

Gevensleben, Holger / Moll, Gunther H. / Rothenberger, Aribert und Heinrich, Hartmut

**Neurofeedback bei Kindern mit ADHS – methodische Grundlagen und wissenschaftliche Evaluation**

*Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie 60 (2011) 8, S. 666-676*

urn:nbn:de:bsz-psydok-52285

Erstveröffentlichung bei:

**Vandenhoeck & Ruprecht** WISSENSWERTE SEIT 1735

<http://www.v-r.de/de/>

**Nutzungsbedingungen**

PsyDok gewährt ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit dem Gebrauch von PsyDok und der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

**Kontakt:**

**PsyDok**

Saarländische Universitäts- und Landesbibliothek  
Universität des Saarlandes,  
Campus, Gebäude B 1 1, D-66123 Saarbrücken

E-Mail: [psydok@sulb.uni-saarland.de](mailto:psydok@sulb.uni-saarland.de)  
Internet: [psydok.sulb.uni-saarland.de/](http://psydok.sulb.uni-saarland.de/)

# Neurofeedback bei Kindern mit ADHS – methodische Grundlagen und wissenschaftliche Evaluation

Holger Gevensleben, Gunther H. Moll, Aribert Rothenberger und Hartmut Heinrich

## Summary

*The Usage of Neurofeedback in Children with ADHD: The Method and its Evaluation*

Neurofeedback is a computer-based behavior training, which is gaining increasing interest in the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). This article gives an introduction to neurofeedback and summarizes the state of research, discussing inter alia methodical aspects (e. g., requirements to a control training). Evaluation studies conducted so far indicate clinical efficacy. For example, neurofeedback training was superior to a computerized attention training in a randomized controlled trial (medium effect size). Follow-up investigations suggest that treatment effects remain stable (at least six months). At the clinical level, comparable improvements could be obtained for the neurofeedback protocols theta/beta training and training of slow cortical potentials. Neurophysiological findings document different mechanisms of theta/beta training and slow cortical potential training. Future studies should further elucidate the specificity of training effects related to the kind of training and certain disorders and address how to optimize and individualize neurofeedback training.

*Prax. Kinderpsychol. Kinderpsychiat. 60/2011, 666-676*

## Keywords

neurofeedback – behavior therapy – ADHD – evaluation – EEG

## Zusammenfassung

Neurofeedback stellt ein computergestütztes Verhaltenstraining dar, das in der Behandlung von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) zunehmend Beachtung findet. Der vorliegende Beitrag geht auf den aktuellen Stand der Forschung ein, insbesondere die methodischen Grundlagen und Aspekte der Evaluation. In den bislang durchgeführten Evaluationsstudien konnte die klinische Wirksamkeit nachgewiesen werden. So zeigte sich ein Neurofeedback-Training z. B. in einer randomisierten kontrollierten Studie einem herkömmlichen Computer-Aufmerksamkeitstraining überlegen (mittlere Effektstärke). Die Trainingseffekte erweisen sich auch längerfristig als stabil, wie Follow-up Untersuchungen (z. B. nach sechs Monaten) belegen. Auf klinischer Ebene scheinen mit den Neurofeedback-Protokollen Theta/Beta-Training und Training langsamer kortikaler Potentiale vergleichbare Effekte erzielt werden zu können. Untersuchungen auf neurophysiologischer Ebene weisen allerdings auf unterschiedliche Wirkmechanismen dieser Neurofeedback-Pro-

Prax. Kinderpsychol. Kinderpsychiat. 60: 666 – 676 (2011), ISSN 0032-7034  
© Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen 2011

tolle hin. Künftige Studien sollten die Spezifität der Trainingseffekte weiter beleuchten und sich der Optimierung und Individualisierung des Trainings widmen.

## Schlagwörter

Neurofeedback – Verhaltenstherapie – ADHS – Evaluation – EEG

### 1 Das methodische Konzept

In der Behandlung von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) findet Neurofeedback zunehmend Beachtung. Dies zeigt sich nicht zuletzt an der steigenden Zahl wissenschaftlicher Studien, die in den letzten Jahren veröffentlicht wurden (s. Meta-Analyse von Arns, de Ridder, Strehl, Breteler, Coenen, 2009). Bei einem Neurofeedback-Training sollen Kinder mit ADHS mittels operanter Lernmechanismen die Selbstkontrolle über neurophysiologische Parameter erwerben, die auf der Verhaltensebene als bedeutsam für eine angemessene Aufmerksamkeits- bzw. Selbststeuerung angesehen werden. Hirnelektrische Aktivitätsveränderungen in die gewünschte Richtung werden kontinuierlich verstärkt.

Das Verfahren soll die Kinder in die Lage versetzen, gezielt und eigenständig einen situationsangemessenen (z. B. aufmerksamen) Zustand einzunehmen, im Sinne eines optimierten Selbstmanagements. Die erworbene Regulationskompetenz soll im Alltag bewusst eingesetzt werden (vergleichbar dem Einsatz verbaler Selbstinstruktionen) in der Erwartung, dass sich die verbesserte Selbststeuerung zunehmend selbst verstärkt und automatisiert (Heinrich, Gevensleben, Strehl, 2007). Neurofeedback umfasst somit Elemente neurophysiologischer, lerntheoretischer und kognitiver Ansätze.

Bei Kindern mit ADHS finden zwei unterschiedliche *Neurofeedback-Protokolle* Anwendung, ein Theta/Beta-Frequenzband-Training<sup>1</sup> und ein sog. Training langsamer kortikaler Potentiale<sup>2</sup> (engl. slow cortical potentials = SCP-Training; Heinrich et al., 2007).

1 Das EEG lässt sich in verschiedene Frequenzbänder gliedern. Der spektrale Gehalt des EEGs spiegelt u. a. Bewusstseins-/Aktivierungszustände und den Entwicklungsstand des Gehirns wider. Theta-Aktivität (4-8 Hz) wird mit einem eher verträumten, dösen Zustand in Verbindung gebracht. Beta-Aktivität (13-30 Hz) nimmt unter kognitiven Anforderungen zu; ein aufmerksamer, fokussierter Zustand ist durch vermehrte Beta-Aktivität gekennzeichnet.

2 Langsame kortikale Potentiale sind Aktivitätsänderungen der elektrischen kortikalen Aktivität im Bereich von mehreren hundert Millisekunden bis zu mehreren Sekunden. Diese Veränderungen spiegeln die kurzzeitige Mobilisierung aufgabenabhängiger, kortikaler Verarbeitungsressourcen wider. Während negative SCPs erhöhte Aktivierungsbereitschaft repräsentieren (z. B. während der kognitiven Vorbereitung auf eine Aufgabe, etwa eine schnelle Reaktion), repräsentieren positive SCPs eine Verminderung der Aktivierungsbereitschaft der zugrunde liegenden neuronalen Netzwerke (z. B. während motorischer Inhibitionsprozesse; Birbaumer, Elbert, Canavan, Rockstroh, 1990). Erste positive Ergebnisse eines SCP-Trainings bei Kindern mit Aufmerksamkeitsproblemen finden sich bei Rockstroh, Elbert, Lutzenberger und Birbaumer (1990).

Bei einem *Theta/Beta-Training* üben die Kinder, Aktivität im Theta-Bereich zu reduzieren und parallel dazu Aktivität im Beta-Bereich zu erhöhen. Dies erfordert das Aktivieren und Aufrechterhalten eines aufmerksamen, fokussierten, aber dennoch gelassenen Zustandes („tonische Aktivierung“; Barry, Clarke, Johnstone, McCarthy, Selikowitz, 2009).

Als Rational für die Anwendung dieses Paradigmas kann u. a. der Befund aus EEG-Studien gesehen werden, in denen zumindest bei einigen der Kinder mit ADHS ein erhöhter Anteil an Theta-Aktivität und ein verminderter Anteil an Beta-Aktivität sowohl im Ruhezustand als auch während Aufmerksamkeit fördernder Aufgaben beschrieben wurde (Barry, Clarke, Johnstone, 2003). Das Training kann jedoch auch so interpretiert werden, dass ein spezifischer (Aufmerksamkeits-)Zustand trainiert wird und die Kinder somit kompensatorische Strategien erwerben.

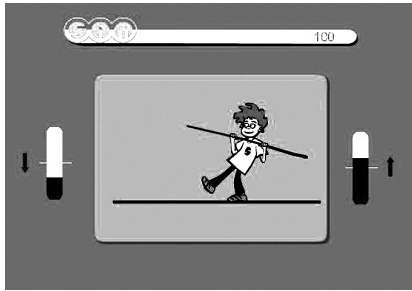
Bei einem Training langsamer kortikaler Potentiale (SCP-Training) haben die Kinder die Aufgabe, Potentialverschiebungen in positiver Richtung („Positivierung“; Abnahme der Exzitabilität; entspannter, gelassener Zustand) oder negativer Richtung („Negativierung“; Zunahme der Exzitabilität; Steigerung der Aufmerksamkeit) über dem sensomotorischen Kortex zu generieren. Gemäß dem Modell von Sergeant (2005) liegt bei ADHS eine dysfunktionale Regulation energetischer Ressourcen vor. Auf neurophysiologischer Ebene bilden die langsamen kortikalen Potentiale diese Ressourcen ab. So weisen Kinder mit ADHS in kognitiven Aufgaben in Erwartung/Vorbereitung eines nachfolgenden Zielreizes eine verminderte Amplitude in einer typischen SCP-Komponente auf, der kontingenten negativen Variation (CNV; Banaschewski u. Brandeis, 2007). Abbildung 1 (gegenüberliegende Seite) zeigt Beispiele, wie ein Theta/Beta-Training bzw. ein SCP-Training realisiert werden kann.

## 2 Wissenschaftliche Evaluation

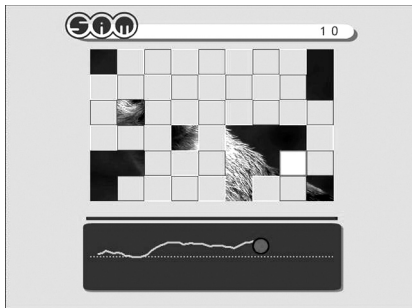
### 2.1 Stand der Forschung

In den bisherigen Neurofeedback-Studien bei Kindern mit ADHS fanden sich überwiegend positive Effekte auf unterschiedlichen Ebenen (Verhalten im Alltag, neuropsychologische Testleistungen, neurophysiologische Parameter). Detailliertere Übersichten über die bislang durchgeführten Neurofeedback-Studien bei Kindern mit ADHS finden sich bei Arns et al. (2009) und Strehl, Leins, Heinrich (2010). Ein Teil der kontrollierten Studien weist dabei eher den Charakter von Pilotstudien auf (z. B. kleine Stichproben). Sie stellten einem isolierten Neurofeedback-Training eine Wartekontrollbedingung (Heinrich, Gevensleben, Freisleder, Moll, Rothenberger, 2004; Levesque, Beauregard, Mensour, 2006), kognitiv-verhaltenstherapeutisch orientierte Trainings (Drechsler, Straub, Doehnert, Heinrich, Steinhausen, Brandeis, 2007;) oder eine medikamentöse Behandlung (Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier, Kaiser, 2003) gegenüber. Darüber hinaus liegen Untersuchungen vor, in denen ein multimo-

daler Behandlungsansatz um die Komponente NF ergänzt wurde (Holtmann et al., 2009a; Monastra, Monastra, George, 2002; Rossiter u. LaVaque, 1995).



(a) Theta/Beta-Training: Die Hauptfigur des Programms (Sam) balanciert auf einem Seil. Er läuft, wenn gleichzeitig die Theta-Aktivität reduziert und die Beta-Aktivität erhöht wird. Für jeden Schritt von SAM erhält das trainierende Kind einen Punkt (oben rechts am Bildschirm). Die Aktivität in den beiden Frequenzbändern wird über die Balken am Bildschirmrand rückgemeldet (linker Balken: Theta-Aktivität; rechter Balken: Beta-Aktivität).



(b) SCP-Training: Die Kugel, die sich in jedem Trial von links nach rechts bewegt, soll in Negativierungsdurchgängen nach oben und in Positivierungsdurchgängen nach unten gelenkt werden: Die vertikale Position der Kugel gibt die SCP-Amplitude wider. Mit jedem erfolgreichen Trial wird ein Teil des verdeckten Bildes aufgedeckt.

Abbildung 1: Feedback-Animationen aus dem Neurofeedback-Programm SAM (Self-regulation and Attention Management)

Von methodischer Seite stellen dabei je nach Studie die geringen Stichprobengröße, die Konfundierung des NF-Trainings mit weiteren Interventionen (Eltern-, Lehrer-, Lerntraining), der Verzicht auf eine randomisierte Zuteilung zu den Untersuchungsgruppen sowie die Auswahl unzureichender abhängiger Variablen Schwachstellen dar. Bei den bisher vorliegenden vergleichenden Evaluationen mit einer Medikation fehlen genauere Angaben zum Vorgehen bei der medikamentösen Einstellung bzw. entspricht dieses nicht den Leitlinien.

Grundlegende Anforderungen an eine möglichst strenge wissenschaftliche Prüfung zu etablierender Therapieverfahren werden demnach von den meisten Studien nicht ausreichend erfüllt, was die Generalisierbarkeit der Befunde beeinträchtigt. So ermöglichen auch die Ergebnisse der ersten Meta-Analyse (Arns et al., 2009) keine allgemeinen Aussagen über die Wirksamkeit von Neurofeedback bei Kindern mit ADHS. Die Ergebnisse deuten aber darauf hin, dass zumindest für einen Teil der Patienten (die sich z. B. gezielt um ein Neurofeedback-Training bemühen und gegen eine medikamentöse Behandlung entschieden haben) positive Effekte zu erwarten sind. Insgesamt

zeigte sich für das Neurofeedback-Training ein klinisch relevanter Rückgang in den Bereichen Unaufmerksamkeit ( $ES = 0.8$ ) und Impulsivität ( $0.69$ ), in geringerem Maße auch im Bereich Hyperaktivität ( $0.4$ ).

Einzelne Studien beschäftigten sich neben der klinischen Wirksamkeit auch mit Aspekten zentralnervöser Wirkmechanismen. Diese Studien lassen vermuten, dass die Kinder mit ADHS nach einem erfolgreichen Neurofeedback-Training tatsächlich in der Lage sind, ihre neuronalen Ressourcen besser zu aktivieren und zu regulieren (z. B. Doehner, Brandeis, Straub, Steinhausen, Drechsler, 2008; Heinrich et al., 2004; Levesque et al., 2006).

In der bislang größten randomisierten, kontrollierten Studie stellte unsere Arbeitsgruppe ein Neurofeedback-Training (eine Kombination aus einem Theta/Beta- und einem SCP-Training; relativ kurze Trainingsblöcke von 18 Sitzungen) einem computergestützten Aufmerksamkeitstraining gegenüber, das dem Setting des Neurofeedback-Trainings in den wesentlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen angeglichen war (Gevensleben, Moll, Heinrich, 2010b). Auf Verhaltensebene (Eltern- und Lehrerbeurteilung) zeigte sich das Neurofeedback-Training dem Kontrolltraining sowohl hinsichtlich der ADHS-Kernsymptomatik als auch in assoziierten Bereichen überlegen. Für das Hauptzielkriterium (Verbesserung im FBB-HKS-Gesamtwert) ergab sich in Relation zum Kontrolltraining eine mittlere Effektstärke von  $0.6$  (Gevensleben et al., 2009a). Die positiven Gruppen-Effekte erwiesen sich auch in einer Follow-Up-Untersuchung sechs Monate nach Abschluss des Trainings als stabil (Gevensleben et al., 2010a). Die Erfolgsquote (Anzahl der Kinder mit einer Verbesserung im Hauptzielkriterium größer  $25\%$ ) betrug allerdings nur knapp über  $50\%$ .

Auf klinischer Ebene ergaben sich für die beiden Neurofeedback-Protokolle Theta/Beta-Training und SCP-Training, wie auch schon bei Leins et al. (2006), vergleichbare Effekte. Auf neurophysiologischer Ebene (Spontan-EEG, ereignisbezogene Potenziale) konnten für die beiden Protokolle spezifische Effekte gezeigt werden. So war für das Theta/Beta-Training die Abnahme der Theta-Aktivität und eine höhere Theta-Aktivität vor Beginn des Trainings mit einer größeren Verringerung der ADHS-Symptomatik assoziiert (Gevensleben et al. 2009b). Patienten mit höherer Theta-Aktivität scheinen möglicherweise eher von einem Theta/Beta-Training zu profitieren.

Für das SCP-Training gab es im Ruhe-EEG Assoziationen zwischen Alpha-Aktivität und klinischer Verbesserung; im Attention-Network-Test wurde nach dem Training eine Erhöhung der CNV beobachtet. Dieser nachhaltige Effekt spricht dafür, dass durch Neurofeedback die neuronale Plastizität des sich entwickelnden kindlichen Gehirns im Sinne der Patienten nutzbar ist und so verbesserte neuronale Netzwerke gestaltet werden können. Ein Einfluss des SCP-Trainings auf die CNV stellt damit den robustesten und am häufigsten replizierten Befund zum SCP-Training dar (Doehner et al., 2008; Heinrich et al., 2004). Patienten mit einer höheren CNV profitierten dabei stärker von dem (relativ kurzen) SCP-Training, so dass die CNV vor Beginn des Trainings einen Prädiktor für die Anzahl notwendiger Trainingssitzungen darstellen könnte (Wangler et al., 2011).

Die Ergebnisse sprechen insgesamt dafür, dass spezifische Faktoren für die Überlegenheit des Neurofeedbacks im Vergleich zur Kontrollbedingung verantwortlich zeichnen. Auch wenn Neurofeedback derzeit von uns als alleinige therapeutische Intervention bei der Mehrzahl der Kinder mit ADHS (angesichts der moderaten Effektgröße und der nur begrenzten Erfolgsquote) als nicht ausreichend angesehen wird, kann es doch inzwischen als klinisch wirksamer Therapiebaustein zur Behandlung von Kindern mit ADHS betrachtet werden.

## 2.2 Anforderungen an die Kontrollbedingung

Die Anforderungen an Evaluationsstudien zur Einschätzung der Wirksamkeit von psychotherapeutischen Interventionen im Bereich Kinder- und Jugendpsychotherapie orientieren sich an den von Chambless u. Hollon (1998) entwickelten Leitlinien, die im Bemühen um evidenzbasierte Effektivitätsforschung formuliert wurden (APA, 1995). Wesentliche Forderungen umfassen u. a. eine angemessene Kontrollgruppe, ausreichende Stichprobengröße (Teststärke), valide diagnostische und Effektivitätsmaße sowie Replizierbarkeit der therapeutischen Interventionen und Erfassung langfristiger Effekte (Hibbs, 2001). Über die Frage der klinischen Wirksamkeit hinaus stellt sich gerade beim Neurofeedback die Frage nach spezifischen und unspezifischen Wirkfaktoren (Bozok u. Bühler, 1988; Kirsch, 2005; Heinrich et al., 2007).

Mit zunehmender Zahl an Evaluationsstudien und Wirksamkeitsnachweisen auf dem Gebiet Neurofeedback bei ADHS wurde von verschiedenen Autoren die Forderung gestellt, spezifische Wirkfaktoren im Rahmen placebokontrollierter Studien (z. B. Loo u. Barkley, 2005; Lansbergen, van Dongen-Boomsma, Buitelaar, Slaats-Willemse, 2011) nachzuweisen. Placebo-Kontrollgruppen werden in der Psychotherapieforschung jedoch als problembehaftet und weitgehend unangemessen angesehen (Herbert u. Gaudiano, 2005), nicht zuletzt, da sie von der unzutreffenden Annahme ausgehen, man könne bei psychotherapeutischen Interventionen unspezifische von spezifischen Faktoren trennen (Omer u. London, 1989). Im Unterschied zu medikamentösen Behandlungen erfordert Neurofeedback ebenso wie andere psychotherapeutische Methoden die aktive Mitarbeit des Patienten. Eine wesentliche Wirkvariable psychotherapeutischer Interventionen ist dabei z. B. die Wirksamkeitserwartung (Goldstein u. Shipman, 1961), die wiederum weitere unspezifische, aber unerlässliche Wirkfaktoren (z. B. Mitarbeitsbereitschaft) beeinflusst.

Die Annahme, möglicherweise ein Placebotraining zu absolvieren, geht mit einem Rückgang der (Selbst-)Wirksamkeitserwartung einher, insbesondere beim Neurofeedback-Training, bei dem es den Kindern eher schwer fällt, die Kontrolle über die zu regulierenden EEG-Parameter zu gewinnen. Somit kann die Wirksamkeit der Methode deutlich beeinträchtigt werden. In bisherigen Versuchen placebokontrollierter Neurofeedback-Studien nahm der weitaus überwiegende Teil der Teilnehmer an, ein Placebotraining zu absolvieren, unabhängig von der wahren Gruppenzugehörigkeit (Lansbergen et al., 2011; Logemann, Lansbergen, Van Os, Bocker, Kenemans, 2010). Auch aufgrund weiterer methodischer Schwächen (z. B. wurde den Patienten durch

die Instruktion vermittelt, der Lernprozess laufe unbewusst und automatisch, ohne aktives Bemühen ab), zeigte sich das Neurofeedback-Training in diesen Pilot-Studien dem Placebo-Training nicht überlegen. Dass sich dennoch z. B. bei Lansbergen et al. (2011) bei sehr kleinen Stichproben (NF = 8, Placebo = 6) deutliche positive Effekte sowohl in der Neurofeedback- als auch in der Placebo-Gruppe (allerdings nur im Eltern-, aber nicht im Lehrerurteil) einstellten, weist auf die Möglichkeit der Überlagerung etwaiger spezifischer durch unspezifische Effekte hin (Attraktivität des Behandlungssettings, Reduktion kognitiver Dissonanz; Redelmeier u. Dickinson, 2011).

Es bleibt zu erwähnen, dass darüber hinaus verschiedene ethische Aspekte gegen die Durchführung eines Placebo-Trainings sprechen, bei dem einem Kind über das gesamte Training hinweg (i. d. R. über einen Zeitraum von mehreren Monaten, während der sich eine intensive Hirnentwicklung vollzieht und die neuronale Plastizität positiv genutzt werden könnte) eine falsche Rückmeldung seiner hirnelektrischen Aktivität – und damit assoziiert seine Selbstregulationsfähigkeit – gegeben wird.

Es bedarf unseres Erachtens kreativerer Methoden, die spezifischen Effekte eines Neurofeedback-Trainings aufzudecken. Dies kann dadurch geschehen, dass einzelne potentielle Wirkvariablen in systematischer Weise kontrolliert und variiert werden. So kann z. B. die Wirksamkeitserwartung des Patienten durch geeignete Instruktionen systematisch variiert oder durch geeignete Fragebögen erfasst werden, um den Einfluss auf den Therapieerfolg abzuschätzen (vgl. Chatoor u. Krupnick, 2001; Gevensleben et al., 2009a). Eine weitere Möglichkeit zur Analyse der Wirkmechanismen besteht beim Neurofeedback im Vergleich unterschiedlicher Trainingsprotokolle (z. B. Theta/Beta-vs. SCP-Training), für die auf neurophysiologischer Ebene bereits differentielle Effekte gewonnen werden konnten (Gevensleben et al., 2009b; Wangler et al., 2011).

### 2.3 Zukünftige Fragestellungen

Wenngleich sich die Befundlage bezüglich der Wirksamkeit von Neurofeedback bei ADHS stetig verbessert und Neurofeedback als klinisch wirksame Behandlung für dieses Störungsbild betrachtet werden kann, sind viele Fragen nach wie vor nicht ausreichend geklärt.

Dies betrifft aus wissenschaftlicher Perspektive v. a. Aspekte der spezifischen Wirkweise des Neurofeedback-Trainings, d. h. die Frage, inwiefern der Effekt eines Neurofeedback-Trainings tatsächlich auf den Erwerb und Einsatz spezifischer Neuroregulations-Mechanismen zurückzuführen ist und welchen Anteil eher unspezifische Faktoren haben. Weitere Studien sind hierzu im Gange, wie z. B. eine randomisierte kontrollierte multizentrische Studie, in der ein SCP-Training mit einem EMG-Training verglichen wird (Holtmann, Strehl, Wachtlin, 2009b).

Eine weitere Frage betrifft die Größenordnung erzielbarer Effekte im Vergleich zu etablierten kognitiv-verhaltenstherapeutischen Methoden bzw. medikamentöser Behandlungsoptionen. Vergleichende Evaluationen angemessener methodischer Güte stehen bislang aus. Auch der zusätzliche Nutzen eines Trainings im Rahmen einer



multimodalen Behandlung, also z. B. in Kombination mit weiteren kognitiv-verhaltenstherapeutischen Interventionen oder als Ergänzung zu einer Medikation (z. B. als mögliche „Rückfallverhinderung“ nach Ausschleichung einer kurz- bis mittelfristigen medikamentösen Behandlung) stellen offene Fragen dar.

Es fehlen bislang klare Indikationskriterien für eine Neurofeedback-Behandlung. Außerdem wissen wir wenig über moderierende Faktoren des Therapieerfolges. Die Unterstützung des Trainings durch die Eltern könnte eine Rolle spielen (Drechsler et al., 2007; Monastra et al., 2002) ebenso wie Persönlichkeitsfaktoren des Kindes (z. B. Leistungsmotivation und Kontrollüberzeugungen). Die Ergebnisse unserer Studien legen nahe, dass neurophysiologische Parameter bei der Auswahl von Trainingsprotokollen für ein Kind in die Entscheidung einbezogen werden könnten.

Aber auch was die praktische Umsetzung des Trainings angeht, sind wesentliche Punkte empirisch noch nicht abgesichert, wie z. B. die Anzahl notwendiger und ausreichender Sitzungen, Trainingsfrequenz und Dauer der Sitzungen und insbesondere die Optimierung der Anwendung (z. B. Unterstützung des Regulationserwerbs, eine optimale Anbahnung/Unterstützung des Transfers in den Alltag).

### 3 Conclusion

Es mehren sich die Hinweise, dass Neurofeedback als wirksames Verfahren für die Behandlung von Kindern mit ADHS betrachtet werden kann. Erste, wichtige Befunde zu den neurophysiologischen Wirkmechanismen konnten bereits erarbeitet werden. Neurofeedback könnte ein wichtiger Baustein im Behandlungskonzept von ADHS werden – neben der medikamentösen Therapie, klassischen verhaltenstherapeutischen Ansätzen und Elterntrainings. Weitere kontrollierte, randomisierte Studien mit ausreichender Fallzahl sind notwendig, um die bereits vorliegenden positiven Befunde zu replizieren. Künftige Studien sollten außerdem die spezifische Wirksamkeit weiter beleuchten, die Optimierung und Individualisierung des Trainings anstreben sowie die Integration in ein multimodales Behandlungskonzept zum Ziel haben.

### Literatur

- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clin EEG and Neuroscience*, 40, 180-189.
- American Psychological Association, APA (1995). Task Force on Psychological Intervention Guidelines. Template for developing guidelines: Interventions for Mental Disorders and Psychosocial Aspects of physical Disorders. Washington DC.
- Banaschewski, T., Brandeis, D. (2007). Annotation: What electrical brain activity tells us about brain function that other techniques cannot tell us - a child psychiatric perspective. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 415-435.

- Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology*, 114, 171-183.
- Barry, R. J., Clarke, A. R., Johnstone, S. J., McCarthy, R., Selikowitz, M. (2009). Electroencephalogram theta/beta ratio and arousal in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence of independent processes. *Biological Psychiatry*, 66, 398-401.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan, A. G., Rockstroh, B. (1990). Slow potentials of the cerebral cortex and behavior. *Physiological Review*, 70, 1-41.
- Bozok, B., Bühler, K. E. (1988). Efficiency factors in psychotherapy – specific and nonspecific influences. *Fortschritte der Neurologie – Psychiatrie*, 56, 119-132.
- Chambless, D. L., Hollon, S. D. (1998). Defining empirically supported therapies. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 66, 7-18.
- Chatoor, I., Krupnick, J. (2001). The role of non-specific factors in treatment outcome of psychotherapy studies. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 10 Suppl 1, 119-25.
- Doehmert, M., Brandeis, D., Straub, M., Steinhausen, H.-C., Drechsler, R. (2008). Slow cortical potential neurofeedback in attention deficit hyperactivity disorder: Is there neurophysiological evidence for specific effects? *Journal of Neural Transmission*, 115, 1445-1456.
- Drechsler, R., Straub, M., Doehmert, M., Heinrich, H., Steinhausen, H. C., Brandeis, D. (2007). Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions*, 3, 35.
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, J. H., Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 28, 1-12.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., et al. (2009a). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50, 780-789.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., et al. (2009b). Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *International Journal of Psychophysiology*, 74, 149-157.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., et al. (2010a). Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 19, 715-724.
- Gevensleben, H., Moll, G. H., Heinrich, H. (2010b). Neurofeedback-Training für Kinder mit ADHS: Effekte auf Verhaltens- und neurophysiologischer Ebene. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 38, 409-419.
- Goldstein, A. P., Shipman, W. G. (1961). Patient expectancies, symptom reduction and aspects of the initial psychotherapeutic interview. *Journal of Clinical Psychology*, 17, 129-133.
- Heinrich, H., Gevensleben, H., Freisleder, F. J., Moll, G. H., Rothenberger, A. (2004). Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: Evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. *Biological Psychiatry*, 55, 772-775.
- Heinrich, H., Gevensleben, H., Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback – train your brain to train behaviour. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 3-16.
- Herbert, J. D., Gaudiano, B. A. (2005). Moving from empirically supported treatment lists to practice guidelines in psychotherapy: The role of the placebo concept. *Journal of Clinical Psychology*, 61, 893-908.

- Hibbs, E. D. (2001). Evaluating empirically based psychotherapy research for children and adolescents. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 10 Suppl 1, I3-11.
- Holtmann, M., Grasmann, D., Cionek-Szpak, E., Hager, V., Panzner, N., Beyer, A., Poustka, F., Stadler, C. (2009a). Spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback auf die Impulsivität bei ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 95-104.
- Holtmann, M., Strehl, U., Wachtlin, D. (2009b). Design, Methodik und Protokollentwicklung einer randomisierten, kontrollierten Multicenterstudie zu Neurofeedback bei ADHS. In M. Schulte-Markwort (Hrsg.), XXXI. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie, Hamburg (S. 131-132). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Kirsch, I. (2005). Placebo psychotherapy: Synonym or oxymoron? *Journal of Clinical Psychology*, 61, 791-803.
- Lansbergen, M. M., van Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J. K., Slaats-Willemse, D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: A double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *Journal of Neural Transmission*, 118, 275-284.
- Leins, U., Hinterberger, T., Kaller, S., Schober, F., Weber, C., Strehl, U. (2006). Neurofeedback for children with ADHD: A comparison of SCP- and theta/beta-protocols. *Praxis für Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 55, 384-407.
- Levesque, J., Beaugard, M., Mensour, B. (2006). Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 394, 216-221.
- Logemann, H. N., Lansbergen, M. M., Van Os, T. W., Bocker, K. B., Kenemans, J. L. (2010). The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: A sham feedback controlled study. *Neuroscience Letters*, 479, 49-53.
- Loo, S. K., Barkley, R. A. (2005). Clinical utility of EEG in attention deficit hyperactivity disorder. *Applied Neuropsychology*, 12, 64-76.
- Monastra, V., Monastra, D., George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG-biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27, 231-249.
- Omer, H., London, P. (1989). Signal and noise in psychotherapy. The role and control of non-specific factors. *British Journal of Psychiatry*, 155, 239-245.
- Redelmeier, D., Dickinson, V. (2011). Determining whether a patient is feeling better: pitfalls from science of human perception. *Journal of General Internal Medicine*, 26, 900-906.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Lutzenberger, W., Birbaumer, N. (1990). In A. Rothenberger (Hrsg.), *Brain and Behavior in Child Psychiatry* (S. 345-357). Berlin: Springer.
- Rossiter, T. R., LaVaque, T. J. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Neurotherapy*, 1, 48-59.
- Sergeant, J. A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: A critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological Psychiatry*, 57, 1248-1255.
- Strehl, U., Leins, U., Heinrich, H. (2010). Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). In N. B. W. Rief (Hrsg.), *Biofeedback: Grundlagen, Indikationen, Kommunikation, Vorgehen* (S. 238-260). Stuttgart: Schattauer.
- Wangler, S., Gevensleben, H., Albrecht, B., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. H., et al. (2011). Neurofeedback in children with ADHD: Specific event-related potential findings of a randomized controlled trial. *Clinical Neurophysiology*, 122, 942-950.

**Korrespondenzanschrift:** Hartmut Heinrich, Kinder- und Jugendabteilung für Psychische Gesundheit, Universitätsklinikum Erlangen, Schwabachanlage 6 + 10, 91054 Erlangen; E-Mail: Hartmut.Heinrich@uk-erlangen.de

*Holger Gevensleben und Aribert Rothenberger, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Universitätsmedizin Göttingen; Gunther H. Moll, Kinder- und Jugendabteilung für Psychische Gesundheit, Universitätsklinikum Erlangen; Hartmut Heinrich, Kinder- und Jugendabteilung für Psychische Gesundheit, Universitätsklinikum Erlangen und Heckscher-Klinikum, München*