

Wirksamkeit der Neurofeedbackbehandlung bei ADHS: Auswirkungen auf Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität: eine Metaanalyse

Arns M, de Ridder S, Strehl U, Breteler M, Coenen A. Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the Effects of Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis. Clinical EEG and Neuroscience 2009; 40(3): 180-9

Deutsche Zusammenfassung von Dr. med. Edith Schneider
Kontakt: info@gehirnfunktionstraining.de

Evidenzgrad der Studie: 1a (Metaanalyse), d.h. die Ergebnisse der Studie haben prinzipiell eine hohe Aussagekraft.

Methodische Qualität (PRISMA-Statement; unabhängig beurteilt von zwei ExpertInnen): Gesamt: 20 Punkte von 27, d.h. die Metaanalyse hat eine mittlere methodische Qualität. Da die Suche nach Studien und die Ergebnisse sowie mögliche Ergebnisverzerrungen (Bias) der in die Metaanalyse einbezogenen Einzelstudien nicht detailliert beschrieben sind, sind Verzerrungen der Ergebnisse im Sinn einer Überschätzung des Effekts von Neurofeedback bei ADHS nicht ganz auszuschließen.

Das Ergebnis in Kürze: Neurofeedback scheint bei ADHS eine klinisch sinnvolle Behandlung mit einer großen Effektstärke für Unaufmerksamkeit und Impulsivität und einer mittleren Effektstärke für Hyperaktivität zu sein.

Einführung, Ziel und Fragestellung der Metaanalyse*¹

Die Ergebnisse von Lubar und Shouse, die 1976 zum ersten Mal über die Anwendung von Neurofeedback bei der Behandlung eines Kindes mit ADHS/ADHD² berichteten, hatten zahlreiche Untersuchungen über die Anwendung von EEG-Biofeedback oder Neurofeedback bei ADHS zur Folge. Viele Therapeuten wenden diese Methode bei der Behandlung ihrer Patienten mit ADHS an.

Daher berichten Arns und Kollegen in dieser systematischen Übersichtsarbeit über die bisherigen relevanten Untersuchungen zum Neurofeedback bei ADHS und führen eine Metaanalyse zur wissenschaftlichen Evidenz dieser Therapieform durch. In ihrer Interpretation ziehen sie Rückschlüsse auf die Bedeutung des Neurofeedback für die Behandlung von ADHS insbesondere bezogen auf Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität.

Hintergrund

SMR-Training* zur Reduktion von Hyperaktivität basiert auf der Erkenntnis, dass das Kennzeichen dieses Rhythmus Bewegungslosigkeit bzw. körperliche Stille ist, dass er zu einer Verminderung muskulärer Anspannung führt und dass bei Tetraplegie und Paraplegie dieser Rhythmus vermehrt produziert wird. Das SMR-Training wurde

¹ Alle mit einem * gekennzeichneten Begriffe werden im Glossar am Ende des Textes erläutert.

² In dieser Zusammenfassung wird nur die Abkürzung ADHS verwendet. Dabei ist immer auch ADHD mit gemeint.

1976 von Lubar und Shouse erstmals getestet und seither in verschiedenen Variationen durchgeführt (vgl. z.B. Monastra et al. 2002; 2005).

Positive Ergebnisse eines SCP-Trainings* bei ADHS wurden 2004 erstmals von Heinrich erwähnt. Beide Ansätze haben sich nicht nur bei ADHS bewährt, sondern auch bei Epilepsie, was Anlass zur Vermutung gibt, dass beide die kortikale Erregung regulieren.

Zahlreiche Untersuchungen haben seither stattgefunden und in der Zwischenzeit wird Neurofeedback von vielen Anwendern durchgeführt. Hieraus ergibt sich die Frage nach der wissenschaftlichen Evidenz, zu deren Klärung die vorliegende Arbeit beitragen will.

Methoden

Dazu wurde ein systematischer Review mit Metaanalyse über die vorhandenen relevanten Studien durchgeführt.

Literatursuche: Zur Suche nach Studien zum Bio-/Neurofeedback bei ADHS verwendeten die Autoren die umfassende Bibliographie von Hammond (2007). Zusätzlich unternahmen sie eine Suche bei PubMed mit den Schlüsselworten „neurofeedback“ oder „EEG-Biofeedback“, „neurotherapy“, „SCP“ oder „slow cortical potentials“ und „ADHD“, „ADD“, „Attention Deficit Hyperactivity Disorder“ oder „Attention Deficit Disorder“ (ohne zeitliche Eingrenzung). Die Literaturverzeichnisse der so gefundenen Arbeiten wurden auf weitere interessante Artikel durchgesehen. Außerdem kontaktierten sie Autoren, die in den letzten zwei Jahren Neurofeedbackstudien vorgestellt hatten, um bisher nicht publizierte, aber bereits fertig gestellte Studien einschließen zu können.

Einschlusskriterien: Eingeschlossen wurden Arbeiten, die in einer von Fachkollegen begutachteten Zeitschrift („Peer Review“) veröffentlicht worden oder Teil einer Dissertation waren, in denen Menschen mit der primären Diagnose ADHS behandelt wurden, mit unterschiedlichen Designs (Randomisierung, Kontrollgruppen, prospektives oder retrospektives Design), jedoch mit ausreichender Teilnehmerzahl (mindestens 500 Teilnehmer). Eine standardisierte Durchführung des Neurofeedback war ebenso Voraussetzung wie die Anwendung von höchstens zwei Behandlungsprotokollen.

Ferner mussten standardisierte Vorher-Nachher (prä-/post)-Testwerte und Standardabweichungen für mindestens einen der folgenden Bereiche vorhanden sein: Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit oder Auslassfehler beim CPT*.

Die Studien wurden nach Vorgehensweise gruppiert und analysiert. Die auszuwertenden Parameter und die entsprechenden Instrumente werden beschrieben, etwa die Conners Rating Scale oder die DSM-IV Rating Scale sowie verschiedene Fragebögen z.B. FBB-HKS (Eltern).

Für die Metaanalyse* wurden ausführliche Berechnungen der Effektstärken angestellt und im Detail beschrieben. Einesteils führten die Autoren diese Berechnung für Untersuchungen durch, in denen eine Neurofeedbackgruppe mit einer Wartelisten- bzw. nicht anderweitig behandelten Kontrollgruppe verglichen wurde. Da manche Studien mit aktiven oder semi-aktiven Kontrollgruppen erfolgten, kalkulierten sie für die Metaanalyse separat die within-subject Effektstärke für alle Kinder mit ADHD, die mit Neurofeedback innerhalb kontrollierter und within-subject Designs behandelt

wurden. Zusätzlich wurde berechnet, wie viele unveröffentlichte Studien mit negativem Ergebnis es für Bio-/Neurofeedback geben müsste, um die in der Metaanalyse gefundene Effektstärke auf Null zu bringen (da Studien mit negativen Ergebnissen möglicherweise oft nicht publiziert werden, so dass die Effekte der Behandlung nur auf Basis der veröffentlichten Studien überschätzt werden könnten) (Anzahl der „fail-safe“ Studien).

Weiterhin erklären die Autoren ihren Umgang mit Studien mit zu großer Variabilität: Mit einer post-hoc Analyse schlossen sie Auswirkungen potentieller Unterschiede der methodischen Vorgehensweisen und der Qualität der Studien aus. Hier achteten sie auf folgende Variablen:

- Neurofeedback-Protokoll (Vergleich von SMR/Beta/Theta*- vs. Beta/Theta*- vs. SCP-Protokolle* sowie SCP-Protokolle vs. Alle Beta/Theta Protokolle*)
- Zeitpunkt der Durchführung (hier wurden Studien vor 2006 denen ab 2006 gegenüber gestellt, um mögliche Unterschiede in den Effektstärken zu finden)
- Randomisierte vs. nicht-randomisierte Studien (d.h. Zuordnung der Studienteilnehmer zu Untersuchungs- oder Kontrollgruppen mittels Zufallsauswahl (Random) oder nicht)
- Medikation (Vergleich von Teilnehmern mit und ohne Medikation).

Schlussendlich wurde der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen der durchschnittlichen Anzahl der Trainingssitzungen und der Effektstärke berechnet, um herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen der Therapieintensität und deren Effekt besteht.

Resultate

15 Studien mit insgesamt 1194 Teilnehmern wurden eingeschlossen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über diese Untersuchungen und ihre wichtigsten Eigenschaften.

Die meisten Studien wurden in Deutschland (6) und in den USA (5) durchgeführt. Die Gesamtzahl der Teilnehmer betrug 476 für die kontrollierten Studien und 718 für Studien mit Prä/Post-Design. Die Drop-out Rate (Quote von Teilnehmern, die die Studie nicht beendeten) wurde nur in fünf Studien berichtet, hier lag sie meist bei ca. 10%. Die Quelldaten der vorliegenden Metaanalyse können unter <http://www.brainclinics.com/index.php?pld=25> heruntergeladen werden.

Die beiden Gruppen von Studien mit aktiver Stimulanzienkontrollgruppe und mit semi-aktiver Kontrollgruppe wurden separat analysiert. In einer Abbildung in der Originalarbeit (hier nicht abgedruckt) zeigen die Autoren die Resultate der Metaanalyse für die beiden Studiengruppen und weisen darauf hin, dass eine positive Effektstärke auf eine Verringerung der entsprechenden Symptomatik hinweist. Bei Impulsivität ergibt sich aus dem Vergleich von Neurofeedback mit Stimulanzienbehandlung ein Unterschied zwischen den beiden Methoden von beinahe 0, so dass Neurofeedback und Stimulanzienbehandlung ähnliche Auswirkungen haben.

Tabelle 1

Diese Tabelle gibt einen Überblick über die in der Metaanalyse verwendeten Studien. Die Bezifferung korrespondiert mit der Bezifferung der Abbildungen und Referenzen. Insgesamt wurden 476 Studienteilnehmer eingeschlossen bezogen auf prospektiven Studien und 718 Studienteilnehmer bezogen auf einem Prä/Post Design

Studie	Land	Bedingungen	n	Alter	Erfolgsmaße	Instrument	Elektrodenplatzierung	Behandlung	#Trainings-sitzungen	Bemerkungen	
PROSPEKTIVE KONTROLLIERTE STUDIEN			ADHD:	23	12,9	Hyperaktivität	BASC	Cz or	Beta/Theta	20	
40) Rossiter & La Vaque 1995	USA	Stimulanzien Kontroll-Gruppe	Kontrolle:	23	12,9	Impulsivität	TOVA	FCz-CPz	5/23 mit Medikation		
33) Monastra	USA	Kontrollgruppe	ADHD:	51	10	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	BASC ADDES	CPz and Cz	Beta/Theta	43	ausschließlich TN mit erhöhtem Theta/Beta Quotient
et al. 2002			Kontrolle:	49	10	Impulsivität	TOVA		mit Medikation		weniger cortical slowing
27) Fuchs et al. 2003	USA	Stimulanzien Kontroll-Gruppe	ADHD:	22	9,8	Unaufmerksamkeit Impulsivität	ADDES TOVA	C3 or C4	Beta/Theta	36	
7) Heinrich et al. 2004	DE	Warteliste Kontrollgruppe	Kontrolle:	11	9,6				ohne Medikation		
			ADHD:	13	11,1	Hyperaktivität	FBB-HKS	Cz	SCP	25	CNV ERP erhöht
			Kontrolle:	9	10,5	Impulsivität	CPT		8/13 mit Medikation		
28) Rossiter 2004	USA	Stimulanzien Kontroll-Gruppe	ADHD:	31	16,6	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	FBB-HKS BASC	C3 or C8	Beta/Theta	50	
35) Levesque	CA	RCT	Kontrolle:	31	16,7	Impulsivität	TOVA		6/31 mit Medikation		
			ADHD:	15	10,2	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	BASC CPRS-R	Cz	Beta/Theta	40	fMRI zeigte Aktivierung des rechten Accd, Caud.links, substantia nigra links beim Counting Stroop Test
et al. 2006		Warteliste Kontrollgruppe	Kontrolle:	5	10,2	Impulsivität	IVA		ohne Medikation		
29) Bakhshayesh,	DE	RCT	ADHD:	18	9,61	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	CPRS-R FBB-HKS	FCz-CPz	Beta/Theta	30	
2007		Kontrollgruppe	Kontrolle:	17	9,06	Impulsivität	CPT		4/18 mit Medikation		
18) Drechsler, 2007	CH	EMG Biofeedback Gruppentherapie	ADHD:	17	10,5	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	Commissions FBB-HKS FBB-HKS	Cz	SCP	30	
10) Gevensleben	DE	Kontrollgruppe RCT Aufmerksamkeitstraining Kontrollgruppe	Kontrolle:	13	11,2	Impulsivität	TAP: Go-NoGo		6/17 mit Medikation		Doehmert (2008) Post-QEEG: Theta vermindert an Oz
			ADHD:	59	9,1	Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	FBB-HKS FBB-HKS	Cz	SCP and Beta/Theta	36	
et al. 2009			Kontrolle:	35	9,4	Unaufmerksamkeit	FBB-HKS		ohne Medikation		
17) Holtmann	DE	RCT	ADHD:	20	10,3	Hyperaktivität	FBB-HKS	Cz	Beta/Theta	20	Normalisierung frontaler No-go N2 ERP
et al. 2009		Captain's Log Kontrollgruppe	Kontrolle:	14	10,2	Impulsivität	Go-NoGo		27/34 mit Medikation		
			Total N:	476		Unaufmerksamkeit	FBB-HKS				
PROSPEKTIVE PRÄ/POST DESIGN STUDIEN			ADHD:	18	11,4	Hyperaktivität	SNAP-4	C3-Fz or	Beta (C3)	17	
31) Kropotov	Russia	Prä/Post Design									Normalisierung ERPs bei TN mit guten Leistungen
et al. 2005						Impulsivität	Go-NoGo	C4-Pz	SMR (C4)		
32) Xiong et al. 2005	China	Prä/Post Design	ADHD:	60	>6	Unaufmerksamkeit Omissions	SNAP-4 IVA	?	ohne Medikation Beta/Theta	40	

30) Strehl et al. 2006	DE	Prä/Post Design	ADHD:	23	9,3	Hyperaktivität	DSM-IV RS	Cz	ohne Medikation SCP	30
11) Leins et al. 2007	DE	Randomisiert zu SCP oder Beta/Theta	ADHD:	19	9,2	Impulsivität Unaufmerksamkeit Hyperaktivität	TAP: Go-NoGo DSM-IV RS DSM-IV RS	C3f and C4f	5/23 mit Medikation Beta/Theta	30
							TAP: Go-NoGo DSM-IV RS TOVA	C3, C4	1/19 mit Medikation Beta/Theta	
34) Kaiser & Othmer, 2000	USA	multizentrisches naturalistisches Prä/Post Design Prä/Post Design	ADHD:	530*	17,3	Impulsivität Unaufmerksamkeit Impulsivität	TOVA	C3,C4	Beta/Theta ohne Medikation	
				Total N	718					

SCP=Slow Cortical Potentials, langsame kortikale Potenziale, SMR=Senso-Motorischer EEG Rhythmus, RCT= Randomisierte kontrollierte Studie, DSM-IV RS=DSM-IV Bewertungsskala (Lauth-Schlottke).

* Die Anzahl der Teilnehmer an der Originalstudie Kaiser & Othmer betrug 1089, jedoch standen Mittelwerte und Standardabweichungen nur für N=530 zur Verfügung (kaiser, persönliche Mitteilung).

In einer Abbildung in der Originalarbeit (hier nicht abgedruckt) zeigen die Autoren die Effektstärken der einzelnen Studien. Die meisten Studien hatten positive Effektstärken mit einer mittleren bis großen und signifikant von 0 differierenden universellen Effektstärke. Außerdem muss beachtet werden, dass die universelle Effektstärke im Vergleich von Neurofeedback und Stimulanzen für Impulsivität beinahe 0 beträgt, was dafür spricht, dass diese Behandlungen ähnliche Auswirkungen haben.

Ausführlich schildern die Autoren die durchgeführten Tests und deren Resultate. Für **Unaufmerksamkeit** ergibt sich eine Effektstärke von 0,8097 mit einer fail-safe Zahl von 52,1 für die kontrollierten Studien. Das bedeutet, dass mindestens 52 nicht veröffentlichte kontrollierte Studien notwendig wären um eine Null-Hypothese (d.h. Hypothese, dass Neurofeedback keine Auswirkung auf Unaufmerksamkeit hat) zu beweisen. Bei **Hyperaktivität** ergibt sich eine Effektstärke von 0,3962 und eine fail-safe Zahl von 15,4. Für die **Impulsivität** im Vergleich zu Kontrollgruppen wurde eine Effektstärke von 0,6862 erreicht mit einer fail-safe Zahl von 37,7.

Bei within-subject Studien müsste es mindestens 320 nicht veröffentlichte Studien für Hyperaktivität und mehr als 500 für Impulsivität und Unaufmerksamkeit geben, um einen Effekt von Neurofeedback auszuschließen, was sehr unwahrscheinlich ist. Im Vergleich zur **Stimulanzenbehandlung** betrug die Effektstärke in Bezug auf Impulsivität -0,0393 mit einer Anzahl von 0 fail-safe Studien, was bedeutet, dass die beiden Behandlungen ähnliche Auswirkungen haben.

Weder für die Auswirkungen unterschiedlicher Neurofeedback-Protokolle (SMR, Beta/Theta, SCP) noch für die der zeitlichen Durchführung konnten signifikante Ergebnisse berechnet werden. Auch gab es keine Unterschiede zwischen der Ergebnissen mit und ohne Medikation, wobei bei den meisten Studien nur eine Minderheit Medikation bekam. Von einer Gesamtzahl von 972 Teilnehmern erhielten lediglich 113 eine Medikation.

Während die Anzahl der Trainingssitzungen eine signifikante Korrelation mit der Verbesserung der Aufmerksamkeit hatte, konnten keine Auswirkungen auf Hyperaktivität und Impulsivität ermittelt werden. Auch schienen die unterschiedlichen Trainingsprotokolle alle ähnlich wirksam zu sein.

Diskussion

In der vorliegenden Metaanalyse wurden die Auswirkungen der Neurofeedbacktherapie auf die Kernsymptome des Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndroms untersucht.

Aus den kontrollierten Studien wurde ersichtlich, dass Neurofeedback eine große Effektstärke für Unaufmerksamkeit und Impulsivität hat und eine mittlere für Hyperaktivität. Da viele der Studien semi-aktive Kontrollgruppen hatten, wurden within-subject Effektstärken berechnet, die für alle drei Kernsymptome starke Effektstärken zeigten. Die Effektstärke für Hyperaktivität war besonders in den drei Studien mit semi-aktiven Kontrollgruppen am niedrigsten, was darauf hinweist, dass Hyperaktivität wahrscheinlich am meisten durch nichtspezifische Faktoren beeinflusst wird. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

Die Autoren vermuten aufgrund der nicht vorhandenen Unterschiede bei den verschiedenen Neurofeedbackprotokollen, dass durch diese Behandlungsansätze Aktivitäten im gleichen grundlegenden neurophysiologischen Netzwerk moduliert werden. Auch hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

Ebenso muss noch besser erforscht werden, ob Neurofeedback bei Menschen mit und ohne medikamentöser Behandlung gleich wirkt.

Kritikpunkte bei Neurofeedbackstudien waren bisher, ungeachtet der noch ausstehenden Untersuchungen zu langfristigen Ergebnissen, die oft kleine Anzahl der Studienteilnehmer, fehlende Kontrollgruppen und die häufig fehlende Randomisierung (zufällige Zuteilung der Teilnehmer zur Versuchs- oder Kontrollgruppe). Diese Kritikpunkte werden von den Autoren ausführlich diskutiert. Sie zeigen auf, wie versucht wurde, diesen in der Metaanalyse zu begegnen:

So sind in der Metaanalyse sechs Studien mit **Randomisierung** vertreten, die für sich schon mittlere bis hohe Effektstärken für die Neurofeedbackbehandlung zeigen. Durch die Zusammenfassung in der vorliegenden Metaanalyse wird versucht, der Einschränkung der häufig kleinen **Stichprobengröße** ein Stück weit zu begegnen – hier werden ähnliche Studien zusammengefasst und ein Studien-übergreifender Gesamteffekt berechnet.

Ebenso werden **Kontrollgruppen** und unspezifische Effekte angesprochen. Die Studien von Gevensleben et al. (2009) und Holtmann et al. (2009) sowie die von Drechsler et al. (2007) und Bakhshayesh (2007) wurden mit Kontrollgruppen durchgeführt, die bis auf die Neurofeedbackbehandlung eine gleichwertige Behandlung erfuhren, und danach immer noch mittlere bis hohe Effektstärken bezüglich Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität aufwiesen.

Keine der Studien, die Neurofeedback mit Stimulanzen verglichen, war randomisiert, denn die Teilnehmer suchten sich die Behandlung aus. Hier wurde kein Unterschied zwischen den Behandlungen gefunden, was jedoch nicht bedeutet, dass sie gleichwertig wären. Randomisierte Studien mit höheren Stichprobengrößen sind hier noch notwendig, um Stimulanzenbehandlung mit Neurofeedback zu vergleichen.

Viele Studien wurden in der Vergangenheit lediglich in **Journalen** veröffentlicht, die sich spezifisch mit Neurofeedback befassen. Die Autoren zeigen anhand einer Tabelle, dass die neueren Studien jedoch in Zeitschriften mit höherem Impactfaktor*, d. h. in angeseheneren Journalen veröffentlicht wurden.

Langzeitauswirkungen wurden in der vorliegenden Analyse nicht untersucht. Allerdings führen die Autoren mehrere Studien an, bei denen Langzeituntersuchungen vorliegen und die nachhaltige Auswirkungen belegen. Insgesamt kann angenommen werden, dass die klinischen Auswirkungen von Neurofeedback stabil sind und sogar im Verlauf der Zeit zunehmen.

Die Kritik, dass die Studien nicht zeigen, ob **prä/post-QEEG-Unterschiede** existieren, wird von den Autoren mit der Argumentation zurückgewiesen, dass bei Neurofeedback wie bei jeder anderen Behandlung im Vordergrund die Frage steht, ob es wirkt und nicht wie es wirkt. QEEG-Veränderungen dienen eher zur Klärung der Frage nach dem „Wie“. Als valide Endpunkte sollten daher besser störungsorientierte Fragebögen, ereigniskorrelierte Potenziale usw. betrachtet werden.

Schlussfolgerungen

Das Fazit der Autoren lautet, dass Neurofeedback bei ADHS eine klinisch sinnvolle Behandlung mit einer großen Effektstärke für Unaufmerksamkeit und Impulsivität und einer mittleren für Hyperaktivität ist.

Abkürzungsverzeichnis und Glossar

Beta/Theta-Protokolle	<i>Siehe unten (SMR/Beta/Theta-Protokolle)</i>
CPT	<i>Continuous Performance Test, ein Langzeit- Aufmerksamkeits-test, bei dem Impulsivität und Daueraufmerksamkeit gemessen werden.</i>
Impact Factor	<i>Journal Impact Factor. Besagt, wie häufig andere Zeitschriften Artikel aus einer Fachzeitschrift zitieren. Je höher der Impact Factor, desto angesehener die Fachzeitschrift</i>
Metaanalyse	<i>Verfahren, das den aktuellen Forschungsstand zu einer Fragestellung zeigt, indem die empirischen Einzelergebnisse einer Anzahl von Primärstudien statistisch zusammengefasst werden. Dabei kann überprüft werden ob ein fraglicher Effekt in der Population vorliegt und wie groß er ist. Die Berechnung eines allgemeinen Effektgrößenmaßes, das mit einem 95%-Konfidenzintervall berechnet wird, erlaubt den Vergleich unterschiedlicher Primärstudien.</i>
QEEG	<i>Quantitatives EEG, wird als so genannte „brainmaps“ dargestellt.</i>
SCP-Training	<i>Training der langsamen kortikalen Potenziale (slow cortical potentials).</i>
SMR/Beta/Theta-Protokolle	<i>Protokolle, bei denen die Produktion schneller Gehirnwellen (Beta oder SMR) im Gegensatz zu langsamen Wellen (Theta) trainiert wird.</i>
SMR-Training	<i>Ist schon oben erklärt. SMR-Wellen sind Wellen mit einer Frequenz von 12-15 HZ, die über dem motorischen Kortex gemessen werden.</i>

Literatur

- Lubar JF, Shouse MN. EEG and behavioural changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): a preliminary report. *Biofeedback Self Regul* 1976; 3: 293-306.
- Howe RC, Sterman MB. Cortical-subcortical EEG correlates of suppressed motor behaviour during sleep and waking in the cat. *J Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1972; 32: 681-695.
- Chase MH, Harper RM. Somatomotor and visceromotor correlates of operantly conditioned 12-14 c.sec sensorimotor cortical activity. *J Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1971; 31: 85-92.
- Sterman MB, MacDonald LT, Stone RK. Biofeedback training of the sensorimotor electroencephalographic rhythm in man: effects on epilepsy. *Epilepsia* 1974; 15: 395-416.
- Shouse MN, Lubar JF. Operant conditioning of EEG rhythms and Ritalin in the treatment of hyperkinesis. *Biofeedback Self Regul* 1979; 4(4): 299-311.
- Monastra VJ, Lynn S, Linden M, Lubar JF, Gruzelier J, LaVaque TJ. Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2005; 30(2): 95-113.
- Heinrich H, Gevensleben H, Freisleder FJ, Moll GH, Rothenberger A. Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. *Biol Psychiatry* 2004; 55: 772-775.
- Egner T, Sterman MB. Neurofeedback treatment of epilepsy: from basic rationale to practical implication. *Expert Rev Neurotherapeutics* 2006; 6(2): 247-257.
- Kleinnijenhuis M, Arns M, Spronk D, Breteler R. Comparison of discretetrial based SMR and SCP training and the interrelationship between SCP and SMR networks: implications for brain-computer interfaces and neurofeedback. *J Neurotherapy* 2007; 11(4): 19-35.
- Gevensleben H, Holl B, Albrecht B, Vogel C, Schlamp D, Kratz O, et al. Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *J Child Psychol Psychiatry* 2009; Jan. 12 [Epub ahead of print].
- Leins U, Goth G, Hinterberger T, Klinger C, Rumpf N, Strehl U. Neurofeedback for children with ADHD: a comparison of SCP and theta/beta protocols. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2007; 32(2): 73-78.
- LaVaque TJ, Hammond DC, Trudeau D, Monastra VJ, Perry J, Lehrer P. Template for developing guidelines for the evaluation of the clinical efficacy of psychophysiological interventions. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2002; 27(4): 273-281.

Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V. (DVE)

Postfach 2208 | 76303 Karlsbad | Hausadresse: Becker-Göring-Straße 26/1 | 76307 Karlsbad

Telefon 07248 - 9181-0 | Telefax 07248 - 91 81 71 | E-Mail info@dve.info | Internet www.dve.info

- Loo SK, Barkley RA. Clinical utility of EEG in attention deficit hyperactivity disorder. *Appl Neuropsychol* 2005; 12(2): 64-76.
- Holtmann M, Stadler C. Electroencephalographic biofeedback for the treatment of attention-deficit hyperactivity disorder in childhood and adolescence. *Expert Rev Neurotherapeutics* 2006; 6(4): 533-540.
- American Psychiatric Association. *Diagnostics and Statistical Manual of Mental Disorders*. (4th ed.) Washington, DC; 1994.
- Hammond C. Comprehensive neurofeedback bibliography: 2007 update. *J Neurotherapy* 2007; 11(3): 45-60.
- Holtmann M, Grasmann D, Cionek-Szpak E, Hager V, Panzer N, Beyer A, et al. Spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback auf die Impulsivität bei ADHS – Literaturüberblick und Ergebnisse einer prospektiven, kontrollierten Studie. *Kindheit und Entwicklung* 2009; 18: 95-104.
- Drechsler R, Straub M, Doehnert M, Heinrich H, Steinhausen H, Brandeis D. Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with ADHD. *Behav Brain Funct* 2007; 3:35.
- Carlson KD, Schmidt FL. Impact of experimental design on effect size: findings from the research literature on training. *J Appl Psychol* 1999; 84: 851-862.
- Morris SB. Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Org Res Methods* 2008; 11(2): 364-386.
- Rosenberg MS, Adams DC, Gurevitch J. *MetaWin. Statistical Software for Meta-Analysis. Version 2.1.* Sunderland MA: Sinauer Associates; 2000.
- Linden M, Habib T, Radojevic V. A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback Self Regul* 1996; 21(1): 35-49.
- Lubar JF, Swartwood MO, Swartwood JN, O'Donnell PH. Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback Self Regul* 1995; 20(1): 83-99.
- deBeus R. Efficacy of attention training for children with ADHD: a randomized double-blind placebo-controlled study. Presented at the ISNR conference, Atlanta, GA, USA, 7–10 September 2006.
- Picard BA. Double blind sham study of neurofeedback treatment for children with ADHD. Presented at the ISNR conference, Atlanta, GA, USA, 7–10 September 2006.
- Fine AH, Goldman L, Sandford J. Innovative techniques in the treatment of ADHD: an analysis of the impact of EEG Biofeedback training and a cognitive computer generated training. Presented at the American Psychological Association, Los Angeles, CA, 1994.
- Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzeliel JH, Kaiser J. Neurofeedback treatment for attention deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2003; 28: 1-12.
- Rossiter TR. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: Part II.Replication. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2004; 29(4): 233-243.
- Bakhshayesh AR. Die Wirksamkeit von Neurofeedback im Vergleich zum EMG-Biofeedback bei der Behandlung von ADHS-Kindern. PhD thesis, Universität Potsdam, Germany 2007 (submitted J Child Psychol Psychiatry).
- Strehl U, Leins U, Goth G, Klinger C, Hinterberger T, Birbaumer N. Selfregulation of slow cortical potentials: a new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics* 2006; 118: 1530-1540.
- Kropotov JD, Grin-Yatsenko VA, Pomarev VA, Chutko LS, Yakovenko EA, Nikishina IS. ERPs correlates of EEG relative beta training in ADHD children. *Int J Psychophysiol* 2005; 55: 23-34.
- Xiong Z, Shi S, Xu H. A Controlled study of the effectiveness of EEG biofeedback training on children with attention deficit hyperactivity disorder. *J Huazhong Univ Science Tech* 2005; 25(3): 368-370.
- Monastra VJ, Monastra DM, George S. The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2002; 27(4): 231-249.
- Kaiser DA, Othmer S. Effects of neurofeedback on variables of attention in a large multi-center trial. *J Neurotherapy* 2000; 4(1): 5-15.
- Levesque J, Beauregard M, Mensour B. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attentiondeficit/hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study. *Neurosci Lett* 2006 ; 394(3): 216-221.
- Cohen J. A power primer. *Psychol Bull* 1992; 112: 155-159.
- Toplak ME, Conner L, Shuster J, Knezevic B, Parks S. Review of cognitive, cognitive-behavioral, and neural-based interventions for attentiondeficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Clin Psychol Rev* 2008; 18: 801-823.
- Klingberg T, Fernell E, Elesen P, Johnson M, Gustafsson P, Dahlstrom K, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD: a randomized controlled trial. *J Am Acad Child Psy* 2005; 44(2): 177-186.
- Orlandi MA, Greco D. A randomized, double-blind clinical trial of EEG neurofeedback treatment for attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). Presented at the ISNR conference, 2005.
- Rossiter TR, La Vaque TJ. A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *J Neurotherapy* 1995; 1: 48-59.
- Gani C, Birbaumer N, Strehl U. Long term effects after feedback of slow cortical potentials and of theta-beta-amplitudes in children with attentiondeficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Int J Bioelectromagn* 2008; 10(4): 209-232.
- Molina BS, Hinshaw SP, Swanson JM, Arnold LE, Vitiello B, Jensen PS, et al. Prospective follow-up of children treated for combined type ADHD in a multisite study. *J Am Child Adolesc Psych* 2009; 48(5): 461-462.
- Spronk D, Arns M, Bootsma A, van Ruth R, Fitzgerald P. Long term effects of left frontal rTMS on EEG and ERP's in patients with depression. *EEG Clin Neurosci* 2008; 39(3): 118-124.
- Baehr E, Rosenfeld JP, Baehr R, Earnest C. Comparison of two EEG asymmetry indices in depressed patients vs. normal controls. *Int J Psychophysiol* 1998; 31: 89-92.

Baehr E, Rosenfeld JP, Baehr R. Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders: follow-up study one to five years post therapy. J Neurotherapy 2001; 4(4): 11-18.
 Johnstone J, Gunkelman J, Lunt J. Clinical database development: characterization of EEG phenotypes. Clin EEG Neurosci 2005; 36(2): 99-107.
 Arns M, Gunkelman J, Breteler M, Spronk D. EEG phenotypes predict treatment outcome to stimulants in children with ADHD. J Integr Neurosci 2008; 7(3): 421-438.
 Arns M. Personalized medicine: Neue Entwicklungen in der Diagnostik und Behandlung von Depression und ADHD. De Psychologe 2008; 9: 470-475.

PRISMA-Statement zur Beurteilung der methodischen und Berichtsqualität der Studie (unabhängig beurteilt von zwei ExpertInnen)

(da die offizielle deutsche Übersetzung des PRISMA-Statements noch in Arbeit ist, verwenden wir bis zu deren Fertigstellung die englischen Begriffe. Erläuterungen finden sich in folgendem Artikel: Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. PLOS Medicine; 2009; 6(7): 1-28 (e1000100) (Im Internet kostenlos downloadbar, z.B. unter www.plosmedicine.org).

Beurteilte Punkte		Ja/nein
Title (1/1)		ja
Abstract (1/1)		ja
Introduction (2/2)	Rationale	ja
	Objectives	ja
Methods (7/12)	Protocol and registration	nein
	Eligibility criteria	ja
	Information sources	ja
	Search	nein
	Study selection	nein
	Data collection process	nein
	Data items	ja
	Risk of bias in individual studies	nein
	Summary measures	ja
	Synthesis of results	ja
	Risk of bias across studies	ja
Results (5/7)	Additional analyses	ja
	Study selection	nein
	Study characteristics	ja
	Risk of bias within studies	nein
	Results of individual studies	ja
	Synthesis of results	ja
	Risk of bias across studies	ja
Discussion (3/3)	Additional analysis	ja
	Summary of evidence	ja
	Limitations	ja
	Conclusions	ja
Funding (0/1)		nein
Gesamtpunktzahl		20/28

Dieser Beitrag wurde durchgesehen, jedoch nicht lektoriert.