

# Neurofeedback:

## Einführung und Grundlagen

**Das Interesse an Methoden des Biofeedback im Rahmen wissenschaftlicher und praktisch-therapeutischer Ansätze nimmt zu. Neurofeedback, eine besondere Form des Biofeedback, wird bereits in vielen Ländern angewendet und kontinuierlich weiter erforscht. In der klinischen Praxis gilt es insbesondere bei Kindern mit AD(H)S als Alternative und Ergänzung zur Medikation und anderen Verfahren.**

**Der Autor dieses Beitrags hat das Neurofeedback als Therapeut in seine therapeutische Praxis implementiert und befasst sich seit Jahren auch fachwissenschaftlich intensiv mit dieser Materie. Jenseits von Heilungsversprechen und Berichten über angebliche „Wunder“ führt er in die Grundlagen des Neurofeedback ein und umreißt die therapeutischen Möglichkeiten in der Anwendung dieser Methode.**

### Einleitung

Das Neurofeedback ist eine spezielle Methode aus der Reihe der Biofeedback-Verfahren und wird auch als Elektroenzephalogramm-Biofeedback – kurz EEG-Feedback – bezeichnet. Der hier grundlegende Begriff Biofeedback steht für einen komplexen Vorgang und ist daher nicht mit nur einem Wort zu übersetzen. Im Prinzip geht es dabei um die „Rückmeldung über Änderungen physiologischer Aktivitäten“. Biofeedback bezieht sich damit auf messbare Signale des Körpers, die in Form von Sicht-, Fühl- oder Gehörfeedback wahrgenommen werden können. Bei der Biofeedback-Therapie geht es folglich darum, die bewusste Kontrolle und Verbesserung im Sinne besserer Regulation der eigenen physiologischen Körperfunktionen zu erlernen. Ziel der Methode im therapeutischen Kontext ist es, autonom gesteuerte, physiologische Prozesse zu beeinflussen und damit in eine Richtung zu lenken, die Störungen oder Beeinträchtigungen entgegenwirkt. Neben dem Neurofeedback unterscheiden wir weitere Me-

THOMAS FEINER, seit 1991 Ergotherapeut, ist Neurofeedbacktherapeut und Dozent (Neurofeedback, Lernstörungen, AD(H)S). In eigener Praxis tätig seit 2002, Mitglied der deutschen Gesellschaft für Biofeedback, bei SAN (Society for Applied Neurosciences) und der ISNR (International Society for Neurofeedback and Research). Zertifizierung durch das „Biofeedback Certification Institute of America (BCIA)“



Kontakt: Thomas Feiner, Dr.-Robert-Eckert-Str. 1  
93128 Regenstauf, E-Mail: tfeiner@gmx.de  
www.neurofeedback-info.de

thoden wie z.B. das Elektromyogramm- Biofeedback – kurz EMG-Feedback –, durch das die Muskelspannung sichtbar gemacht werden kann, aber auch Temperaturfeedback, oder das Feedback des Hautleitwerts, über die innere Erregungen sichtbar gemacht werden können.

### Wirksamkeit von Biofeedback-Methoden

Biofeedback wurde erstmals in den 1950er Jahren angewendet und in seiner Wirkung untersucht (Miller 1967). Seit den 1970er Jahren ist das Verfahren Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten unterschiedlicher Fachdisziplinen. Für die meisten muskulär bedingten Beschwerden liegen wissenschaftlich kontrollierte Therapiestudien vor, die die Wirksamkeit von Biofeedback belegen. So fassten Boogaards und ter Kuile (1994) in einem Review 78 Arbeiten zu verschiedenen Behandlungsmethoden des Spannungskopfschmerzes zusammen und stellten fest, dass EMG-Biofeedback zu den effektiven Behandlungsmethoden gerechnet werden muss. Cott et al. (1992) verglichen Biofeedback mit kostengünstigeren Therapieverfahren wie etwa dem Entspannungstraining. Sie kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass EMG-Biofeedback bei dieser Symptomatik deutlich effektiver war und sich deshalb die zunächst höheren Kosten zum Wohl des Pati-

## METHODEN

enten und auch ökonomisch auf längere Sicht rechtfertigen. Auch z.B. Flor und Birbaumer (1993) betonen in ihrer Therapievergleichsstudie bezogen auf Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, dass durch Biofeedback bessere und langfristig stabilere Erfolge erreicht werden können als durch die klassische medizinische Versorgung.

Ganz aktuell ist eine Studie des Instituts für Medizinische Psychologie der Universität Tübingen, durchgeführt gemeinsam mit Wissenschaftlern der Universität Nijmegen. Hier wird das Neurofeedback als eine evidenzbasierte und somit in seiner Wirksamkeit bestätigte Behandlungsmöglichkeit für Kinder mit einer Aufmerksamkeitsdefizits-/Hyperaktivitätsstörung (AD(H)S) dargestellt.

Geradezu bahnbrechend ist ein Review der niederländischen Forschungseinrichtung „Brainclinics“ (Arns et al. 2009). Hier haben die Forscher eine Meta-Analyse aller 15 bisher veröffentlichten Studien zum Neurofeedback bei ADHS durchgeführt. Sie konnten zeigen, dass Neurofeedback große und klinisch signifikante Effekte auf die Kernsymptome Impulsivität und Unaufmerksamkeit hat. Im Hinblick auf das Kernsymptom Hyperaktivität konnten mittlere Effekte nachgewiesen werden.

Damit darf Neurofeedback als evidenzbasierte Therapiemethode gelten.



### Lernen setzt Feedback voraus

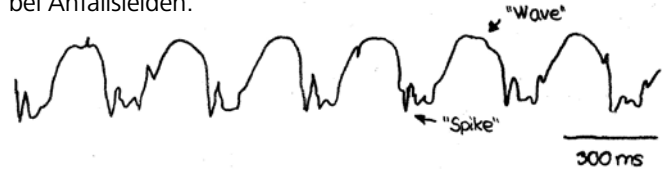
Voraussetzung bei allen Feedback-Methoden ist es, dass eine Informations-Rückkopplung (= Feedback) zwischen dem Gewollten und dem Erreichten besteht. Wir könnten nicht auf zwei Beinen gehen, wenn wir nicht ständig Informationen verarbeiten würden, die unser Gleichgewicht dabei aufrechterhalten. Sobald wir z.B. eine Schräglage spüren, können wir darauf reagieren und unsere Haltung daraufhin korrigieren.

**Abb. 1:** Nur durch hinreichende Informationen aus den Sinnessystemen kann sich die Einradfahrerin in stabiler Lage halten

Viele unserer Körperfunktionen nehmen wir nicht bewusst wahr, da sie sich als autonome Prozesse realisieren. Unabhängig davon können wir unseren Herzschlag, die Hauttemperatur, den Hautwiderstand oder unseren Blutdruck beeinflussen, sobald wir bewusst erfahren und gelernt haben, wie unser Körper auf physiologische oder psychische Veränderungen reagiert. Biofeedback verschafft uns einen für jedes Individuum erlernbaren Weg, diese Funktionen direkt zu beeinflussen.

## Neurofeedback ermöglicht die Wahrnehmung von Verborgenen

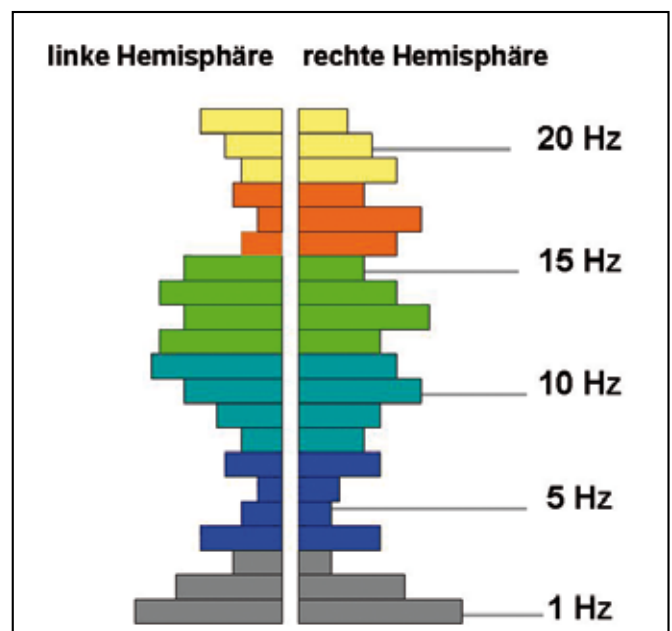
Seitdem der Humanmediziner und Naturwissenschaftler Hans Berger 1928 zum ersten Mal ein menschliches EEG zeigen konnte, hat man das EEG-Rohsignal auf das Vorkommen bestimmter Muster untersucht. Das so genannte qualitative EEG ist heute ein äußerst wichtiges Diagnoseinstrument z.B. bei Anfallsleiden.



**Abb. 2:** Spike-Wave-Komplexe. Für Neurologen sind diese Muster u.U. Hinweise für epileptische Anfälle

Für die exakte Darstellung des Neurofeedback spielen insbesondere quantitative Aspekte des EEGs eine Rolle. Hierbei zerlegt man das EEG-Rohsignal zunächst entsprechend der Frequenzen und untersucht die Anteile (Amplituden) einzelner Frequenzen bzw. Frequenzbänder sowie Korrelationen (Kohärenzen) von Veränderungen benachbarter Elektrodenpunkte. Anschließend vergleicht man die hierbei ermittelten Werte des Patienten bzw. Klienten mit den Werten einer gesunden Vergleichsgruppe. Hierfür stehen bereits einige interessante Studienergebnisse zur Verfügung, sodass dieser Abgleich auf valider Basis erfolgen kann. (vgl. Hammond et al. 2004)

Wie die Abbildung 3 zeigt, ist es also möglich, mittels Neurofeedback minimale Veränderungen der Aktivität von Hirnwellen zu visualisieren und somit für alle beobachtenden Therapeuten/Trainer ebenso wie für den Patienten/ Klienten eindeutig wahrnehmbar zu machen.



**Abb. 3:** Die Neurofeedbacksoftware macht Hirnwellen und deren Amplituden sichtbar. Jeder einzelne Balken repräsentiert eine Frequenz im Bereich von 1-30 Herz

Ziel des Neurofeedbacks als diagnostisches und therapeutisches Verfahren ist es, einzelne EEG-Frequenzbänder so zu trainieren, dass das Gehirn diese vermehrt bzw. vermindert produziert. Nach dem Training sollen sie eine Zusammensetzung aufweisen, die in etwa den Werten bei einer gesunden Vergleichsperson entspricht.

### Neurofeedback praktisch

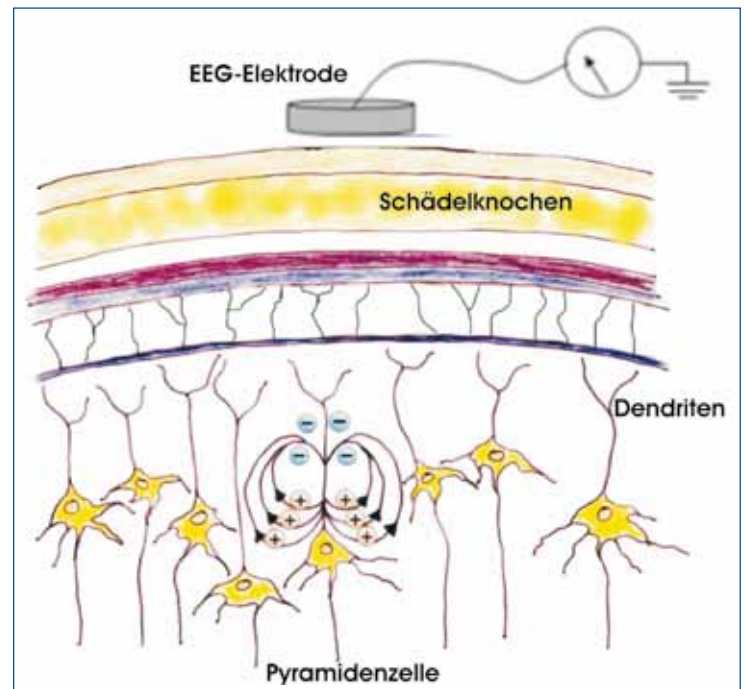


Abb. 6: Was eine Elektrode misst

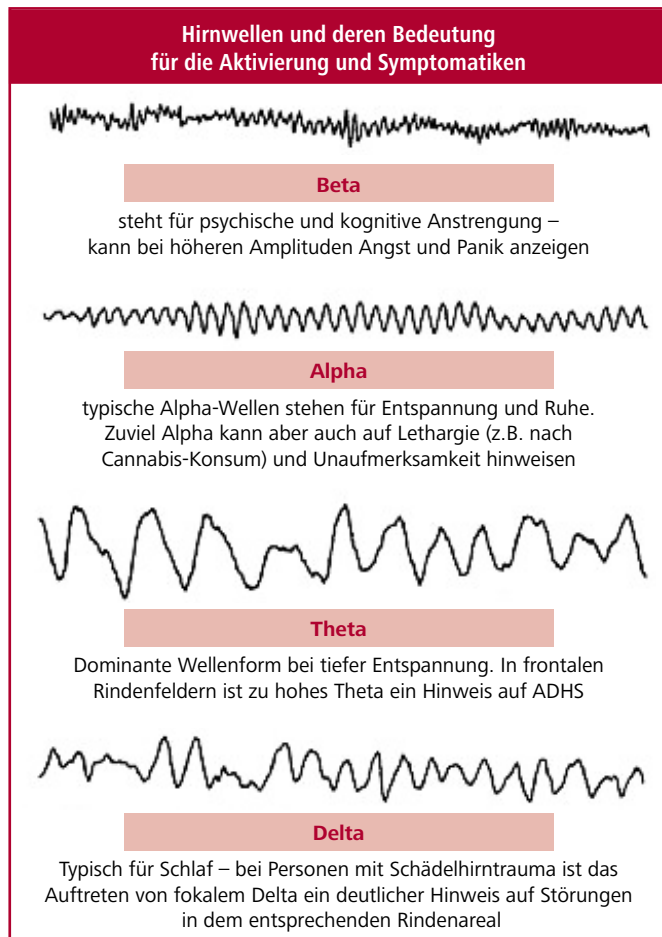


Abb. 4: Differenzierung der Gehirnfrequenzbänder in langsame Wellen (Delta-, Theta- und Alphawellen) und in schnelle Wellen (Betawellen)

Beim Neurofeedback werden Gehirnstromkurven (EEG-Wellen) von einem EEG-Verstärker aufgenommen und anschließend computergestützt in Echtzeit gemessen und analysiert. Durch die unmittelbare visuell-akustische Rückkoppelung ist es daher möglich, den direkten Einfluss auf die Gehirnwellenaktivität wahrzunehmen und die Potenziale einer bewussten Steuerung auszuloten. Das Aufnehmen der nur Millionstel-Volt starken Gehirnsignale auf der Kopfoberfläche benötigt sehr empfindliche Messelektroden, die in der Lage sind, feinste Unterschiede in den Amplituden (Signalstärke) weiterzuleiten. Der technologische Fortschritt erlaubt hier seit einigen Jahren sehr genaue Messungen.

Abb. 5: Elektroden messen die ruhestliche elektrische Aktivität des Kortex auf der Kopfhaut

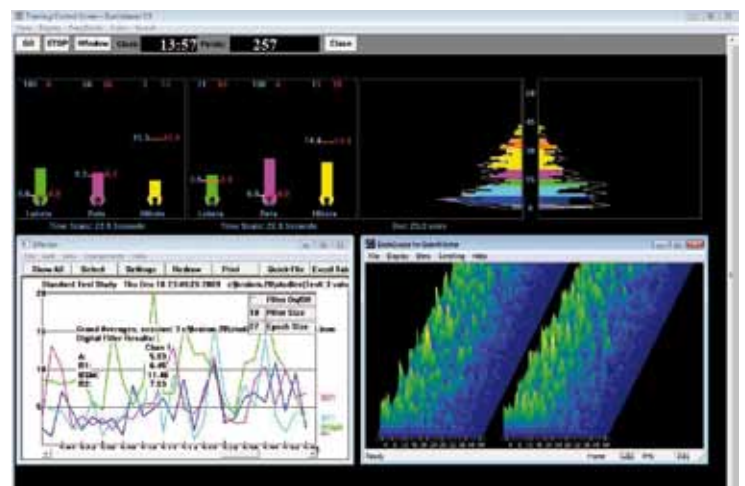
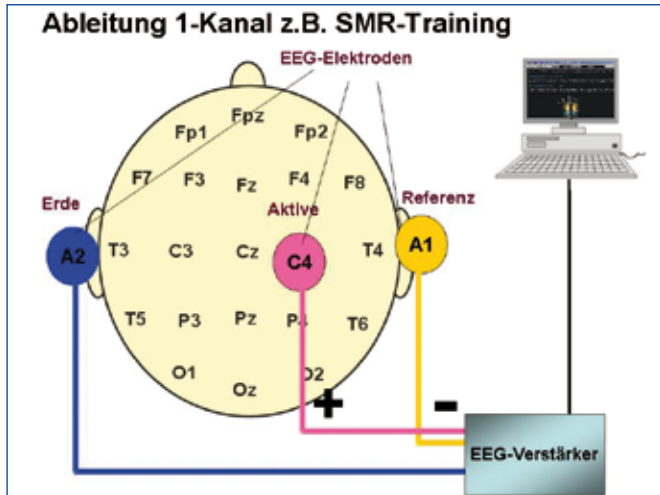


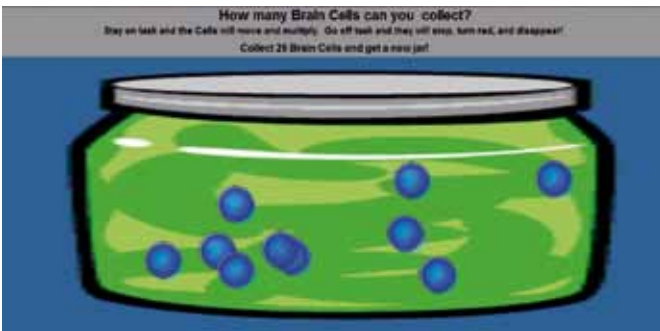
Abb. 7: Trainingsbildschirm des Therapeuten. Die sich während der Trainingsaufgabe regulierenden Parameter werden beobachtet und durch den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe beeinflusst

## METHODEN



**Abb. 8:** Schemazeichnung Ein-Kanal-Neurofeedback. Standardmäßig gibt es immer eine aktive Elektrode (Plus-Pol), eine Referenz-Elektrode (Minus-Pol) sowie eine Erdung. Bei der Anbringung der Sensoren muss man sehr behutsam vorgehen, damit es nicht zu Fehlmessungen kommt. Zur Anwendung des Neurofeedback ist als Equipment ein Computer mit zwei Bildschirmen erforderlich, daneben eine Neurofeedback-Trainingseinheit (zur Messung und Verstärkung der gemessenen Hirnwellen) bestehend aus einem EEG-Verstärker und Elektroden

Dazu benötigt man eine spezifische Software, die den EEG-Datenstrom in Echtzeit analysiert und das Feedback-Signal steuert. Der eigentliche Trainingsprozess lässt sich ganz allgemein wie folgt beschreiben: Der Therapeut konfiguriert die Einstellungen der Software so, dass die gewünschten Ziele (per Schwellenangleichung) erreicht werden können. Das Programm macht während des Trainings Effekte auf dem Bildschirm sichtbar, indem es anzeigt, welche Gehirnwellen in welcher Stärke an den Messstellen auftreten. Diese EEG-Wellen geben so Aufschluss über spezifische Zustände im zentralen Nervensystem bzw. kognitive Prozesse.



**Abb. 9a:** Der Klient sieht gleichzeitig eine Animation, die sich gemäß seiner Gehirntätigkeit bewegt

Jede Veränderung seiner eigenen Gehirntätigkeit wird mit dieser Bewegung für ihn selbst visualisiert und er kann optisch (über den Bildschirm) und akustisch (über Töne) genau wahrnehmen und verfolgen, wann eine erwünschte Aktivität stattgefunden hat. Das Neurofeedback-Equipment dient also insgesamt dazu, für den Klienten/Patienten die (partielle) Steuerungsfähigkeit der eigenen Gehirntätigkeiten sichtbar und erfahrbar zu machen. Gleichzeitig lernt das Gehirn selbst, in diesem komplexen Prozess angestrebte Veränderungen – hier gemäß den therapeutisch relevanten Zielvorgaben – zu erreichen.



**Abb. 9b:** Typische Animation beim Training. Das bekannte Computerspiel „Pacman“ wird hier quasi mit dem eigenen Gehirn gesteuert. Die Belohnung ist, wenn Pacman einen Punkt vertilgt. Gleichzeitig hört der Trainierende einen Ton. Ebenso sind aber auch Filme als Feedbackgeber möglich. Bei nicht Erreichen der Schwelle steht das Bild. Belohnung ist also meist die Kontinuität einer Animation

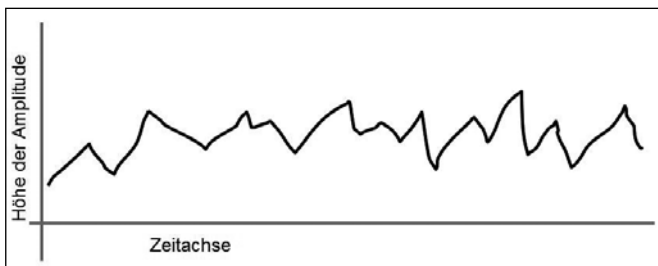
In der wissenschaftlichen Kurzformel ist das Ziel des Neurofeedbacktrainings damit so zu erfassen: der Erwerb von kortikaler Selbstregulation mit Hilfe der während des Trainings über das EEG gemessenen Daten.

### Der Lernprozess: Verhaltenstherapie auf neurobiologischer Basis

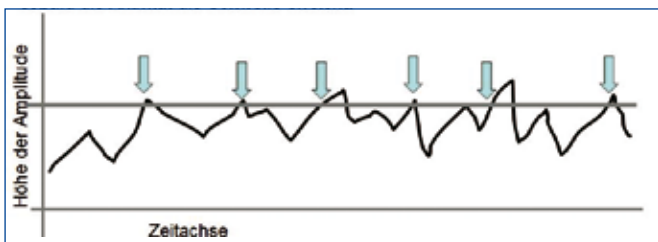
Im Wesentlichen beruhen alle Biofeedbackanwendungen auf dem Prinzip des „operanten Konditionierens“, das von Frederic Skinner (1953) eingehend erarbeitet wurde und bis heute die Grundlage der Verhaltenstherapie darstellt. Thorndike (1898) hat lange vor ihm das Effektdesetz formuliert.

Der Kerngedanke des Ansatzes beruht darauf, dass ein Effekt (hier eine Verhaltensänderung) erzielt werden kann, wenn das erwünschte Verhalten belohnt wird und diese Belohnung innerhalb eines geringen Zeitfensters erfolgt, denn nur dann registriert das Gehirn einen Zusammenhang.

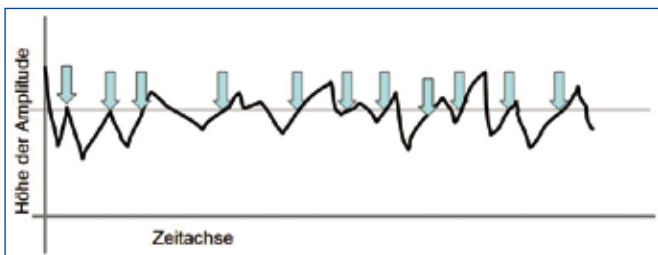
Die hierfür gestellte Aufgabe muss herausfordernd sein und darf dennoch nicht zu schwierig erscheinen, damit das Feedback tatsächlich als Belohnung empfunden und Frustration vermieden werden kann. So wird ein erwünschter Zielzustand sukzessiv über Teilziele erreicht, indem die Hürde für den Erfolg zunächst so niedrig gesetzt wird, dass die Aufgabe leicht bewältigt werden kann. Das Gehirn gewöhnt sich an dieses Belohnungssystem und versucht bei höherer Schwellenanforderung unmittelbar auszugleichen, d.h. das jeweils nächst höhere Ziel zu erreichen. Moderne Neurofeedback-Programme sind daher so ausgerichtet, dass sie die Schwellenhöhe automatisch den gegebenen Umständen anpassen. So ist ein ständiges Feedback möglich und ein kontinuierliches Training ist gewährleistet.



**Abb. 10a:** Amplituden einer Hirnwelle ohne Feedback. Die Stärken von Hirnwellen (Amplitude) variieren ständig



**Abb. 10b:** Amplituden mit Feedback. Noch passiert nicht viel, aber eine Schwelle wurde gesetzt. Ein visueller oder akustischer Belohnungsreiz tritt nun immer dann auf, wenn der Ausschlag der Amplitude die Schwelle erreicht, oder darüber liegt



**Abb. 10c:** Amplitude bei höherer Schwelle. Häufigeres Auftreten gewünschter Amplituden, da „Verhalten“ durch Belohnung verstärkt wurde

### Historische Vorläufer

Die historische Entwicklung der heutigen Biofeedback-Methoden ist durch vielseitige – heute sagen wir „interdisziplinäre“ – Überlegungen gekennzeichnet. Neben den oben erwähnten, elementaren Forschungsergebnissen von Hans Berger können hier nur beispielhaft etwa die Versuche des amerikanischen Psychologen Neal E. Miller (1967) erwähnt werden. Er richtete Laborratten darauf aus, ihre Herzfrequenz in eine gewählte Vorzugsrichtung zu trainieren, indem er sie durch eine Belohnung im Lustzentrum des Gehirns stimulierte. Später trainierte er in gleicher Weise auch Menschen, indem er sie mittels als angenehm empfundener Klänge im Erfolgsfall belohnte. Seit Ende der 1960er Jahre veröffentlichte M. Barry Serman mehrere Studien zu Forschungsergebnissen mit Katzen, die er zunächst nur darin trainiert hatte, ihre EEG-Wellen zu modifizieren. Als er später zufällig entdeckte, dass die auf diese Weise trainierten Katzen resistenter sind gegenüber epileptischen Anfällen, übertrug er diese Erkenntnisse auch auf den Menschen und konnte bald nachweisen, dass EEG-Wellentraining die Fähigkeiten des Gehirns verbessern kann (Swingle 2008, S.50). Nachfolgende Studien galten insbesondere Beeinträchtigungen bzw. Störungen durch ADHS (Lubar 1995), Suchter-

krankungen (Peniston & Kulkosky 1989) und affektiven Störungen (Baehr et al. 1997).

### Neuropathologie aus Sicht der modernen Gehirnforschung

Die Erforschung der quantitativen Aspekte der Gehirnwellen (QEEG) zeigt, dass viele zentralnervös begründbare Störungen im Wesentlichen auf wenigen Hauptstörungen beruhen, die durch Neurofeedback behandelt werden können. Grundlegend zu unterscheiden sind die Untererregung, die Übererregung des Gehirns sowie Instabilitäten, die im Folgenden kurz erläutert werden.

#### Untererregung des Gehirns („Slow-Wave-Disorder“)

Sehr gut untersucht wurde dies bei Patienten mit ADHS. Viele Störungen in diesem Kontext haben demnach mit einem Übermaß an niederfrequenten Gehirnwellen zu tun, im Bereich der Delta-, Theta-, und zum Teil auch im Bereich der Alphawellen (Barry et al. 2003).

Andere Forschungsteams fanden heraus, dass der Quotient von Theta- zu Betaaktivität (QT) ein geeignetes Maß ist, um zwischen von ADHS betroffenen und gesunden Kindern zu unterscheiden (Holtmann et al. 2004).

#### Übererregung des Gehirns („Fast Wave-Disorder“)

Bestimmte Symptome wie Schlaflosigkeit, Angst bis hin zu Panikattacken verweisen auf eine Übererregung des Gehirns und werden im Zusammenhang mit einer Überproduktion schneller Beta-Wellen betrachtet. Für den therapeutischen Kontext bzw. die Anwendung des Biofeedback als diagnostisches Verfahren ist interessant, dass auch bei bestimmten Formen von Autismus eine übermäßig schnelle Wellenaktivität gemessen werden kann (Hutt et al. 1965).

#### Instabilitäten

Unter diese Kategorie fallen insbesondere Anfallserkrankungen, bipolare Störungen und Migräneanfälle. Wie oben ausgeführt war auch der Einsatz von Neurofeedback bei Epilepsiepatienten bereits häufig Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen zur Wirksamkeit der Methode. Patienten berichteten von einer leichten Reduzierung der Anfälle bis hin zu gänzlicher Anfallsfreiheit (Serman 1973). Insgesamt lässt sich die Evidenz des Neurofeedback durch internationale Studien gut belegen, wie im folgenden Abschnitt anhand einiger aktueller Beispiele im Kontext von ADHS zusammenfassend dargestellt wird.

#### Wissenschaftliche Studien (Beispiele)

Hammond (2007) nennt in seiner „Comprehensive Neurofeedback Bibliography“ insgesamt knapp 400 Arbeiten, davon allein ca. 90 Studien zum Thema AD(H)S, so z.B. die Studie von Fuchs et al. (2003). Hier wurde anhand von 34 Kindern im Alter zwischen 8 bis 12 Jahren die Wirkung im Vergleich zur Wirkung des Arzneistoffs Methylphenidat (Ritalin) untersucht und es konnte u.a. ein vergleichbarer signifikanter Effekt auf alle T.O.V.A.-Parameter (Test of Variables of Attention) nachgewiesen werden. Gute Resultate ergab auch

## METHODEN

die erste große kontrollierte Studie zum Vergleich der Effekte von Neurofeedback und Stimulanzienbehandlung von Monstra et al. (2002). Diese Untersuchung wurde mit 100 Probanden und EEG-Biofeedback durchgeführt. Lubar et al. (2005) trainierten 23 Probanden im Alter zwischen 8 und 19 Jahren über einen Zeitraum von 3 Monaten, die (langsame) Theta-Aktivität durch die (schnellere) Beta-Aktivität zu ersetzen. Das Erreichen des Trainingsziels wurde durch die Verhaltensbewertung seitens der Eltern sowie durch signifikante Verbesserungen im Intelligenztest WISC-R (Wechsler Intelligence Scale for Children) und auch hier im Aufmerksamkeitstest T.O.V.A. bestätigt. Für den deutschsprachigen Raum ist besonders die multizentrische Studie von Gevensleben et al. von Bedeutung (2005-2007), deren Ergebnisse Anfang des Jahres 2009 veröffentlicht wurden. Bei einer Befragung von Eltern und LehrerInnen anhand wissenschaftlich erarbeiteter Fragebögen schnitt das Neurofeedback-Training deutlich besser ab als die Befragung der Kontrollgruppe, die ausschließlich an einem besonderen Computerprogramm trainierte. „Unaufmerksamkeit“ und „Hyperaktivität-Impulsivität“ konnten hierbei durch Neurofeedback um durchschnittlich 25 bis 30% reduziert werden, während sich beim computergestützten Aufmerksamkeitstraining eine durchschnittliche Reduktion von nur 10% ergab. Die wissenschaftlichen Erfordernisse in den meisten Studien erlauben meist kein individualisiertes Training. Der Autor erlebt in seiner Praxis noch weitaus höhere Effektstärken, wenn z.B. wie üblich, eine spezifische Anpassung der trainierten Frequenzen erfolgt.

### Ziele von Neurofeedback

Die Vielfalt der Untersuchungen zu Gehirnwellen reflektiert die Bedeutung des Themas und das große interdisziplinäre Interesse an neuen Erkenntnissen. Nicht immer wird in diesen Studien genau kenntlich, welche Prozesse Ursache oder Wirkung darstellen, doch auch Dokumentationen von Datenerhebungen können für weitere Forschungen aufschlussreich sein, etwa um Vergleichsstudien oder weitere Wirksamkeitsstudien durchzuführen. Hirnfrequenzen haben einen sehr komplexen Entstehungsmechanismus, gewiss ist jedoch, dass sie den Gehirnstatus (erregtes oder ruhiges Arousal) reflektieren (Kropotov 2008). Damit scheint Neurofeedback in Bezug auf die langfristige Wirksamkeit sowohl der Stimulanzienbehandlung, als auch der rein verhaltenstherapeutischen Intervention überlegen. Vermutlich müssen die erlernten Strategien zur kortikalen Selbstregulation nach ausreichendem Training nicht explizit angewendet werden, sondern sind dann bereits automatisiert und stehen bei Bedarf zur Verfügung.

Aus therapeutischer Perspektive steht naturgemäß das Ziel im Vordergrund, eine verbesserte Regulation zu erreichen und damit einhergehend eine höhere Stabilität und bessere Funktionalität des Gesamtzustandes zu erwirken. Das Training als therapeutische Intervention ist daran orientiert, diese Regulation in Richtung einer optimierten EEG-Wellenzusammensetzung hervorzurufen. Der Begriff „Training“ hat hier ganz bewusst auch einen leistungsorientierten Hintergrund, bietet

den Anreiz und die Motivation zur (möglichen) Verbesserung (Leistungssteigerung). Diese kann zwar nicht immer zur (Wieder-)Herstellung einer „Normalität“ führen, jedoch nahezu immer verbessert, also optimiert werden. Unter dieser Prämisse und mit diesem Anliegen sei auch der hier vorgelegte Beitrag zur Anwendung des Neurofeedback verstanden.

### Persönliches Fazit

Nach mehreren Jahren eigener aktiver Arbeit mit Neurofeedback komme ich zu folgenden Schlüssen: Eigene wie auch viele Berichte von Kolleginnen und Kollegen bestätigen zweifelsfrei die Erwartungen hinsichtlich der Wirksamkeit von Neurofeedback. Auch die aktuelle Forschungslage bestätigt, dass derzeit bereits genügend Evidenz für den Einsatz von Neurofeedback vorliegt. Die Methode des Neurofeedback erscheint somit als eine überaus sinnvolle und effektive Ergänzung der Behandlungsmöglichkeiten in der Ergotherapie. Mehr noch: Ich erachte es für äußerst notwendig, dass Ergotherapeuten durch die Integration von Bio- und Neurofeedback der steigenden Nachfrage gerecht werden und sich damit auch existenziell eine breitere Basis schaffen können. ■

### info plus

**Fortbildungen zum Neurofeedback:**

[www.neurofeedback-info.de](http://www.neurofeedback-info.de), [www.itf-muenster.de](http://www.itf-muenster.de)

**Der Autor bietet selbst auch zertifizierte Ausbildungen zu diesem Thema an.**

### Literatur

- Ams M, de Ridder S, Strehl U, Bretieler M, Coenen A. Efficacy of Neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *EEG and Clinical Neuroscience*. 2009, 40, 180-189
- Baehr E, Rosenfeld JP, Baehr R. The clinical use of an alpha asymmetry protocol in the neurofeedback treatment of depression: Two case studies. *Journal of Neurotherapy*. 1997, 2, 10-23
- Barry RJ, Clarke AR, Johnstone SJ. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology*. 2003, 114, 171-183
- Boogaards MC, ter Kuile MM. Treatment of recurrent tension headache: a meta-analytic review. *The Clinical Journal of Pain*. 1994, 10, 174-90
- Cott A, Parkinson W, Fabich M, Bédard M, Marlin R. Long-term efficacy of combined relaxation: biofeedback treatments for chronic headache. *Pain*. 1992, 51, 49-56
- Flor H, Birbaumer N. Comparison of EMG biofeedback, cognitive behavior therapy, and conservative medical treatment for chronic musculoskeletal pain. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 1993, 61, 653-658
- Fuchs T, Birbaumer N, Lutzenberger W, Gruzelier JH et al. Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2003, 28, 1-12
- Hammond DC, Walker J, Hoffman D, Lubar JF et al. Standards for the use of quantitative electroencephalography (QEEG) in neurofeedback: A position paper of the International Society for Neuronal Regulation. *Journal of Neurotherapy*. 2004, 8, 5-27
- D. Corydon Hammond. *Comprehensive Neurofeedback Bibliography: Journal of Neurotherapy*. 2008, 3, 45-60
- Gevensleben H, Holl B, Albrecht B, Vogel C, Schlamp D, Kratz O, Studer P, Rothenberger A, Moll GH, Heinrich H. Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2009, 50, 767-768
- Holtmann M, Stadler C, Leins U, Strehl U. et al. Neurofeedback for the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) in childhood and

- adolescence. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*. 2004, 32, 187-200
- Hutt SJ, Hutt C, Lee D, Ounsted C. A behavioural and electroencephalographic study of autistic children. *Journal of Psychiatric Research*. 1965, 3, 181-197
- Kropotov J. *Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy*. Oxford: Academic Press, 2008
- 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 and self-regulation*. 1995, 20, 83-99
- Miller NE, DiCara LV. Instrumental learning of heart rate changes in curarized rats: shaping, and specificity to discriminative stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 1967, 63, 12-19
- 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. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2002, 27, 231-49
- Peniston EG, Kulkosky PJ. Alpha-theta brainwave training and betaendorphin levels in alcoholics. *Alcohol: Clinical & Experimental Research*. 1989, 13, 271-279.
- Skinner BF. *Science and human behavior*. New York: Macmillan, 1953
- Serman MB. Neurophysiological and clinical studies of sensorimotor EEGbiofeedback training: some effects on epilepsy. *Seminars in Psychiatry*. 1973, 5, 507-525
- Swingle PG. *Biofeedback for the brain: How neurotherapy effectively treats depression, ADHD, autism and more*. Piscataway: Rutgers University Press, 2008
- Thorndike EL. *Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals*. New York: Macmillan, 1898

## Zusammenfassung

### Neurofeedback: Grundlagen

Neurofeedback ist eine Form des Biofeedback, bei dem Frequenzen von Hirnwellen gemessen, analysiert und beeinflusst werden können. Neurofeedback findet weltweit immer mehr Anwender. Die Beeinflussung der Hirnwellen ist u.a. mittels der von Skinner entdeckten Mechanismen („operantes Konditionieren“) gut möglich, solange die Rückmeldung der Parameter in geeigneter Weise kontingent erfolgt. Dies begründet ein Hirntraining der „gesunden Wellen“, weil dies auch meist mit einer deutlich verbesserten Regulation und Symptomlage einhergeht. Eine Auswahl von Studien belegt die Wirksamkeit des Neurofeedback als Gegenstand interdisziplinärer Forschung.

**Schlüsselwörter:** ♦ Neurofeedback ♦ Biofeedback ♦ Hirnwellentraining ♦ EEG ♦ Belohnungssystem

## Summary

### Neurofeedback: The Principles

Neurofeedback is a form of biofeedback in which the frequency of brain waves can be measured, analyzed and influenced. Neurofeedback is being applied world-wide by an increasing number of users. Influencing brain waves by means of the mechanisms discovered by Skinner (operant conditioning) is easily possible as long as the response to the parameters follows in a suitable manner. Brain training using „healthy waves“ usually leads to a clear improvement in the symptoms. A selection of studies proves the efficacy of Neurofeedback as a field of interdisciplinary research.

**Key words:** ♦ Neurofeedback ♦ biofeedback ♦ brain wave training ♦ EEG ♦ reward system

## Résumé

### Neurofeedback: données de base

Le „Neurofeedback“ est une forme de „Biofeedback“ permettant de mesurer les fréquences des ondes cérébrales, de les analyser, et de les influencer. Le „Neurofeedback“ est de plus en plus utilisé sur le plan mondial. Les mécanismes (conditionnement opérant) découverts par Skinner peuvent être utilisés entre autres pour influencer les ondes cérébrales, tant que la réaction des paramètres apparaît en un seul ensemble et de façon adéquate. Cela justifie un entraînement des ondes cérébrales saines, car cela signifie en général une amélioration importante de la régulation et de la situation des symptômes. Une sélection d'enquêtes prouve l'efficacité du „Neurofeedback“ en tant qu'objet de recherche interdisciplinaire.

**Mots clefs:** ♦ Neurofeedback ♦ biofeedback ♦ entraînement des ondes cérébrales ♦ EEG ♦ Système de récompense