Gruppen getestet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 37 dargeboten. Es sind jeweils getrennt nach der Gruppe, die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargeboten. Dabei sind je der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben. Es zeigten sich signifikante Unterschiede sowohl der mittleren Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen ( $t(31) = -2,49$ ;  $p = ,01$ ) als auch der Gesamtzahl abzüglich der Fehlerzahl ( $t(31) = -2,59$ ;  $p = ,01$ ). Die Jogginggruppe wies eine höhere Gesamtzahl und eine höhere um die Fehlerzahl bereinigte Gesamtzahl zum

Zeitpunkt t2 auf. Der Parameter der gemachten Fehleranzahl wies in beiden Gruppen keinen signifikanten Effekt auf.

**Tabelle 37: Darstellung des Gruppenvergleichs der d2-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	T	df	Sig. (einseitig)
<b>Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t2</b>	Jogginggruppe	18	501,56	64,84	-2,49	31	<b>,01*</b>
	Walkinggruppe	15	446,13	62,07			
<b>Gesamtzahl – Fehleranzahl t2</b>	Jogginggruppe	18	483,33	67,83	-2,59	31	<b>,01*</b>
	Walkinggruppe	15	424,73	60,65			
<b>Fehleranzahl t2</b>	Jogginggruppe	18	18,28	8,72	,72	21,04	,25
	Walkinggruppe	15	21,40	15,64			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz

### 6.4.3 Kortikales Aufmerksamkeitspotential: iCNV und CNV-Habituation

Vor der Testung der Hypothesen, wurde die Gleichheit der Stichprobe (Walking:  $n = 15$ ; Jogging:  $n = 16$ ) bezüglich der EEG-Parameter zum Messzeitpunkt  $t_1$  getestet. Aufbauend darauf wurde der Zweistichproben-t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es ergab sich für die untersuchten EEG-Variablen ein signifikanter Unterschied bezüglich der iCNV zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 38). Überdies lag in der Jogginggruppe eine Dishabituation ( $M_1 = -,14$ ) vor, wohingegen in der Walkinggruppe eine Habituation ( $M_1 = ,12$ ) vorlag. Bei den im Folgenden erwähnten Vergleichen bzgl. der EEG-Parameter lag mit Ausnahme der Variable „Habituation zum Zeitpunkt  $t_1$ “ Varianzhomogenität vor.

Tabelle 38: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Zeitpunkt  $t_1$ .

Variable	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
iCNV	1,80	,98	1,83	29	,04*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen;  $t$  = t-Wert;  $df$  = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Aufgrund der fehlenden Varianzhomogenität fand der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben Anwendung. Es zeigt sich bei einem  $z$  von  $-,36$  kein signifikanter Unterschied der Gruppen zum Zeitpunkt  $t_1$  (Asymptotische Signifikanz  $,37$ ; einseitig).

Tabelle 39: Parameter des Mann-Whitney-Tests bezogen auf die Variable „Habituation“ zum Zeitpunkt 1.

Gruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Walkinggruppe	15	17,13	257,00
Jogginggruppe	16	15,94	271,00
Gesamt	32		

Mann-Whitney-U	118,00
Wilcoxon-W	271,00
Z	-,36
Signifikanz (einseitig)	,37



Tabelle 40: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der EEG-Parameter zum Zeitpunkt t1.

Variable	Gruppe	N	M	SD
iCNV	Walkinggruppe	15	-1,90	2,84
	Jogginggruppe	16	-3,70	2,62
Habituation	Walkinggruppe	15	,12	,41
	Jogginggruppe	16	-,14	,80

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

**Prä-Post-Vergleich:** Mit Hilfe der beiden Prä-Post-Hypothesen zu den EEG-Parametern wurde ein Vergleich der iCNV und der Habituation im Zeitverlauf der beiden Gruppen angestrebt. Zur Überprüfung der ersten Hypothese wurde ein t-Test für abhängige Stichproben durchgeführt. Das Signifikanzniveau betrug hierbei insgesamt 5%. Es erfolgte eine Adjustierung nach Bonferroni. Die aufgeführte abhängige Variable wurde vorweg mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität getestet. Die Daten der Habituation erfüllten nicht die Voraussetzung der Varianzhomogenität. Zur Überprüfung der Habituation-Hypothese wurde daher der Wicoxon-Test angewendet.

Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 41 und 42. Für die iCNV sind die Differenz der Mittelwerte zum Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben.

Tabelle 41: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Prä-Post-Vergleich der Walkinggruppe.

Walkinggruppe (n=15)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (zweiseitig)
iCNV t1 – t2	-,02	2,41	-,03	14	,49 (n.s)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

**Tabelle 42: Darstellung der Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für den Prä-Post-Vergleich der Jogginggruppe.**

Jogginggruppe (n=16)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
iCNV t1 – t2	-1,44	1,55	-3,70	15	,00*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Es zeigte sich ein Effekt bezüglich der iCNV in der Jogginggruppe. Die iCNV ( $t(15) = -3,70$ ;  $p = ,00$ ) sank in der Jogginggruppe nach der Intervention signifikant (siehe Abbildung 26). In der Walkinggruppe zeigte sich keine signifikante Reduktion der iCNV (siehe Tabelle 45).

Für einen Prä-Post-Vergleich der Habituation wurde zusätzlich eine Testung anhand des Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben durchgeführt, da die Interpretation des t-Test bei fehlender Varianzhomogenität, geringer Stichprobengröße sowie unterschiedlicher Zellenbesetzung nur eingeschränkt möglich ist. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Prä-Post-Testung der Variable „Habituation“ dargestellt.

**Tabelle 43: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „Habituation“ für die Walkinggruppe.**

Walkinggruppe (n = 15)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Negative Ränge	4	3,25	13,00
Positive Ränge	11	9,73	107,00
Bindungen	0		
Gesamt	15		

Es zeigt sich in der Walkinggruppe, dass bei 4 Probanden die Steigung der Habituationsgeraden zum Zeitpunkt 2 kleiner war als die Steigung der Habituationsgeraden zum Zeitpunkt 1. Wohingegen bei 11 Probanden die Steigung der Habituationsgeraden zum Zeitpunkt 2 größer war als die Steigung der Habituationsgeraden zum Zeitpunkt 1. Die Steigungen der Habituationsgeraden waren bei keinem Probanden zu beiden Zeitpunkten gleich. Es zeigte sich somit bei einem z von -2,67 ein signifikanter Prä-Post-Vergleich der Habituation (Asymptotische Signifikanz ,004; einseitig).

Tabelle 44: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „Habituation“ für die Jogginggruppe.

Jogginggruppe (n = 15)	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Negative Ränge	2	2,50	5,00
Positive Ränge	14	9,36	131,00
Bindungen	0		
Gesamt	15		

In der Jogginggruppe, wiesen 2 Probanden zum Zeitpunkt 2 eine geringere Steigung der Habituationgerade auf als zum Zeitpunkt 1. 14 Probanden wiesen eine größere Steigung der Habituationsgeraden zum Zeitpunkt 2 als zum Zeitpunkt 1 auf. 0 Probanden wiesen zu beiden Zeitpunkten eine gleich große Steigung der Habituationsgeraden auf. Der Prä-Post-Vergleich der Habituation zeigte somit bei einem z von -3,26 einen signifikanten Effekt (Asymptotische Signifikanz ,001; einseitig). Der Habituationskoeffizient erhöhte sich signifikant von einer vorherigen Dishabituation zu einer Habituation. Die nachfolgende Abbildung 26 gibt aufbauend auf Tabelle 45 die Mittelwertunterschiede der iCNV wieder.

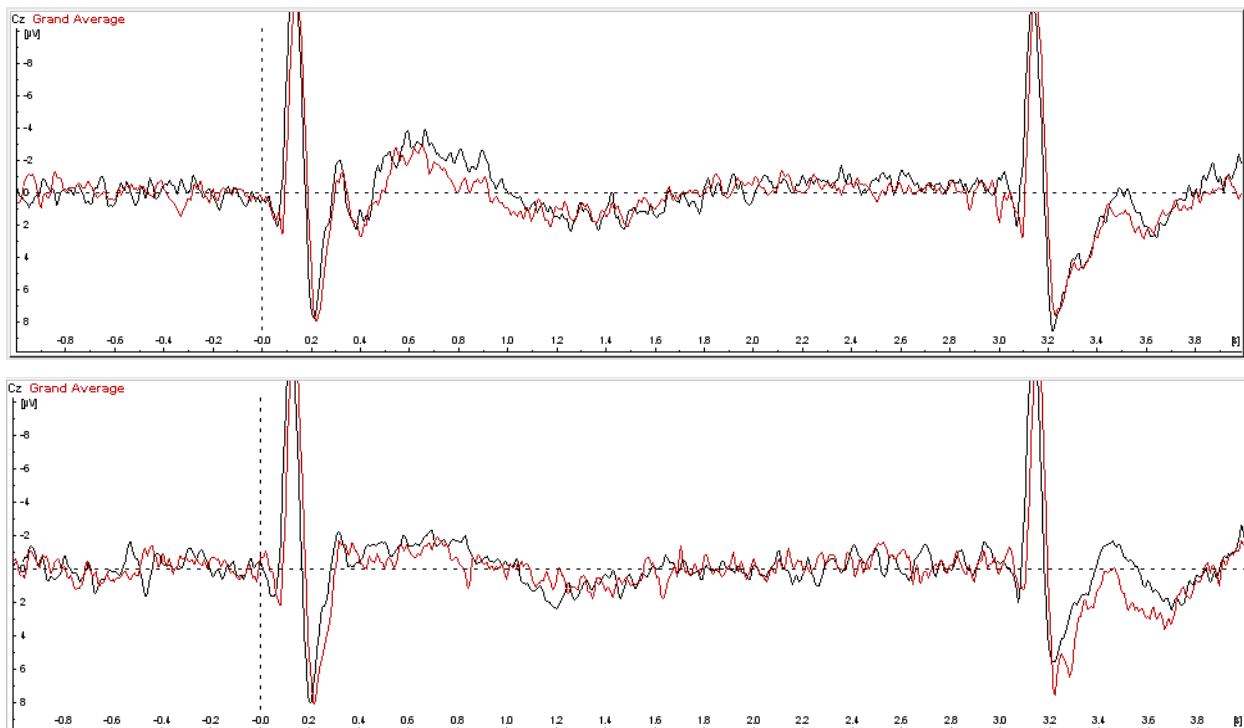
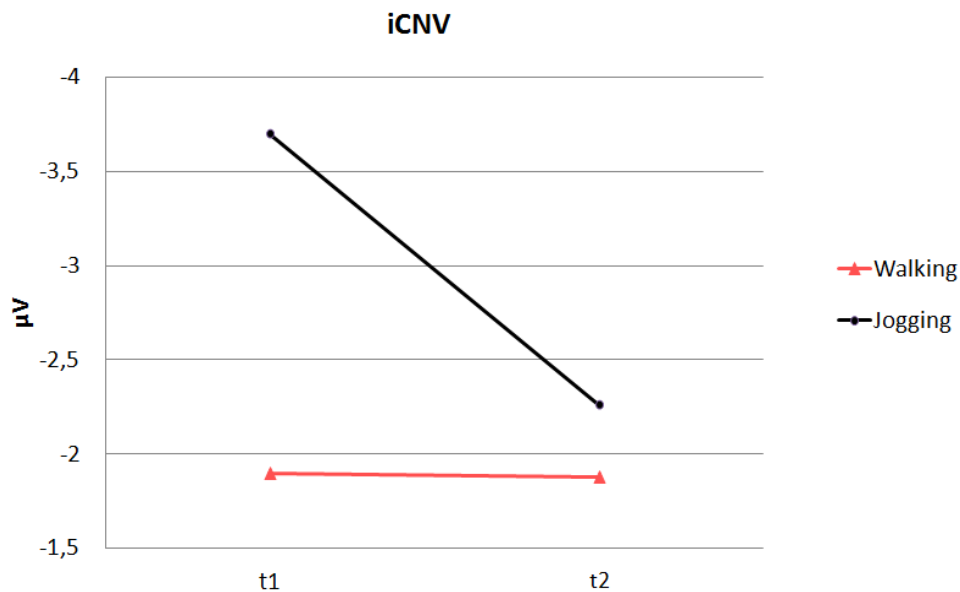


Abbildung 26: Darstellung der CVN der Jogging- (oben) und der Walkinggruppe (unten) von t1 (schwarz) und t2 (rot).

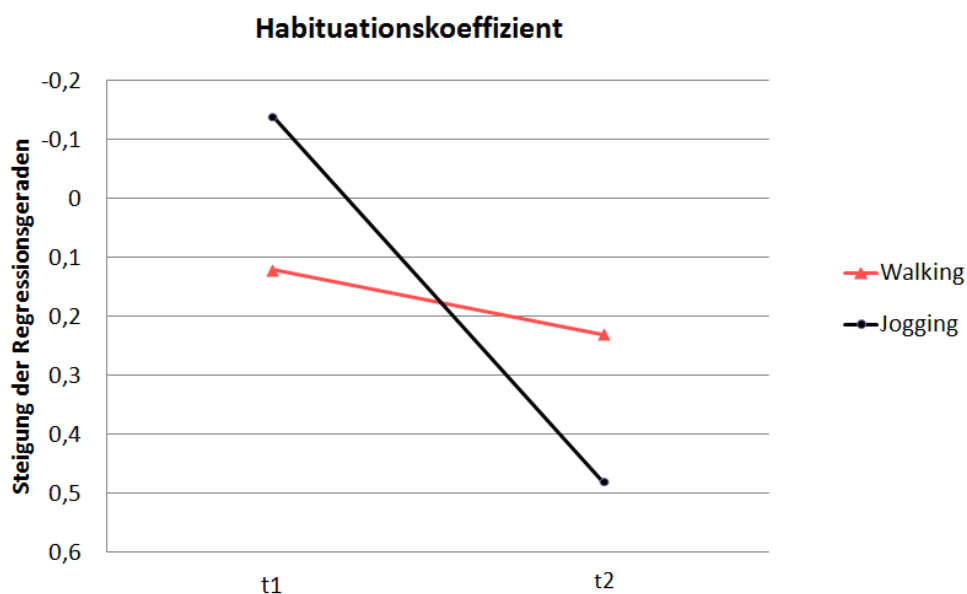
**Tabelle 45:** Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der EEG-Parameter zum Zeitpunkt t1 und t2 für beide Gruppen.

	$M_{\text{Walking}}$	$SD_{\text{Walking}}$	$M_{\text{Jogging}}$	$SD_{\text{Jogging}}$
iCNV t1	-1,90	2,84	-3,70	2,62
iCNV t2	-1,88	2,03	-2,26	1,81
Habituation t1	,12	,41	-,14	,80
Habituation t2	,23	,57	,48	,76

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung



**Abbildung 27:** Darstellung der Mittelwertvergleiche der iCNV für die beiden Gruppen.



**Abbildung 28:** Darstellung der Mittelwertvergleiche des Habituationskoeffizienten für die beiden Gruppen.

In der nachfolgenden Abbildung 29 sind für eine genauere Betrachtung die Habituationgeraden samt der mittleren iCNV Amplituden über die acht Blöcke für beide Gruppe je Messzeitpunkt dargestellt.

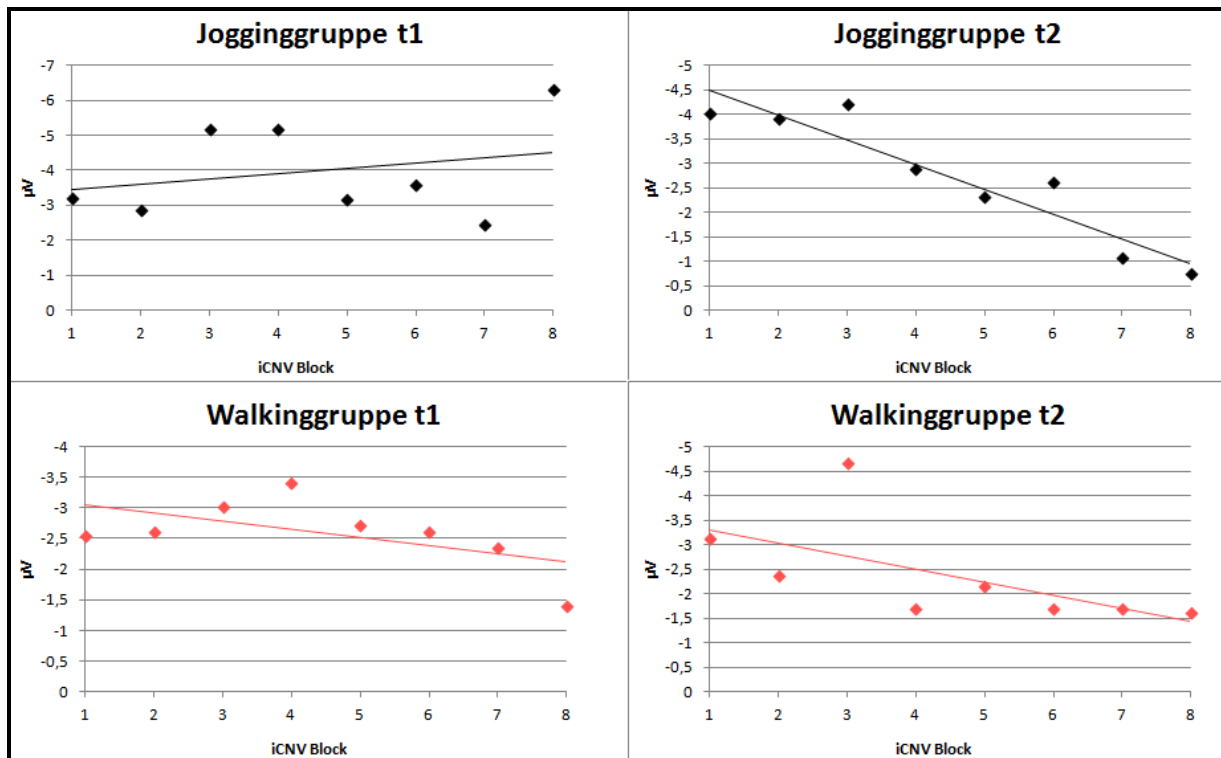


Abbildung 29: Abbildung der Habituationsgeraden für beide Gruppen für beide Messzeitpunkte.

**Intergruppenvergleich:** Zur Überprüfung der Intergruppenvergleichs-Hypothesen wurden t-Tests für unabhängige Stichproben mit einem Gesamtsignifikanzniveau von 5% durchgeführt. Es erfolgte ein Mittelwertsvergleich der iCNV und des Habituationskoeffizienten zwischen den beiden Gruppen zum Messzeitpunkt t2. Die Ergebnisse finden sich in der nachfolgenden Tabelle 46. Für die mittlere iCNV-Amplitude und den mittleren Habituationskoeffizienten, sind jeweils getrennt nach der Gruppe, die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargestellt. Es sind je der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede sowohl der iCNV-Amplitude noch des Habituationskoeffizienten. Die Jogginggruppe wies je eine nicht-signifikant höhere iCNV und stärkere Habituation zum Zeitpunkt t2 auf (siehe Tabelle 45). Auch der Mann-Whitney-U-Test zeigte kein signifikantes Ergebnis des Habitationsvergleiches.

Tabelle 46: Darstellung des Gruppenvergleichs der EEG-Parameter nach dem Ausdauertraining zum Zeitpunkt t2.

Variable	Gruppe	N	M	SD	T	df	Sig. (einseitig)
iCNV t2	Joginggruppe	15	-2,26	1,81	-,55	29	,29 (n.s.)
	Walknggruppe	16	-1,88	2,03			
Habituation t2	Joginggruppe	15	,48	,76	1,01	29	,16 (n.s.)
	Walkinggruppe	16	,23	,57			

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Eventuell vorliegende Interaktionseffekte bezüglich des Faktors „Verlauf x Gruppe“ wurden anhand der Berechnung einer Varianzanalyse für die iCNV überprüft. Aufgrund fehlender Varianzhomogenität wurde Berechnung nicht für den Parameter der Habituation durchgeführt. Die Auflistung der Ergebnisse erfolgt in der nachfolgenden Tabelle 47. Für die iCNV-Amplitude sind die drei Faktoren der Varianzanalyse (die zwei Zwischensubjektfaktoren „Gruppe“ und „Verlauf“ und der Interaktionsfaktor „Gruppe x Verlauf“) mit der zugehörigen Summe der quadrierten Abweichungen, den Freiheitsgraden (df), der mittleren quadrierten Abweichung, dem F-Wert und der zweiseitigen Signifikanz angegeben. Der Vollständigkeit halber sind ebenfalls die Fehler-Werte angegeben.

**Varianzanalyse:** Bei dem Zwischensubjektfaktor „Verlauf“ der iCNV stellte sich ein Effekt ein ( $F_{(1, 29)} = 4,06$ ;  $p = ,05$ , zweiseitige Signifikanz). Dies bedeutet, dass sich die Mittelwerte der Gruppen über die beiden Messzeitpunkte t1 und t2 signifikant geändert haben. Sowohl der zweite Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ der Variable iCNV als auch die Interaktion „Verlauf x Gruppe“ zeigten keine signifikanten Effekte, wobei die Interaktion „Verlauf x Gruppe“ eine marginal signifikante Tendenz aufwies. Die Ergebnisse sind in Tabelle 47 dargestellt. Tabelle 45 stellt die dazugehörigen Mittelwerte der iCNV für die Messzeitpunkte t1 und t2 dar und die Abbildungen 27 stellt die Mittelwerte der Variablen „iCNV“ grafisch dar.

**Tabelle 47:** Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse. Dargestellt sind jeweils die Zwischensubjektunterschiede auf den Faktoren „Verlauf“ und „Gruppe“ und die Interaktionen zwischen diesen Faktoren für die iCNV.

	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig. (2-seitig)
<b>iCNV</b>	Verlauf	8,22	1	8,22	4,06	<b>,05*</b>
	Verlauf x Gruppe	7,81	1	7,81	3,86	<b>,06<sup>+</sup></b>
	Gruppe	18,38	1	18,38	2,02	,17 (n.s.)
	Fehler(Verlauf)	58,68	29	2,02		
	Fehler(Gruppe)	264,32	29	9,12		

Quadratsumme vom Typ III = Summe der quadrierten Abweichungen; df = Freiheitsgrade; Mittel der Quadrate = mittlere quadrierte Abweichung; F = F-Wert; Sig. = Signifikanz; \* p < ,05

## 6.5 Zusatzauswertungen

Im Folgenden sollen Zusatzauswertungen dargestellt werden. Es wird dabei hauptsächlich auf einen Prä-Post-Vergleich der gesamten Stichprobe eingegangen. Weiterhin wird das Fitnesslevel betrachtet und ggf. vorliegende Zusammenhänge mit den erhobenen Parametern. Auch werden zusätzliche Variablen, wie die Schmerzdauer einer Migräneattacke und ggf. vorliegende Unterschiedlichkeiten von Respondern und Nonrespondern betrachtet.

### 6.5.1 Prä-Post-Vergleich der gesamten Stichprobe

#### 6.5.1.1 Migräneparameter

Zur Überprüfung der Frage, ob aerober Ausdauersport (unabhängig von der Intensität des Trainings), die Migräneparameter positiv beeinflussen, wurden t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt. Das Signifikanzniveau betrug hierbei insgesamt 5%. Es erfolgte eine Adjustierung nach Bonferroni. Die aufgeführten abhängigen Variablen wurden vorweg alle mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität getestet. Die Daten erfüllten alle die Voraussetzung der Normalverteilung und, mit Ausnahme des Parameters „mittlere Schmerzdauer“ auch die Voraussetzung der Varianzhomogenität.

Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Für die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken, die mittlere Schmerzdauer und die Intensität der Migräneattacken werden sowohl die Differenz der Mittelwerte von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) und die Differenz der Standardabweichungen von Phase 1 und Phase 3 als auch der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz dargeboten.

**Tabelle 48: Darstellung der Mittelwertvergleiche der vier abhängigen Migränevariablen von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für die gesamte Gruppe (n = 28), berechnet auf je einen Monat.**

Gesamte Gruppe	Mdiff	SDdiff	t	df	Sig. (einseitig)
Anzahl der Migränetage	,89	2,01	2,35	27	,01*
Anzahl der Migräneattacken	,82	1,43	3,04	27	,00*
Mittlere Schmerzdauer	-,70	3,17	-1,14	26	,13 (n.s.)
Mittlere Migräneintensität	,20	1,46	,73	27	,24 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$



Es zeigte sich ein Effekt bezüglich der Migränehäufigkeit in beiden Gruppen. Sowohl die Anzahl der Migränetage ( $t(27) = 2,35$ ;  $p = ,01$ ) als auch die Anzahl der Migräneattacken ( $t(27) = 3,04$ ;  $p = ,00$ ) sank in der Gesamtgruppe nach der Intervention signifikant. Diese Effekte zeigen die postulierte Richtung auf (siehe Tabelle 50). Die Variable „Migräneintensität“ und „Schmerzdauer“ zeigen keine signifikanten Unterschiede.

Die Voraussetzung der Varianzhomogenität war bei der Variable „mittlere Schmerzdauer im Monat“ nicht gegeben, so dass die Daten bei ungleicher Zellenbesetzung anhand einer t-Test-Statistik lediglich eingeschränkt interpretierbar wären. Es wurde daher eine zusätzliche Auswertung dieses Parameters anhand des Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben durchgeführt. Diese belegt das Ergebnis des t-Tests.

**Tabelle 49: Parameter des Wilcoxon-Test für die Berechnung der „mittleren Schmerzdauer“ für die Gesamtgruppe.**

Gesamtgruppe	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Negative Ränge	15	10,13	152,00
Positive Ränge	12	18,83	226,00
Bindungen	0		
Gesamt	27		

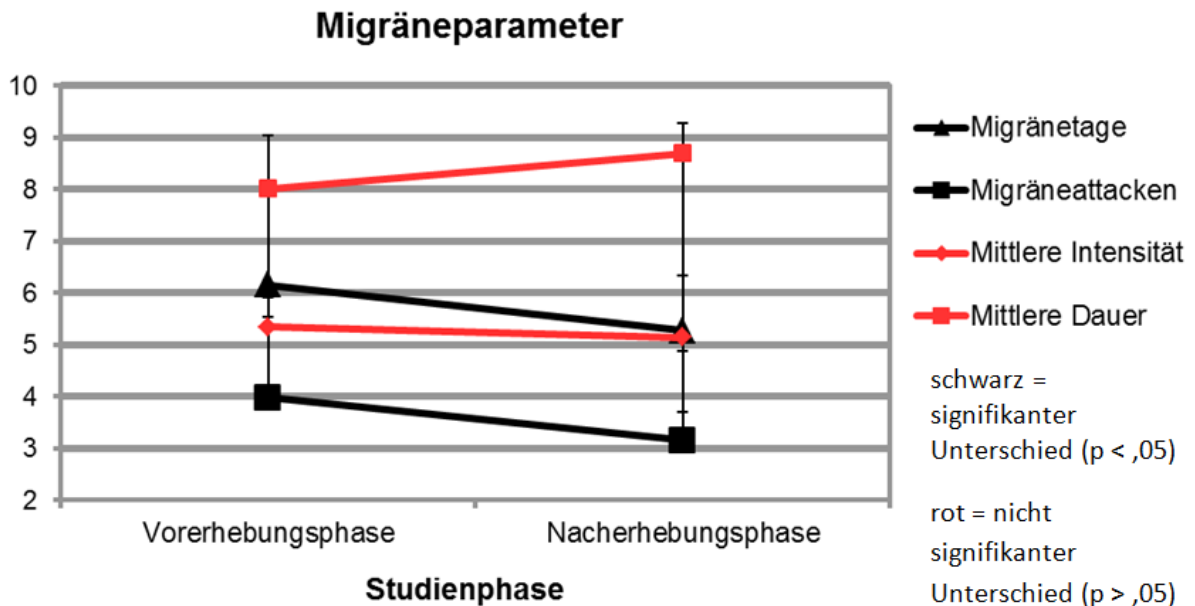
Es ergab sich in der Gesamtgruppe bei 15 Probanden eine geringere mittlere Schmerzdauer in der Phase 3 als in der Phase 1. Wohingegen bei 12 Probanden die mittlere Schmerzdauer in der Phase 3 größer war als die mittlere Schmerzdauer in der Phase 1. Kein Proband wies eine unveränderte, gleichbleibende mittlere Schmerzdauer zu beiden Zeitpunkten auf. Es ergibt sich daher bei einem  $z$  von  $-,889$  kein signifikanter Prä-Post-Vergleich der mittleren Schmerzdauer (Asymptotische Signifikanz  $,187$ ; einseitig).

Abbildung 30 gibt aufbauend auf Tabelle 50 die Mittelwertunterschiede der Migränehäufigkeit für die erste und dritte Phase der Gesamtgruppe wieder.

**Tabelle 50: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Migräneparameter für beiden Phasen 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für die gesamte Gruppe (Jogginggruppe + Walkinggruppe: n = 28), berechnet auf einen Monat.**

	$M_{\text{gesamt}}$	$SD_{\text{gesamt}}$
Anzahl der Migränetage Phase 1	6,16	2,94
Anzahl der Migränetage Phase 3	5,27	3,25
Anzahl der Migräneattacken Phase 1	3,98	1,94
Anzahl der Migräneattacken Phase 3	3,16	1,63
Mittlere Migräneintensität Phase 1	5,34	1,37
Mittlere Migräneintensität Phase 3	5,14	1,44
Mittlere Schmerzdauer Phase 1	8,01	4,37
Mittlere Schmerzdauer Phase 3	8,70	4,90

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung



**Abbildung 30: Darstellung der Mittelwerte der Migräneparameter pro Monat im Verlauf der Untersuchung; zum Vergleich für die Gesamtgruppe. Die dazugehörigen Werte sind der Tabelle 50 zu entnehmen.**

### 6.5.1.2 Stressverarbeitung

Anhand t-Tests für abhängige Stichproben (Signifikanzniveau = insgesamt 5%) wurde die Frage überprüft, ob aerober Ausdauersport (unabhängig von der Intensität des Trainings), die Stressverarbeitung positiv beeinflusst. Sowohl der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung als auch der Levene-Test auf Varianzhomogenität fanden vorweg Anwendung. Die Variablen wiesen alle die Voraussetzung der Normalverteilung und Varianzhomogenität auf. Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Für die positiven sowie negativen Stressverarbeitungsstrategien sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben.

**Tabelle 51: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Stressverarbeitungsstrategien für die gesamte Gruppe.**

Gesamtgruppe (n=31)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
Skala der positiven Strategien t1 – t2	-,22	1,84	-,66	30	,26 (n.s)
Skala der negativen Strategien t1 – t2	,00	1,86	,00	30	,50 (n.s)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \* p < ,05

Es zeigte sich keinerlei Effekt bezüglich der Stressverarbeitung von vor zu nach dem Training in der gesamten Gruppen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die sich nicht signifikant voneinander unterscheidenden Mittelwerte der Stressverarbeitungsstrategien für t1 und t2 der gesamten Gruppe.

**Tabelle 52: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der Stressverarbeitungsparameter für t1 und t2 für die gesamte Gruppe (n = 31).**

	M	SD
Positive Strategien t1	11,91	2,18
Positive Strategien t2	12,13	2,16
Negative Strategien t1	11,09	2,61
Negative Strategien t2	11,09	2,48

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Zur detaillierteren Überprüfung der Frage, ob aerober Ausdauersport (unabhängig von der Intensität des Trainings), einzelne Stressverarbeitungsmechanismen positiv beeinflusst, wurden t-Tests für abhängige Stichproben für die einzelnen Subskalen des SVF durchgeführt. Die Ergebnisse finden sich

in den nachfolgenden Tabellen. Es werden für die signifikant gewordenen Subskalen die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz für die gesamte Gruppe aufgeführt.

**Tabelle 53: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der einzelnen SVF-Skalen für die gesamte Gruppe.**

Gesamtgruppe (n=31)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
<b>SVF 5: Ersatzbefriedigung t1 – t2</b>	-,81	3,05	-1,47	30	,08 <sup>+</sup>
<b>SVF 12: Fluchttendenz t1 – t2</b>	-1,03	2,37	-2,42	30	,01*
<b>SVF 18: Aggression t1 – t2</b>	1,00	2,63	2,12	30	,02*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ; <sup>+</sup>  $p < ,10$

Die beiden Subskalen Fluchttendenz und Aggression wiesen einen signifikanten Effekt auf. Die Fluchttendenz ( $t(31) = -2,42$ ;  $p = ,01$ ) stieg in der Gesamtstichprobe signifikant an. Der mittlere Aggressionsscore ( $t(31) = 2,12$ ;  $p = ,02$ ) sank in der Gesamtgruppe nach der Intervention signifikant. Bezüglich der Subskala „Ersatzbefriedigung“ ( $t(31) = -1,47$ ;  $p = ,08$ ) konnte in der Gesamtstichprobe von vor dem Training zu nach dem Training ein marginaler Effekt beobachtet werden. Alle anderen Änderungen der mittleren Scores der weiteren Subskalen erwiesen sich als nicht signifikant. Im Folgenden sind die Gruppenmittelwerte samt zugehörigen Standardabweichungen der angegebenen Subskalen aufgeführt.

**Tabelle 54: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der signifikanten Stressverarbeitungsskalen für t1 und t2 für die gesamte Gruppe (n = 31).**

	M	SD
<b>SVF 5: Ersatzbefriedigung t1</b>	9,81	4,79
<b>SVF 5: Ersatzbefriedigung t2</b>	10,61	5,16
<b>SVF 12: Fluchttendenz t1</b>	11,10	3,29
<b>SVF 12: Fluchttendenz t2</b>	12,13	3,45
<b>SVF 18: Aggression t1</b>	9,39	3,61
<b>SVF 18: Aggression t2</b>	8,39	3,01

M = Mittelwertdifferenz; SD = Standardabweichung

Für einen Gesamteindruck der Stressverarbeitung der Stichprobenprobanden ist im Folgenden eine Abbildung der Profilauswertung aller einzelnen Subskalen des SVF zum Zeitpunkt t1 und t2 dargestellt.

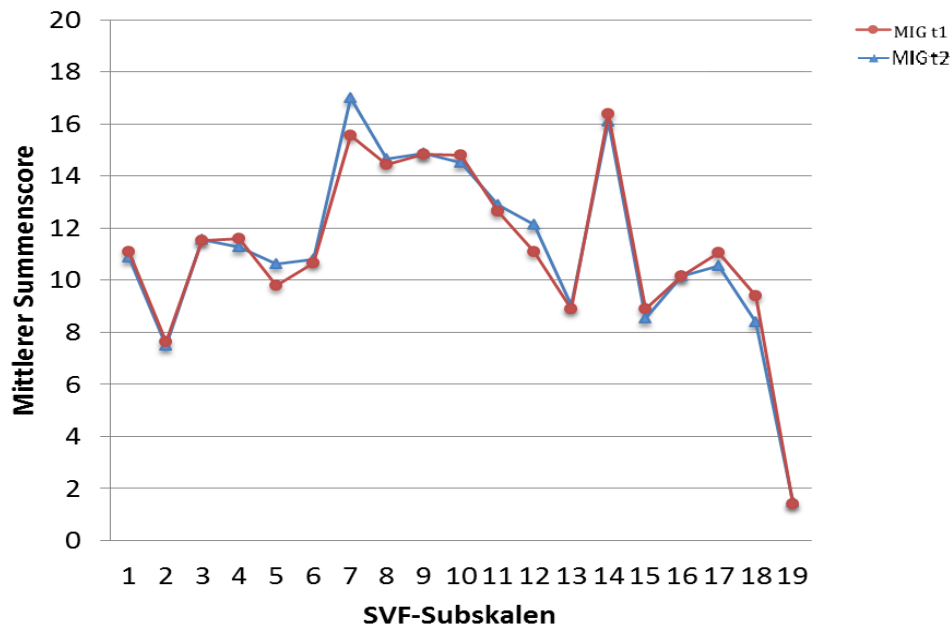


Abbildung 31: Profilauswertung des SVF der Gesamtstichprobe zum Zeitpunkt t1 und t2.

### 6.5.1.3 Trail Making Test TMT

Die Frage, ob aerober Ausdauersport (unabhängig von der Intensität des Trainings), die Bearbeitungsgeschwindigkeit des TMT positiv beeinflusst, wurde statistisch mit t-Tests für abhängige Stichproben überprüft. Die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Tabellen dargeboten. Für die Sekundenangaben sowie die Prozentränge des TMT A und TMT B sind sowohl die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2 und die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2 als auch der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben.

Tabelle 55: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der TMT-Parameter für die gesamte Gruppe.

Gesamtgruppe (n=33)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
TMTA in Sekunden t1– t2	2,51	8,06	1,79	32	,04*
TMTA als Prozentrang t1– t2	-10,00	27,39	-2,10	32	,02*
TMTB in Sekunden t1 – t2	10,81	18,88	3,30	32	,00*
TMTB als Prozentrang t1 – t2	-18,94	26,69	-4,08	32	,00*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ; +  $p < ,10$

Es zeigten sich Effekte bezüglich der Bearbeitungszeit in Sekunden und des Prozentranges sowohl des Trail Making Tests A als auch des TMT B. Die Bearbeitungszeit des TMT A ( $t(32) = 1,79$ ;  $p = ,04$ ) und des TMT B ( $t(32) = 3,30$ ;  $p = ,00$ ) reduzierten sich signifikant. Zusätzlich erhöhten sich die Prozentränge des TMT A ( $t(32) = -2,10$ ;  $p = ,02$ ) und des TMT B ( $t(32) = -4,08$ ;  $p = ,00$ ) signifikant. Diese Effekte zeigen, die erwartete Richtung auf. Die Mittelwertunterschiede sind in der nachfolgenden Tabelle dargeboten.

**Tabelle 56: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der Parameter des TMT A und TMT B.**

Gesamtgruppe (n = 33)	M	SD
TMTA in Sekunden t1	25,23	6,42
TMTA in Sekunden t2	22,72	8,03
TMTB in Sekunden t1	65,54	22,31
TMTB in Sekunden t2	54,72	17,67
TMTA als Prozentrang t1	74,24	23,19
TMTA als Prozentrang t2	84,24	24,11
TMTB als Prozentrang t1	57,12	28,37
TMTB als Prozentrang t2	76,06	26,33

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

#### 6.5.1.4 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2

Auch der Test d2 diente der Überprüfung der zentralen Fragestellung, ob aerober Ausdauersport (unabhängig von der Intensität des Trainings), die Aufmerksamkeitsleistung positiv beeinflusst. Die Mittelwerte dieses Messinstruments wurden daher einer gemeinsamen Auswertung der Gruppen unterzogen. Die Auswertung erfolgte anhand eines t-Tests für abhängige Stichproben, mit einem Gesamtsignifikanzniveau von 5%. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse. Für die mittlere Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen, die mittlere Gesamtzahl abzüglich der Fehleranzahl sowie die Fehleranzahl sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz dargeboten.

Tabelle 57: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der d2-Parameter.

Gesamtgruppe (n=33)	M	SD
Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t1	440,58	86,38
Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t2	476,36	68,59
Gesamtzahl - Fehleranzahl t1	435,61	67,34
Gesamtzahl - Fehleranzahl t2	456,70	70,23
Fehleranzahl t1	19,06	12,89
Fehleranzahl t2	19,70	12,24

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Zwei Parameter zeigten signifikante Effekte. Die Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen ( $t(32) = -2,68$ ;  $p = ,01$ ) und Gesamtzahl abzüglich der Fehleranzahl ( $t(32) = -2,80$ ;  $p = ,01$ ) waren zum Zeitpunkt t2 signifikant erhöht. Die Effekte zeigen die (bei Kumulierung der erwarteten Einzeleffekten: Erhöhung in der Jogginggruppe und Erhöhung in der Walkinggruppe) erwartete Richtung auf. Die Fehleranzahl änderte sich in der Gesamtgruppe nicht signifikant ( $t(32) = -,35$ ;  $p = ,37$ ). Die Mittelwertunterschiede sind in der nachfolgenden Tabelle 58 dargeboten.

Tabelle 58: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der d2-Parameter für die gesamte Gruppe.

Gesamtgruppe (n=33)	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen t1– t2	-35,79	76,70	-2,68	32	,01*
Gesamtzahl - Fehleranzahl t1 – t2	-21,09	43,33	-2,80	32	,01*
Fehleranzahl t1 - t2	-,64	10,46	-,35	32	,37

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

### 6.5.1.5 Kortikales Aufmerksamkeitspotential: iCNV und CNV-Habituation

Als physiologisches Korrelat der Aufmerksamkeitsleistung wurden die EEG-Parameter zur Überprüfung der Fragestellung, ob aerober Ausdauersport unabhängig von der Intensität des Trainings, die Aufmerksamkeitsleistung positiv beeinflusst, herangezogen. Es erfolgte anhand eines t-Tests für abhängige Stichproben eine gemeinsame Auswertung der Gruppen. Die Auswertung

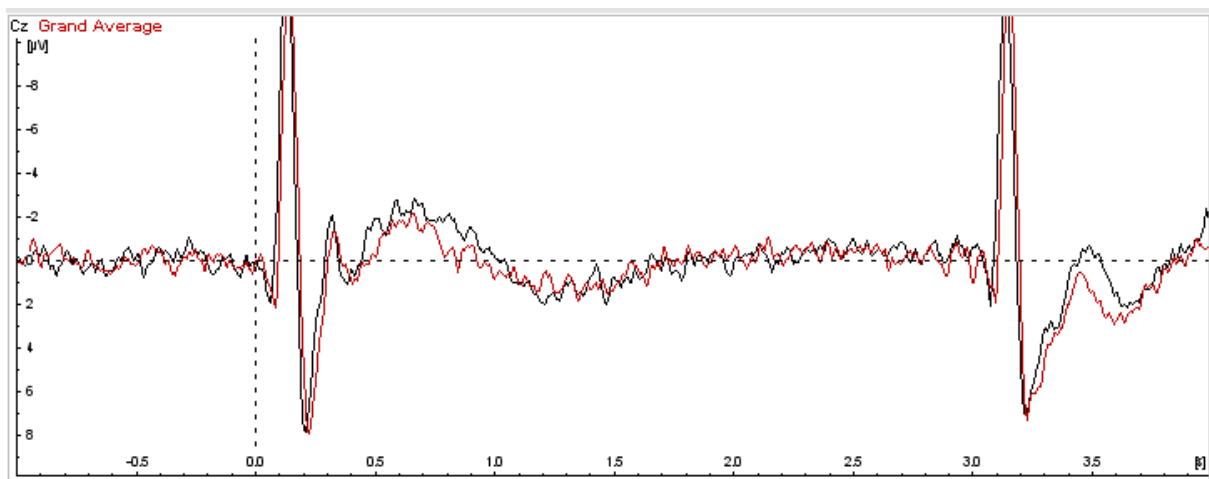
erfolgte mit einem Signifikanzniveau von insgesamt 5%. Die nachfolgenden Tabellen bieten die Ergebnisse dar. Für die mittlere iCNV-Amplitude sowie der mittlere Habituationskoeffizient sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben. Die Stichprobengröße umfasste 31 Probanden.

**Tabelle 59: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der EEG-Parameter für die gesamte Gruppe.**

Variable	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
iCNV	-,75	2,11	-1,98	30	,03*
Habituation	-,38	,95	-2,21	30	,02*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ;

Es zeigte sich sowohl ein signifikanter Effekt bezüglich der iCNV als auch der Habituation. Die iCNV ( $t(30) = -1,98$ ;  $p = ,03$ ) sank in der Gesamtgruppe nach der Intervention signifikant (siehe nachfolgende Abbildung). Der Habituationskoeffizient ( $t(30) = -2,21$ ;  $p = ,02$ ) erhöhte sich signifikant von einer vorherigen Dishabituation zu einer Habituation (vgl. Tabelle 60). Die Richtung der Mittelwertvergleiche zeigen die in vermutete Richtung auf. Die nachfolgende Tabelle 60 gibt die Mittelwertunterschiede der iCNV und des Habituationskoeffizienten wieder.



**Abbildung 32: Darstellung der CVN der Gesamtgruppe von t1 (schwarz) und t2 (rot).**



Tabelle 60: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtgruppe der EEG-Parameter.

Variable	M <sub>gesamt</sub>	SD <sub>gesamt</sub>
iCNVt1	-2,83	2,84
iCNV t2	-2,08	1,90
Habituation t1	-,02	,65
Habituation t2	,36	,68

M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Nachfolgend sind für eine detailliertere Betrachtung der Habituationsänderung die Habituationsgeraden samt der mittleren iCNV Amplituden über die acht Blöcke für die Gesamtstichprobe je Messzeitpunkt grafisch veranschaulicht.

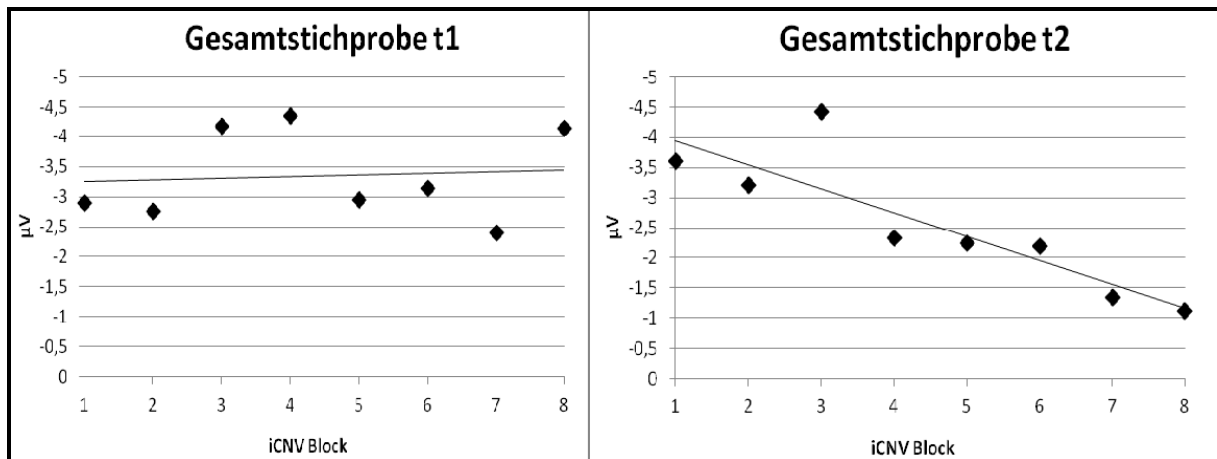


Abbildung 33: Abbildung der Habituationsgeraden für die Gesamtstichprobe für beide Messzeitpunkte.

### 6.5.2 Vergleich der Variable Schmerzdauer der Migräneanfälle

Obwohl keine Änderung der Schmerzdauer anzunehmen ist (da die Einnahme akuter Medikation weiter erfolgte), wurde der Vollständigkeit halber zusätzlich überprüft, ob sich eine Änderung der mittleren Schmerzdauer einstellte. Es erfolgte sowohl ein Prä-Post- als auch Intergruppenvergleich, die im Folgenden dargestellt werden. Die Auswertung erfolgte durch die Anwendung von t-Tests (Signifikanzniveau = 5%, Bonferroni-Adjustierung). Die aufgeführten abhängigen Variablen wurden vorweg alle mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität getestet. Die Daten erfüllten die Voraussetzung der Normalverteilung, jedoch nicht die der Varianzhomogenität.

**Prä-Post-Vergleich:** Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Für die mittlere Schmerzdauer der Migräneattacken sind die Differenz der Mittelwerte von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase), die Differenz der Standardabweichungen von Phase 1 und Phase 3, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben.

**Tabelle 61: Darstellung der Mittelwertvergleiche der abhängigen Migränevariable „Schmerzdauer“ von Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für die Jogginggruppe (n = 16).**

Variable	Gruppe	N	Mdiff	SDdiff	t	df	Sig. (einseitig)
Mittlere Schmerzdauer der Attacken	Walkinggruppe	12	-2,03	4,00	-1,69	10	,06 (n.s.)
	Jogginggruppe	16	,22	2,13	,41	15	,34 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ;

Es zeigte sich kein Effekt bezüglich der mittleren Schmerzdauer der Migräneattacken. Tabelle 62 gibt die Mittelwerte der mittleren Schmerzdauer für erste und dritte Phase der beiden Gruppen wieder.

**Tabelle 62: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen des Migräneparameters „Schmerzdauer“ für die Phase 1 (achtwöchige Vorbeobachtungsphase) und Phase 3 (achtwöchige Nachbeobachtungsphase) für beide Gruppen (Jogginggruppe: n = 16; Walkinggruppe: n = 12).**

	$M_{Walking}$	$SD_{Walking}$	$M_{Jogging}$	$SD_{Jogging}$
Mittlere Schmerzdauer Phase 1	9,21	4,28	7,18	4,27
Mittlere Schmerzdauer Phase 3	11,24	6,18	6,96	2,88

M = Mittelwertdifferenz; SD = Standardabweichung

**Intergruppenvergleich:** Die Ergebnisse sind in der Tabelle 63 aufgeführt. Für die mittlere Dauer der Migräneattacken sind, getrennt nach der Gruppe, jeweils die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargeboten. Es sind je der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz angegeben. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied, wobei die Walkinggruppe eine deutlich längere Schmerzdauer der Attacken aufwies.

**Tabelle 63: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining in der achtwöchigen Nachbeobachtungsphase.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	t	df	Sig. (einseitig)
Mittlere Schmerzdauer der Attacken	Walkinggruppe	11	11,24	6,18	2,14	13,03	,03*
	Jogginggruppe	16	6,96	2,88			

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ;

### 6.5.3 Stressverarbeitung: Auswertung einzelner Skalen

Zur detaillierteren Betrachtung der ggf. vorliegenden unterschiedlichen Veränderungen der einzelnen Stressverarbeitungsmechanismen bezogen auf die unterschiedlichen Gruppen, wird im Folgenden eine Prä-Post-Auswertung der einzelnen Subskalen getrennt nach den beiden Gruppen vorgenommen. Vor der Testung der einzelnen Subskalen, wurde die Gleichheit der Gruppen bezüglich der Subskalen zum Messzeitpunkt t1 getestet. Die sich signifikant zum Messzeitpunkt t1 unterschiedenen Subskalen sind nachfolgend in der Tabelle 64 aufgeführt. Alle anderen Vergleiche waren nicht signifikant.

**Tabelle 64: Darstellung des Gruppenvergleichs vor dem Ausdauertraining zum Messzeitpunkt t1. Die Tabelle zeigt ausschließlich die sich signifikant unterscheidenden Subskalen des SVF.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	t	df	Sig. (zweiseitig)
Fluchttendenz	Walkinggruppe	14	12,57	3,78	2,29	22,75	,02*
	Jogginggruppe	17	9,94	2,24			
Reaktionskontrollversuch	Walkinggruppe	14	15,50	3,58	2,00	32	,03*
	Jogginggruppe	17	13,28	2,89			
Soziale Abkapslung	Walkinggruppe	14	10,32	5,64	-1,38	32	,09 <sup>†</sup>
	Jogginggruppe	17	8,17	3,24			
Resignation	Walkinggruppe	14	10,44	5,11	-1,52	19,32	,08 <sup>†</sup>
	Jogginggruppe	17	8,22	5,05			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz, \* $p < ,05$ ; <sup>†</sup> $p < ,1$

**Prä-Post-Vergleich:** Es wurden dazu t-Tests für abhängige Stichproben für die einzelnen Subskalen des SVF getrennt nach den Gruppen durchgeführt. Das Signifikanzniveau betrug hierbei insgesamt

5%. Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Für die signifikant gewordenen Subskalen sind die Differenz der Mittelwerte von Messzeitpunkt t1 und Messzeitpunkt t2, die Differenz der Standardabweichungen von t1 und t2, der zugehörige t-Wert (t), die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz getrennt nach den Gruppen angegeben.

**Tabelle 65: Darstellung der signifikanten Mittelwertvergleiche der einzelnen SVF-Skalen getrennt nach den Gruppen (Walkinggruppe: n = 14, Jogginggruppe: n = 17).**

Subskala	Gruppe	Mdiff	SDdiff	T	df	Sig. (einseitig)
SVF 5:	Walking	-,71	3,58	-,75	13	,23 (n.s.)
Ersatzbefriedigung t1 – t2	Jogging	-,88	2,64	-1,38	16	,09 <sup>+</sup>
SVF 12:	Walking	-1,07	2,92	-1,37	13	,10 <sup>+</sup>
Fluchttendenz t1 – t2	Jogging	-1,00	1,90	-2,17	16	,02*
SVF 14: Gedankliche	Walking	1,57	3,37	1,75	13	,05*
Weiterbeschäftigung t1 – t2	Jogging	-,76	4,48	-,70	16	,25 (n.s.)
SVF 15:	Walking	,93	2,40	1,45	13	,09 <sup>+</sup>
Resignation t1 – t2	Jogging	-,12	1,73	-,28	16	,39 (n.s.)
SVF 17:	Walking	1,21	2,86	1,59	13	,07 <sup>+</sup>
Selbstbeschuldigung t1 –t2	Jogging	-,06	3,21	-,08	16	,47 (n.s.)
SVF 18:	Walking	1,14	2,45	1,75	13	,05*
Aggression t1 –t2	Jogging	,88	2,85	1,28	16	,11 (n.s.)

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$ ; <sup>+</sup>  $p < ,10$

Es zeigte sich ein signifikanter Effekt bezüglich der bereits für die Gesamtstichprobe signifikant gewordenen Subskalen Fluchttendenz und Aggression. Die Fluchttendenz stieg in beiden Gruppen an (Jogginggruppe:  $t(16) = -2,17$ ;  $p = ,02$ ). Jedoch verzeichnete sich in der Walkinggruppe ( $t(13) = -1,37$ ;  $p = ,10$ ) lediglich ein marginaler Anstieg. Der mittlere Aggressionsscore sank in beiden Gruppen (Jogginggruppe:  $t(16) = 1,28$ ;  $p = ,11$ ); Jedoch lediglich in der Walkinggruppe signifikant ( $t(13) = 1,75$ ;  $p = ,05$ ). Bezüglich dem in der Gesamtstichprobe beobachteten marginalen Effekt der Subskalen „Ersatzbefriedigung“, konnte getrennt nach den Gruppen, ebenfalls ein marginaler Effekt in der Jogginggruppe ( $t(16) = -1,38$ ;  $p = ,09$ ) von vor dem Training zu nach dem Training beobachtet werden. Die Walkinggruppe zeigte bezüglich dieser Subskala keinen signifikanten Effekt auf.

Zusätzlich zu den im Prä-Post-Vergleich signifikant gewordenen Einzelvergleichen der Subskalen des SVF, zeigten sich im Prä-Post-Einzelvergleich, getrennt nach den beiden Gruppen, folgender weitere signifikanter Effekt: Reduktion der gedanklichen Weiterbeschäftigung in der Walkinggruppe ( $t(13) =$

1,75;  $p = ,05$ ) und folgende zwei weitere marginale Effekte: Reduktion der Resignation ( $t(13) = 1,45$ ;  $p = ,09$ ) und Selbstbeschuldigung ( $t(13) = 1,59$ ;  $p = ,07$ ) in der Walkinggruppe.

Alle anderen Änderungen der mittleren Scores der weiteren Subskalen erwiesen sich als nicht signifikant. Im Folgenden sind die Gruppenmittelwerte samt zugehörigen Standardabweichungen der angegebenen Subskalen aufgeführt.

**Tabelle 66: Auflistung der Gruppenmittelwerte und der Standardabweichungen der signifikanten Stressverarbeitungsskalen für t1 und t2 für die beiden Gruppen (Walkinggruppe:  $n = 14$ , Jogginggruppe:  $n = 17$ ).**

Subskala SVF	$M_{\text{Walking}}$	$SD_{\text{Walking}}$	$M_{\text{Jogging}}$	$SD_{\text{Jogging}}$
SVF 5: Ersatzbefriedigung t1	8,86	4,82	10,59	4,76
SVF 5: Ersatzbefriedigung t2	9,57	5,53	11,47	4,84
SVF 12: Flucht tendenz t1	12,57	3,78	9,88	2,29
SVF 12: Flucht tendenz t2	13,64	3,92	10,88	2,50
SVF 14: Gedankliche Weiterbeschäftigung t1	15,93	4,65	16,77	3,85
SVF 14: Gedankliche Weiterbeschäftigung t2	14,36	4,13	17,53	2,70
SVF 15: Resignation t1	10,44	5,11	8,00	2,06
SVF 15: Resignation t2	8,22	5,05	8,12	1,93
SVF 17: Selbstbeschuldigung t1	11,71	3,47	10,53	2,38
SVF 17: Selbstbeschuldigung t2	10,50	3,48	10,59	2,65
SVF 18: Aggression t1	8,64	2,37	10,00	4,36
SVF 18: Aggression t2	7,50	2,44	9,12	3,30

M = Mittelwertdifferenz; SD = Standardabweichung

**Intergruppenvergleich:** Zusätzlich wurden auch die einzelnen Subskalen zum Messzeitpunkt t2 zwischen den Gruppen verglichen. Zur Überprüfung möglicher Mittelwertsunterschiede wurden t-Tests für unabhängige Stichproben mit einem Gesamtsignifikanzniveau von 5% durchgeführt. Tabelle 67 gibt die Ergebnisse wieder. Für die Anzahl der im Mittel angewendeten positiven Stressverarbeitungsstrategien und die Anzahl der im Mittel angewendeten negativen Stressverarbeitungsstrategien sind, getrennt nach der Gruppe, die Stichprobengröße, die Mittelwerte und die Standardabweichungen dargeboten. Der zugehörige t-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die einseitige Signifikanz sind angegeben. Es zeigten sich die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten signifikanten und marginal signifikanten Unterschiede. Alle anderen Vergleiche waren nicht signifikant.

**Tabelle 67: Darstellung des Gruppenvergleichs nach dem Ausdauertraining zum Messzeitpunkt t2. Die Tabelle zeigt ausschließlich die sich signifikant unterscheidenden Subskalen des SVF.**

Variable	Gruppe	N	M	SD	t	df	Sig. (zweiseitig)
<b>Fluchttendenz</b>	Walkinggruppe	14	13,64	3,92	2,28	21,24	<b>,02*</b>
	Jogginggruppe	17	10,88	2,50			
<b>Soziale Abkapselung</b>	Walkinggruppe	14	9,93	3,79	1,42	29	<b>,08<sup>†</sup></b>
	Jogginggruppe	17	8,29	2,62			
<b>Gedankliche Weiterbeschäfti- gung</b>	Walkinggruppe	14	14,36	4,13	-2,57	29	<b>,01*</b>
	Jogginggruppe	17	17,53	2,70			
<b>Aggression</b>	Walkinggruppe	14	7,50	2,44	-1,52	29	<b>,07<sup>†</sup></b>
	Jogginggruppe	17	9,12	3,30			

n.s. = nicht signifikant; M = Mittelwert; SD = Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz, \*p < ,05; <sup>†</sup> p < ,1

#### 6.5.4 Fitnesslevel / Darstellung und Vergleich von Responder und Nonrespondern

Zusätzlich wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Steigerung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit und einer vorliegenden Minderung der Migränesymptomatik besteht. Hierbei wird zuerst auf die Steigerung der Fitnessparameter eingegangen und im Folgenden auf den Zusammenhang zu (Nicht)Respondern.

Beide Gruppen zeigen eine signifikante Steigerung des Fitnesslevels im Prä-Post-Vergleich (siehe Tabelle 68). Der Fitnesslevel wurde durch den Parameter der Physical Working Capacity (PWC) bestimmt. Das bedeutet, dass bei den Probanden festgelegte Herzfrequenz (Puls = 150) durch Laufen erzeugt wurden und diese dann in Kilometer pro Stunde (km/h) umgerechnet wurde. Dadurch macht dieser Parameter Aussagen über die körperliche Fitness / Leistungsfähigkeit. Weiterhin kann der Parameter auch in Watt / kg berechnet werden.

**Tabelle 68: Darstellung der Mittelwertvergleiche der Fitnessparameter des PWC150 für die Messzeitpunkt t1 und t2 für die beiden Gruppen.**

Gruppe	Fitnessparameter	Mdiff	SDdiff	t	df	Sig. (einseitig)
Jogginggruppe	PWC Watt	-,41	,20	-8,08	15	,00*
	PWC km/h	-1,19	,59	-8,08	15	,00*
Walkinggruppe	PWC Watt	-,21	,17	-4,46	11	,00*
	PWC km/h	-,67	,51	-4,56	11	,00*

n.s. = nicht signifikant;  $M_{Diff}$  = Mittelwertdifferenz;  $SD_{Diff}$  = Differenz der Standardabweichungen; t = t-Wert; df = Freiheitsgrade; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$

Nachfolgend (Tabelle 69) sind die Mittelwerte samt Standardabweichung für die beiden Gruppen je Messzeitpunkt für die Leistungsfähigkeit in km/h und in Watt angegeben. (Normwerte als Referenz finden sich im Anhang 9.15).

**Tabelle 69: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen der Fitnessparameter des PWC150 für die Messzeitpunkte t1 und t2 für die beiden Gruppen.**

	$M_{Walking}$	$SD_{Walking}$	$M_{Jogging}$	$SD_{Jogging}$
PWC Watt t1	1,67	,29	2,01	,41
PWC Watt t2	1,88	,33	2,41	,42
PWC km/h t1	7,40	,83	8,49	1,05
PWC km/h t2	8,07	,96	9,68	1,03

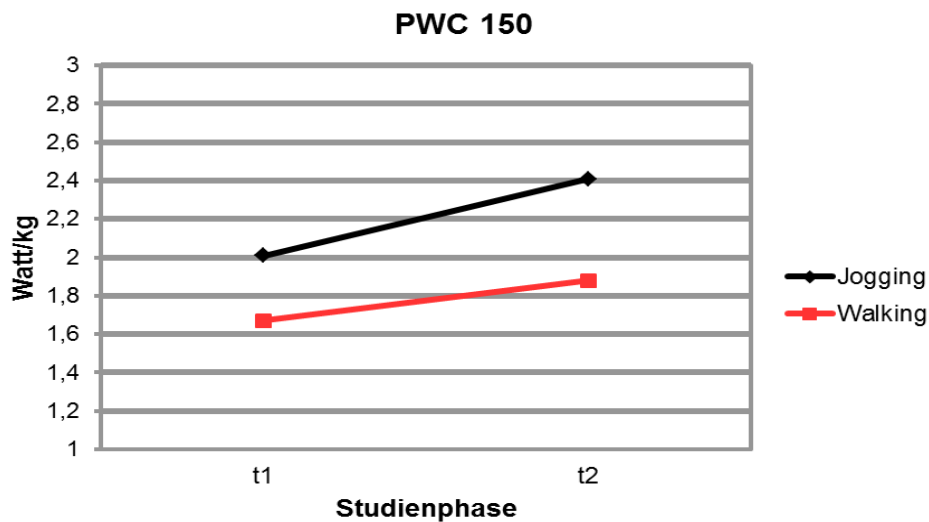
M = Mittelwertdifferenz; SD= Standardabweichung

Die Gruppen unterschieden sich sowohl zum Start des Trainings (t1) in Bezug auf das Fitnesslevel (PWC150 in Watt:  $t(26) = -2,45$ ;  $p = ,02$ ; PWC150 in km/h:  $t(26) = -2,97$ ;  $p = ,01$ ) als auch nach dem Training zum Zeitpunkt t2 (PWC150 in Watt:  $t(26) = -3,59$ ;  $p = ,00$ ; PWC150 in km/h:  $t(26) = -4,23$ ;  $p = ,00$ ). Es ergibt sich ein signifikanter Interaktionseffekt (PWC150 in Watt:  $F_{(1,26)} = 7,21$ ;  $p = ,00$ , zweiseitige Signifikanz; PWC150 in km/h:  $F_{(1,26)} = 6,03$ ;  $p = ,02$ , zweiseitige Signifikanz). Die kardiopulmunale Leistungsfähigkeit erfährt in der Joggingbedingung eine signifikant stärkere Steigerung (siehe Abbildungen 34 und 35).

**Tabelle 70:** Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse. Dargestellt sind jeweils die Zwischensubjektunterschiede auf den Faktoren „Verlauf“ und „Gruppe“ und die Interaktionen zwischen diesen Faktoren für die Fitnessvariablen.

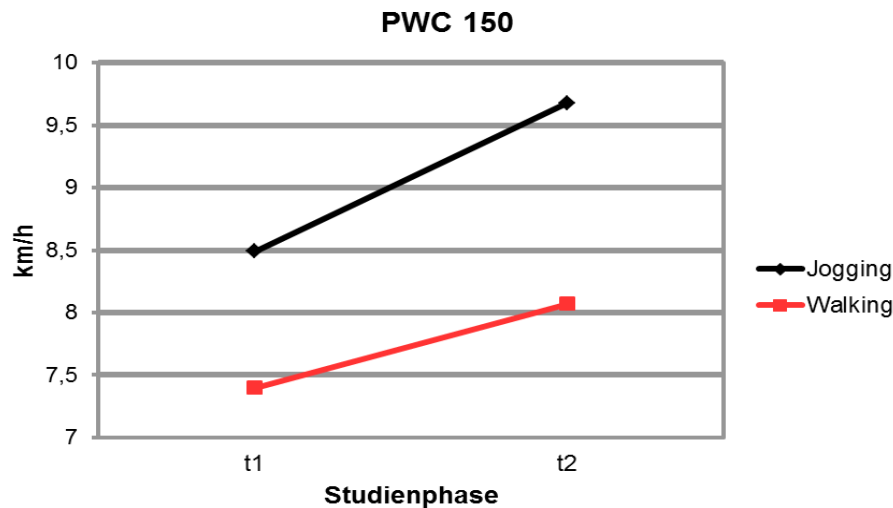
PWC 150	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig. (2-seitig)
<b>Watt</b>	Verlauf	1,33	1	1,33	74,49	,00*
	Verlauf x Gruppe	,13	1	,13	7,21	,01*
	Gruppe	2,59	1	2,59	9,84	,00*
	Fehler(Verlauf)	,46	26	,02		
	Fehler(Gruppe)	6,85	26	,26		
<b>km/h</b>	Verlauf	11,89	1	11,89	76,54	,00*
	Verlauf x Gruppe	,94	1	,94	6,03	,02*
	Gruppe	25,07	1	25,07	14,19	,00*
	Fehler(Verlauf)	4,04	26	,16		
	Fehler(Gruppe)	45,94	26	1,77		

Quadratsumme vom Typ III = Summe der quadrierten Abweichungen; df = Freiheitsgrade; Mittel der Quadrate = mittlere quadrierte Abweichung; F = F-Wert; Sig. = Signifikanz; \*  $p < ,05$



**Abbildung 34:** Fitnessparameter PWC 150 gemessen in Watt für die Jogging- und Walkinggruppe.





**Abbildung 35: Fitnessparameter PWC 150 gemessen in Kilometer pro Stunde für die Jogging- und Walkinggruppe.**

Im Folgenden wird die oben erwähnte Zusatzauswertung bezüglich der Frage, ob die Intensität des aeroben Ausdauertrainings (Walking vs. Jogging) unterschiedliche Effekte auf die Migränesymptomatik bei Respondern und Nonrespondern hat, dargelegt. Es wird der Frage nachgegangen, mit welcher Häufigkeit sich, unter den beiden Bedingungen, eine mindestens 50prozentige Reduktion (Responder) der einzelnen Symptome einstellt (siehe Tabelle 71).

In der **Jogginggruppe** zeigten 81,25% der Probanden eine mindestens 50%ige Verbesserung in mindestens einer der Tagebuchvariablen. Diese Verbesserung bezieht sich auf die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken, die Schmerzintensität der Migräneattacken, der Schmerzdauer der Attacken sowie der Begleiterscheinungen: Übelkeit, Lichtempfindlichkeit, Lärmempfindlichkeit, Erbrechen und Geruchsempfindlichkeit als auch der Medikamenteneinnahme. Wobei 25% der Probanden der Jogginggruppe eine mindestens 50%ige Verbesserung der Anzahl der Migränetage, der Anzahl der Migräneattacken, der Schmerzintensität oder der Schmerzdauer der Migräneattacken erfahren (ggf. gleichzeitig vorliegende Reduktion der Begleiterscheinungen dieser Probanden). Zusätzliche 50% der Jogging-Probanden erfahren eine mindestens 50%ige Reduktion der Begleiterscheinungen (ggf. gleichzeitig vorliegende Reduktion der Medikamenteneinnahme dieser Probanden) und Weitere 6,25% der Medikation.

58,3% der Probanden der **Walkinggruppe** zeigten eine mindestens 50%ige Verbesserung in mindestens eine der Tagebuchvariablen auf. Diese Verbesserung bezieht sich auf die Anzahl der Migränetage, die Anzahl der Migräneattacken, die Schmerzintensität der Migräneattacken, der Schmerzdauer der Attacken sowie der Begleiterscheinungen: Übelkeit, Lichtempfindlichkeit, Lärmempfindlichkeit, Erbrechen und Geruchsempfindlichkeit als auch der Medikamenteneinnahme. Darunter erfuhren 25% der Probanden der Walkinggruppe eine mindestens 50%ige Verbesserung der Anzahl der Migränetage, der Anzahl der Migräneattacken, der Schmerzintensität oder der Schmerzdauer der Migräneattacken (ggf. gleichzeitig vorliegende Reduktion der Begleiterscheinungen dieser Probanden) und zusätzliche 33,3% der Walking-Probanden erfuhren eine mindestens 50%ige Reduktion der Begleiterscheinungen (ggf. gleichzeitig vorliegende Reduktion der Medikamenteneinnahme dieser Probanden).

Tabelle 71: Darstellung der Non- / Responder der einzelnen Parameter in absoluten Zahlen und Prozent getrennt nach Gruppenbedingung dargeboten.

Parameter	Gruppe	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
		Jogger	Jogger	Walker	Walker
<b>Gesamt</b>	Nonresponder	3	18,8	5	41,7
	<b>Responder</b>	<b>13</b>	<b>81,2</b>	<b>7</b>	<b>58,3</b>
<b>Migränetage</b>	Nonresponder	13	81,2	11	91,7
	<b>Responder</b>	<b>3</b>	<b>18,8</b>	<b>1</b>	<b>8,3</b>
<b>Attackenanzahl</b>	Nonresponder	13	81,2	9	75
	<b>Responder</b>	<b>3</b>	<b>18,8</b>	<b>3</b>	<b>25</b>
<b>Migräneintensität</b>	Nonresponder	15	93,7	12	100
	<b>Responder</b>	<b>1</b>	<b>6,3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Migränedauer</b>	Nonresponder	16	100	12	100
	<b>Responder</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Migränehäufigkeit oder -intensität oder -dauer</b>	Nonresponder	12	75	9	75
	<b>Responder</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>25</b>
<b>Übelkeit</b>	Nonresponder	10	62,5	6	50
	<b>Responder</b>	<b>6</b>	<b>37,5</b>	<b>6</b>	<b>50</b>
<b>Lichtempfindlichkeit</b>	Nonresponder	10	62,5	8	66,7
	<b>Responder</b>	<b>6</b>	<b>37,5</b>	<b>4</b>	<b>33,3</b>
<b>Lärmempfindlichkeit</b>	Nonresponder	12	75	8	66,7
	<b>Responder</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>33,3</b>
<b>Erbrechen</b>	Nonresponder	13	81,3	11	91,7
	<b>Responder</b>	<b>3</b>	<b>18,7</b>	<b>1</b>	<b>8,3</b>
<b>Geruchsempfindlichkeit</b>	Nonresponder	15	93,8	11	91,7
	<b>Responder</b>	<b>1</b>	<b>6,2</b>	<b>1</b>	<b>8,3</b>
<b>Begleiterscheinungen gesamt</b>	Nonresponder	5	31,2	5	41,7
	<b>Responder</b>	<b>11</b>	<b>68,8</b>	<b>7</b>	<b>58,3</b>
<b>Medikamenteneinnahme</b>	Nonresponder	13	81,2	11	91,7
	<b>Responder</b>	<b>3</b>	<b>18,8</b>	<b>1</b>	<b>8,3</b>

### **6.5.5 Zusammenhänge zwischen dem Fitnesslevel und Aufmerksamkeitsparametern: Korrelation und Regression**

In diesem Abschnitt wird eine Zusatzauswertung bezüglich möglicher Zusammenhänge der Änderungen des Fitnesslevels und der Änderungen der Aufmerksamkeitsparametern angestrebt. Es wird die Fragestellung verfolgt, ob sich signifikante Korrelationen zwischen den Parametern der kardiopulmunalen Leistungsfähigkeit und der Aufmerksamkeitsleistung nachweisen lassen. Des Weiteren wird betrachtet, ob die Intensität des aeroben Ausdauertrainings (Walking vs. Jogging) unterschiedliche Effekte auf die Zusammenhänge der Leistungssteigerung und der Aufmerksamkeitsänderung hat.

In den nachfolgenden Tabellen sind, sowohl für die Gesamtstichprobe als auch für die Jogging- und Walkinggruppe getrennt, die Korrelationen und deren Signifikanzen zwischen dem PWC, sowohl gemessen in km/h als auch in Watt, als Maß der Fitnessleistung und den folgenden einzelnen Aufmerksamkeitsparametern: Differenz der Gesamtzahl abzüglich der Fehleranzahl im Test d2, Differenz der Gesamtzahl im Test d2, Differenz der Sekunden im Test TMT A und im Test TMT B, Prozentränge im Test TMT A und TMT B, Differenz der iCNV und des Habitationskoeffizienten vom Messzeitpunkt t1 und t2 dargeboten.

Tabelle 72: Darstellung der Korrelationen zwischen den Aufmerksamkeits- und den Fitnessparametern, getrennt für die Gruppen dargeboten.

		PWC in km / h <sub>G</sub>	PWC in Watt <sub>G</sub>	PWC in km / h <sub>W</sub>	PWC in Watt <sub>W</sub>	PWC in km / h <sub>J</sub>	PWC in Watt <sub>J</sub>
Differenz der Gesamtzahl – Fehleranzahl im Test d2	Korrelation nach Pearson	,231	,172	,446	,438	,154	,069
	Signifikanz (2-seitig)	,236	,382	,146	,154	,568	,800
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz der Gesamtzahl im Test d2	Korrelation nach Pearson	-,200	-,232	,398	,395	<b>-,518*</b>	<b>-,567*</b>
	Signifikanz (2-seitig)	,306	,234	,200	,204	,040	,022
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz der Sekunden im Test TMTA	Korrelation nach Pearson	,184	,194	,223	,209	-,012	,041
	Signifikanz (2-seitig)	,348	,322	,485	,515	,964	,879
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz der Sekunden im Test TMTB	Korrelation nach Pearson	-,066	-,027	<b>-,537</b>	<b>-,535</b>	,039	,078
	Signifikanz (2-seitig)	,740	,891	,072	,073	,886	,773
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz des Prozentranges im Test TMTA	Korrelation nach Pearson	-,185	-,227	-,152	-,135	,088	-,012
	Signifikanz (2-seitig)	,346	,245	,638	,676	,746	,965
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz des Prozentranges im Test TMTB	Korrelation nach Pearson	,225	,159	<b>,686*</b>	<b>,666*</b>	,114	,036
	Signifikanz (2-seitig)	,250	,420	,014	,018	,673	,894
	N	28	28	12	12	16	16
Differenz der iCNV	Korrelation nach Pearson	<b>,596**</b>	<b>,564**</b>	<b>,684*</b>	<b>,687*</b>	,349	,269
	Signifikanz (2-seitig)	<b>,001</b>	<b>,003</b>	,014	,014	,221	,353
	N	26	26	12	12	14	14
Differenz der Habituatation	Korrelation nach Pearson	,243	,160	,176	,136	,155	,011
	Signifikanz (2-seitig)	,231	,436	,584	,673	,596	,970
	N	26	26	12	12	14	14

Zur Erläuterung der Abkürzungen:

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

$G$  = Gesamtstichprobe (n = 28)

$w$  = Walkinggruppe (n = 12)

$J$  = Jogginggruppe (n = 16)

Es zeigen sich signifikante Korrelationen in der **Gesamtgruppe** zwischen der iCNV-Amplitude und den Fitnessparameter PWC in km/h ( $r = ,596$ ,  $p = ,001$ ) und in Watt ( $r = ,564$ ,  $p = ,003$ ). In der **Walkinggruppe** ergaben sich ebenfalls signifikante Korrelationen des Fitnessparameters PWC in km/h ( $r = ,684$ ,  $p = ,014$ ) und in Watt ( $r = ,687$ ,  $p = ,014$ ) und der iCNV-Amplitude als auch der Differenz des Prozentranges im Test TMTB und des Fitnessparameter PWC in km/h ( $r = ,686$ ,  $p = ,014$ ) und in Watt ( $r = ,666$ ,  $p = ,018$ ). Des Weiteren wies die Walkinggruppe eine marginale Korrelation zwischen Differenz in Sekunden im Test TMTB und des Fitnessparameter PWC in km/h ( $r = ,537$ ,  $p = ,072$ ) und in Watt ( $r = ,535$ ,  $p = ,073$ ) auf. In der **Jogginggruppe** bot sich eine signifikante Korrelation zwischen der Differenz der Gesamtzahl im Test d2 und dem Fitnessparameter PWC in km/h ( $r = ,518$ ,  $p = ,040$ ) und in Watt ( $r = ,567$ ,  $p = ,022$ ) dar. Weitere signifikante Korrelationen zwischen den Aufmerksamkeits- und den Fitnessparametern zeigten sich nicht. Die signifikanten Korrelationen des TMT B und der iCNV mit dem Fitnessparameter sind in den folgenden zwei Abbildungen dargestellt.

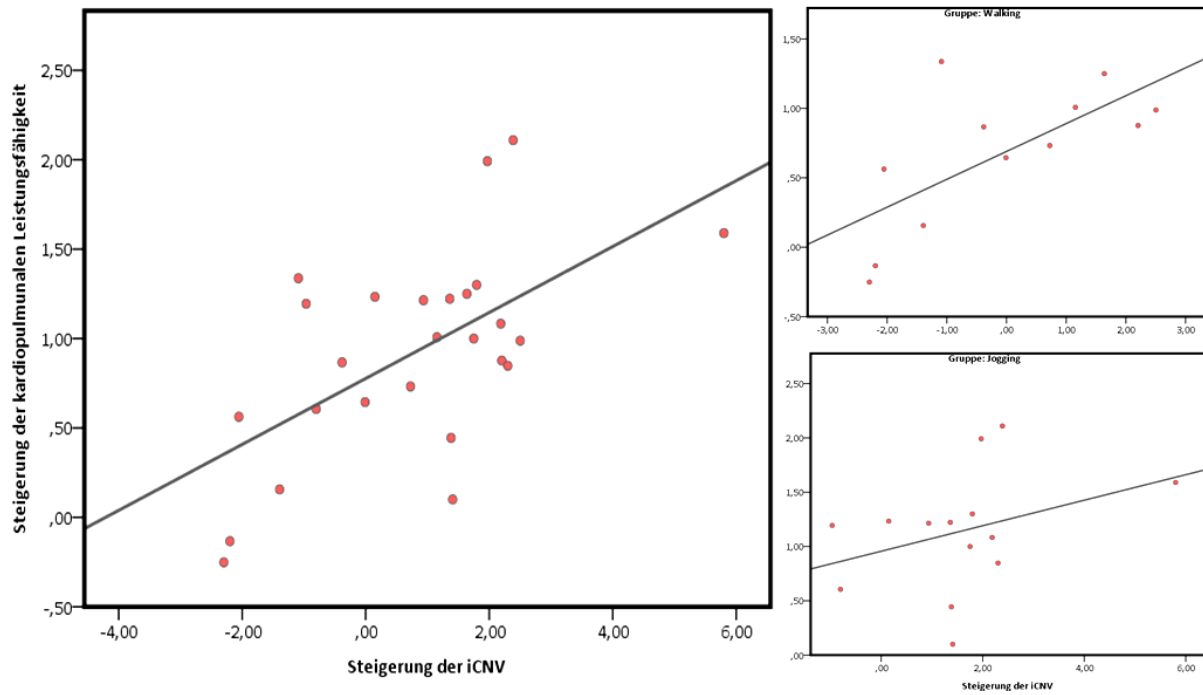


Abbildung 36: Darstellung der Korrelationen der Steigerung des Fitnesslevels und der Steigerung der iCNV für die Gesamtgruppe (links), die Walkinggruppe (rechts oben) und die Jogginggruppe (rechts unten).

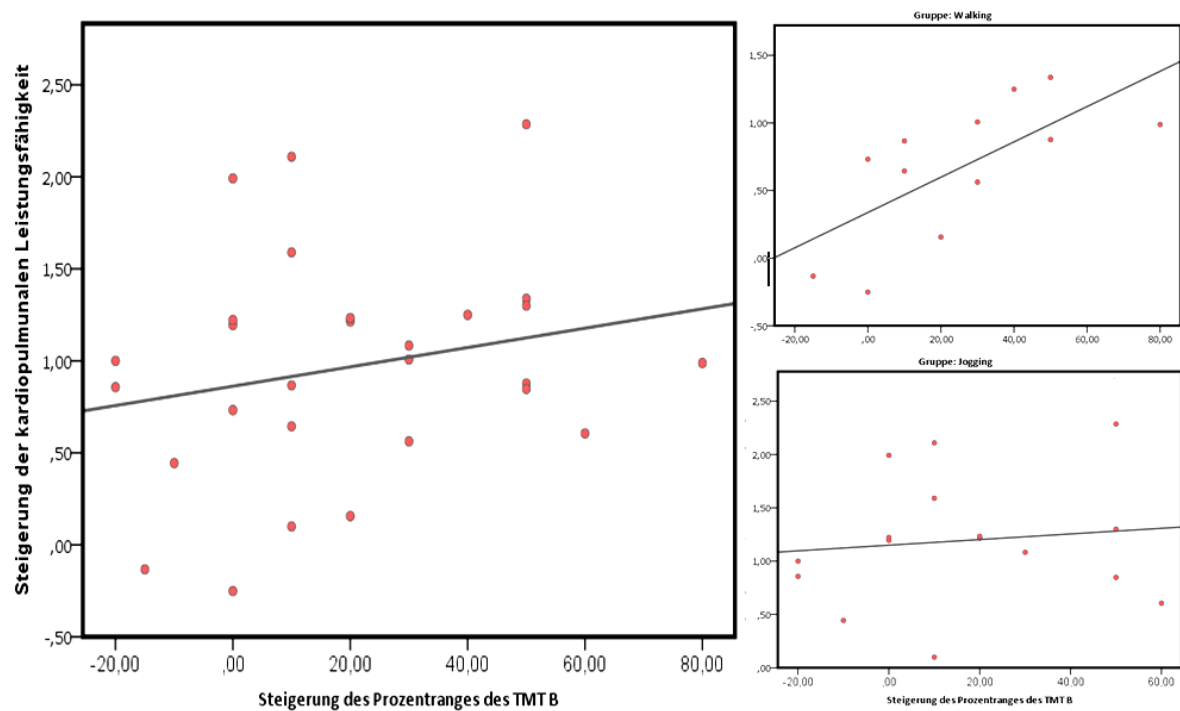


Abbildung 37: Darstellung der Korrelationen der Steigerung des Fitnesslevels und der Steigerung des Prozentranges des TMT B für die Gesamtgruppe (links), die Walkinggruppe (rechts oben) und die Jogginggruppe (rechts unten).

**Regressionsanalyse:** Es zeigte sich für den Fitnessparameter eine hochsignifikante Wechselwirkung zwischen den Gruppen und dem Verlauf (siehe 6.5.4). Die Korrelationen zeigen unterschiedliche Zusammenhänge zwischen dem Fitnessparameter PWC in km/h und den Aufmerksamkeitsparametern auf. Für eine genauere Angabe der Varianzaufklärung der kardiopulmunalen Leistungssteigerung durch die unterschiedlichen Aufmerksamkeitsparameter wurde eine multiple Regressionsgleichung berechnet. Die Differenz der erzielten Leistung im PWC (gemessen in km/h) zu t1 und t2, gilt dabei als abhängige Variable. Als unabhängige Variablen gehen die folgenden Aufmerksamkeitsparameter in die Regressionsgleichung ein: iCNV, Habituationkoeffizient, erzielte Leistung im d2, gemessen als Gesamtzahl und als um den Fehleranteil relativierte Gesamtzahl, TMT A und B in Sekunden sowie TMT A und B als Prozentrang. Die Berechnung der Regressionsgleichung ergab mit einem dazugehörigen F-Wert von  $F(8, 17) = 3,293$ , ein multiples R von  $R = ,780$ , eine Varianzaufklärung von  $R^2 = ,608$  sowie eine Signifikanz von  $p = ,019$ . Die nachfolgende Tabelle gibt die Beta-Gewichte und die dazugehörigen Signifikanzen der unabhängigen Variablen wieder.

**Tabelle 73: Multiple Regressionsanalyse der kardiopulmunalen Leistungsfähigkeit und der Aufmerksamkeitsparametern der Gesamtgruppe (n = 26).**

Unabhängige Variable	B	p
iCNV	,497	,017
Habituation	,128	,463
d2GZ	-,390	,025
d2GZ-F	,094	,606
TMTA Sek	-,240	,599
TMTB Sek	,728	,116
TMTA PR	,373	,429
TMTB PR	,830	,077

B= Beta; p = Signifikanz



## 7 Interpretation und Diskussion

Im Folgenden sollen sowohl die erzielten Ergebnisse als auch die angewandte Methode dieser Studie diskutiert und interpretiert. Schließlich folgt ein Ausblick.

### 7.1 Diskussion der Ergebnisse

Zunächst werden die erzielten Ergebnisse der statistischen Auswertung für die Migräne-Parameter, die Stressverarbeitungsparameter, die Aufmerksamkeitsparameter und die EEG-Parameter je unter Berücksichtigung der Zusatzauswertungen kurz genannt und im direkten Anschluss diskutiert.

#### 7.1.1 Migräneparameter

Basierend auf der einschlägigen Literatur, die von einer Reduktion der erwähnten Migräneparameter nach dem Betreiben von Ausdauersport berichtet (vgl. u.a. Busch & Gaul, 2008a; Koch et al, 2009), wurde in der vorliegenden Studie (**Prä-Post-Vergleich**) die Hypothese aufgestellt, dass die Anzahl der Migräneattacken und der Migränetage sowie die Intensität der Migräneattacken bei den Migränepatienten in beiden Bedingungen nach dem aeroben Ausdauersport im Vergleich zu vorher signifikant niedriger ist. Die postulierte Richtung dieser Annahme konnte für die **Migränehäufigkeit** anhand der Untersuchung bestätigt werden. Es zeigte sich, dass nach dem Ausdauertraining die Anzahl der Migräneattacken in beiden Gruppen signifikant sowie die Anzahl der Migränetage in beiden Gruppen gesenkt (in der Jogginggruppe signifikant geringer) war. Dabei war jedoch die Anzahl der Migränetage zum Messzeitpunkt t1 und die Erkrankungsdauer der Teilnehmer signifikant verschieden. Die Jogginggruppe wies gegenüber der Walkinggruppe eine tendenziell geringere Anzahl an Migränetagen zum Zeitpunkt t1 auf. Für die Gesamtgruppe konnte bezüglich der Migränehäufigkeit (sowohl Migränetage als auch Attackenanzahl) eine signifikante Reduktion nach dem Ausdauertraining festgestellt werden. Die postulierte Richtung dieser Annahme bezüglich der **Migräneintensität** konnte anhand der Untersuchung nicht bestätigt werden. Die Variable „Migräneintensität“ wies sowohl unter beiden Gruppenbedingungen als auch bezogen auf die Gesamtgruppe keine signifikanten Unterschiede auf.

Des Weiteren wurde angenommen, dass sich zum Messzeitpunkt t2 (**Intergruppenvergleich**) nach dem Sport ein signifikanter Unterschied in dem Sinne zeigt, dass die Mittelwerte der Migränehäufigkeit (Tage und Attacken) und der Migräneintensität in der Jogginggruppe signifikant geringer sind als die Mittelwerte der Walkinggruppe. Diese Annahme beruhte unter anderem auf dem Erkenntnisgewinn der Pilotstudie (Darabaneanu et al., 2011), welche aufzeigte, dass das Ansteigen des Fitnesslevels (PWC 150) ein Prädiktor für die Verbesserung der Migränesymptomatik

ist und dass die Verbesserung des Fitnesslevels dabei eine signifikante Korrelation zum Responderstatus der Migränepatienten aufweist. Die Ergebnisse hierzu weisen auf keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Mittelwerte hin, weder für die **Migränehäufigkeit** (Angriffe und Tage) noch für die **Migräneintensität**.

Eine mögliche Erklärung für die gefundene Reduktion der **Migränehäufigkeit** in beiden Gruppen ist, dass aerober Ausdauersport unabhängig von der Intensität des Trainings zur Reduktion der Migränehäufigkeit führt (vgl. u.a. Dittrich et al., 2008; Narin et al., 2003; Varkey et al., 2009). So belegten unterschiedliche Autoren eine Reduktion der Migränesymptomatik durch Joggen (u.a. Darabaneanu et al., 2011) und andere Autoren eine Reduktion der Migränesymptomatik durch Walken (u.a. Narin et al., 2003). Auch die Responderraten (mindestens 50prozentige Reduktion der einzelnen Symptome) deuten darauf hin, dass die Probanden beider Gruppen von einer Reduktion der Migränesymptomatik profitiert haben (Gesamtsymptomatik: Jogger 81,2%, Walker: 58,3%; Migränetage: Jogger: 18,8%, Walker: 8,3%; Attackenanzahl: Jogger: 18,8%, Walker: 25%). Jedoch zeigte sich, trotz fehlender signifikanter Unterschiede der Migränehäufigkeit der beiden Gruppen zum Postzeitpunkt, ein stärkerer Effekt in der Jogginggruppe: sowohl die Attackenanzahl als auch die Migränetage reduzierten sich signifikant (in der Walkinggruppe reduzierte sich lediglich die Attackenanzahl signifikant). Dieses Ergebnis spricht für die Annahme des Wirkmodells, dass ein Zusammenhang zwischen der Fitnesslevelerhöhung und der Reduktion der Migränehäufigkeit besteht. Die Ergebnisse der Messung der Fitnesssteigerung belegen diese Annahme. So erzielten beide Gruppen eine signifikante Erhöhung des Fitnesslevels, die Jogginggruppe jedoch eine signifikant stärkere Erhöhung.

Darüber hinaus verringerte sich die **Migräneintensität** nicht signifikant nach dem Ausdauertraining. Dieses Ergebnis ist inkongruent zu einem Teil der bestehenden Literatur (u.a. Koseoglu et al., 2003). Jedoch fanden auch Grimm et al. (1981) keine Veränderung der Schmerzintensität. Die Migräneintensität repräsentiert die individuelle Schmerzwahrnehmung. Nach Köppe und Flor (2005) ist diese Schmerzwahrnehmung durch die kortikale Schmerzverarbeitung beeinflusst. Sie beschreiben, dass Schmerzen zu Veränderungen in den schmerzverarbeitenden Strukturen führen können. Dadurch wird die Wahrnehmung und Bewertung von Schmerzen verändert. Solche neuroplastischen Veränderungen werden unter den Begriff des „Schmerzgedächtnisses“ zusammengefasst. Dieses Schmerzgedächtnis ist ein Sensibilisierungsprozess, welcher zu einer erhöhten Schmerzempfindlichkeit und Fehlwahrnehmungen führt. Mit steigender Erkrankungsdauer (Chronizität) findet eine Zunahme der plastischen Veränderungen statt (Flor &

Hermann, 2006). Da die Migränepopulation dieser Studie im Durchschnitt sieben Jahre länger erkrankt war als z.B. die Teilnehmer der Studie von Koseoglu et al. (2003), ist eine mögliche Erklärung, dass sich die wahrgenommene Migräneintensität nicht reduziert hat, weil das Schmerzgedächtnis bei den Probanden dieser Studie stärker ausgeprägt ist und die neuroplastische „Rück-Änderung“ mehr Zeit benötigt. Da sich die Migräneintensität jedoch in der Studie von Fischer et al. (1994) reduzierte und die untersuchte Migränestichprobe der Studie ein ähnliches Durchschnittsalter aufwies wie die in dieser Studie untersuchte Stichprobe, bleibt diese Erklärung fragwürdig.

Eine weitere mögliche Erklärung des Ergebnisses der nicht signifikanten Reduktion der Migräneintensität in der Studie von Grimm et al. (1981) ist die unterschiedliche Trainingsintensität, da die Probanden in der Studie ein Lauftraining bei einer Intensität von 50 – 85% VO<sub>2</sub>max absolvierten. Die Pilotstudie dieser Dissertation (Darabaneanu et al., 2011), welche eine Reduktion von 43% aufzeigte, hatte dagegen eine höhere Mindesttrainingsintensität von 60-75% der maximalen Herzfrequenz. Für die Reduktion der Schmerzintensität scheint daher die Mindestintensität von 60% der maximalen Herzfrequenz ausschlaggebend zu sein (Lüthje, 2010). Eine niedrigschwelligere Mindestintensität von unter 60% scheint somit eine mögliche Erklärung dafür zu sein, dass die Walkinggruppe keinerlei signifikante Änderung erfahren hat. Auch für die fehlende Reduktion der Migräneintensität der Jogginggruppe stellt dies eine Erklärung dar, weil das angewandte Verfahren zur Messung der Herzfrequenz fehleranfällig und ungenau zu sein scheint (siehe 7.2). Eine möglicherweise zu kurze Trainingsdauer von acht Wochen, scheint als Erklärung nicht geeignet, aufgrund der Befunde von Dittrich et al. (2008) und Fitterling et al. (1988), die mit einem sechswöchigen Training bzw. mit einem zwölfwöchigen Training eine signifikante Reduktionen der Migräneintensität erzielen konnten.

Zusammenfassend wird die aufgestellte Annahme, dass die Migränehäufigkeit durch aeroben Ausdauersport in Abhängigkeit der Intensität des Trainings sinkt, angenommen. Die Interpretation dieser Befunde muss jedoch mit Vorsicht getätigt werden, da die Gruppen sich sowohl in ihrer Erkrankungsdauer als auch in der Anzahl der Migränetage zum Messzeitpunkt t1 unterschieden. Eine stärkere Fitnesssteigerung scheint zu einer höheren Reduktion der Migränehäufigkeit zu führen. Jedoch erreicht auch ein weniger intensives aerobes Ausdauertraining eine beachtliche Reduktion der Migräneattacken, so dass z.B. bei körperlichen Beschwerden oder mangelnder Motivation zum Laufen, Walking eine durchaus gute Alternative zum Jogging ist. Die Annahme, dass die Migräneintensität in Abhängigkeit der Intensität des aeroben Ausdauertrainings zur Reduktion der Schmerzintensität führt, konnte in dieser Studie nicht belegt werden. Es wird jedoch vermutet, dass

bei einer guten Kontrolle der Herzfrequenz eine Reduktion der Schmerzintensität in Abhängigkeit der Mindestintensität der maximalen Herzfrequenz zu erzielen ist, sodass unter der Voraussetzung einer Mindestintensität von 60% der maximalen Herzfrequenz ein signifikanter Unterschied im Intergruppenvergleich auftritt (Lüthje, 2010). Diese Annahme gilt es in weiteren Studien erneut zu prüfen.

### 7.1.2 Stressverarbeitungsparameter

Zu Beginn der Studie wurde vermutet, dass positive stressreduzierende Strategien in beiden Bedingungen nach dem aeroben Ausdauersport (**Prä-Post-Vergleich**) erhöht und negative stresserhöhende Strategien in beiden Gruppen nach dem aeroben Ausdauersport erniedrigt sind, da aerober Ausdauersport u.a. zur Minderung von Stress (Siddiqui et al., 2010) führt. Die Literatur zeigt auf, dass ein Zusammenhang zwischen der körperlichen Fitness und einer geringeren Stressantwort besteht (vgl. Crews & Landers, 1987; Darabaneanu et al., 2011; Zenong et al., 2005). Es zeigten sich nach dem Ausdauertraining jedoch keinerlei signifikante Änderungen bezüglich der Stressverarbeitungsstrategien. Sowohl die stressreduzierenden Strategien als auch die stresserhöhenden Strategien bleiben für die beiden Gruppenbedingungen als auch für die Gesamtgruppe nach dem Ausdauertraining konstant. Sowohl Jogging als auch Walking scheint demnach weder einen Effekt auf den positiven Umgang mit Stress noch auf den negativen Umgang mit Stress zu haben.

Detailliertere Einzelvergleiche zeigten jedoch, dass nach dem Ausdauertraining die Subskala Fluchttendenz (negative Verarbeitungsstrategie) in der Gesamtstichprobe und in beiden Einzelgruppen angestiegen ist (jedoch verzeichnete sich in der Walkinggruppe lediglich ein marginaler Anstieg), die Aggression (negative Verarbeitungsstrategie) in der Gesamtstichprobe und in beiden Einzelgruppen sank (in der Jogginggruppe jedoch nicht signifikant,  $p = ,11$ ) und sich die gedankliche Weiterbeschäftigung (negative Verarbeitungsstrategie) in der Walkinggruppe signifikant reduzierte. Zusätzlich konnte sowohl eine Tendenz zur Steigerung der Ersatzbefriedigung (positive Verarbeitungsstrategie) in der Gesamtstichprobe (in der Jogginggruppe marginal; in der Walkinggruppe nicht signifikant) als auch eine Tendenz zur Reduktion der Resignation (negative Verarbeitungsstrategie) und Selbstbeschuldigung (negative Verarbeitungsstrategie) in der Walkinggruppe festgestellt werden. Insgesamt haben sich somit zwei negative Verarbeitungsstrategien und eine positive Strategien in der Gesamtgruppe signifikant verändert. In der Jogginggruppe änderten sich eine Negativstrategie signifikant und eine Positivstrategie marginal. Die Walkinggruppe wies bei fünf Negativstrategien eine Änderung auf, wovon vier Effekte signifikant und einer marginal signifikant war. Die signifikante Änderung der Positivstrategie Ersatzbefriedigung

überrascht per se nicht, führt man sich vor Augen, dass gerade der dreimal wöchentlich durchgeführte Sport andere vorher angewandte Stressverarbeitungsmechanismen ersetzt. Die positiven Änderungen der genannten Negativstrategien sind hypothesenkonform und sprechen somit für die Annahme, dass sich negative Stressverarbeitungsstrategien durch den aeroben Ausdauersport reduzieren lassen. Einer stärkeren Diskussion bedarf jedoch das hypothesenkonträre Ergebnis der signifikant gesteigerten Negativstrategien Flucht tendenz. Es kann vermutet werden, dass aufgrund der aktiv ausgeübten, vermehrten motorischen Bewegung instinktiv eine Flucht tendenz im Körper angeregt wird, welche in der signifikanten Steigerung der Subskala ablesbar ist. Kritisch betrachtet, muss dabei jedoch in Frage gestellt werden, ob es sich hierbei nicht eventuell um ein Zufallsergebnis der statistischen Auswertung handelt.

Unter anderem berichteten Huber und Henrich (2003) sowie Trimmel et al. (1990), dass Migränebetroffene ineffektivere Stress-Coping-Strategien im Gegensatz zu gesunden Kontrollprobanden aufweisen. Zum Beispiel verwenden Migräneleidende häufiger Strategien wie Selbstbeschuldigung, Selbstmitleid, Resignation oder gedankliche Weiterbeschäftigung (alles negative Verarbeitungsstrategien). Bei Betrachtung des gesamten Profils fällt im Vergleich mit den Daten von Trimmel et al. (1990) auf, dass vor allem die Negativstrategien (Subskalen 12 - 17), (allerdings) auf niedrigerem Niveau, mit dem Profil der Negativstrategien der Gruppe der Migränepatienten annähernd deckungsgleich sind (siehe Abbildung 38). Daraus lässt sich schließen, dass vor allem die Negativstrategien bei Migränepatienten einem gewissen Muster folgen, welches, mit Bezugnahme auf die nach dem Ausdauersport geänderten einzelnen Stressverarbeitungsstrategien in dieser Studie, leichter zu durchbrechen zu sein scheint als die Positivstrategien.

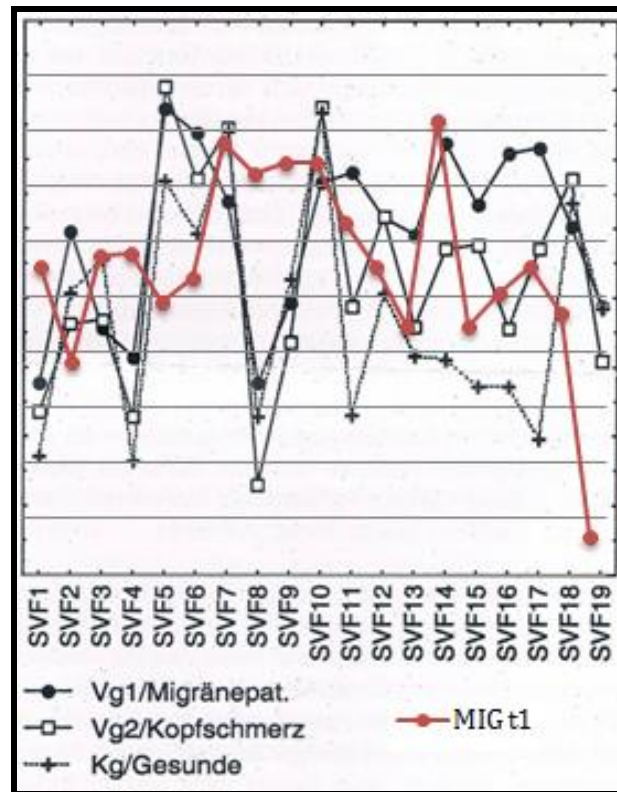


Abbildung 38: Darstellung der Mittelwerte der Subskalen des SVF (y-Achse). In schwarz dargestellt sind die Profile für Migränepatienten, Kopfschmerzpatienten und gesunde Probanden aus Trimmel et al. (1990) und in Rot das Profil für die Probanden der gesamten Stichprobe dieser Studie zum Messzeitpunkt t1. Die abgebildeten Skalen sind der Reihenfolge nach benannt wie folgt: Bagatellisierung(1), Herunterspielen(2), Schuldabwehr(3), Ablenkung von Situationen(4), Ersatzbefriedigung(5), Suche nach Selbstbestätigung(6), Situationskontrollversuche(7), Reaktionskontrollversuche(8), positive Selbstinstruktion(9), Bedürfnis nach sozialer Unterstützung(10), Vermeidungstendenz(11), Fluchttendenz(12), Soziale Abkapselung(13), Gedankliche Weiterbeschäftigung(14), Resignation(15), Selbstbemitleidung(16), Selbstbeschuldigung(17), Aggression(18) und Pharmakaeinnahme(19). Das Muster der Negativskala (12-17) ist der Migränepatientengruppe (Vg1/Migränepat.) von Trimmel et al. (1990) auf geringerem Niveau ähnlich.

Des Weiteren wurde angenommen, dass sich zum Messzeitpunkt t2 (**Intergruppenvergleich**) nach dem Sport ein signifikanter Unterschied in dem Sinne zeigt, dass die Mittelwerte der stressreduzierenden Strategien in der Jogginggruppe signifikant höher und die Mittelwerte der stresserhöhenden Strategien signifikant niedriger sind als die Mittelwerte der Walkinggruppe. Diese Annahme beruhte auf der eingangs erwähnten Literatur, welche einen Zusammenhang zwischen der körperlichen Fitness und einer geringeren Stressantwort aufzeigt (vgl. Crews & Landers, 1987; Darabaneanu et al., 2011; Zenong et al., 2005). Demnach müsste bei Erreichen einer höheren körperlichen Fitness (Jogginggruppe) auch eine signifikant geringere Stressantwort erfolgen. Die Annahme bestätigte sich nicht. Die Studie zeigte keinerlei signifikante Unterschiede zum Messzeitpunkt t2 bezogen auf die Positivstrategien und die Negativstrategien in ihrer Gesamtheit.

Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass ab der Erreichung eines gewissen Fitnessgrades die Beeinflussung der Stressverarbeitungsstrategien geringer wird. So zeigt die Walkinggruppe, welche eine Steigerung der Fitness vom unterdurchschnittlichen Bereich zum durchschnittlichen Bereich erzielt hat, stärker beeinflusste Stressverarbeitungsstrategien als die Jogginggruppe, die eine Steigerung der Fitness vom durchschnittlichen zum überdurchschnittlichen Bereich erzielte. Es wird daher angenommen, dass eine weitere Erhöhung der Fitness ab einem gewissen erreichten Fitnessgrad keinen weiteren Einfluss auf die Änderung der Stressverarbeitungsstrategien ausübt. Für diesen Erklärungsansatz spricht, dass die Jogginggruppe, welche bereits zu Beginn des Trainings fitter war (PWC 150 von 2,01 Watt zu t1M Walking: 1,67 Watt), drei negative Stressverarbeitungsstrategien aufweist, die im Vergleich zur Walkinggruppe signifikant geringer sind (Fluchttendenz, soziale Abkapselung und Resignation).

Zusammenfassend wiesen weder die Positiv- noch Negativstrategien in ihrer Gesamtheit signifikante Unterschiede auf. Die aufgestellten Hypothesen konnte nicht eindeutig belegt werden. Jedoch konnten einzelne signifikante Subskalen-Unterschiede nachgewiesen werden. Für kommende Studien sollte die aufgestellte Hypothese, dass die Stressverarbeitung durch fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport in der Weise beeinflusst wird, dass einerseits stresserhöhende negative Strategien gesenkt und andererseits stresserniedrigende positive Strategien erhöht werden, nicht unbeachtete gelassen werden, da einerseits der Grad der Beeinflussung der Stressverarbeitungsstrategien nicht lediglich von dem Grad der Steigerung der Fitness, sondern ebenfalls von dem Grad der absolut bestehenden Fitness abzuhängen scheint und andererseits negative Verarbeitungsstrategien offenbar leichter beeinflussbar sind als positive Strategien. Eine Änderung (insbesondere der Abbau) der negativen, instabileren Verhaltensweisen scheint leichter erzielbar zu sein als der Aufbau der stabileren positiven Stressverarbeitungsstrategien. So ist für Probanden der Abbau von Aggressionen leichter als sich Selbstbestätigung zu suchen. Schlussfolgernd wird die Annahme eines signifikanten Ergebnisses zwischen den Gruppen nach der Durchführung zweier unterschiedlicher, intensiver aerober Ausdauersportarten (Walken und Joggen) nicht eindeutig belegt. Es sollte in weiteren Studien untersucht werden, ob unter der Voraussetzung zweier vor Beginn des Trainings nach der Fitness gematchten Gruppen, ein signifikanter Unterschied im Intergruppenvergleich auftritt (vgl. Crews & Landers, 1987; Darabaneanu et al., 2011; Zenong et al., 2005).

### 7.1.3 Aufmerksamkeitsparameter

Im Nachfolgenden werden die erzielten Ergebnisse der statistischen Auswertung für die unterschiedlichen Aufmerksamkeitsparameter TMT A und TMT B, Test d2 und die EEG-Parameter iCNV und Habituation je unter Berücksichtigung der Zusatzauswertungen kurz erwähnt und im direkten Anschluss diskutiert. Unabhängig von den einzelnen Tests wurde in dieser Dissertation die Annahme verfolgt, dass sich die Aufmerksamkeitsleistung mit einer gesteigerten Fitness verbessert (vgl. u.a. Kramer et al., 1999; Netz et al., 2011; Newson & Kemps, 2006; Niederer et al., 2011). Die Ergebnisse der Messung der Fitnesssteigerung wiesen eine signifikante Erhöhung des Fitnesslevels in beiden Gruppen nach, wobei bei der Jogginggruppe eine signifikant stärkere Erhöhung nachgewiesen werden konnte.

#### 7.1.3.1 Trail Making Test

In dieser Studie fanden der TMT A und B als exploratives Messinstrument Anwendung. Migränepatienten zeigten im Vergleich zu gesunden Probanden eine signifikant höhere Sensibilität bezüglich ihrer Reaktionen auf visuelle und akustische Stimuli (Kropp et al., 1996). Demzufolge sollten diese Patienten eine schnelle Verarbeitungsgeschwindigkeit aufweisen. „Eine [weitere] Besonderheit des Migräne-Gehirns ist [...], dass alle Sinneskanäle weit offen stehen, um aus der Umwelt möglichst viele Informationen und Signale aufzunehmen“ (Fritsche, 2012). Basierend auf diesen Ergebnissen wird für die vorliegende Studie vermutet, dass bei Migränepatienten eine hohe geteilte Aufmerksamkeit vorliegt. Eine untergeordnete Untersuchungsfrage dieser Studie war, ob ein unterschiedlich intensives Ausdauertraining eine unterschiedlich starke Änderung der Aufmerksamkeitsprozesse „Verarbeitungsgeschwindigkeit“ und „geteilte Aufmerksamkeit“ bei Migräneleidenden hervorruft.

#### Trail-Making-Test A

Es wurde (**Prä-Post-Vergleich**) postuliert, dass in beiden Bedingungen von t1 zu t2 ein signifikanter Unterschied in der Bearbeitungszeit des Tests TMT A besteht. Der Trail Making Test ist ein Test zur Prüfung der kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit (Teil A = TMT A). Da bisher sehr wenig über den Zusammenhang von Sport und Aufmerksamkeit bei der Migräneerkrankung bekannt ist, werden Befunde herangezogen, die aus einer Studie stammen, die diesen Zusammenhang für eine andere Schmerzerkrankung, der Fibromyalgie, untersucht hat (Cherry et al, 2009). Cherry et al. (2009) berichten, dass bei Schmerzpatienten eine objektiv bessere körperliche Leistungsfähigkeit mit besseren kognitiven Funktionen (gemessen mit dem Trail Making Test A) korreliert. Es zeigte sich, dass die Bearbeitungszeit des TMT A in der Jogginggruppe signifikant sank, sich der Prozentrang



jedoch nicht signifikant erhöhte. In der Walkinggruppe erhöhte sich der Prozentrang signifikant, die Bearbeitungszeit reduzierte sich jedoch nicht signifikant. Eine zusätzliche Auswertung der gesamten Stichprobe ließ erkennen, dass sich signifikante Effekte bezüglich der Bearbeitungszeit in Sekunden und des Prozentranges des Trail Making Tests A einstellten. Wird zusätzlich in der Gesamtgruppe der erzielte Prozentrang des TMT A zum Messzeitpunkt t1 (mittlerer PR = 74,2) betrachtet, so kann beobachtet werden, dass Migränepatienten per se eine überdurchschnittlich schnelle Bearbeitungszeit des TMT A erzielten, welche sich nach dem Betreiben des Ausdauersports hypothesenkonform noch erhöhte (mittlerer PR = 84,2). Kritisch zu hinterfragen bleibt der Anteil der Leistungsverbesserung durch einen Wiederholungseffekt des Tests.

Des Weiteren wurde vermutet, dass sich die Bearbeitungszeit des TMT A zum Postzeitpunkt (**Intergruppenvergleich**) dergestalt zwischen den Gruppen unterscheidet, als dass diese in der Jogginggruppe signifikant reduziert ist. Die Untersuchung ergab keine signifikanten Unterschiede. Es stellte sich jedoch ein marginaler Effekt ein; die mittlere Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A war in der Jogginggruppe geringer als die mittlere Bearbeitungszeit in Sekunden des TMT A in der Walkinggruppe. Es ließ sich keine signifikante Korrelation zwischen dem Fitnesslevel und der Bearbeitungszeit des TMT A nachweisen.

Als mögliche Erklärung dafür, dass sich lediglich ein Parameter je Gruppe signifikant reduziert hat, kann eine starke Streuung bezüglich des Parameters der mittleren Bearbeitungszeit in Sekunden der Walkinggruppe zum Postzeitpunkt herangezogen werden. Diese Streuung weist darauf hin, dass die Probanden der Walkinggruppe zum Postzeitpunkt ein heterogeneres „Bild“ der Bearbeitungsgeschwindigkeit aufzeigten als die Probanden der Jogginggruppe. Besonders zwei Probanden (Ausreißer) können als Grund für diese Streuung angesehen werden, weil sie eine bedeutend längere Bearbeitungszeit (46 und 47 Sek.) als der Durchschnitt (25 Sek.) aufweisen. Hiermit lässt sich auch der nicht-signifikante Unterschied zwischen den Gruppen zum Messzeitpunkt t2 erklären, obwohl die Jogginggruppe eine um fünf Sekunden schnellere Bearbeitungszeit aufweist. Die fehlende signifikante Änderung des Prozentranges des TMT A der Jogginggruppe ist darauf zurückzuführen, dass bereits zum Messzeitpunkt t1 ein äußerst hoher Prozentrang (PR = 82,8) in der Jogginggruppe vorlag. Die Steigerung ist somit keine bedeutende („Deckeneffekt“). Dies erklärt auch, warum die Jogginggruppe im Vergleich zur Walkinggruppe keine signifikante Reduktion zum Postzeitpunkt erfahren hat. Da die Jogginggruppe bereits zum Beginn der Studie einen sehr hohen Prozentrang erzielt hat, war eine Steigerung lediglich noch im stark überdurchschnittlichen Bereich (PR von über 80) möglich, welche die Jogginggruppe auch erzielte. Im Vergleich dazu steigerte sich die Walkinggruppe bzgl. des Prozentranges stärker (von durchschnittlich, PR > 60, zu

überdurchschnittlich, PR = 80) als die Jogginggruppe, was durch das wesentlich geringere Ausgangslevel zu erklären ist, so dass der Prozentrang der Jogginggruppe zum Postzeitpunkt nicht-signifikant gegenüber der Walkinggruppe erhöht war. In Übereinstimmung mit der bestehenden Literatur (vgl. u.a. Fritsche, 2012; Gerber & Kropp, 1993) kann aus den Ergebnissen dieser Studie geschlossen werden, dass die selektive Aufmerksamkeitsleistung bei Migräneleidenden per se herabgesetzt ist und es dadurch bei Migräneleidenden zu einer deutlich höheren Informationsaufnahme kommt, wobei diese Informationen nicht adäquat gefiltert werden können. Ebenfalls in Übereinstimmung mit der Literatur, deuten die Daten darauf hin, dass eine Steigerung der körperlichen Fitness zu einer Steigerung der Aufmerksamkeitsleistung führt (vgl. u.a. Kramer et al., 1999; Netz et al., 2011; Newson & Kemps, 2006; Niederer et al., 2011).

Abschließend wird die aufgestellte Hypothese, dass die kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit durch Sport erhöht wird, nicht verworfen, da sowohl in der Jogginggruppe (gemessen in Sekunden) als auch in der Walkinggruppe (gemessen in PR) signifikante Änderungen nachgewiesen werden könnten. Da jedoch in der Walkinggruppe nach dem Training eine äußerst hohe Streuung vorlag, konnte in dieser Gruppe statistisch kein signifikanter Unterschied bezogen auf die Zeit gemessen in Sekunden nachgewiesen werden. Die Annahme einer stärkeren Reduktion durch stärkere Fitnesssteigerung konnte nicht belegt werden. Da jedoch die Jogginggruppe bereits zu Beginn eine ungewöhnlich hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit aufwies, wird vermutet, dass eine stärkere Steigerung der Bearbeitungszeit nicht möglich war. Die Steigerungsdifferenz ist daher nicht so stark wie die der Walkinggruppe, wodurch aufgrund dieser lediglich geringen möglichen Steigerung lediglich ein statistisch marginal signifikanter Unterschied zum Postzeitpunkt auftreten konnte. Schlussfolgernd wurde die Annahme eines signifikanten Ergebnisses zwischen den Gruppen nach der Durchführung von zweier unterschiedlicher, intensiver aerober Ausdauersportarten (Walken und Joggen) nicht belegt, jedoch eine marginale Tendenz nachgewiesen. Es bleibt daher die Annahme bestehen, dass unter der Voraussetzung zweier Gruppen, die zum Beginn des Trainings eine sich signifikant nicht unterscheidende Bearbeitungsgeschwindigkeit aufweisen, ein signifikanter Unterschied im Intergruppenvergleich auftritt.

### **Trail Making Test B**

Der Trail Making Test ist ein Test zur Prüfung der geteilten Aufmerksamkeit (Teil B = TMT B). Die Studie verfolgte die Fragestellung (**Prä-Post-Vergleich**), ob sich in beiden Bedingungen ein signifikanter Unterschied in der Bearbeitungszeit des TMT B vom Messzeitpunkt t1 zum Messzeitpunkt t2 einstellt. Bisher scheint der TMT B in keiner Studie zur Aufmerksamkeitstestung bei

dem Thema „Sport und Migräne“ Anwendung gefunden zu haben. Es gibt jedoch eine neuere Studie zu ADHS, welche darstellt, dass sich die Bearbeitung des TMT B lediglich in der Sportgruppe zum Postzeitpunkt signifikant verbessert. Die Autoren betonen daher, dass Sport kognitive Funktionen und deren Schnelligkeit, bezogen auf den TMT B, verbessert. Bezugnehmend auf die Literatur schlussfolgern sie, dass körperliche Übungen und sportliche Bewegung temporale Prozesse, inhibitorische Kontrolle und die Antwortlatenz verbessert. Es zeigte sich in dieser Studie ein Effekt bezüglich der Bearbeitungszeit in Sekunden des Trail Making Tests B. Sowohl in der Jogging- als auch in der Walkinggruppe reduzierte sich die Bearbeitungszeit signifikant. Dabei reduzierte sich die Bearbeitungszeit des TMT B in Sekunden in der Walkinggruppe stärker als in der Jogginggruppe. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die zuerst (zum Meßzeitpunkt t1) bestehende unterschiedlich schnelle Bearbeitungszeit der Gruppen (Walkinggruppe = 75,04 Sek.; Jogginggruppe = 57,62 Sek.). Bezüglich der aufs Alter standardisierten Prozenträge der Bearbeitungszeit des TMT B, zeigte sich in beiden Gruppen ein Effekt. Die Prozenträge erhöhten sich beide signifikant zum Postzeitpunkt. Eine zusätzliche Auswertung der gesamten Stichprobe verdeutlicht, dass sich die Bearbeitungszeit in Sekunden und der Prozentrang des Trail Making Tests B signifikant verbesserten. Bei zusätzlicher Betrachtung des erzielten Prozentrangs des TMT B zum Messzeitpunkt t1 (mittlerer PR = 57,1) in der Gesamtgruppe, kann beobachtet werden, dass Migränepatienten eine dem Durchschnitt entsprechende Bearbeitungszeit des TMT B erzielen. Diese zeigte nach dem Betreiben des Ausdauersports eine hypothesenkonforme Erhöhung (mittlerer PR = 76,1). Bei der Interpretation dieser Erhöhung, muss berücksichtigt werden, dass nicht nachvollzogen werden kann, welcher Anteil der Leistungsverbesserung auf einen Testwiederholungs-Effekt beruht.

Ebenfalls wurde bezüglich eines **Intergruppenvergleichs** angenommen, dass die Bearbeitungszeit des TMT B zum Postzeitpunkt in der Jogginggruppe signifikant geringer ist als in der Walkinggruppe. Es zeigten sich zwei tendenzielle Unterschiede: Die Jogginggruppe wies je eine marginal schnellere Bearbeitungszeit zum Messzeitpunkt t2 sowie einen marginal höheren mittleren Prozentrang der Bearbeitungszeit auf. In der Walkinggruppe ergab sich eine signifikante Korrelation der Differenz des Prozentranges im Test TMT B und des Fitnessparameters PWC in km/h und in Watt ( $r \geq ,65$ ;  $p \leq ,02$ ). Des Weiteren wies die Walkinggruppe eine marginale Korrelation zwischen der Differenz in Sekunden im Test TMT B und des Fitnessparameters PWC in km/h und in Watt ( $r \geq ,50$ ;  $p \leq ,10$ ) auf. Für die Jogginggruppe konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen dem TMT B und den Fitnessparametern festgestellt werden (siehe Abbildung 37).

Die Daten der vorliegenden Studie lassen, bezogen auf die aufgestellten Annahmen, erkennen, dass sich die Bearbeitungsgeschwindigkeit des TMT B vor dem Training zu dem Zeitpunkt nach dem

Training in beiden Gruppen sowie in der Gesamtgruppe signifikant erhöht hat. Dies deutet auf eine Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung der Migränepatienten hin, und zwar in dem Sinne, dass die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit mehreren relevanten Reizen gleichzeitig zuzuwenden, gesteigert wurde. Die geteilte Aufmerksamkeitsleistung war dabei zum Postzeitpunkt in der Jogginggruppe tendenziell erhöht. Jedoch hatte diese zu Beginn des Trainings bereits eine höhere geteilte Aufmerksamkeitsleistung als die Walkinggruppe, was dazu führt, dass eine große Steigerung der Bearbeitungszeit des TMT B schwieriger zu erzielen ist, als es bei einer geringeren Bearbeitungszeit als Ausgangsniveau der Fall ist. So erzielte die Walkinggruppe eine Steigerung in der Bearbeitungsleistung von 20,3% und die Jogginggruppe eine Steigerung von lediglich 17,8%. Die Schlussfolgerung, dass sich die geteilte Aufmerksamkeit in Abhängigkeit der Steigerung der körperlichen Fitness verbessert hat, ist anhand der Daten nicht eindeutig belegt worden, wenn gleich die Walkinggruppe eine signifikante Korrelation zwischen den Fitnessparametern und der Bearbeitungsleistung des TMT B aufweist.

Zusammenfassend wird das aufgestellte Postulat, dass die Aufmerksamkeitsleistung in dem Sinne durch fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport beeinflusst wird, dass sich die Fähigkeit sich mehreren relevanten Reizen gleichzeitig zuzuwenden - gemessen mit dem TMT B - verbessert wird, beibehalten. Ob der Grad der Beeinflussung der geteilten Aufmerksamkeitsleistung dabei von dem Grad der Fitnesssteigerung positiv beeinflusst wird, bleibt offen. Schlussfolgernd wird die Annahme eines signifikanten Ergebnisses bezüglich der Bearbeitungszeit des TMT B zwischen den Gruppen nach der Durchführung zweier unterschiedlicher, intensiver aerober Ausdauersportarten (Walken und Joggen) unter der Voraussetzung zweier zum Ausgangszeitpunkt in Bezug auf die Bearbeitungsleistung des TMT B „gleich starker“ Gruppen, nicht verworfen.

### **7.1.3.2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2**

Fritsche (2012) beschreibt, dass das Migräne-Gehirn im Gegensatz zu dem Gehirn von Personen, die nicht unter Migräne leiden, schlechter zwischen wichtigen und unwichtigen Reizen unterscheiden kann, sprich die selektive Aufmerksamkeit herabgesetzt ist. Auch Gerber et al. (1996) berichten ihre Beobachtung, dass Migränepatienten Schwierigkeiten haben ihre Aufmerksamkeit selektiv zu steuern. Des Weiteren führen körperliche Aktivitäten zu einem signifikanten Anstieg der Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsleistungen im Test d2 (vgl. Wamser und Leyk, 2003). Es wurde vermutet, dass nach dem Ausdauertraining eine signifikante Verbesserung in der Bearbeitungsleistung des Tests d2 in beiden Bedingungen, verglichen mit der Leistung zum Zeitpunkt t1 (**Prä-Post-Vergleich**), besteht. Dabei wurde postuliert, dass dieser Effekt in der Jogginggruppe,

verglichen mit der Walkinggruppe zum Zeitpunkt t2 (**Intergruppenvergleich**), stärker ausgeprägt ist. Beide Annahmen bestätigten sich. Die Jogginggruppe zeigte im Prä-Post-Vergleich eine signifikante Verbesserung bezüglich der Gesamtzahl aller bearbeiteten Zeichen und der fehlerfrei bearbeiteten Zeichen (Gesamtzahl – Fehleranzahl). Gleiches Ergebnis ergab sich für die Gesamtgruppe. Auch in der Walkinggruppe zeigte sich, bezogen auf diese zwei Parameter, eine gleichgesinnte Tendenz – die Effekte wurden dabei jedoch lediglich marginal signifikant. Dabei ist die Anzahl der gemachten Fehler von vor dem Training zu nach dem Training in beiden Gruppen und in der Gesamtgruppe konstant geblieben. Jedoch wies die Jogginggruppe zum Zeitpunkt t1 eine geringere Fehleranzahl gegenüber der Walkinggruppe auf, welche sich nach Absolvieren des Trainings hypothesenkonträr (nicht signifikant) erhöhte. Diese Erhöhung kann an der insgesamt signifikant gestiegenen Anzahl der bearbeiteten Zeichen liegen (wer in gleicher Zeit mehr bearbeitet, macht auch mehr Fehler). Dabei relativiert sich die Anzahl der gemachten Fehler an der Gesamtleistung, was sich an der signifikanten Steigerung der fehlerbereinigten Gesamtanzahl bearbeiteter Zeichen deuten lässt.

Die Jogginggruppe wies zum Postzeitpunkt eine höhere Gesamtzahl und eine höhere um die Fehlerzahl bereinigte Gesamtzahl auf. Es ließ sich in dieser Gruppe eine signifikante Korrelation zwischen der Differenz der Gesamtzahl im Test d2 und dem Fitnessparameter PWC in km/h und in Watt ( $r \geq ,50$ ;  $p \leq ,05$ ) nachweisen. Die Anzahl der gemachten Fehler unterschieden sich zum Zeitpunkt t2 zwischen den Gruppen nicht. Auch bei diesem Test muss die Interpretation der Daten aufgrund möglicher Testwiederholungseffekte kritisch betrachtet werden.

Migränepatienten weisen eine geringe selektive Aufmerksamkeit auf (Fritsche, 2012; Gerber et al., 1996), wodurch Reize aus der Umwelt ungefiltert vom Gehirn aufgenommen werden. Die Daten der vorliegenden Studie zeigen, dass die Anzahl der gemachten Fehler von vor dem Training im Vergleich zur Anzahl der gemachten Fehler nach dem Training in beiden Gruppen und in der Gesamtgruppe konstant geblieben ist, sich jedoch die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen erhöht hat. Dies deutet darauf hin, dass sich die Aufmerksamkeitsleistung der Migränepatienten in dem Sinne verbessert hat, dass die Fähigkeit sich den relevanten Reizen selektiv, d.h. unter Abschirmung gegenüber irrelevanten Stimuli, zuzuwenden, gesteigert wurde. Die Aufmerksamkeitsleistung verbessert sich dabei in Abhängigkeit zur körperlichen Fitness (Wamser & Leyk, 2003). Die Jogginggruppe erzielte in dieser Studie eine höhere körperliche Fitness und eine stärkere Verbesserung der selektiven Aufmerksamkeit – gemessen mit dem Test d2.

Schlußfolgernd betrachtet wird die aufgestellte Hypothese, dass die Aufmerksamkeit durch fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport beeinflusst wird, und zwar in dem Sinne, dass sich die Fähigkeit, sich den relevanten Reizen selektiv zuzuwenden (gemessen mit dem d2), verbessert,

angenommenn. Es wird angenommen, dass der Grad der Beeinflussung der selektiven Aufmerksamkeitsleistung dabei von dem Grad der Fitnesssteigerung positiv beeinflusst wird. Schlussfolgernd wurde die Annahme eines signifikanten Ergebnisses bezüglich der fehlerfrei bearbeiteten Anzahl an Zeichen im Test d2 zwischen den Gruppen nach der Durchführung zweier unterschiedlicher, intensiver aerober Ausdauersportarten (Walken und Joggen) belegt.

### 7.1.3.3 Kortikales Aufmerksamkeitspotential (iCNV)

Es wurde die Annahme formuliert, dass die iCNV-Amplitude bei den Migränepatienten in den beiden Gruppen nach dem aeroben Ausdauersport (**Prä-Post-Vergleich**) im Vergleich zum Zeitpunkt vor dem Training signifikant erniedrigt ist, da die Literatur übereinstimmend von einer erhöhter Negativität der iCNV-Amplitude von Migränepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden (vgl. u.a. Siniatchkin, 1998) und von einer Migränereduktion durch das Betreiben aeroben Ausdauersports (vgl. u.a. Narin et al., 2003) berichtet. Die postulierte Richtung dieser Annahme konnte anhand der Untersuchungen für die Jogginggruppe bestätigt werden. Es zeigte sich, dass die iCNV in der Jogginggruppe nach der Intervention signifikant gesunken ist. In der Walkinggruppe ergab sich keine signifikante Reduktion der iCNV. Die Ergebnisse sind mit Vorsicht zu interpretieren, da es nicht gelang eine standardisierte Messung (jeden Patienten zu jedem Messzeitpunkt jeweils vier Tage nach einem Migräneanfall) durchzuführen. Jedoch lagen alle EEG-Untersuchungen im Migräneintervall. Eine Erklärung für das Ergebnis der Walkinggruppe ist, dass das Ausgangsniveau der iCNV in der Walkinggruppe nicht, wie vermutet, stark erhöht war. Es war zu Beginn der Studie gegenüber der Jogginggruppe signifikant verringert. Die iCNV reduzierte sich in der Gesamtgruppe signifikant (siehe Abbildung 32).

Des Weiteren wurde angenommen, dass sich zum Messzeitpunkt t2 (**Intergruppenvergleich**) nach dem Sport ein signifikanter Unterschied in dem Sinne zeigt, dass der Mittelwert der iCNV in der Jogginggruppe signifikant geringer ist als der der Walkinggruppe. Diese Annahme beruht auf den Daten verschiedener Studien (u.a. Darabaneanu et al., 2011; Hillman et al., 2002; Narin, 2003) Die Befunde der vorliegenden Studie lassen erkennen, dass die Jogginggruppe eine nicht-signifikant höhere iCNV-Amplitude zum Zeitpunkt t2 aufwies als die Walkinggruppe. Es konnten sowohl in der Gesamtgruppe als auch in der Walkinggruppe signifikante Korrelationen zwischen der iCNV-Amplitude und den Fitnessparametern PWC in km/h und in Watt festgestellt werden (Gesamtgruppe:  $r \geq ,55$ ;  $p \leq ,01$ ; Walkinggruppe:  $r \geq ,65$ ;  $p \leq ,02$ ). Es ließ sich kein Interaktionseffekt der Gruppen bezüglich der iCNV nachweisen. Eine Erklärung dafür ist die Tatsache, dass die iCNV der Walkinggruppe zu Beginn der Studie reduziert war und somit keine signifikante Änderung durch den

Ausdauersport erzielt werden konnte. Eine Erklärung dafür, dass sich keine Korrelation zwischen den Parametern der Walkinggruppe und der Jogginggruppe zeigte, ist die Tatsache, dass die iCNV in der Walkinggruppe im Mittel konstant geblieben ist. So gibt es in der Walkinggruppe bezüglich der iCNV-Amplitude zum Messzeitpunkt t2 Abweichungen nach unten (Verschlechterung der iCNV im Sinne einer Erhöhung der Amplitude, 6 Personen von 12) und nach oben (Verbesserung der iCNV im Sinne einer Erniedrigung der Amplitude, 6 Personen von 12). Es scheint in der Walkinggruppe so zu sein, dass sich die iCNV-Amplitude mit steigendem Fitnessgrad verbessert (reduziert), sich jedoch bei lediglich geringer Steigerung der Fitness (ein Zugewinn von um die 0,5 km/h oder weniger, gemessen mit dem PWC 150) auch verschlechtern (erhöhen) kann. In der Jogginggruppe hingegen erzielte der Großteil (11 Personen von 14) eine Verbesserung (Erhöhung) der iCNV-Amplitude, lediglich zwei Personen wiesen zum Postzeitpunkt eine erhöhte iCNV auf, die iCNV einer Person blieb annähernd konstant. Diese Personen befanden sich zu den Zeitpunkten der EEG-Untersuchungen einen Tag vor oder nach einem Migräneanfall, so dass diese Daten nur eingeschränkt interpretierbar sind. Des Weiteren befindet sich ein „Ausreißer“ in dieser Stichprobe. Als Ausreißer wird ein Messwert bezeichnet, der äußerst stark von allen anderen Messwerten abweicht. Solche „Messfehler“ wirken sich bei geringer Stichprobengröße besonders stark aus. Werden in der Jogginggruppe lediglich die Probanden, welche eine nennenswerte Verbesserung erzielt haben (iCNV Reduktion von  $\geq 1 \mu\text{V}$ ), betrachtet, so kann eine marginale Korrelation von .59 ( $p_{\text{einseitig}} = .10$ ) des Fitnessparameters PWC 150 in km/h und der Reduktion der iCNV-Amplitude ( $R^2_{\text{linear}} = .34$ ) beobachtet werden (siehe Abbildung 36).

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse eine signifikante Reduktion der iCNV in der Jogginggruppe, jedoch keine in der Walkinggruppe. Die Durchführung eines intensiven aeroben Ausdauersports über 10 Wochen hinweg in der Jogginggruppe führte zu einer iCNV-Reduktion. Dies ist als Aufmerksamkeitssteigerung zu verstehen. Die in dieser Dissertation aufgestellte Annahme, dass die iCNV-Amplitude durch aeroben Ausdauersport sinkt, sollte aufgrund, der widerprüchlichen Datenlage der Walkinggruppe, erneut untersucht werden, da vermutet wird, dass bei einer vorerst ebenfalls erhöht vorliegenden iCNV in der Walkinggruppe davon ausgegangen werden kann, dass die iCNV-Amplitude ebenfalls signifikant sinken würde und unter der Voraussetzung homogener Gruppen bezüglich der iCNV zu Beginn des Trainings ein signifikanter Unterschied im Intergruppenvergleich auftreten würde. Ob dabei eine stärkere Steigerung der iCNV linear mit einer stärkeren Verbesserung der Fitness einhergeht, sollte anhand einer größeren Stichprobe erneut untersucht werden.

#### 7.1.3.4 Habituation

Es wurde postuliert, dass der Habituationskoeffizient bei den Migränepatienten in beiden Bedingungen im **Prä-Post-Vergleich** nach dem aeroben Ausdauersport signifikant erhöht ist. Diese Annahme beruht auf fundierten Daten der Literatur, die wiedergeben, dass der Habituationskoeffizient im Vergleich zu Gesunden signifikant geringer sei ist (vgl. u.a. Gerber & Kropp, 1993) und sich dieser mit Reduktion der Migränesymptomatik erhöht (Siniatchkin et al., 2010). Dabei wurde vermutet, dass der Habituationskoeffizient zum Postzeitpunkt (**Intergruppenvergleich**) in der Joggingbedingung gegenüber der Walkinggruppe signifikant erhöht ist, da fittere Probanden eine niedrigere CNV aufweisen (Hillmann et al., 2002) und die CNV i.d.R. mit einer Steigerung des Habituationskoeffizienten einhergeht (Kropp & Gerber, 2005). Es ergab sich für die Prä-Post-Annahme ein Beleg in Form signifikanter Ergebnisse: Der Habituationskoeffizient erhöhte sich in der Jogginggruppe und in der Walkinggruppe signifikant. Dabei wandelte sich in der Jogginggruppe eine vorherig aufgetretene Dishabituation zu einer Habituation. In der Walkinggruppe zeigte sich bereits vor dem Betreiben des Ausdauersports eine Habituation (welches mit der im letzten Abschnitt referierten erniedrigten iCNV-Amplitude im Einklang steht), welche nach dem Betreiben des Sports noch eine Erhöhung erfuhr. Im Intergruppenvergleich konnte kein signifikanter Unterschied des Habituationskoeffizienten erzielt werden. Die Jogginggruppe wies jedoch eine nicht-signifikant stärkere Habituation zum Zeitpunkt t2 auf. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Daten zum Messzeitpunkt t2 deutlich höher streuen als zum ersten Zeitpunkt (so verdoppelte sich die Streuung des Habituationskoeffizienten der Jogginggruppe nahezu zum Postzeitpunkt) und bei einer solchen geringen Stichprobe kein signifikanter Unterschied auf einem 5%-Niveau statistisch sichtbar gemacht werden kann. Hypothesenkonform ergab sich ebenfalls in der Gesamtgruppe eine signifikante Erhöhung des Habituationskoeffizienten. Es folgte aus einer vorherigen Dishabituation eine Habituation (siehe Abbildung 33).

Abschließend betrachtet zeigt sich, dass ein zehnwöchiges aerobes Ausdauertraining die Habituation signifikant verbessert. Dabei erzielt die Jogginggruppe, welche von einer vorherigen Dishabituation zu einer Habituation gelangte, einen größeren Benefit. Jedoch ist diese Interpretation aufgrund der unterschiedlichen Datenlage zu Beginn des Trainings unter Vorbehalt zu deuten. Es wird empfohlen aufgrund der großen Streuung der Daten unter der Voraussetzung homogener Gruppen bezüglich der (Dis-)Habituation zu Beginn des Trainings eine solche Untersuchung anhand einer größeren Stichprobe erneut durchzuführen.



### **7.1.3.5 Zusammenfassung der Aufmerksamkeitsparameter / Regressionsansatz**

Es zeigte sich für den Fitnessparameter eine hochsignifikante Wechselwirkung zwischen den Gruppen und dem Verlauf (siehe 6.5.4). Es wurde vermutet, dass sich die Steigerung des Fitnessparameters PWC (Steigerung der kardiopulmunalen Leistungsfähigkeit) und die Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung beeinflussen. Um zu analysieren, welchen Einfluss die unterschiedlichen Aufmerksamkeitsparameter haben und wieviel der Gesamtvarianz des Fitnessparameters durch die Aufmerksamkeitsparameter aufgeklärt werden, wurde eine multiple Regression durchgeführt.  $R^2$  gibt den Anteil der erklärten Varianz in der abhängigen Variable „Fitnesssteigerung“ wieder. Dabei wird diese Varianz von den folgenden Aufmerksamkeitsparametern gemeinsam erklärt: iCNV, Habituation, Test d2, TMT A und TMT B.

Mit einem  $R^2$  von .608 liegt der erklärte Beitrag des gesamten Modells durch die Aufmerksamkeitsparameter bei circa 60%, während die übrigen 40% von anderen Faktoren aufgeklärt werden. Der erklärte Anteil durch die beiden Variablen des TMT B und der iCNV fällt dabei am höchsten aus. Die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen im Test d2 hat ebenfalls einen signifikanten Einfluss. Der Prozentrang des TMT A sowie die Bearbeitungszeit des TMT A, gemessen in Sekunden, haben dabei einen moderaten und die Habituation sowie die fehlerfrei bearbeitete Anzahl der Zeichen im Test d2 einen geringen Einfluss. Somit klärt im Wesentlichen der TMT B, die iCNV und die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen im Test d2 die Varianz des Fitnessparameter PWC 150 auf.

Auf einen starken Einfluss der Varianzaufklärung durch unterschiedliche Aufmerksamkeitsparameter, deuten signifikante Korrelationen zwischen dem Fitnessparameter PWC 150 (gemessen in km/h) und folgenden Parametern hin: iCNV-Amplitude (in der Gesamtgruppe:  $r = ,596$ ,  $p = ,001$  und in der Walkinggruppe:  $r = ,684$ ,  $p = ,014$ ), Prozentrang im Test TMT B (in der Walkinggruppe:  $r = ,686$ ,  $p = ,014$ ), Bearbeitungszeit in Sekunden im Test TMT B (in der Walkinggruppe, marginale Korrelation:  $r = ,537$ ,  $p = ,072$ ) und Gesamtzahl im Test d2 (in der Jogginggruppe:  $r = ,518$ ,  $p = ,040$ ).

### **7.1.4 Zusammenfassung der Diskussion der Ergebnisse / Betrachtung des Wirkmodells**

Die eingangs unter Kapitel 2 beschriebenen Erklärungsansätze sollten nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Daher wurden sie gemeinsam als ein komplexes Modell zur Pathophysiologie der Migräneerkrankung verstanden. Gleichzeitig wurde als Grundlage für diese Dissertation ein Wirkmodell abgeleitet, welches als zentralen Bestandteil des Modells die kortikale Reizverarbeitung betrachtet. Zusammenfassend zeigt die Literatur, dass sowohl die angeborene gesteigerte

Reaktionsbereitschaft bei der Migräneerkrankung als auch die damit zusammenhängende erhöhte Aufmerksamkeitsleistung im Sinne einer erhöhten Alarmbereitschaft sowie die Dishabituation auf wiederholte Reize (vgl. Kropp & Gerber, 2005) und die verlangsamte Interferenzleistung (Annovazzi et al., 2004) einen Hinweis auf eine Störung dieses Reiz-Reaktions-Systems bieten. Weiter weist die Literatur auf Stress als einen deutlichen Triggerfaktor und eine unzureichende Stressverarbeitung bei Migräneerkrankten hin (vgl. Siniatchkin, 2006; Sauro & Becker, 2009). Es wird daher ein Ansatzpunkt für die Wirkung des Ausdauertrainings über die Beeinflussung der Reizverarbeitung vermutet. Diese Wirkung wurde sowohl durch eine Änderung der Stressverarbeitung als auch durch eine Änderung der Aufmerksamkeitsprozesse postuliert (siehe Abbildung 15).

Zusammenfassend geben die Ergebnisse der vorliegenden Studie wieder, dass ein zehnwöchiges aerobes Ausdauertraining unabhängig von der Gruppenbedingung zu einer signifikanten Steigerung der Fitness führt. Dabei erzielt die Jogginggruppe eine signifikant höhere Steigerung. Es scheint jedoch, dass der Grad der Beeinflussung der Stressverarbeitungsstrategien nicht lediglich von dem Grad der Steigerung der Fitness, sondern ebenfalls von dem Grad der absolut bestehenden Fitness abhängt. Negative Verarbeitungsstrategien sind dabei offenbar leichter beeinflussbar als positive Strategien. Eine Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung ist mit dem TMT A als Maß zur Bestimmung der Verarbeitungsgeschwindigkeit und dem TMT B als Maß für die geteilte Aufmerksamkeitsleistung gut messbar. Dabei zeigte sich, dass die Migränepatienten dieser Gesamtstichprobe per se eine überdurchschnittlich schnelle Bearbeitungszeit des TMT A (mittlerer PR = 74,2) erzielen, welche sich nach dem Betreiben des Ausdauersports hypothesenkonform noch erhöhte (mittlerer PR = 84,2). Dies scheint ein Beleg dafür, dass Migränepatienten im Vergleich zu gesunden Probanden eine schnellere Verarbeitungs- und Reaktionszeit haben und Reize nach dem Betreiben von aerobem Ausdauersport noch schneller und adäquater verarbeitet werden können. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden. Die Aufmerksamkeitsleistung wird auch in dem Sinne durch fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport beeinflusst, dass die Fähigkeit, sich mehreren relevanten Reizen gleichzeitig zuzuwenden - gemessen mit dem TMT B -, verbessert wird. Ob der Grad der Beeinflussung der geteilten Aufmerksamkeitsleistung dabei von dem Grad der Fitnesssteigerung positiv beeinflusst wird, bleibt offen. Die selektive Aufmerksamkeitsleistung, die bei Migränepatienten gestört ist, wurde durch den fitnesssteigernden aeroben Ausdauersport gesteigert. Bei den Migränepatienten erhöhte sich nach dem zehnwöchigen Training die Fähigkeit, sich den relevanten Reizen selektiv zuzuwenden. Der Grad der Beeinflussung der Aufmerksamkeitsleistung wurde dabei von dem Grad der Fitnesssteigerung positiv beeinflusst.

Die bei Migränepatienten vorliegende Störung der kortikalen Reizverarbeitung scheint über die beiden Pfade der Stressverarbeitung und der Aufmerksamkeitszuwendung beeinflusst zu werden und im Zuge des Betreibens von aeroben Ausdauersports reguliert werden zu können. Durch die positive Beeinflussung des Sports auf die kortikale Reizverarbeitung kommt es zu einer Reduzierung der Reiz-Überstimulation. Dies ist an der nach dem Ausdauersport in der Gesamtgruppe reduzierten iCNV-Amplitude erkennbar. Obwohl sich die iCNV lediglich in der Jogging- und nicht in der Walkinggruppe signifikant senkte, ist nicht klar, ob eine stärkere Steigerung der iCNV linear mit einer stärkeren Verbesserung der Fitness einhergeht. Auch die sich in der Gesamtgruppe nach dem Ausdauertraining aus einer vorerst bestehenden Dishabituation entwickelten Habituation gilt als Indikator einer verbesserten Reizverarbeitung. Die Jogginggruppe erzielt dabei offenbar einen größeren Benefit als die Walkinggruppe. Jedoch ist diese Interpretation aufgrund der unterschiedlichen Datenlage zu Beginn des Trainings unter Vorbehalt zu deuten.

Durch die Reduzierung der Reiz-Überflutung kommt es zu einem selteneren Überschreiten der Migräneschwelle, welches in den Ergebnissen der Daten in der Weise erkennbar ist, dass die Migränehäufigkeit durch das Betreiben aeroben Ausdauersports in Abhängigkeit zur Intensität des Trainings sank. Dabei führte eine stärkere Fitnesssteigerung zu einer stärkeren Reduktion der Migränehäufigkeit. Jedoch erreicht auch ein weniger intensives aerobes Ausdauertraining eine beachtliche Reduktion der Migräneattacken, so dass z.B. bei körperlichen Beschwerden oder mangelnder Motivation zum Laufen Walking eine durchaus gute Alternative zum Jogging bietet.

## **7.2 Einschränkende Bemerkungen zur Studie**

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden bereits im vorangegangenen Abschnitt inhaltlich diskutiert. Die Diskussion der Studie dient dazu, Überlegungen bezüglich eventuell bestehender Auswirkungen und Probleme durch die eingesetzten Methoden anzustellen.

Die Stichprobe dieser Studie setzte sich aus Migränepatienten zusammen, welche sich auf eine Zeitungsanzeige und Aushänge bzw. Flyer bei verschiedenen Ärzten gemeldet haben. Aufgrund der Tatsache, dass die sich meldenden Probanden von vornherein sportlicher Betätigung gegenüber aufgeschlossen und zu dieser körperlich auch fähig sein mussten, ist davon auszugehen, dass per se ein Selektionsbias vorlag. Diese Einschränkung der Stichprobe stellt allerdings kein methodisches Problem dar, da eine solche Intervention auch nur auf Patienten angewendet werden kann, die dafür auch Bereitschaft zeigen. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass diese Probanden weitestgehend repräsentativ für Migränepatienten mit Interesse an Sport sind.

Dennoch weist diese Studie einen großen Drop-Out auf. So schieden aus der Jogginggruppe 10 von 26 (38%) Probanden und in der Walkinggruppe 14 von 26 (54%) Probanden (insgesamt 46%) aus. 37,5% (n=9) schieden in der ersten Trainingshälfte aus. Hauptsächliche Gründe hierfür waren, dass sie es nicht bewältigten dreimal die Woche teilzunehmen und/oder insgesamt bis dahin mehr als fünfmal gefehlt hatten (je ein Drittel) und körperliche Probleme durch die neue Belastung auftraten. In den zweiten fünf Wochen schieden ebenfalls 37,5% des Drop Outs aus. Zwei Drittel davon hatten häufiger als fünfmal gefehlt. Eine Person beklagte neu aufgetretene körperliche Beschwerden und eine Migräneverschlechterung. Ein Viertel dieser Probanden schied erst nach Abschluss des Trainings aus, da diese nicht an der Postmessung teilnahmen. Auf Grundlage der bestehenden Literatur und der ergänzenden Ergebnisse dieser Studie scheint es belegt, dass übende Verfahren (wie z.B. Entspannungsübungen oder Stressmanagementtraining und nun auch aerober Ausdauersport) für Migränepatienten äußerst hilfreich sind bei der Vorbeugung ihrer Erkrankung. Der hohe Drop Out zeigt jedoch, dass es im Folgenden vorerst wesentlicher scheint, nicht lediglich die Wirkung der übenden Verfahren, sondern vor allem auch die Stichprobe der Migränepatienten bezüglich der Fragestellung, welcher Patient für welches übende Verfahren am besten geeignet ist, zu untersuchen.

Die geringe Stichprobengröße und die unterschiedlich große Zellbesetzung stellen bei den angewandten parametrischen, statistischen Verfahren ein methodisches Problem dar, da solche Verfahren geringe Robustheit gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen, wie Varianzhomogenität und Normalverteilung aufweisen. Diese sind in der vorliegenden Untersuchung mit einer fünfprozentigen Wahrscheinlichkeit gegeben. Für die Gewährleistung, dass sowohl der t-Test als auch die Varianzanalyse robust gegenüber solchen Verletzungen reagieren, sollte eine Mindeststichprobengröße von 30 und eine gleiche Zellbesetzung gegeben sein (Nachtigall & Wirtz, 2006; Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2004). Diese Mindestgröße ist in der vorliegenden Studie mit einem n von insgesamt 28, einer Zellbesetzung von 16 in der Jogginggruppe und 12 in der Walkinggruppe nicht gegeben. Eine Möglichkeit, stärkere Effekte zu erzielen, wäre somit eine Untersuchung zweier größerer ( $\geq 30$ ), gleich großer, homogener Gruppen von Migränepatienten im Hinblick auf eine aerobe Ausdauerintervention.

Ein methodischer Nachteil, welcher die Interpretation der Daten einschränkt, ist die Art und Weise mit welchen die physiologischen Parameter des herzfrequenzorientierten Ausdauertrainings, welches auf die unterschiedlichen Belastungsgrade der Personen abgestimmt wurde, während des Trainings kontrolliert wurden. Das bedeutet, dass jeder Proband einen individuellen Pulsbereich zugewiesen bekam, den er beim Laufen nicht verlassen durfte. Dazu wurde jedoch keine Pulsuhr verwendet, sondern das Messen des Pulses erfolgte, angeleitet durch den Trainer, mit der Hand.

Auswirkungen auf die Ergebnisse könnte ebenfalls eine fehlende Parallelisierung der Probanden nach der Fitnessleistung (oder anderen erhobenen Parametern) zum Prezeitpunkt haben, durch welche die statistische Problematik der „Regression zur Mitte“ ausgeschlossen werden könnte. Da die Probanden jedoch bereits nach Migräneauftreten geschichtet und den Gruppen randomisiert zugewiesen wurden, war es nicht möglich die Probanden ebenfalls vorweg hinsichtlich anderer Parameter zu schichten.

Die Erhebung der CNV sollte aufgrund der nachgewiesenen Periodizität zu einem standardisierten Zeitpunkt erfolgen. In dieser Studie wurde angestrebt die CNV-Messung jeweils vier Tage nach einem Migräneanfall durchzuführen. Dies war vereinzelt bei Patienten mit einem stärkeren Migräneauftreten nicht möglich. Es lagen jedoch alle EEG-Untersuchungen sowohl zum Pre- als auch zum Postzeitpunkt im Migräneintervall vor.

Die Literatur zu dem Themengebiet der „Informationsverarbeitung bei Migräneerkrankung“ ist eingeschränkt. Aufgrund dessen handelt es sich bei den dargestellten Ergebnissen der Aufmerksamkeitsparameter dieser Studie, vor allem des Trail Making Tests A und B, um explorative Befunde. Entsprechend wäre es wünschenswert, wenn die Befunde der vorliegenden Studie in weiteren Untersuchungen repliziert werden könnten.

Es könnte argumentiert werden, dass die in dieser Studie angewandte Interventionsdauer von zehn Wochen insgesamt für die Veränderung unterschiedliche Migräneparameter zu kurz sei. Obwohl sich einige Veränderungen der Migränehäufigkeit in diesem Zeitraum gezeigt haben, wäre eine zeitlich längere Durchführung des aeroben Ausdauertrainings zur Erlangung stärkerer Effekte und zum Nachweis möglicherweise vorliegender Effekte der Migräneintensität, welche in dieser Studie keinen Effekt aufgezeigt hat, denkbar.

### **7.3 Ausblick für die Zukunft**

In diesem Abschnitt werden ein Fazit dieser Studie und ein Ausblick für mögliche weitere Studien gegeben. Es erfolgt daher eine kritische Würdigung der vorliegenden Studie im Hinblick auf die Durchführung möglicher zukünftiger Studien.

Bei gesamter Betrachtung der Studie ist die Zusammenarbeit mit dem sportmedizinischen Institut äußerst positiv hervorzuheben. Aufgrund dessen konnte ein effektives Training mit professioneller Betreuung durchgeführt werden. Überdies war dadurch die zusätzliche Erhebung sportphysiologischer Parameter möglich.

Für diese Dissertation von Bedeutung war die schichtweise Randomisierung der Probanden nach Migränehäufigkeit, -intensität und -dauer. Dennoch sollte für weitere Studien eine Schichtung der Probanden auf die zwei Gruppen auch unter Berücksichtigung anderer Daten (Aufmerksamkeitsparameter) durchgeführt werden. Hierbei sollte zusätzlich darauf geachtet werden, dass die unterschiedlichen Gruppen gleich groß sind. Überdies könnte in Erwägung gezogen werden, ob bei dieser Schichtung auch die Stressverarbeitungs-Parameter mit einbezogen werden. Aufgrund der teilweise differenten Datenlage bezüglich dieser Parameter der zwei Gruppen, boten sich bei dieser Dissertation teilweise Einschränkungen der Interpretation der Ergebnisse dar.

Aufgrund der Interpretation der Stressverarbeitungsergebnisse, wäre eine Erhebung eines objektiven physiologischen Parameters in zukünftigen Studien sowohl vor als auch nach der Interventionsphase wünschenswert. Hierfür könnte Speichelkortisol als Parameter dienlich sein. Auch könnte in weiteren Studien die Nachhaltigkeit der Änderungen und die Dauer der Weiterführung des aeroben Ausdauertrainings untersucht werden.

Übende Verfahren (wie PME oder Ausdauersport) weisen häufig eine hohe Drop-Out-Rate auf. Eine Analyse des Drop-Outs im Sinne weiterer deskriptiver Auswertungen wäre eine sinnvolle Vorstellung. Ziel dieser Analyse sollte sein, Prädiktoren oder Bedingungen zu bestimmen, sodass Vorhersagen getroffen werden können, für welche Probanden eine solche Migräneintervention sinnvoll (und schaffbar) wäre und für welche Patienten andere nicht- und / oder medikamentöse Prophylaxen, wie PME oder Beta-Blocker, empfohlen werden sollten.

Es könnte argumentiert werden, dass eine Änderung der hirnhysiologischen Parameter erst ab einer erhöhten Anzahl an Migräneattacken im Monat auftritt, sodass eine aerobe Ausdauersportintervention demnach erst ab mehreren Anfällen im Monat - ähnlich der Wirkung von Beta-Blockern, deren Einnahme erst bei mehr als drei Migräneattacken pro Monat indiziert ist (Diener, 2006) - wirkt. In zukünftigen Studien wäre es somit empfehlenswert, die Stichprobengröße zu erhöhen. Es könnten so nicht nur mögliche statistische Fehlerquellen ausgeschlossen werden, sondern auch andere mögliche Fragestellungen - wie zum Beispiel, ob eine Änderung der hirnhysiologischen Parameter nur bei einer Mindestanzahl an Migräneanfällen auftritt - untersucht werden. Eine Unterteilung einer Gruppe anhand der Anzahl von Migräneattacken ist jedoch erst bei einer ausreichend großen Stichprobengröße sinnvoll.

Schließlich könnte in weiteren Studien die Trainingslänge variiert werden, um so mögliche Effekte bei längerer Durchführung eines aeroben Ausdauertrainings feststellen zu können. Es wäre demnach denkbar, drei (oder mehrere) Gruppen zu bilden und diese ein aerobes Ausdauertraining unterschiedlicher Länge absolvieren zu lassen. Zusätzlich wäre es möglich, zeitgleich Gruppen

gesunder Probanden in gleichen Trainingslängen das standardisierte aerobe Ausdauertraining durchführen zu lassen. Somit wären nicht nur Vergleiche zwischen den Gruppen der Migränepatienten möglich, sondern auch Vergleiche zwischen Gesunden und Probanden mit Migräne. Es wäre äußerst interessant zu erfahren, ob ein aerobes Ausdauertraining auch bei gesunden Probanden zu hirnphysiologischen Änderungen führen würde.

## 8 Literatur

- Ahmed, I. (1999). Contingent negative variation in migraine: effect of beta blocker therapy. *Clinical Electroencephalography*, 30(1), 21-23.
- Annovazzi, P., Colombo, B., Bernasconi, L., Schiatti, E., Comi, G. & Leocani, L. (2004). Cortical function abnormalities in migraine: neurophysiological and neuropsychological evidence from reaction times and event-related potentials to the Stroop Test. *Neurological Sciences*, 25, 285-287.
- Bender, S., Weisbrod, M., Just, U., Pfuller, U., Parzer, P., Resch, F. und Oelkers, A.R. (2002). Lack of age-dependent development of the contingent negative variation (CNV) in migraine children? *Cephalalgia*, 22(2), 132-136.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2006). *Biologische Psychologie* (6. vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage). Heidelberg: Springer.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan, A.G.M. & Rockstroh, B. (1990). Slow Potentials of the Cerebral Cortex and Behavior. *Physiological Reviews*, 70(1), 1-41.
- Böcker, K.B.E., Timsit-Berthier, M., Schoenen, J. & Brunia, C.H.M. (1990). Contingent negative variation in migraine, *Headache*, 30(9), 604-609.
- Bös, K (2001). *Handbuch Sportmotorischer Tests* (2. überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Breslau, N., Lipton, R. B., Stewart, W. F., Schultz, L. R & Welch, K. M. A. (2003). Comorbidity of migraine and depression: investigation potential etiology and prognosis, *Headache*, 43(9), 1015.
- Brickenkamp, R. (2002). *Test d2 - Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (9. Überarbeitete Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Brickenkamp, R., Karl, G.A. (1986). Geräte zur Messung von Aufmerksamkeit, Konzentration und Vigilanz. In: Brickenkamp, R. (Hrsg.): *Handbuch apparativer Verfahren in der Psychologie*, S. 195-211. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Brunia, C.H.M. & Damen, E.J.P. (1988). Distribution of slow brain potentials related to motor preparation and stimulus anticipation in a time estimation task. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 69(3), 234-243.
- Busch, V. & Gaul, C. (2008a). Sport bei Migräne – Übersicht und Diskussion sowie Implikationen für zukünftige Studien. *Der Schmerz*, 22(2), 137-147.
- Busch, V. & Gaul, C. (2008b). Exercise in migraine therapy – is there any evidence für efficacy? A critical review. *Headache*, 48(6), 890-899.
- Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W.-U. (1996). *Gesundheitsorientiertes Fitnesstraining, Band 2* (2. Auflage). Lüneburg: Wehdemeier Pusch.
- Busse, A., Plaumann, M. & Walter, U. (2006). Stresstheoretische Modelle. In KKH Kaufmännische Krankenkasse, *Weißbuch Prävention 2005/2006 – Stress? Ursachen, Erklärungsmodelle und präventive Ansätze*. Berlin: Springer.
- Buzzi, M.G. & Moskowitz, M.A. (1992). The trigemino-vascular system and migraine. *Pathol Biol*, 40, 313-317.
- Cannon, WB. (1929). *Bodily Changes in pain, hunger, fear, and rage*. (2<sup>nd</sup> edn). New York: Appelton-Century-Crofts.
- Chodzko-Zajko, W.J. (1991). Physical fitness, cognitive performance, and aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(7), 868-872.



- Crews, D. J. & Landers, D. M. (1987). A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 114-120.
- Dalkvist, J., Ekblom, K. & Waldenlind, E. (1984). Headache and mood: A time-series analysis of self-ratings. *Cephalalgia*, 4, 45-52.
- Darabaneanu, S., Overath, C.H., Rubin, S., Lüthje, S., Sye, W., Niderberge, U., Gerbe, W.-D., & Weisser, B. (2011). Aerobic Exercise as a Therapy Option for Migraine: A Pilot Study. *International Journal of Sportsmedicine*. 32(6), 455-460.
- Davison, G. C. & Neale, J. M. (2002). Hautzinger, M. (Hrsg.). *Klinische Psychologie* (6. Auflage). Weinheim: Beltz.
- De Tomasse, M., Guido, M., Sardaro, M., Serpino, C., Vecchio, E., De Stefano, G., Di Claudio, T., Specchio, L.M. & Livrea, P. (2008). Effects of topiramate and levetiracetam vs placebo on habituation of contingent negative variation in migraine patients. *Neuroscience Letters*, 442(2), 81-85.
- Diener, H.-C. (2002). *Migräne* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Diener, H.-C. & Limmroth, V. (2005). Migränetherapie. *Der Internist*, 46(10), 1087-1095.
- Diener, H.-C., Katsarava, Z. & Limmroth, V. (2008). Aktuelle Diagnostik und Therapie der Migräne. *Der Schmerz*, 22(Suppl. 1), 51-60.
- Dittrich, S.M., Günther, V., Franz, G., Burtscher, M., Holzner, B. & Kopp, M. (2008). Aerobic Exercise with Relaxation: Influence on Pain and Psychological Well-being in Female Migraine Patients. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(4), 363-365.
- Durban, P. (2006). *Artefakte bei der Selbstkontrolle langsamer Hirnpotentiale*. Unveröffentlichte Dissertation, Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen.
- Ehlert, U. (Hrsg.) (2003). *Verhaltensmedizin*. Berlin: Springer.
- Ernst, E. (1999). Homeopathic prophylaxis of headache and migraine. A systematic review. *Journal of Pain and Symptom Management*, 18(5), 353-357.
- Etnier, J.L., Nowell, P.M., Landers, D.M. & Sibley, B.A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Review*, 52(1), 119-130.
- Evers, S. (2004). Die neue IHS-Klassifikation: Hintergrund und Struktur. *Der Schmerz*, 18(5), 351-356.
- Evers, S., May, A., Fritsche, G., Kropp, P., Lampl, C., Limmroth, V., Malzacker, V., Sandor, P., Straube, A. & Diener, H.-C. (2008). Akuttherapie und Prophylaxe der Migräne - Leitlinie der Deutschen Migräne- und Kopfschmerzgesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Neurologie-. *Nervenheilkunde*, 27(10), 933-949.
- Fedewa, A.L. & Ahn, S. (2011). The Effects of Physical Activity and Physical Fitness on Children's Achievement and Cognitive Outcomes: A Meta-Analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521-535.
- Fischer, H.G., Heller, R., Gieseler, A. & Hollmann, W. (1994). Aerobes Ausdauertraining bei Migräne: Eine Pilotstudie. In H. Liesen, M. Weiß, H. Baum (Hrsg.) *Regulations- und Repairmechanismen*. 33. Deutscher Sportärzte Kongress. Deutscher Ärzteverlag, Paderborn Köln, 807 – 808.
- Fitterling, J.M., Martin, J.E., Gramling, S., Cole, P. & Milan, M.A. (1988). Behavioral management of exercise training in vascular headache patients: an investigation of exercise adherence and headache activity. *Journal of applied behavior analysis*, 21(1), 9-19.

- Fritsche, G. (2007). Migräne. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger & P. Nilges, *Schmerzpsychotherapie* (6. aktualisierte und überarbeitete Auflage, S. 371 – 390). Berlin: Springer.
- Fritsche, G. (2012). *Migräne. Was sind die Ursachen? Was können Sie tun? Informationsbroschüre mit Selbsthilfeeinleitungen*. Erhältlich: URL: [http://www. Comoestas\\_project.eu/docs/ComoEstas\\_Migraene\\_korr GF.pdf](http://www.Comoestas_project.eu/docs/ComoEstas_Migraene_korr_GF.pdf) [23.01.2012]
- Flor, H. & Hermann, C. (2006). Neuropsychotherapie bei chronischen Schmerzen: Veränderung des Schmerzgedächtnisses durch Verhaltenstherapie. *Verhaltenstherapie*, 16, 86–94.
- Gapin, J. & Etnier, J.L. (2010). The relationship between physical activity and executive function performance in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 32(6), 753-763.
- Geiger L (1996). *Ausdauertraining*. München: Copress.
- Gerber, W. D. & Fuchs, D. (1989). Streß und Migräne - Psychobiologische Untersuchungen zu einem Diathese-Streß-Modell der Migräne. *Der Schmerz*, 3(4), 189-194.
- Gerber, W. D. & Hasenbring, M. (2008). Schmerzerkrankungen. In M. Linden & M. Hautzinger, *Verhaltenstherapiemanual* (6. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 555 – 562). Berlin: Springer.
- Gerber, W.-D. & Kropp, P. (1993). Migräne als Reizverarbeitungsstörung. *Der Schmerz*, 7(4), 280-286.
- Gerber, W.-D., Kropp, P., Schoenen, J. & Siniatchkin, M. S. (1996). "Born to be wild oder doch gelernt?" Neue verhaltensmedizinische Erkenntnisse zur Ätiopathogenese der Migräne. *Verhaltenstherapie* 6, 210-220.
- Gerber, W.-D., Miltner, W., Gabler, H., Hildenbrand, E. & Larbig W. (1987). Bewegungs- und Sporttherapie bei chronischen Kopfschmerzen. In W. Gerber, W. Miltner & K. Mayer (Hrsg.), *Verhaltensmedizin: Ergebnisse und Perspektiven interdisziplinärer Forschung* (S. 55 – 66). Weinheim: Verlag Chemie, Edition Medizin.
- Gerber, W.-D., Petermann, F., Gerber-von Müller, G., Niederberger, U., Rentmeister, B., Siniatchkin, M. & Stephani, U. (2008). MIPAS-Family – Entwicklung und Evaluation eines verhaltensmedizinischen Programms zur Behandlung kindlicher Kopfschmerzen. *Verhaltenstherapie*, 18, 247-255.
- Gerber, W.-D., Stephani, U., Kirsch, E., Kropp, P. & Siniatchkin, M. (2002). Slow cortical potentials in migraine families are associated with psychosocial factors. *Journal of Psychosomatic Research*, 52(4), 215-222.
- Göbel, H. (2004). *Die Kopfschmerzen* (2. bearbeitete und aktualisierte Auflage). Berlin: Springer.
- Göbel, H. (2006a). Dem Kopfschmerz vorbeugen, die Attacke behandeln. Aktuelle Migränetherapie in der Praxis. *Münchener Medizinische Wochenschrift - Fortschritte der Medizin, Suppl. 2*, 69-74.
- Göbel, H. (2006b). *Therapie primärer Kopfschmerzen in der Praxis* (2. Auflage). Bremen: UNI-MED.
- Göbel, H. (2007). *Medizinische Therapie 2007/2008* (3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Berlin: Springer.
- Göbel, H., Petersen-Braun, M. & Soyka, D. (1993). Die Prävalenz von Kopfschmerzen in Deutschland. *Der Schmerz*, 7(4), 287-297.

- Göbel, H., Krapat, S., Ensik, F.-B.M. & Soyka, D. (1993). Comparison of Contingent Negative Variation Between Migraine Interval and Migraine Attack Before and After Treatment With Sumatriptan. *Headache*, 33(10), 570-572.
- Gundel, M.K. & Akkaya, F.Y. (2008). Are migraineur women really more vulnerable to stress and less able to cope? *BMC Health Services Research*, 8, 211-217.
- Grimm, L., Douglas, D. & Hanson, P. (1981). Aerobic training in the prophylaxis of migraine. *Medicine and science in sports and exercise*, 13, 98.
- Hashizume, M., Yamada, U., Sato, A., Hayashi, K., Amano, Y., Makino, M., Yoshiuchi, K. & Tsuboi, K. (2008). Stress and psychological factors before a migraine attack: A time-Based analysis. *BioPsychoSocial Medicine*, 2, 14.
- Hillmann, C.H., Castelli, D.M. & Buck, S. M. (2005). Aerobic Fitness and Neurocognitive Function in Healthy Preadolescent Children. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 37(11), 1967-1974.
- Hillmann, C.H., Kramer, A.F., Belopolski, A.V. & Smith, D.P. (2006). A cross-sectional examination of age and physical activity on performance and event-related brain potentials in a task switching paradigm. *International Journal of Psychophysiology*, 59(1), 30-39.
- Hillmann, C.H., Weiss, E.P., Hagberg, J.M. & Hatfield, B.D. (2002). The relationship of age and cardiovascular fitness to cognitive and motor processes. *Psychophysiology*, 39(3), 303-312.
- Hinrichs, H. (2006). Technik. In A. Ebner & G. Deutschl (Hrsg.), *EEG* (S. 10-17). Stuttgart: Thieme.
- Holm, J.E. & Lokken, C. (2002). Migraine and Stress: A Daily Examination of Temporal Relationships in Women Migraineurs. *Headache*, 37(9), 553-558.
- Holzhammer, J & Wöber, C. (2006). Nichtalimentäre Triggerfaktoren bei Migräne und Kopfschmerz vom Spannungstyp. *Der Schmerz*, 20, 226 – 237.
- Hötting, K., Reich, B., Holzschneider, K., Kauschke, K., Schmidt, T., Reer, R., Braumann, K.M. & Röder, B. (2011). Differential cognitive effects of cycling versus stretching / coordination training in middle-aged adults. *Health Psychology*, Epub ahead of print.
- Huber, D. & Henrich, G. (2003). Personality Traits and Stress Sensitivity in Migraine Patients. *Behavioral Medicine*, 29, 4-13.
- Hugger, A., Göbel, H. & Schilgen, M. (Hrsg.). (2006). *Gesichts- und Kopfschmerzen aus interdisziplinärer Sicht*. Heidelberg: Springer.
- International Headache Society (IHS) (2004). The International Classification of Headache Disorders, 2<sup>nd</sup> Edition (ICHD-II). *Cephalalgia*, 24(Suppl. 1), 1-160.
- Janke, W., Erdmann, G. & Kallus, W. (1985). *Der Streßverarbeitungsfragebogen (SVF)*. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.
- Jasper, H.H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371 -375.
- Jost, W. & Selbach, O. (2001). *Therapie der Migräne* (1. Auflage). Bremen: UNI-MED.
- Kaluza, G. & Vögele, C. (1999). Stress und Stressbewältigung. In H. Flor, N. Birbaumer & K. Hahlweg (Hrsg.). *Grundlagen der Verhaltensmedizin. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D. Praxisgebiete: Serie 2. Klinische Psychologie, Band 3* (S. 331 - 388). Göttingen: Hogrefe.
- Kang, K.D., Choi, J.W., Kang, S.G., & Han, D.H. (2011). Sports Therapy for Attention, Cognitions and Sociality. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 953–959.

- Kelman, L. (2007). The triggers or precipitants of the acute migraine attack. *Cephalalgia*, 27(5), 444-451.
- Kleinmann, D. (2006). *Laufen und Walking im Alter: Gesundheitliche Auswirkungen und Trainingsgrundsätze aus sportmedizinischer Sicht*. Wien: Springer.
- Koch, H.J., Kern, U. & Busch, V. (2009). Therapeutische Wirkung von Ausdauersport bei Migräne – Explorative Metaanalyse sportmedizinischer Studien. *MMW-Fortschritte der Medizin*, 151(2), 59-62.
- Köhler, T. & Haimerl, C. (1990). Daily stress as a trigger of migraine attacks: results of thirteen single-subject studies. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 58(6), 870-872.
- Köppe, C. & Flor, H. (2005). Schmerzgedächtnis und kortikale Plastizität. *Psychoneuro*, 31(2), 81-83.
- Koseoglu, E., Akboyraz, A., Soyuer A. & Ersoy, A.O. (2003). Aerobic exercise and plasma beta endorphin levels in patients with migrainous headache without aura. *Cephalalgia*, 23(10), 972-976.
- Kramer, A.E., Hahn, S., Cohen, N.J., Banich, M.T., AcAulex, E., Harrison, C.R., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L. Boileau, R.A. & Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400, 418- 419.
- Kropp, P. & Gerber, W.-D. (1995). Contingent negative variation during migraine attack and interval: evidence for normalization of slow cortical potentials during the attack. *Cephalalgia*, 15(2), 123-128.
- Kropp, P. & Gerber, W.-D. (1998). Prediction of migraine attacks using a slow cortical potential, the contingent negative variation. *Neuroscience Letters*, 257(2), 73-76.
- Kropp, P. & Gerber, W.-D. (2005). Slow cortical potential in migraine. Predictive value and possible novel therapeutic strategies to prevent an attack. *Functional Neurology*, 20(4), 193-197.
- Kropp, P., Linstedt, U. & Gerber, W.-D. (2005). Migräne – Die Dauer der Erkrankung beeinflusst Amplitude und Habituation ereigniskorrelierter Potenziale. *Der Schmerz*, 19, 489-496.
- Kropp, P., Müller, B. & Gerber, W.-D. (2007). Long-lasting migraine alters amplitudes and habituation of contingent negative variation. *Cephalalgia*, 27, 666.
- Kropp, P., Siniatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2000). Contingent negative variation as indicator of duration of migraine disease. *Functional neurology*, 15(Suppl. 3), 78-81.
- Kropp, P., Siniatchkin, M. & Gerber, W.-D. (2002). On the Pathophysiology of Migraine – Links for “Empirically Based Treatment” With Neurofeedback. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(3), 203-213.
- Kropp, P., Göbel, H., Dworschak, M., & Heinze, A. (1996). Elektrophysiologische Untersuchungen bei Kopfschmerzen: Die „contingent negative variation“ (CNV). *Der Schmerz*, 10(3), 130-134.
- Kropp, P., Kirbach, U., Detlefsen, J.-O., Siniatchkin, M., Gerber, W.-D. & Stephani, U. (1999). Slow cortical potentials in migraine: a comparison of adults and children. *Cephalalgia*, 19(Suppl. 25), 60-64.
- Kubesch, S. (2008). Lernprozesse durch Schulsport fördern. *Die Grundschulzeitschrift*, 212/213, 50-53.
- Kubesch, S. Brettschneider, V., Freudenmann, R., Weidenhammer, N., Lehmann, M., Spitzer, M. & Grön, G. (2003). Aerobic endurance exercise improves executive functions in depressed patients. *Journal of Clinical Psychiatry*, 9, 1105-1012.
- Lambourne, K. (2006) The relationship between working memory capacity and physical activity rates in young adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 149-153.

- Lashley, K. (1941). Patterns of cerebral integration indicated by scotomas of migraine. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 46, 331-339.
- Lazarus, R.S. (1966). Psychological stress and the coping process. New York: McGraw-Hill.
- Lazarus, R.S. (1974). Psychological stress and coping in adaption and illness. *International Journal of Psychiatry in Medicine*, 5(1), 321 – 333.
- Lazarus, R.S. & Folkman, S. (1984) Stress, appraisal, and coping. New York: Springer Publishing Company.
- Leão, A.A.P. (1944). Spreading Depression of Activity in Cerebral Cortex. *Journal of Neurophysiologie*, 7, 359-390.
- Limmroth, V. & Diener, H.C. (2002). Neues zu Pathophysiologie und Therapie der Migräne. *Psycho*, 28, 251–259.
- Lockett, D.M. & Campbell, J.F. (1992). The effects of aerobic exercise on migraine. *Headache*, 32(1), 50-54.
- Lorenzen, J., Göbel, H., Gerber, W.-D. & Kropp, P. (2007). Reizempfindlichkeit und aktuelle Befindlichkeit von Patienten mit Migräne ohne Aura – eine Untersuchung zur Contingenten Negativen Variation (CNV). *Der Schmerz*, 21(Suppl. 1), 99.
- Loveless, N. E. & Sanford, A. J. (1974). Slow potential correlates of prepatatory set. *Biological Psychology*, 1, 303-314.
- Lüthje, S. (2010). Wirkung von Sport auf die Migräneerkrankung. *Experimentelle Untersuchung zur Wirkung von kardiovaskulärem Ausdauertraining auf die Intensität, Häufigkeit und Dauer der Migräneerkrankung*. Diplomarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Maertens de Noordhout, A., Timsit-Berthier, M., Timsit, M. & Schoenen, M. (1986). Contingent Negative Variation in Headache. *Annals of Neurology*, 19(1), 78-80.
- Moskowitz, M.A. (1993). Neurogenic inflammation in the pathophysiology and treatment of migraine. *Neurology*, 43(Suppl. 3), 16–20.
- Morrison, D.P. (1990). Occupational stress in migraine – is weekend headache a myth or reality?. *Cephalalgia*, 10, 189-193.
- Nachtigall, C. & Wirtz, M. (2006). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Inferenzstatistik – Statistische Methoden für Psychologen Teil 2*. Weinheim: Juventa.
- Narin, S.O., Pinar, L., Erbas, D., Oztürk, V. & Idiman, F. (2003). The effects of exercise and exercise-related changes in blood nitric oxide level on migraine headache. *Clinical rehabilitation*, 17(6), 624-630.
- Netz, Y., Dwolatzky, T., Zinker, Y., Argov, E. & Agmon, R. (2011). Aerobic fitness and multidomain cognitive funktion in advanced age. *International Psychogeriatrics*, 23(1), 114-124.
- Neut, D., Fily, A., Cuvellier, J.-C. & Vallée, L. (2012). The prevalence of triggers in paediatric migraine: a questionnaire study in 102 children and adolescents. *The Journal of Headache and Pain*, 13(1), 61-65.
- Newson, R.S. & Kemps, E.B. (2006). Cardiorespiratory fitness as a predictor of successful cognitive ageing. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(6), 949-967.

- Niederberger, U. & Kropp, P. (2004). Die nichtmedikamentöse Behandlung der Migräne. *Der Schmerz*, 18(5), 415-420.
- Niederer, I., Kriemler, S., Gut, J., Hartman, T., Schindler, C., Barral, J. & Puder, J.J. (2011). Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in prechoolers (Ballabeina): A cross-sectional and longitudinal study. *BMC Pediatrics*, 11, 34.
- Norris, R., Carroll, D. & Cochrane, R. (1992). The effects of physical activity and exercise training on psychological stress and well-being in an adolescent population. *Journal of Psychosomatic Research*, 36, 55 – 65.
- Rasmussen, B.K. (1993). Migraine and tension-type headache in a general population: precipitating factors, female hormones, sleep pattern and relation to lifestyle. *Pain*, 53, 65-72.
- Rimmele, U., Seiler, R. Marti, B. Wirtz, P. Ehlert, U. & Henrichs, M. (2009). The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 190 – 198.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N. & Lutzenberger, W. (1982). *Slow Brain Potentials and Behavior*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Rohrbaugh, J.W. & Gaillard, A.W.K. (1983). Sensory and motor aspects of the contingent negative variation. In A.W.K. Gaillard & W. Ritter (eds.). *Tutorials in ERP Research: Endogenous Components* (pp. 269-310). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Rost, R. (2005). *Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten. Lehrbuch für Sportlehrer, Übungsleiter, Physiotherapeuten und Sportmediziner*. (3. Auflage). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Salmon, P. (2001). Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clinical Psychology Review*, 21(1), 33-61.
- Sauro, K.M. & Becker, W.J. (2009). The Stress and Migraine Interaction. *Headache* 49(9), 1378-1386.
- Schandry, R. (1996). *Lehrbuch Psychophysiologie* (3., korrigierte Auflage). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie* (2. Auflage). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schandry, R. (2003). *Biologische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schoenen, J. (1996). Deficient habituation of evoked cortical potentials in migraine: a link between brain biology, behavior and trigeminovascular activation? *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 50(2), 71-78.
- Schoenen, J. & Timsit-Berthier, M. (1993). Contingent negative variation: methods and potential interest in headache. *Cephalalgia*, 13(1), 28-32.
- Schoenen, J., Maertens de Noordhout, A., Timsit-Berthier, M. & Timsit, M. (1985). Contingent negative variation (CNV) as a diagnostic and physiopathologic tool in headache patients. In C. Rose (Ed.). *Migraine* (pp. 17-25). Basel: Karger.
- Schoenen, J., Maertens de Noordhout, A., Timsit-Berthier, M. & Timsit, M. (1986). Contingent negative variation and efficacy of beta-blocking agents in migraine. *Cephalalgia*, 6(4), 229-233.

- Schoonman, G.G., Evers, D.J., Ballieux, B.E., de Geus, E.J. de Kloet, E.R., Terwindt, G.M., van Dijk, J.G. & Gerrari, M.D. (2007). Is stress a trigger factor for migraine? *Psychoneuroendocrinology*, 32, 532-538.
- Schulz, R. (2006). Artefakte. In A. Ebner & G. Deutschl (Hrsg.), *EEG* (S. 84-88). Stuttgart: Thieme.
- Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York: McGraw-Hill.
- Selye, H. (1974). *Stress. Bewältigung und Lebensgewinn*. München: Piper.
- Siddiqui, N.I., Nessa, A. & Hossain, M.A. (2010). Regular physical exercise: way to healthy life. *Mymensingh Medical Journal*. 19(1), 154-158.
- Silberstein, S. D., Lipton, R. B. & Breslau, N. (1995). Migraine: Association with personality characteristics and psychopathology. *Cephalalgia*, 15(5), 358-369.
- Siniatchkin, M., Averkina, N. & Gerber, W.D. (2006). Relationship between precipitatin agents and neurophysiological abnormalities in migraine. *Cephalalgia*, 26(4), 457-465.
- Siniatchkin, M., Gerber, W.-D., Kropp, P. & Vein, A. (1998). Contingent negative variation in patients with chronic daily headache. *Cephalalgia*, 18(8), 565-569.
- Siniatchkin, M., Averkina, N., Andrasik, F., Stephani, U. & Gerber, W.-D. (2006). Neurophysiological reactivity before a migraine attack. *Neuroscience Letters*, 400, 121-124.
- Siniatchkin, M., Kirsch, E., Kropp, P., Stephani, U. & Gerber, W.-D. (2000). Slow cortical potentials in migraine families. *Cephalalgia*, 20(10), 881-892.
- Siniatchkin, M., Gerber-von Müller, G., Darabaneanu, S., Petermann, F., Stephani, U. & Gerber, W.D. (2010). Behavioral treatment programme contributes to normalization of contingent negative variation in children with migraine. *Cephalalgia*, 31(5), 562-567.
- Siniatchkin, M., Jonas, A., Baki, H., van Baalen, A., Gerber, W.D. & Stephani, U. (2010). Developmental changes of the contingent negative variation in migraine and healthy children. *The Journal of Headache and Pain*, 11(2), 105-113.
- Sorbi, M. & Tellegen, B. (1986). Differential effects of training in relaxation and stress-coping in patients with migraine. *Headache*, 26, 473-481.
- Sorbi, M. & Tellegen, B. (1988). Stress-Coping In Migraine. *Social Science and Medicine*, 26(3), 351-358.
- Sorbi, M.J., Maassen, G.H. & Spierings, E.L. (1996). A time series analysis of daily hassles and mood changes in the 3 days before the migraine attack. *Journal of Behavioral Medicine*, 22(3), 103-113.
- Spreen, O. & Strauss, E. (1998). *A Compendium Of Neuropsychological Tests* (2<sup>nd</sup>. Edition) (pp. 533 – 547). Oxford University Press: New York.
- Spierings, E.L.H., Ranke, A.H. & Honkoop, P.C. (2001). Precipitating and Aggravating Factors of Migraine versus Tension-type Headache. *Headache*, 41, 554 – 558.
- Spierings, E., Sorbi, M., Haimowitz, B. & Tellegen, B. (1996). Changes in Daily Hassles, Mood, and Sleep in the 2 Days before a Migraine Headache. *The Clinical Journal of Pain*, 12(1), 38-42.
- Steptoe, A., Kimbrell, J. & Basford, P. (1998). Exercise and the Experience and Appraisal of Daily Stressors: A Naturalistic Study. *Journal of Behavioral Medicine*, 21(4), 363-374.

- Tecce, J.J. (1971). Contingent Negative Variation and Individual Differences. *Archives of General Psychiatry*, 24, 1-16.
- Tecce, J. J. (1972). Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin*, 77(2), 73-108.
- Tecce, J. J. (1979). A CNV rebound effect. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 46, 546-551.
- Thompson, R.F. & Spencer, W.A. (1966). Habituation: A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological review*, 73(1), 16-43.
- Timsit-Berthier, M. (1993). Contingent negative variation and its relationships to arousal and stress in psychopathology. In W. C. McCallum, C. H. Curry (Ed.). *Slow potential changes in the human brain* (pp. 219-227). New York: Plenum Press.
- Trimmel, M. (1990). *Angewandte und Experimentelle Neuropsychophysiologie*. Berlin: Springer.
- Trimmel, M. & Gmeier, G. (2001). Partnerschaftliches Interaktionsverhalten und Stressverarbeitung von Migränepatientinnen. *Psychotherapie, Psychosomatik und Medizinische Psychologie*, 51, 430 – 433.
- Tunis, M. M. & Wolff, H. G. (1954). Studies on headache: Cranial artery vasoconstriction and muscle contraction headache. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 71, 425.
- Varkey, E., Cider, A., Carlsson, J. & Linde, M. (2009). A Study to Evaluate the Feasibility of an Aerobic Exercise Program in Patients With Migraine. *Headache*, 49(4), 563-570.
- Varkey, E., Hagen, K., Zwatt, J.-A. & Linde, M. (2008). Physical activity and headache: results from the Nord-Trøndelag Health Study (HUNT). *Cephalalgia*, 28(12), 1292-1297.
- Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C. & Winter, A. L. (1964). Contingent negative variation: an electric sign of sensorimotor association and expectancy on the human brain. *Nature*, 203, 380-384.
- Wamser, P. & Leyk, D. (2003). Einfluss von Sport und Bewegung auf Konzentration und Aufmerksamkeit. Effekte eines „Bewegten Unterrichts“ im Schulalltag. *Sportunterricht: Monatsschrift zur Wissenschaft und Praxis des Sports*, 52, 108 -113.
- Wehrli, W. & Loosli-Hermes, J. (Hrsg.). (2003). *Enzyklopädie elektrophysiologischer Untersuchungen* (2. völlig bearbeitete und erweiterte Auflage). München: Urban & Fischer Verlag.
- Weiller, C., May, A., Limmroth, V., Juptner, M., Kaube, H., Schayck, R.V., Coenen, H.H. & Diener, H.C. (1995). Brain stem activation in spontaneous human migraine attacks. *Nature Medicine*, 1, 658-60.
- Witte, O.W. Hagemann, G. & Haueisen, J. (2006). Physiologische Grundlagen des EEG. In A. Ebner & G. Deutschl (Hrsg.), EEG (S. 1-9). Stuttgart: Thieme.
- Wolff, H..G (Ed.). (1963). *Headache and other head pain (2nd ed.)*. New York: Oxford University Press.
- Yin, Z., Davin, C.L., Moore, J.B. & Treiber, F.A. (2005). Physical Activity Buffers the Effects of Chronic Stress on Adiposity in Youth. *Analysis of Behavioral Medicine*, 29(1), 29-36.
- Zank, R., Strehl, U., Larbin, W. & Kocchoubey, B. (2008). Effects of rizatriptan on the contingent negative variation in healthy women. *Cephalalgia*, 28(9), 922-932.



## 9 Anhang

### 9.1 Aushang

# Bewegung gegen Migräne

## Bitte nehmen Sie an unserer Studie teil!

Anmeldung: Bis 15. November 2010  
Start: Februar 2011



Wir bitten Sie,  
an unserem Programm  
teilzunehmen.

Das Institut für Medizinische Psychologie führt in Kooperation mit dem Institut für Sport und Sportwissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel eine Studie zur „Bewegungstherapie bei Migränepatienten und -patientinnen“ durch. Bewegung wird bei Kopfschmerzerkrankungen sehr empfohlen. Um dies wissenschaftlich noch besser abzusichern, soll unter wissenschaftlich kontrollierten Bedingungen die Wirksamkeit von Bewegung auf die Migräneerkrankung untersucht werden.

Wann sind Sie als  
Teilnehmer geeignet?

- Wenn Sie min. 2 Migräneattacken im Monat haben
- Sie Lust auf Bewegung haben, selber aber keinen regelmäßigen Sport betreiben
- Sie keine tägliche medikamentöse Prophylaxe einnehmen (andere Medikamente können gerne weiterhin eingenommen werden!)

Welchen **Nutzen**  
haben Sie  
von der Teilnahme an  
unserem Programm?

#### Was erwartet Sie?

- Sportmedizinische und psychologische Betreuung
- ein individuell abgestimmtes Ausdauertraining
- in der Gruppe
- mit professioneller Betreuung
- Führen eines Kopfschmerztagebuches

#### Was sind Ihre Vorteile?

- ggf. **Linderung der Symptome**
- Aktivierung und Stabilisierung des Herz-Kreislaufsystems
- Steigerung der Befindlichkeit

Hier erhalten Sie  
einen Termin!

Haben Sie noch Fragen?  
Möchten Sie an der Studie teilnehmen?

Zögern Sie nicht anzurufen!

0431-65946-41 (Büro)

0162-6635385 (Mobil)

overath@med-psych.uni-kiel.de (E-Mail)

Studienleitung: Frau Dr., Dipl.-Psych. Stephanie Darabaneanu  
Herr Prof. Dr. med. Burkhard Weisser  
Frau Dipl.-Psych. Claudia H. Overath  
Herr cand. M.A. Henrik Schäll

**UK  
SH**



Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie, Direktor: Prof. Dr. W. D. Gerber, Diesterwegstraße 10-12, 24113 Kiel.

## 9.2 Zeitungsartikel

### 40 Prozent weniger Migräne Karen Schwenke | kn | 03.09.2010

Eine Studie des Instituts für Medizinische Psychologie der Uni Kiel hat es erstmals belegt: Durch regelmäßiges Lauftraining können Migräneattacken deutlich reduziert werden.

Sport ist inzwischen so eine Art Allheilmittel - er wird empfohlen bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Osteoporose, soll gegen Depressionen helfen und sogar Krebs vorbeugen. Auch in der Migränetherapie wird Ausdauertraining schon seit den 80er Jahren eingesetzt, verwunderlich nur, dass die Wirksamkeit hierbei lange Zeit nicht belegt wurde. „Bisher wird Ausdauersport gegen Migräne nur auf Basis von Erfahrungen empfohlen. Wir liefern jetzt zum ersten Mal einen fundierten wissenschaftlichen Beleg für diesen Therapieansatz“, sagt die Kieler Medizinspsychologin Dr. Stephanie Darabaneanu und ist begeistert: „Was wir herausgefunden haben, ist bahnbrechend.“



**Den Problemen davonzulaufen, würde Psychologin Stephanie Darabaneanu ihren Patienten sonst wohl kaum empfehlen. Bei Migräne aber wirkt es, das hat sie belegt.**  
Foto: Peter

In der Tat sind die Ergebnisse der Studie, die vor fast zwei Jahren in Zusammenarbeit mit dem Institut für Sportmedizin in Kiel gestartet wurde, erstaunlich: Die Migräneattacken der Kieler Probandinnen konnten durch regelmäßiges Lauftraining um rund 40 Prozent oder sogar 70 Prozent gesenkt werden - je nach Rechnung. Genauer: Bei Migränepatienten, die dreimal wöchentlich ein Lauftraining absolvierten, reduzierten sich die Tage, an denen Migräneattacken auftraten, um 39,5 Prozent und die Intensität der Migräne ging um 42,5 Prozent zurück. Führten die Patienten zusätzlich ein Migräne-Tagebuch, verbesserte sich die Migräne um rund 70 Prozent. Diesen Beobachtungseffekt durch das Tagebuch, der bekanntermaßen bei 20 bis 30 Prozent liege, rechnen die Wissenschaftlerinnen des Instituts für Medizinische Psychologie um Prof. Wolf-Dieter Gerber heraus und belegen damit ihre These, dass es durch den Ausdauersport gelinge, einen Verursacher der Migräne abzubauen: Stress. Darabaneanu erklärt den Zusammenhang zwischen Stress und Migräne: „Gehirne von Migränepatienten reagieren sensibler auf äußere Reize als die gesunder Menschen, ihnen fehlt quasi ein Schutzschild gegen Stress. Die aufgestauten Reize entladen sich dann in den schmerzhaften Migräneattacken.“ Dieses Phänomen der Stressverarbeitung sei unstrittig und mittels EEG messbar.

Die Befragungen von 15 Migränepatienten ergaben nun, dass Sport einen Stressabbau auf drei Ebenen bewirkte: Erstens senkte das Training die Aggressivität der Probanden; zweitens sorgte es dafür, dass die Menschen weniger Ablenkungsstrategien nötig hatten (beispielsweise Rauchen, Essen, Einkaufen), und drittens stieg mit dem Sport der Glaube daran, selbst etwas an der Situation ändern zu können. Der letzte Punkt, den Psychologen als Selbstwirksamkeit bezeichnen, sei besonders wichtig, da Therapien bei Menschen mit einem hohen Grad an Selbstwirksamkeit weitaus erfolgreicher sind als bei einem geringen Grad.

Migränegeplagten, die sich mit Ausdauersport selbst therapieren wollen, empfiehlt die Psychologin, ihren Fitnesslevel allmählich zu verbessern. Denn nur bei Probanden, die ihren Leistungspegel steigerten, ging die Migräne deutlich zurück.

Wer sich das Training in Eigenregie jedoch nicht zutraut, hat die Gelegenheit, an einer weiteren Studie zum selben Thema teilzunehmen: „Wir beginnen jetzt mit einer größeren Studie, die genauso aufgebaut ist wie die erste. Wir werden diesmal allerdings die Anzahl der Probanden erhöhen und den Stressabbau auch biochemisch nachweisen“, kündigt Darabaneanu an. Gesucht werden dafür Frauen und Männer, die mindestens zweimal im Monat unter Migräneattacken leiden. Die Studie läuft über 26 Wochen in drei Phasen: In der ersten und der letzten Phase von je acht Wochen führen die Patienten lediglich ein Migräne-Tagebuch. In der zweiten, zehnwöchigen Phase wird im Kieler Schrevenpark unter Leitung der Sportmediziner dreimal wöchentlich ein professionelles Ausdauertraining von 30 bis 40 Minuten absolviert. Wer Interesse hat, melde sich im Institut für Medizinische Psychologie unter der Rufnummer 0431-6594641.

## 9.3 Pressemitteilung des UKSH

### UK S-H sucht Migränepatienten für Bewegungsstudie

#### Linderung von Kopfschmerzattacken durch Bewegung

Das Institut für Medizinische Psychologie führt unter der Leitung von Frau Dr., Dipl.-Psych. Stephanie Darabaneanu in Kooperation mit dem Institut für Sport und Sportwissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel unter der Leitung von Prof. Dr. med. Burkhard Weisser eine Studie zur „Bewegungstherapie bei Migränepatienten und -patientinnen“ durch. Bewegung wird bei Kopfschmerzerkrankungen sehr empfohlen. Um dies wissenschaftlich noch besser abzusichern, soll unter wissenschaftlich kontrollierten Bedingungen die Wirksamkeit von Bewegung auf die Migräneerkrankung untersucht werden. Dafür suchen wir noch **bis Mitte/Ende November 2010** Migränepatienten, die mindestens zwei Migräneattacken im Monat erleiden und Lust auf Bewegung haben, selbst aber keiner regelmäßigen Bewegung nachgehen. Voraussetzung für die Teilnahme ist weiterhin, dass keine tägliche medikamentöse Prophylaxe eingenommen wird (- andere Medikamente können gern weiterhin eingenommen werden). Die Teilnehmer der Studie erwartet eine sportmedizinische und psychologische Betreuung, ein individuell abgestimmtes Bewegungstraining, welches ab 01. Februar 2011 in der Gruppe unter professioneller Anleitung stattfindet, und das Führen eines Kopfschmerztagebuches. Ziel ist eine Linderung der Symptome, Aktivierung und Stabilisierung des Herz-Kreislaufsystems und Steigerung der Befindlichkeit schon während der Studienphase zu erreichen.

Ansprechpartner ist

Dipl.-Psych. Claudia H. Overath

0431-65946-41 (Büro)

0162-6635385 (Mobil)

overath@med-psych.uni-kiel.de

## 9.4 Ersttelefonat mit Patienten bei Kontaktaufnahme

### Erst-Telefonat mit dem Patienten

Telefonat geführt am: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

1. Termin: \_\_\_\_\_

Für unsere Studie sind Sie geeignet, wenn: (Zutreffendes bitte kreuzen)

- 1) Sie über 18 Jahre alt sind,
- 2) eine Migränediagnose (von Neurologen) vorliegt,
- 3) keine Schwangerschaft vorliegt,
- 4) keine kardiovaskulären Erkrankungen vorliegen (Sport darf die Gesundheit nicht gefährden!)
- 5) nicht mehr als 1x pro Woche Sport (halbe Stunde), während der letzten 12 Wochen
  - i. Wenn Sport, was für Sport? \_\_\_\_\_
  - ii. Wie häufig pro Woche? \_\_\_\_\_
  - iii. Seit wann wird der Sport schon betrieben? \_\_\_\_\_
- 6) keine Prophylaxe ( $\beta$ -Blocker, Kalziumblocker)
  - Analgetika und Triptane sind zur Akuttherapie und können ohne Auswirkung auf die Studie eingenommen werden!
  - i. wenn welche genommen wird: welche? \_\_\_\_\_
  - ii. wie lange schon (seit wann verschrieben)? \_\_\_\_\_
- 7) mehr als 2 Attacken im Monat

sonstige Bemerkungen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Es müssen alle 7 Kreuze gesetzt worden sein, um ein Erstgespräch zu vereinbaren. Ist dies nicht der Fall, ist der Proband leider nicht für diese Studie geeignet!!!

## 9.5 Patienteninformation

### Patienteninformation

**Effektivität der Bewegungstherapie bei der Migräneerkrankung –  
Experimentelle Untersuchung zur Wirkung von kardiovaskulärem  
Ausdauertraining auf die Intensität, Häufigkeit und Dauer der  
Migräneerkrankung –**

Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie  
Diesterwegstr. 10-12, 24113 Kiel  
Tel. 0431-65946-30

---

(Name und Geburtsdatum des Probanden)

Sehr geehrte Probandin, sehr geehrter Proband,


nach Artikel 1 und 2 des Grundgesetzes haben Sie ein sogenanntes *Informationelles Selbstbestimmungsrecht*. Das bedeutet für die Medizin, daß wir wissenschaftliche Untersuchungen an körpereigenem Material nur durchführen dürfen, wenn Sie damit einverstanden sind und wenn wir Sie vorher darüber aufgeklärt haben. Diese Untersuchungen dienen der Erforschung von Krankheiten und der Entwicklung neuer Therapien und werden zum Nutzen von Patienten durchgeführt, auch wenn Sie im Einzelfall persönlich keinen Vorteil davon haben.

Wir bearbeiten in der Klinik, in der Sie behandelt werden, folgendes wissenschaftliches Projekt „Effektivität der Bewegungstherapie bei der Migräneerkrankung – Experimentelle Untersuchung zur Wirkung von

Um sicher nachvollziehen zu können, ob und wie sich ihre Migränesymptomatik (Häufigkeit, Dauer und Intensität) durch das aerobe Ausdauertraining verändert hat, ist es notwendig, dass sie während des gesamten Verlaufes der Studie ein Migränetagebuch führen. Dieses werden Sie mit Informationen über die Führung des Tagebuches von der Studienleitung am ersten Termin ausgehändigt bekommen.

Da aerobes Ausdauertraining ebenfalls Auswirkungen auf die Stressverarbeitung und die Aufmerksamkeitsfokussierung haben kann, werden zusätzliche zu den Migräneparametern auch Stress- und Aufmerksamkeitsparameter sowohl vor als auch nach dem Ausdauertraining erhoben. Sie werden daher zu den jeweiligen Terminen von der Studienleiterin gebeten werden unterschiedliche Fragebögen auszufüllen. Sollten sie zu diesen Fragen haben oder Bedenken haben diese auszufüllen, sprechen Sie bitte ihre Studienleiterin darauf an.

## 9.6 Checkliste der ICD-10- Kriterien der Migräneerkrankung



### Fragebogen B1 Migränehistorie

(vom Untersucher auszufüllen)

Patientennummer

Erstmanifestation (Datum)

Migränedauer (in Jahren)

Besonderer Zeitpunkt  
(Schwangerschaft, 1. Regel, 1. Pille, usw.)

**Menstruelle Migräne**  
(3 Tage davor, während Menstruation, 3 Tage danach)

ja     nein

Migräne ohne Aura laut IHS Differenzierungsbogen?  
 ja     nein

Durchschnittliche **Anfallshäufigkeit** pro Monat (im letzten Jahr)?  
 pro Monat

Durchschnittliche **Migränetage** pro Monat (im letzten Jahr)?  
 pro Monat

Wie wäre durchschnittliche **Anfallshäufigkeit und Migränetage unbehandelt** pro Monat?  
 Anfälle     Tage pro/Anfall

Wann war letzter Anfall? Vor ...  
 Tagen/Wochen

Wie lange hat der gedauert?  
 Tage/Stunden

Gab es Begleiterscheinungen (Ü,E,Li,Lä)?

Wie haben Sie vor der Schwangerschaft verhütet?

Manifestation in **Familie** (Wer)?

Durchschnittliche **Schmerzintensität** (1-10) der Anfälle (im letzten Jahr)?

1= mild, es beeinträchtigt meine täglichen Aktivitäten nicht

2

3

4

5= es hemmt und/oder verlangsamt tägliche Aktivitäten, verhindert sie aber nicht

6

7

8

9

10= schwer, es verhindert tägliche Aktivitäten

**Akutmedikation** bisher

1. Name

Dosierung

2. Name

Dosierung

Medikation zur **Migräneprophylaxe** bisher

1. Name

Dosierung



## Kopfschmerz- Fragebogen Typ A1

1. Konzentriert sich Ihr Kopfschmerz, insbesondere bei Beginn, in einer der beiden **Kopfhälften**?

ja  nein

2. Fühlt sich Ihr Kopfschmerz **pulsierend** oder **pochend** an?

ja  nein

3. Sind Ihre Kopfschmerzen so stark, dass sie den **üblichen Tagesablauf** erschweren oder unmöglich machen?

ja  nein

4. Verstärken sich Ihre Kopfschmerzen beim Treppensteigen oder anderen **körperlichen Aktivitäten**?

ja  nein

5. Wenn Sie Kopfschmerzen haben, ist Ihnen dann häufig **übel**?

ja  nein

6. Wenn Sie Kopfschmerzen haben, sind Sie dann sehr **licht- oder lärmempfindlich**?

ja  nein

Patientennummer

7. Hatten Sie schon mindestens zweimal **vor Schmerzbeginn** (nicht während) eine oder mehrere der folgenden **Wahrnehmungen** gehabt?

a. Sternförmige **Zacken** im Gesichtsfeld?  ja  nein

b. **Ausfälle** im Gesichtsfeld?  ja  nein

c. **Kribbeln** oder Taubheit (insbesondere am Arm)?  ja  nein

d. **Schwäche** in den Armen oder Beinen auf **einer Körperseite**?  ja  nein

e. **Sprachstörungen**?  ja  nein

8. Dauern die unter 7 **a-e** beschriebenen Wahrnehmungen vor einer Kopfschmerzattacke **weniger als 60 Minuten**?

ja  nein

9. Wieviel **Kopfschmerz-Attacken** pro Monat haben Sie? (Durchschnitt des letzten halben Jahres)

ca.  Attacken/ Monat

10. An wieviel **Tagen** pro Monat haben Sie Kopfschmerz dieser Art (Durchschnitt des letzten halben Jahres)?

an ca.  Tagen/ Monat

11. Welches **Medikament** nehmen Sie hauptsächlich gegen den hier beschriebenen Kopfschmerz?

12. An wieviel **Tagen** pro Monat (im Durchschnitt) nehmen Sie **irgendein Medikament** gegen diesen Kopfschmerz?

an ca.  Tagen/ Monat



## Kopfschmerz- Fragebogen Typ B1



13. Fühlt sich Ihr Kopfschmerz **drückend** bis ziehend an?  
(nicht pulsierend)

ja  nein

14. Kann Ihr Kopfschmerz auf **beiden Kopfhälften** auftreten?

ja  nein

15. Können Sie trotz der Behinderung durch die Kopfschmerzen Ihren **Tagesablauf** einigermaßen beibehalten?

ja  nein

16. Können Sie Treppensteigen oder andere **körperliche Anstrengungen**, ohne dass sich die Kopfschmerzen verstärken?

ja  nein

17. Treten Ihre Kopfschmerzen üblicherweise **ohne starke Übelkeit** und Erbrechen auf?

ja  nein

Patientennummer

18. An wieviel **Tagen** pro Monat haben Sie Kopfschmerzen dieser Art (Typ B)?  
(Durchschnitt des letzten halben Jahres)

an ca.  Tagen/ Monat

19. Welches **Medikament** nehmen Sie hauptsächlich gegen den hier beschriebenen Kopfschmerz?

20. An wieviel **Tagen** pro Monat (im Durchschnitt) nehmen Sie **irgendein Medikament** gegen diesen Kopfschmerz (Typ B)?

an ca.  Tagen/ Monat

## Kopfschmerz- Fragebogen Typ C1

Patientennummer

21. Ist Ihr Kopfschmerz **streng einseitig**?

ja  nein

22. Spüren Sie den Kopfschmerz um das **Auge** herum (bzw. Schläfe)?

ja  nein

23. **Laufen** Sie während der Schmerzattacke **umher** ?

ja  nein

4. Verstärken sich Ihre Kopfschmerzen beim Treppensteigen oder anderen **körperlichen Aktivitäten**?

ja  nein

5. Wenn Sie Kopfschmerzen haben, ist Ihnen dann häufig **übel**?

ja  nein

6. Wenn Sie Kopfschmerzen haben, sind Sie dann sehr **licht- oder lärmempfindlich**?

ja  nein

24. Wenn Sie Kopfschmerzen haben, treten dann oft folgende **Begleiterscheinungen** auf?

a. Einseitig **tränenendes Auge**?  ja  nein

b. Einseitig **gerötetes Auge**?  ja  nein

c. Einseitiges **Nasenlaufen**?  ja  nein

d. Einseitig hängendes **Augenlid**?  ja  nein

e. Einseitig **enge Pupille**?  
(ggf. Partner fragen)  ja  nein

25. Haben Sie **zwischen den** Häufungen der **Attacken** mindestens 14 Tage ohne Attacken-Kopfschmerz?

ja  nein



## 9.7 Einverständniserklärung

### Einverständniserklärung

**Effektivität der Bewegungstherapie bei der Migräneerkrankung – Experimentelle  
Untersuchung zur Wirkung von kardiovaskulärem Ausdauertraining auf die Intensität,  
Häufigkeit und Dauer der Migräneerkrankung –**

Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie  
Diesterwegstr. 10-12, 24113 Kiel  
Tel. 0431-65946-30

---

(Name und Geburtsdatum des Probanden)

Ich bin ausreichend in mündlicher und schriftlicher Form über die Ziele und Methoden, die möglichen Risiken und den Nutzen der Studie informiert worden. Ich habe die Patienteninformation gelesen und den Inhalt verstanden.

Ich hatte ausreichend Gelegenheit, die Studie mit der Studienleitung zu besprechen und Fragen zu stellen. Alle meine Fragen und Bedenken wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich weiß, dass meine Studienteilnahme freiwillig ist und dass ich jederzeit ohne Angaben von Gründen meine Zusage zur Teilnahme zurückziehen kann.

**Ich bin damit einverstanden, dass im Rahmen der Studie meine Daten über Alter, Geschlecht, Gewicht und Körpergröße aufgezeichnet und anonymisiert zur**

**Auswertung der Ergebnisse verwendet werden. Alle im Rahmen der Studie erhobenen Daten werden strikt vertraulich gemäß dem Datenschutz behandelt.**

Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimme ich zu.

Ich gebe hiermit meine freiwillige Zustimmung zur Teilnahme an dieser Studie. Eine Kopie dieser Einwilligung und eine Kopie der Patienteninformationsschrift habe ich erhalten.

Kiel, den \_\_\_\_\_

(Datum)

\_\_\_\_\_

Unterschrift Proband/-in

Der Proband/die Probandin wurde von mir über Ziel, Bedeutung, Tragweite sowie etwaige Risiken der Studie aufgeklärt.

Kiel, den \_\_\_\_\_

(Datum)

\_\_\_\_\_

Unterschrift Studienleiter/-in

## 9.8 Stammdaten-Fragebogen

**UK  
SH**

UNIVERSITÄT Schleswig-Holstein – Campus Kiel  
Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie  
Projekt Sport und Migräne

### Fragebogen zur Erfassung der Stammdaten

Teilnahme-Code

**Geschlecht**

männlich     weiblich

**Höchster Schulabschluss**

- noch in der Schule  
Schulart \_\_\_\_\_  
Klasse \_\_\_\_\_
- Sonderschulabschluss
- Hauptschulabschluss
- Realschule / Mittlere Reife
- Abitur / Fachhochschulreife
- Lehre
- Meister / Fachschule
- Fachhochschule / Universität
- ohne Abschluss
- sonst. Abschluss \_\_\_\_\_

**Geburtsdatum**

\_\_\_\_\_ TT.MM.JJJJ

\_\_\_\_\_ Alter

**Familienstand**

- ledig    seit \_\_\_\_\_
- in fester Partner-  
schaft lebend \_\_\_\_\_
- verheiratet \_\_\_\_\_
- getrennt lebend \_\_\_\_\_
- geschieden \_\_\_\_\_
- verwitwet \_\_\_\_\_

**Jetzige / letzte Berufstätigkeit**

- Arbeiter/in
- Facharbeiter/in
- Angestellte/r, Beamte/r
- Selbständige/r
- Auszubildende/r, Umschüler/in
- Schüler/in
- Student/in
- Hausfrau, Hausmann
- Rentner/in
- ohne Beruf
- Sonstige \_\_\_\_\_

**Kinder**

Ja    nein  
        Anzahl \_\_\_\_\_

**Staatsangehörigkeit**

\_\_\_\_\_

**Ethnische Zugehörigkeit**

\_\_\_\_\_

## 9.9 Migränetagebuch

**Migränetagebuch – Hinweise zum Ausfüllen – Bitte unbedingt zu jeder Untersuchung mitbringen!**

Liebe Patientinnen,

hier einige Hinweise zum Ausfüllen Ihres Migränetagebuchs: Eine Karte ist für jeweils einen Monat gedacht. Wenn die Monatskarte voll ist, nutzen Sie bitte die nächste Karte. Sollte ein **Migräneanfall** auftreten, tragen Sie einfach **M** für Migräneanfall ein. Dazu dann jeweils die **Stärke des Anfalls von 1 bis 10**, die **Begleiterscheinungen**, die **Dauer in Stunden** und ob und welches **Medikament** Sie benutzt haben.

**Migräne**

M= Migräneanfall

**Stärke**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1= mild, es beeinträchtigt meine täglichen Aktivitäten nicht

5= es hemmt und/ oder verlangsamt tägliche Aktivitäten, verhindert sie aber nicht

10= schwer, es verhindert tägliche Aktivitäten und ist nicht zu ertragen

**Begleiterscheinungen (BE)**

Ü= Übelkeit

E= Erbrechen

Li= Lichtscheu

Lä= Lärmscheu

G= Geruchsempfindlichkeit

**Dauer**

in Stunden

**Medikamente**

A= Analgetika (Paracetamol, Aspirin, Novalgin), T=Triptan

**Sport**

Ausdauersport wurde gemacht in Minuten

**Beispiel:**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Migräne M	O	O	O	O	O	M	M	O	O	O	O	O	O	O	O	
Stärke 1-10						1	7									
Ü, E, Li, Lä						ÜE	Li									
Dauer (St.)						4	8									
Medikament						A	A									
Sport (Min.)			50							50						
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Migräne M	O	O	M	M	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Stärke 1-10			3	5												
Ü, E, Li, Lä			ÜE	Li												
Dauer (St.)			2	10												
Medikament			A	A												
Sport (Min.)						50	50		50							

## 9.10 Stressverarbeitungsfragebogen

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_  
 Alter: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_

# SVF

W. Janke, G. Erdmann und W. Boucsein

Im folgenden finden Sie eine Reihe von möglichen Reaktionen, die man zeigen kann, wenn man durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt, innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden ist.

Bitte lesen Sie diese nacheinander durch und entscheiden Sie jeweils, ob die angegebenen Reaktionen *Ihrer* Art zu reagieren entsprechen.

Dabei stehen Ihnen fünf Antwortmöglichkeiten zur Verfügung:

0	1	2	3	4
gar nicht	kaum	möglicher- weise	wahrschein- lich	sehr wahr- scheinlich

Bitte kreuzen Sie jeweils die Ihrer Reaktion entsprechende Zahl an.

*Zum Beispiel:*

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt, innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

. . . besuche ich nette Freunde oder Bekannte

0	1	2	3	4
gar nicht	kaum	möglicher- weise	wahrschein- lich	sehr wahr- scheinlich

In diesem Fall ist die 3 („wahrscheinlich“) angekreuzt. Das würde bedeuten, daß „nette Freunde oder Bekannte besuchen“ wahrscheinlich Ihrer Art zu reagieren in den oben genannten Situationen entspricht.

Bitte lassen Sie keine Reaktion aus und wählen Sie im Zweifelsfall die Antwortmöglichkeit, die Ihnen am ehesten für Sie zutrifft.

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt, innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- |         |   |      |                     |                     |                          |
|---------|---|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 1) ...  | versuche ich, meine Gedanken auf etwas anderes zu konzentrieren             |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 2) ...  | sage ich mir, laß dich nicht gehen  |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 3) ...  | sehe ich zu, daß jemand anderes mich bei der Lösung unterstützt             |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 4) ...  | möchte ich am liebsten nicht an die Zukunft denken                          |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 5) ...  | sage ich mir, ich habe mir nichts vorzuwerfen                               |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 6) ...  | gehe ich dem Kontakt mit anderen aus dem Weg                                |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 7) ...  | neige ich dazu, viel mehr zu rauchen oder mit dem Rauchen wieder anzufangen |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 8) ...  | vermeide ich von nun an solche Situationen                                  |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 9) ...  | frage ich mich, was ich schon wieder falsch gemacht habe                    |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 10) ... | sage ich mir, alles ist halb so schlimm                                     |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 11) ... | überlege ich mein weiteres Verhalten ganz genau                             |      |                     |                     |                          |
|         | 0   | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht   | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |



Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin ...

- |         |  |      |                     |                     |                          |
|---------|--|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 12) ... | tue ich mir selber ein bißchen leid                              |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 13) ... | neige ich dazu, die Flucht zu ergreifen                          |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 14) ... | sage ich mir, daß ich das durchstehen werde                      |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 15) ... | kann ich lange Zeit an nichts anderes mehr denken                |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 16) ... | werde ich schneller damit fertig als andere                      |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 17) ... | versuche ich, mir alle Einzelheiten der Situation klar zu machen |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 18) ... | nehme ich Beruhigungsmittel                                      |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 19) ... | gehe ich irgendeiner anderen Beschäftigung nach                  |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 20) ... | frage ich jemanden um Rat, wie ich mich verhalten soll           |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 21) ... | esse ich etwas Gutes   |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
| 22) ... | denke ich hinterher immer wieder darüber nach                    |      |                     |                     |                          |
|         | 0  | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
|         | gar nicht  | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 23) ... denke ich, „möglichst von hier weg“
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 24) ... habe ich ein schlechtes Gewissen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 25) ... sage ich mir, du mußt dich zusammenreißen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 26) ... meide ich die Menschen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 27) ... entziehe ich mich in Zukunft schon bei den ersten Anzeichen solchen Situation
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 28) ... sage ich mir, Gewissensbisse brauche ich mir nicht zu machen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 29) ... sage ich mir, das wird sich mit der Zeit schon wieder einrenken
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 30) ... neige ich dazu, schnell aufzugeben
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 31) ... neige ich dazu, mit anderen Leuten aneinanderzugeraten
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 32) ... denke ich bewußt an Gelegenheiten, bei denen ich besonders erfolgreich war
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 33) ... bin ich mit mir selbst unzufrieden
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 34) ... sehe ich mir etwas Nettes im Fernsehen an
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 35) ... denke ich, „nur nicht unterkriegen lassen“
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 36) ... bin ich froh, daß ich nicht so empfindlich bin wie andere
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 37) ... ergreife ich Maßnahmen zur Beseitigung der Ursache
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 38) ... überlege ich, wie ich am schnellsten aus der Situation herauskomme
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 39) ... beneide ich andere, denen so was nicht passiert
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 40) ... muß ich mich einfach mit jemandem aussprechen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 41) ... sage ich mir, ich kann nichts dafür
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 42) ... möchte ich am liebsten irgendetwas an die Wand werfen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 43) ... tue ich etwas, was mich davon ablenkt
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 44) ... bin ich deprimiert
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 45) ... bemühe ich mich um anderweitige Erfolge
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 46) ... nehme ich mir vor, solchen Situationen in Zukunft aus dem Wege zu gehn
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 47) ... schließe ich mich von meiner Umgebung ab
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 48) ... sage ich mir, die Zeit hat schon manche Träne getrocknet
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 49) ... fühle ich mich ein wenig vom Schicksal vernachlässigt
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 50) ... sage ich mir, andere würden das nicht so leicht verdauen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 51) ... neige ich dazu, mich zu betrinken
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 52) ... versuche ich, meine Erregung zu bekämpfen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 53) ... beschäftigt mich die Situation hinterher noch lange
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 54) ... sage ich mir, du darfst auf keinen Fall aufgeben
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 55) ... mache ich mir Vorwürfe
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 56) ... wende ich mich Dingen zu, bei denen mir der Erfolg gewiß ist
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 57) ... erscheint mir alles so hoffnungslos
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 58) ... greife ich irgendwelche Leute ungerechtfertigt an
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 59) ... habe ich nur den Wunsch, dieser Situation so schnell wie möglich zu entkomr
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 60) ... bitte ich jemanden, mir behilflich zu sein
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 61) ... tue ich mir selbst etwas Gutes
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 62) ... denke ich, ich habe die Situation nicht zu verantworten
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 63) ... mache ich einen Plan, wie ich die Schwierigkeiten aus dem Weg räumen kan
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 64) ... sage ich mir, es geht schon alles wieder in Ordnung
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 65) ... versuche ich, Haltung zu bewahren
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 66) ... denke ich, in Zukunft will ich nicht mehr in solche Situationen geraten
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 67) ... trinke ich erst mal ein Glas Bier, Wein oder Schnaps
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 68) ... sage ich mir, nur nicht entmutigen lassen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 69) ... geht mir die Situation lange Zeit nicht aus dem Kopf
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 70) ... versuche ich, mich der Situation zu entziehen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 71) ... kaufe ich mir etwas, was ich schon lange haben wollte
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 72) ... sage ich mir, es war letzten Endes mein Fehler
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 73) ... will ich niemanden sehen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 74) ... habe ich mich viel besser unter Kontrolle als andere in derselben Situation
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 75) ... bringe ich meine guten Eigenschaften zur Geltung
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 76) ... kann ich gar nicht einsehen, warum ausgerechnet ich immer Pech haben m
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 77) ... suche ich nach etwas, das mir Freude machen könnte
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 78) ... werde ich wütend
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 79) ... mache ich mir klar, daß ich Möglichkeiten habe, die Situation zu bewältigen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 80) ... habe ich das Bedürfnis, die Meinung von jemand anderem dazu zu hören
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 81) ... versuche ich, mein Verhalten unter Kontrolle zu halten
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 82) ... stürze ich mich in die Arbeit
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 83) ... suche ich bei mir selbst die Schuld
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 84) ... denke ich, morgen ist sicher alles vergessen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 85) ... neige ich dazu, alles sinnlos zu finden
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 86) ... nehme ich Schlafmittel ein
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 87) ... wende ich mich aktiv der Veränderung der Situation zu
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 88) ... möchte ich am liebsten ganz allein sein
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |

Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin . . .

- 89) ... reagiere ich gereizt
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 90) ... denke ich, mir bleibt auch nichts erspart
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 91) ... versuche ich, in anderen Bereichen Bestätigung zu finden
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 92) ... sage ich mir, du kannst damit fertig werden
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 93) ... finde ich meine Ruhe immer noch schneller wieder als andere
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 94) ... passe ich auf, daß es in Zukunft gar nicht erst zu solchen Situationen kommt
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 95) ... spiele ich die Situation nachher in Gedanken immer wieder durch
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 96) ... versuche ich, meine Aufmerksamkeit davon abzuwenden
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 97) ... versuche ich, mit irgendjemandem über das Problem zu sprechen
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 98) ... erfülle ich mir einen langersehten Wunsch
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |
- 99) ... denke ich, mich trifft keine Schuld
- |           |      |                     |                     |                          |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                        |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wahr-<br>scheinlich |



Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt,  
innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin ...

- 100) ... neige ich dazu, zu resignieren
- |           |      |                     |                     |                         |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                       |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wah-<br>scheinlich |
- 101) ... versuche ich mir einzureden, daß es nicht so wichtig ist
- |           |      |                     |                     |                         |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                       |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wah-<br>scheinlich |
- 102) ... sind mir andere lästig
- |           |      |                     |                     |                         |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                       |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wät-<br>scheinlich |
- 103) ... neige ich dazu, irgendwelche Medikamente zu nehmen
- |           |      |                     |                     |                        |
|-----------|------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                      |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wa-<br>scheinlich |
- 104) ... sage ich mir, du darfst die Fassung nicht verlieren
- |           |      |                     |                     |                        |
|-----------|------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                      |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | schr wa-<br>scheinlich |
- 105) ... werde ich hinterher die Gedanken an die Situation einfach nicht mehr lo
- |           |      |                     |                     |                        |
|-----------|------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                      |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr wi-<br>scheinlich |
- 106) ... lenke ich mich irgendwie ab
- |           |      |                     |                     |                       |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                     |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr w-<br>scheinlich |
- 107) ... werde ich ungehalten
- |           |      |                     |                     |                       |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                     |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr v-<br>scheinlich |
- 108) ... nehme ich das leichter als andere in der gleichen Situation
- |           |      |                     |                     |                       |
|-----------|------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4                     |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr v-<br>scheinlich |
- 109) ... verschaffe ich mir Anerkennung auf anderen Gebieten
- |           |      |                     |                     |               |
|-----------|------|---------------------|---------------------|---------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   | 4             |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr<br>schei |
- 110) ... versuche ich, die Gründe, die zur Situation geführt haben, genau zu kl
- |           |      |                     |                     |              |
|-----------|------|---------------------|---------------------|--------------|
| 0         | 1    | 2                   | 3                   |              |
| gar nicht | kaum | möglicher-<br>weise | wahrschein-<br>lich | sehr<br>sche |

## 9.11 Subtest und Strategien des Stressverarbeitungsfragebogens

Subtests	Strategien
<b>Positiv Strategien</b>	
SVF 1      Bagatellisierung	<b>Positivstrategie 1</b>
SVF 2      Herunterspielen	
SVF 3      Schuldabwehr	
SVF 4      Ablenkung	<b>Positivstrategie 2</b>
SVF 5      Ersatzbefriedigung	
SVF 6      Selbstbestätigung	
SVF 7      Situationskontrolle	<b>Positivstrategie 3</b>
SVF 8      Reaktionskontrolle	
SVF 9      Positive Selbstinstruktion	
<b>Negativ Strategien</b>	
SVF 12      Flucht	<b>Negativstrategie</b>
SVF 13      Soziale Abkapselung	
SVF 14      Gedankliche Weiterbeschäftigung	
SVF 15      Resignation	
SVF 16      Selbstbemitleidung	
SVF 17      Selbstbeschuldigung	
<b>Nicht zugeordnet</b>	
SVF 10      Soziales Unterstützungsbedürfnis	<b>Singuläre Strategien</b>
SVF 11      Vermeidung	
SVF 18      Aggression	
SVF 19      Pharmakaeinnahme	

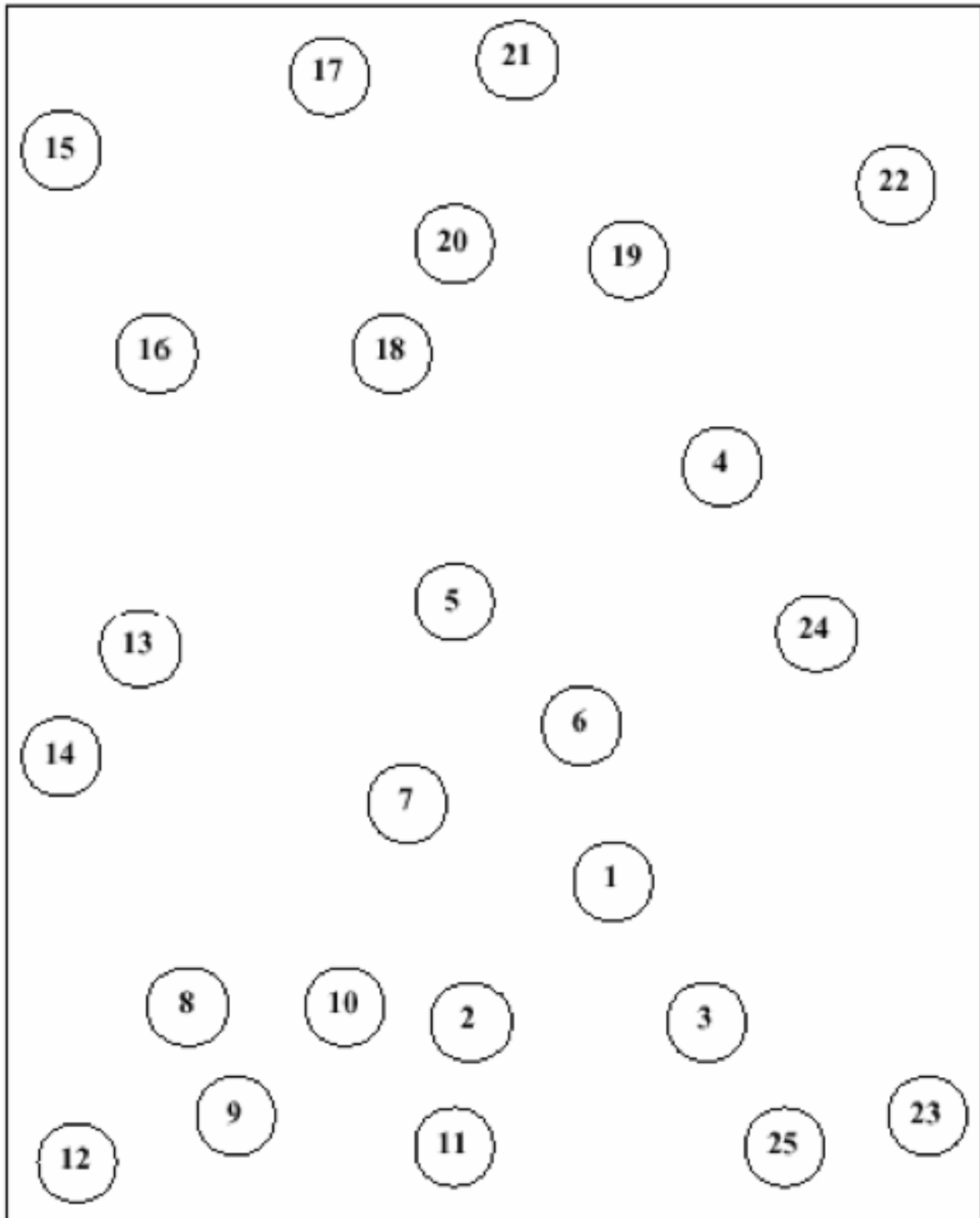
## 9.12 Trainingsplan

# 07. Februar – 15. April 2011

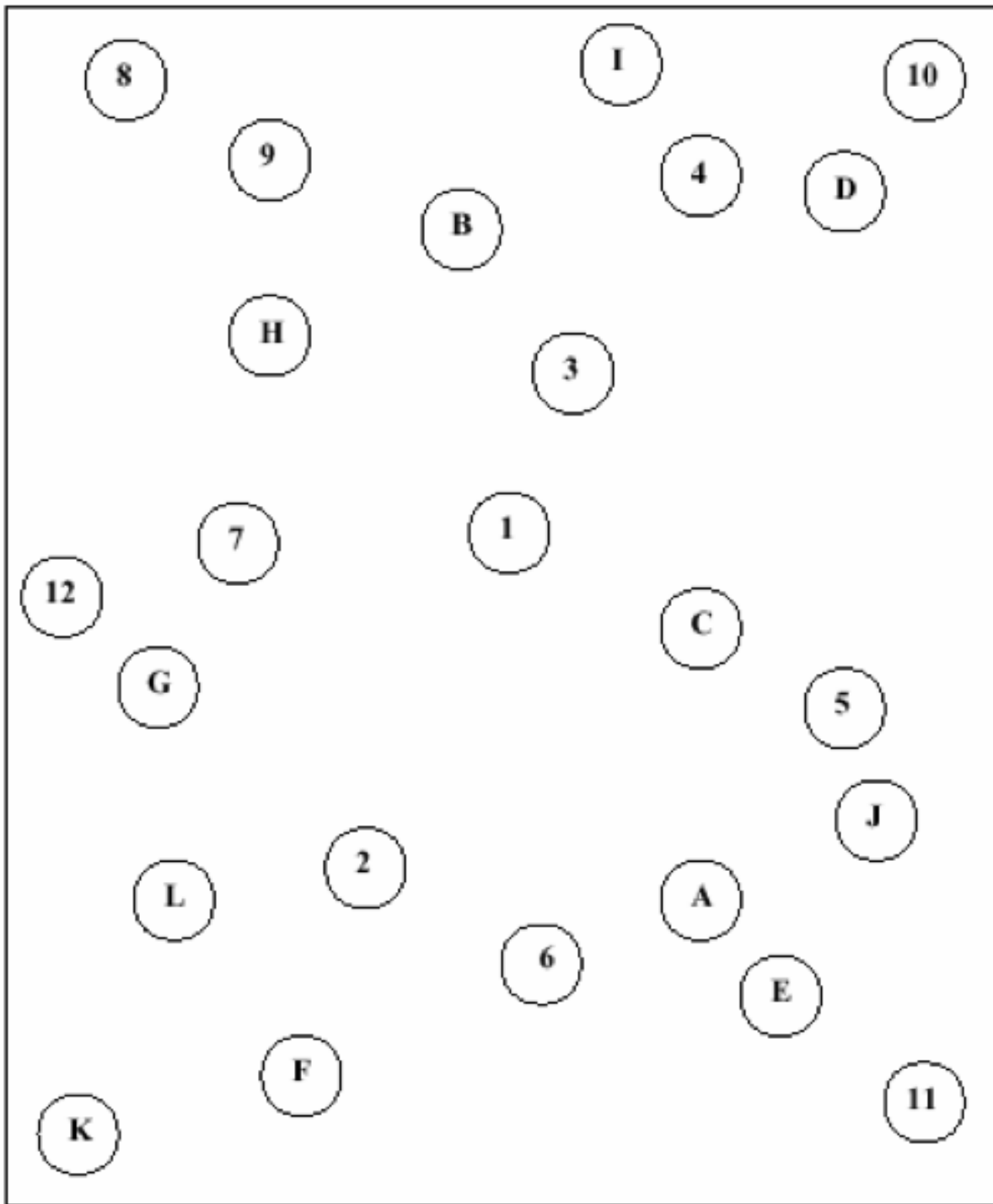
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag
13:00 - 14:00						<b>Walking:</b> 13:00 - 14:00
14:00 - 15:00						<b>Jogging:</b> 14:00 - 15:00
15:00 - 16:00					<b>Jogging:</b> 15:00-16:00	
16:00 - 17:00	<b>Walking:</b> 16:00-17:00			<b>Jogging:</b> 16:00 - 17:00	<b>Walking:</b> 16:00 -17:00	
17:00 - 18:00	<b>Jogging:</b> 17:00-18:00	<b>Walking:</b> 17:00-18:00	<b>Jogging:</b> 17:00-18:00	<b>Walking:</b> 17:00 - 18:00		
18:00 - 19:00		<b>Jogging:</b> 18:00-19:00	<b>Walking:</b> 18:00-19:00			

# TRAININGSPLAN



**9.14 Trail Making Test A**

### 9.15 Trail Making Test B



## 9.15 Auswertungstabelle PWC150

	PWC <sub>150</sub> - Frauen	PWC <sub>150</sub> - Männer
<b>Sehr gut</b>	Über 2,5	Über 3,0
<b>Gut</b>	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0
<b>Befriedigend</b>	1,6 – 2,0	2,0 – 2,5
<b>Unbefriedigend</b>	1,25 – 1,6	1,5 – 2,0
<b>Ungenügend</b>	Unter 1,25	Unter 1,5

Tabelle 12: Normwerte für den PWC<sub>150</sub>-Test, in Watt pro Kilogramm Körpergewicht. Die fettgedruckten Werte gelten als Normwerte (vgl. Boeckh-Behrens / Buskies S. 149 nach Rost und Hollmann)

# Curriculum Vitae

## Persönliche Angaben

---

Name: Overath  
Vorname: Claudia Helene

## Akademischer Werdegang

---

10/2004-03/2010 Psychologiestudium an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
07/2010 -07/2012 Promotionsstudium im Fach Psychologie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Kiel, den 12.03.2012