

Aufmerksamkeit und Neurofeedback

by Thomas Fuchs

Zweiter Teil: Vergleich Neurofeedback-Training - Ritalin-Therapie

EEG-Biofeedback (Neurofeedback) betrachtet grundsätzlich einen spezifischen Aspekt der elektrischen Aktivität des Gehirns wie zum Beispiel die Frequenz, Amplitude oder Dauer der Aktivität an bestimmten Lokalisationen des Gehirns. Oder es ist gebunden an auditorische, visuelle oder somatosensorische Potentiale. Im zweiten Schritt erfolgt die computergestützte, zum Teil aufbereitete Rückmeldung des Gemessenen an den Patienten, in der Regel in Form eines Computerspiels. Damit wird angestrebt, daß der Patient einen einer Störung symptomatischen Ist-Wert, einem erwünschten gesunden Soll-Wert, versucht anzugleichen. Überhaupt wird erst durch die computergestützte Rückmeldung ein Lernprozeß und damit eine zunehmende Kontrolle dieser physiologischen Prozesse ermöglicht. Dabei ist Biofeedback keine von einer Maschine gelenkte Therapie, sondern es erfordert geradezu therapeutisches Geschick. Ein guter Biofeedback-Therapeut ist in der Lage, mit dem Patienten in Beziehung zu bleiben, wenn er das Gerät bedient (Bischoff, 1995). 2.2 Besonderheiten des EEG-Biofeedbacks nach Lubar

Betrachtet man die Frage, warum und in welcher Form Neurofeedback bei Aufmerksamkeits- und/oder Hyperaktivitätsstörung helfen kann, soll an dieser Stelle nochmals auf die ätiologischen Ausführungen im Theorieteil dieser Arbeit verwiesen werden. Hier soll nur ergänzend und in Reaktion auf spezifische ätiologische Ansätze die Denkweise Lubars, wie sie Grundlage dieser Arbeit ist, dargestellt werden. Als Lubar Mitte der 70er Jahren mit der Arbeit zum EEG-Biofeedback und ADHD begann, wurde immer klarer, daß diese Störung zumindest zu einem erheblichen Anteil neurologisch verursacht ist. Deswegen wurde auch die Bezeichnung hin zum Neurofeedback verändert. Lubar (1995) verweist auf den ätiologischen Zusammenhang zwischen ADHD oder ADD und neurologischen Dysfunktionen. Mit neurologischen Dysfunktionen meint er vor allem solche auf kortikaler Ebene und den Präfrontallappenbereich. Sind diese neurologischen Dysfunktionen tatsächlich für die Symptomatik von ADHD verantwortlich, sollte die Symptomatik über einen Abbau der neurologischen Defizite positiv beeinflussbar sein. Das heißt, über eine Korrektur der neurologischen Defizite, sollte das Kind in der Lage sein, Strategien und Paradigmen zu entwickeln, die normale, gesunde Kinder bereits haben. Genauso sollte das stimulussuchende, hyperaktiv-impulsive Verhalten, das der Normalisierung des Erregungslevels im Gehirn dient, abnehmen. Hierdurch sollten sich die Fähigkeiten zu organisieren, zu planen, Konsequenzen für unangemessenes Verhalten zu antizipieren, verbessern lassen. Daraus müßte eine

Effektivitätssteigerung auf verhaltenstherapeutische Maßnahmen wie Belohnung und Time-out erreicht werden können. Darüberhinaus unterstellt Lubar die Annahme, daß durch Veränderung kortikaler Funktionen, zugrundeliegende Hirnstammfunktionen verändert werden, was sich ebenfalls vielfach, beispielsweise in der sensorischen Integration auswirkt. In der Praxis bedeutet dies keine Notwendigkeit mehr zur Medikation oder zumindest eine Dosisreduktion. Weiterhin verweist Lubar auf positive Langzeiteffekte durch Neurofeedback-Therapie (Tansey, 1990; Lubar, 1991, 1992) und faßt zusammen, daß die Neurofeedback-Technik seiner Erfahrung nach zu einer Normalisierung des Verhaltens führen kann, parallel hierzu zu einer Normalisierung der neurologischen Dysfunktion im ADHD-Kind und somit Langzeitkonsequenzen für akademisches Fortkommen, soziale Integration und Lebenszufriedenheit hat (Lubar, 1995).

1995 hat sich Lubar deutlich zum Vorgehen bei Neurofeedback bei ADHD geäußert. Diesen Kriterien ist der Autor dieser Arbeit im wesentlichen gefolgt: Zur Patientenauswahl empfiehlt Lubar Patienten zwischen 7 und 45 Jahren, Primärdiagnose AD(H)D. Als Ausschlußkriterien gelten ausgeprägte mentale Retardierung, Psychosen, schwere depressive oder bipolare Störungen, ausgeprägte Anfallserkrankungen, wo die Medikation Lernen erschwert, Lernstörungen als Primärdiagnose oder dysfunktionale Familien, die für diese aufwendige Therapie nicht die notwendige Compliance aufbringen. Verbessern lassen sich nach Lubar Symptome der Aufmerksamkeit und Konzentration, Organisation und das Zuendebringen von Aufgaben, der Impulsivität und milden Hyperaktivität. Eine Behandlung mit Neurofeedback resultiert nach Lubar in verbessertem Verhalten und Lernen, mehr schulischen Erfolg und Selbstbewußtsein, besseres Abschneiden in Intelligenztests und Verhaltensskalen durch Eltern und Lehrer. Als Behandlungsprotokolle schlägt er C3 Beta und C4 SMR vor, in Abhängigkeit des Vorliegens einer hyperaktiven Komponente (dann C4 SMR), was in jedem Fall einer Inhibierung der Thetaamplitude und einer Verstärkung der Beta- (15-18Hz) und/oder SMR-Amplitude (12-15 Hz) entspricht. Diese Behandlungsprotokolle stellen keine wissenschaftliche Essenz dar, sondern spiegeln Erfahrungen im therapeutischen Prozeß von Lubar wieder. 3 Fragestellung und Überleitung zum empirischen Teil

Wie im theoretischen Teil dargestellt, ist die beste momentan erhaltliche Behandlungsmöglichkeit für die Aufmerksamkeit-/Hyperaktivitätsstörung eine Methylphenidatmedikation mit unterstützenden psychologischen Verfahren. Die Behandlung mit Psychopharmaka stößt bei Eltern betroffener Kinder auf große Skepsis und wenig Gegenliebe, was in einer geringen Compliance im klinischen Alltag bei medikamentöser Behandlung offenbar wird. Der erhebliche Stellenwert neurologischer Behandlungsverfahren wurde in Teil I umfangreich dokumentiert und ist laut Literatur bei der Behandlung von Aufmerksamkeitsdefiziten und Hyperaktivität unerlässlich. In vergangenen Jahren wurde immer wieder im amerikanischen Sprachraum Behandlungsmöglichkeiten mit einem EEG-Biofeedbackverfahren beschrieben und allerdings unter erheblichen methodischen Mängeln in Untersuchungen vielversprechende Erfolge dokumentiert. Das dabei bedeutendste Therapiekonzept zum EEG-Biofeedback und Aufmerksamkeit mit und ohne Hyperaktivität stammt von Lubar und wurde in der nun folgenden

Studie aufgegriffen und unter verbesserter Methodik auf seine Wirksamkeit hin überprüft. Nach bestem Bemühen sollten folgende Fragen näher betrachtet werden:

1. Lassen sich die von Lubar und anderen gefundenen sehr positiven Ergebnisse in systematischer Weise, mit größeren Stichproben und einheitlichen Behandlungsprotokollen replizieren?
2. In welchem Verhältnis stehen mit EEG-Biofeedback erreichbare Erfolge zu den guten Erfolgen einer Methylphenidatmedikation (Ritalin)?
3. Ist eine so aufwendige und intensive Therapie bei Kindern im klinischen Alltag überhaupt durchführbar?

II Empirischer Teil

4 Die Studie

Zusammenfassung

Der Punkt 4 beschreibt eine Studie zur Effektivität des EEG-Biofeedbacks als Therapie bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen im Kindesalter. Dabei wird der institutionelle Rahmen, die Patientengruppe und ein exemplarischer Fall beschrieben. Anschließend wird der Versuchsplan, die Therapiematerialien, der Verlauf von Trainingssitzungen und die verwandte Testbatterie der Vor- und Nachuntersuchung erläutert.

4.1 Institutioneller Rahmen

Die Daten wurden an einem Sozialpädiatrischen Zentrum erhoben, indem ambulant Fragestellungen zur Entwicklungsrehabilitation von Kindern im Alter von 0 bis 18 Jahren auftreten und von unterschiedlichen Berufsgruppen und den damit verbundenen unterschiedlichen Perspektiven angegangen werden. Es arbeiten Kinderärzte, Psychologen, Pädagogen, Logopäden, Krankengymnasten und Ergotherapeuten interdisziplinär zusammen, um jedem entwicklungsgestörten Kind ein optimiertes, seinen Bedürfnissen entsprechendes, Förderprogramm aufzubauen und durchzuführen. Grundlage hierfür bilden umfassende entwicklungsdiagnostische Untersuchungen, aller pro Jahr etwa 2500 vorgestellten Kinder mit den folgenden Diagnosen in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit (SPZ Inn-Salzach, Stand 1996): Sprachstörungen (Lispeln, Stottern, Sprachentwicklungsverzögerungen), Schulprobleme, Teilleistungsstörungen (Legasthenie, Dyscalculie etc.), Erziehungsprobleme,

Aufmerksamkeits-/ Hyperaktivitätsstörungen, Psychosomatische Erkrankungen (chronische Kopf- und Bauchschmerzen etc.), Verhaltensstörungen, Gewichtsstörungen (Anorexia/Bulimia nervosa, Adipositas etc.), Epilepsie und Anfallsleiden, schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder, Hormonstörungen (Hypothyreose, Minder-/Hochwuchs etc.), Störungen der Sinnesorgane, Einnässen und Einkoten, neuroanatomische Störungen (Mikrocephalie, Skoliose etc.), chronisch kranke Kinder (Diabetes, Tumor, Leukämien), Schlafstörungen, chronische Allergien, Beziehungsstörungen (Deprivation, "overprotection"). Sozialpädiatrische Zentren gibt es über die gesamte Bundesrepublik verteilt, als optimierte ambulante Einrichtungen der Entwicklungsrehabilitation.

4.2 Patienten und ein exemplarischer Fall

33 Patienten nahmen insgesamt an der Studie teil. 22 Patienten waren EEG-Biofeedback-Patienten zur Behandlung ihrer Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHD). 11 Patienten wurden darüberhinaus einer Ritalin-Kontrollgruppe zugeteilt. Dies geschah nicht nach dem Zufallsprinzip, sondern war letztlich eine Entscheidung der Eltern. Diese wurden vom SPZ-Arzt über die Diagnose und beide Behandlungsmöglichkeiten, deren Zeitaufwand, Nebenwirkungen etc. aufgeklärt. Die Eltern entschieden sich dann für eine der beiden Methoden und wurden entsprechend ihrer Wahl der Behandlungsmethode zugeteilt. Dem Autor dieser Studie ist der damit verbundene methodische Mangel zu jedem Zeitpunkt bewußt gewesen, jedoch war eine andere Lösung im sozialpädiatrischen Klinikalltag nicht möglich. Es kann niemand zu einer so aufwendigen Therapiemethode gezwungen werden, genauso wenig, kann eine Stimulanzienmedikation ohne Einverständnis der Eltern durchgeführt werden. Die Wahlmöglichkeit führte als Ausgleich zu einer sehr guten Eltern-Compliance in beiden Gruppen. Alle dafür ausgesuchten Patienten waren zwischen 8 und 12 Jahre alt, das Durchschnittsalter in der Experimentalgruppe betrug 9,8 Jahre in der Ritalin-Kontrollgruppe 9,6 Jahre. Die Patientenauswahl erfolgte desweiteren nach folgenden Kriterien:

1. Primärdiagnose Aufmerksamkeits- und/oder Hyperaktivitätsstörung nach DSM-IV nach Untersuchung durch zwei unabhängige, bezüglich dieses Störungsbildes erfahrene, Untersucher (1 Kinderarzt, 1 Psychologe).
2. Intelligenzquotient größer 80.
3. Mindestens ein Wert unter 85 im später näher beschriebenen 4 Subskalen umfassenden Langzeitkonzentrationstest T.O.V.A..

Ein exemplarischer Fall

A., ein 9-jähriger Junge wird von seiner Mutter im SPZ vorgestellt. Sie berichtet von ihrer Hilflosigkeit im Umgang mit A. und ist, während sie Einzelheiten schildert schnell den Tränen nahe. A. sei so unbeherrscht, wie aus heiterem Himmel bekomme er Wutanfälle, die in keiner Relation zum Anlaß stehen. Auffallend sei, daß es ihm fünf Minuten später schon wieder leid täte und er

den Frieden mit der Mutter suche. Überhaupt könne er ein sehr liebes Kind sein. Seine Unordnung und das ständig herrschende Chaos und Unaufgeräumtheit in seinem Zimmer seien noch die kleinsten Probleme. Viel problematischer sei, daß er keine Minute still sitzen könne und pausenlos rede. Auch große Versprechen als Anreiz nutzen nicht: dies habe sie begriffen, als sie ihm eine FC Bayern München-Bettgarnitur versprochen habe, wenn er 10 Minuten ruhig und ohne ein Wort zu sagen am Mittagstisch sitzen würde. Die Mutter erläutert zum Verständnis, daß es ihr wichtig gewesen sei, weil ihr Mann Geschäftskollegen eingeladen hatte und ihr ein gutes Benehmen ihrer Kinder wichtig war. Die Belohnung wurde vor dem Hintergrund gewählt, daß A. ein fanatischer FC Bayern-Fan ist, selbst Fußball spielt und sich seit gut einem Jahr penetrant und nachhaltig diese Bettwäsche wünscht. Er hat das Ziel klar verfehlt, nach 3 Minuten hatte ihn seine Impulsivität überkommen, die ganze Aktion endete in Tränen für Mutter und Sohn. Die Mutter legt einen 3-seitigen detaillierten Bericht der Schule vor, wo große Schulprobleme aufgeführt sind: die Klassenlehrerin hält A. für intelligent und sei verblüfft über Einzelleistungen, meistens werde er aber bei Klassenarbeiten nur zur Hälfte fertig, seine Schrift sei dabei noch unleserlich und er mache unzählige Leichtsinnsfehler. Das Verbot während der Stunde nicht aufzustehen, könne er nicht einhalten, obwohl man sein Bemühen spüre. A. habe keine Freunde, obwohl er immer wieder versuche mit seinen Klassenkameraden in Kontakt zu kommen. Wenn er im Spiel Kontakt aufnehme, platze er in eine bestehende Gruppe hinein und mache Dinge kaputt und verbaue sich so jede Möglichkeit von positiven Beziehungen. Im Sportunterricht könne er nicht warten, bis er an der Reihe sei und gerade dann, wenn es etwas unruhiger zugehe, schlage er auch leicht zu. Sie als Klassenlehrerin wisse sich nicht mehr zu helfen und wenn sich nicht bald etwas ändere, könne A. nicht länger in ihrer Klasse beschult werden (sie schlägt gleichzeitig die Umschulung in einen Sonderschulbereich vor). A.'s Mutter betont, sie mache der Klassenlehrerin keine Vorwürfe, denn deren Einschätzung sei durchaus realistisch. Sie kenne das von den Hausaufgaben: bis A. endlich anfange, sei es täglich ein Kampf, für fünf für ihn leichte Rechenaufgaben könne er durchaus 2 Stunden benötigen. Er stehe dann zimal auf, habe Hunger, müsse zur Toilette und einmal habe sie ihn beobachtet, wie er während eines Blickes durchs Fenster in den Garten in einer Baumkrone ein Vogelnest entdeckte, das ihn natürlich von den Hausaufgaben weit entfernt hielt. Dies sei aber ungewöhnlich, normalerweise brauche er kein Vogelnest zur Ablenkung, A. genüge eine Fliege an der Wand, die er dann versuche zu fangen und dabei vergesse er gänzlich seine Hausaufgaben. Die Mutter berichtet danach von 3 Knochenbrüchen, weil A. mit dem Fahrrad und auf dem Spielplatz unvorsichtig gewesen sei, zweimal mußte er am Kopf genäht werden und blaue Flecken gingen in die Hunderte. Auf Nachfrage erklärt die Mutter A.'s Unzuverlässigkeit: er komme zu spät in die Schule, weil er auf dem Weg trödele, ständig brauche er neue Schulmaterialien, wie Radiergummi und Stifte oder vergesse seinen Anorak in der Schule. Wenn sie ihn zum Bäcker schicke, um 3 Kleinigkeiten zu holen, bringe er falls es gut ginge 2 der Sachen nachhause. Normalerweise komme er aber dann 2 Stunden später total verdreckt zurück, erinnere sich erst auf Nachfrage der Mutter, daß er eigentlich zum Bäcker sollte. Sein Geld weiß er nicht mehr, wo er es verloren hat, weint daraufhin und bietet 5 Minuten später an, jetzt die Dinge zu holen. A.'s Mutter schließt mit der Bemerkung, sie und ihr Kind brauchen Hilfe, weil sie die liebevolle Beziehung zu ihrem Kind in Gefahr sehe. Sie habe immer geglaubt, sie sei

eine gute Mutter und die Erziehung ihre Stärke, aber A. bringe sie an die Grenze ihrer Belastbarkeit und was noch schlimmer sei, A. fühle sich zeitweise ungeliebt und verbalisiere dies auch, weil der ständige Clinch in der Regel immer mit ihm zu tun habe. Die biographische Anamnese ergibt Schwangerschaftskomplikationen, durch die A.'s Mutter 3 Monate liegen mußte. A. wird dann 6 Wochen zu früh geboren und hat anfänglich viel geschrien und wenig geschlafen. Motorisch hat er die Entwicklungseckpfeiler sehr früh erreicht, sprachlich ist er höchstens leicht verzögert. Die Unruhe wurde von den Eltern bemerkt, als A. laufen gelernt hatte. Er war ständig überall, hatte alles, aber nur kurz in den Fingern. Was die Mutter an Einzelheiten beschreibt, erinnert den Untersucher an das im amerikanischen Sprachraum mit "sensation seeking behavior" umschriebene Verhalten. Im Kindergarten habe er sich nie eingelebt, er sei motorisch ungeschickt gewesen, wollte nie malen und sei immer außerhalb gestanden, weil andere nicht wollten, daß er mitspielt. Wenn er dann mal auf Anregung einer Erzieherin mitspielen durfte, endete das Spiel im Chaos, es wurde dabei unerträglich laut und zum Schluß gab es für alle Beteiligten ein Ende in Tränen. Seit der Einschulung bestehen die oben beschriebenen Probleme und A. sei noch nie gern in die Schule gegangen. Daraufhin wird A. im SPZ medizinisch und psychologisch untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse sind im folgenden stichwortartig dargestellt:

- * Intelligenz: Intelligenzquotient 121 nach Hawik-R.
- * EEG: unrythmisch, kein verwertbarer pathologischer Befund.
- * Klare qualitative Defizite in der Grob- und Feinmotorik.
- * Conners Verhaltensskala (Kurzform) ergibt Punktwerte zwischen 22 (Mutter) und 25 (Lehrerin), was einer ausgeprägten Unruhe und Aufmerksamkeitsdefiziten entspricht.
- * d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test ergibt gutes Arbeitstempo (Prozentrang 62) aber extrem geringe Arbeitsgenauigkeit (Prozentrang 2), dazu ausgeprägte Konzentrationsschwankungen.
- * Test of variables of attention: viele Auslassungsfehler (Standardwert 63), extreme Impulsivität (SW 48), Reaktionszeiten im Normbereich (SW 94) und massive Aufmerksamkeitsvariabilität (SW 55).
- * Die projektive- und Familien-System-Diagnostik, sowie die videogestützte Eltern-Kind-Interaktionsdiagnostik ergibt keine wesentlichen pathologisch verwertbare Befunde und keine primäre Erziehungsproblematik.

Bei A. wird daraufhin die Diagnose "Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung" gestellt und er wird in das Neurofeedback-Training aufgenommen. Nach 10 Wochen Therapie zeigen sich ausgeprägte Verbesserungen im T.O.V.A. (SW 81-70-90-90), im d2 (Arbeitstempo PR 53, Arbeitsgenauigkeit PR 34), in der Handlungsintelligenz und niedrigere Werte in den Conners Skalen (Punktwerte 16 und 17). Wegen nicht ausreichender Besserung wird er nachträglich auf Ritalin eingestellt, ergotherapeutisch einmal pro Woche versorgt und die Eltern in ein Elterntaining über 8 Doppelstunden aufgenommen. Eine Kontrolluntersuchung

nach einem Jahr ergibt eine intrafamiliäre Normalisierung, A. erhielt am Ende der 4. Klasse eine Gymnasialempfehlung und gehört zu den besten in seiner Klasse. Sozial hat sich vieles verbessert, aber wegen einer weiter bestehenden Problematik wird A. in eine Trainingsgruppe für sozial unsichere Kinder aufgenommen. A. verträgt das Ritalin gut, hat allerdings Einschlafschwierigkeiten durch die Gabe einer zu hohen Dosierung am Nachmittag. Die Dosis wird reduziert, wodurch sich die Einschlafstörungen ausschleichen.

Es sei an dieser Stelle betont, daß diese Fallbeschreibung bezüglich Problematik stellvertretend für viele andere ADHD-Kinder stehen kann, der sehr positive therapeutische Verlauf ist deutlich weniger häufig zu verzeichnen.

4.3 Versuchsplan

Die Studie gliedert sich in drei Phasen: in Phase 1 erfolgte für alle Teilnehmer eine Voruntersuchung bestehend aus einer umfassenden Testbatterie, die in 4.6 näher erläutert wird. Phase 2 ist die Behandlungsphase, bei der in der Experimentalgruppe dreimal wöchentlich 45-minütige Biofeedback-Sitzungen über einen Zeitraum von zehn bis zwölf Wochen durchgeführt wurden. Nach 30 Trainingssitzungen wurde die Therapie abgebrochen und eine Nachuntersuchung (Phase 3), bestehend aus derselben Testbatterie, durchgeführt. Die Kontrollgruppe wurde in der Behandlungsphase auf Ritalin, entsprechend den üblichen Standards in der Pädiatrie, eingestellt. Beginnend mit einer sehr niedrigen Dosierung von im Regelfall 10mg wurde die Dosierung schrittweise erhöht, bis eine Besserung auf Verhaltensebene unter Minimalisierung der Nebenwirkungen erreicht wurde. Dies geschah in der Regel unter Einbeziehung der Schule. Die Maximaldosierung von 1mg/kg Körpergewicht wurde in keinem Fall überschritten. In Phase 3 erfolgte dann eine Nachuntersuchung unter Anwendung genau derselben Testbatterie der Phase 1.

4.4 Therapiematerialien

Alle EEG-Biofeedback-Patienten nahmen an einem zehn- bis zwölfwöchigen Neurofeedback-Programm 1996 oder 1997 teil. Dabei wurde ein intensives Neurofeedback-Training dreimal wöchentlich durchgeführt. Sitzungen fanden montags bis freitags zwischen 13 Uhr und 19 Uhr statt. Das Programm wurde über 30 Sitzungen a 45 Minuten nach festgelegten Trainingsprotokollen durchgeführt. Bei den Sitzungen kamen eine Anlage und Software der Firma Neurocybernetics, eine Tochterfirma von EEG Spectrum, Encino (Kalifornien) zur Anwendung. Die Anlage schafft unter anderem die Möglichkeit, entsprechend der Theorie von Lubar, die Verkleinerung der Thetaamplitude und/oder Vergrößerung der SMR-/ Betaamplitude zu erlernen. Alle Patienten der Experimentalgruppe wurden vom Autor dieser Arbeit selbst behandelt. Der Autor verfügt über Erfahrung mit Biofeedback-Verfahren bei Kindern und im speziellen über Neurofeedback-Erfahrung nach einer Ausbildung in Neurofeedback und

Praktikumszeit in den USA.

Das Neurocybernetics EEG Biofeedback System ermittelt und verarbeitet Gehirnwellen durch Ableitung und Registrierung der schwachen elektrischen Spannungsschwankungen des Gehirns (1-200 Millionstel Volt) an der Schädeloberfläche. Elektroden werden dabei mit einer gut leitenden Paste am Kopf bzw. am Ohr befestigt. Zwei Elektroden (eine am Kopf, eine am gleichseitigen Ohr) werden mit dem Eingang eines Verstärkerkanals verbunden, der die Spannungsdifferenz zwischen den beiden elektrisch aktiven Orten (Kopf/Ohr) unter den beiden Elektroden mißt. Da in dieser Studie immer eine der Elektroden über einem relativ inaktiven Organ lag, soll die Beschreibung der EEG- Ableitungsmöglichkeiten auf die sogenannte unipolare Ableitung an dieser Stelle beschränkt bleiben. Nach zehntausendfacher Verstärkung werden die Signale an einen Computer übertragen, gespeichert, gefiltert und auf dem Bildschirm dargestellt. In dieser Studie wurde die Elektrode immer an C3 oder C4, nach dem internationalen 10-20-System (Jasper, 1958), plaziert, in Abhängigkeit der Diagnose und der T.O.V.A.-Ergebnisse. Die Gehirnwellen werden in unterschiedliche Frequenzbänder gefiltert und auf dem Bildschirm des Therapeuten zur Darstellung gebracht. Dieser Computer ist mit einem Patienten-PC verbunden und gewisse Aspekte einzelner Frequenzbänder werden auf den Patienten-PC übertragen und auf bestimmte Art dem Patienten angezeigt (siehe spätere Beschreibung). Auf dem Therapeutenbildschirm sind vier Frequenzbereiche des EEGs dargestellt. Zuerst das sogenannte Roh-EEG, wie es an der Kopfhaut aufgenommen wird, mit einem Frequenzspektrum von 0-30 Hertz. Dieses Signal wird in Einzelkomponenten aufgegliedert und bezüglich spezifischer, kleinerer Frequenzbereiche gefiltert. In dieser Studie kam ein SMR- (sensorimotor rhythm) Filter von 12-15 Hertz, ein Betafilter von 15-18 Hertz, ein Thetafilter (4-7 Hertz) und ein Highbetafilter (22-30 Hertz) zur Anwendung. Der Therapeut kann gleichzeitig das Roh-EEG, die Theta-Kurve, die SMR- oder Beta-Kurve und die Highbeta-Kurve sehen.

Auf dem Patienten-PC wurden drei unterschiedliche "Spiele" mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad angewandt. Alle Patienten begannen mit dem Spiel "Mazes", besser bekannt unter dem Namen Pacman. Dabei durchläuft eine kleine Figur bonbonessend ein Labyrinth. Die Geschwindigkeit und Farbe der kleinen Figur versorgt den Patienten mit therapeutisch relevanter Biofeedback-Information, letztlich wie gut vorgegebene Ziele erreicht werden. Die Amplitudengröße im Reward-Band (SMR oder Beta) bestimmt die Geschwindigkeit und Farbe der kleinen Figur: sie wird langsamer und dunkler, wenn die Amplitude im Reward-Band kleiner wird und schneller und heller, wenn die Amplitude sich vergrößert. Wenn die Amplitude das Vorgabeziel erreicht oder überschreitet ist die Figur am hellsten und schnellsten, jedes aufgefressene Bonbon ergibt einen Punkt, was für den Patienten sicht- und hörbar ist (visuelles und auditorisches Feedback). Wenn die Amplitude in den Inhibit-Bändern (Theta, Highbeta) die Zielvorgaben überschreitet, also nicht erreicht, hält die kleine Figur an und wird schwarz. Wenn die Figur das Ende des Labyrinths erreicht, folgt eine kurze Pause für den Patienten und ein Säulendiagramm gibt eine Gesamtrückmeldung über das letzte und vorangegangene Labyrinth bezüglich erreichtem Punktwert und benötigter Zeit im Vergleich. Dann beginnt ein neues Labyrinth.

Pro Sitzung wurden zehn bis fünfzehn solcher Labyrinth über zwölf Sitzungen absolviert. Das zweite und bereits schwierigere, weil differenziertere Spiel über die nächsten 9 Sitzungen heißt "Highway". Dieses Spiel simuliert die Sicht aus einem Auto, das eine Straße hinunter weg von einer schneebedeckten Bergkette fährt. Ein in der Breite schwankender Balken an der Unterseite des Bildschirms repräsentiert die Amplitude des Reward-Bandes und zeigt durch eine mehr- oder weniger ausgemalte Straße über die letzten 12 Sekunden an, ob die Zielvorgabe erreicht wurde oder nicht. Farbige Quadrate an der rechten und linken Unterseite des Bildschirms repräsentieren die Amplituden des Theta- und des Highbeta-Bandes. Um weiteres Interesse und Motivation beim Kind zu wecken, entsteht durch häufiges punkten, also Erreichen der Zielvorgaben, ein Mittelstreifen auf der Straße, begleitet durch einen angezeigten Punktwert. Jeder Punkt ist auch hörbar und wird durch einen Stern am dargestellten Himmel unterstrichen. Nach fünfhundert und tausend Punkten durchquert als spezielle visuelle Belohnung ein großer Stern mit Schweif den Bildschirm. Hier dauert ein Durchlauf 3 Minuten, danach erscheint dasselbe Säulendiagramm, wie im "Mazes"-Spiel. Schwieriger ist dieses Spiel, weil alle therapeutisch relevanten Frequenzbänder getrennt rückgemeldet werden und somit eine differenziertere Wahrnehmung erforderlich ist. Das schwierigste in dieser Studie verwandte Spiel heißt "Jumpbox". Hierbei wurden dieselben farbigen Quadrate an der linken und rechten Unterseite des Bildschirms verwandt. Anstelle der Straße und des amplitudenabhängigen schwankenden Balkens, steht hierbei ein drittes in Farbe und Größe sich abhebendes Quadrat, das das Reward-Band repräsentiert. Alle 3 Quadrate haben unterschiedliche Farben und das Kind wird gebeten, die zwei "Inhibit-Quadrate" kleiner und das "Reward-Quadrat" größer zu machen. Zusätzlich gibt es an der Unterseite des Bildschirms kleine Poker-Chips, die beim Punkten jeweils springen und sich entlang einer Ebene bis zu einem maximalen Endpunkt fortbewegen und dann färben. Dies führt zur Bildung von einzelnen Säulen entlang eines Kontinuums. Die Säulen stellen für den Patienten eine neue Herausforderung dar und sind mit dem längerfristigen Erreichen gewünschter EEG-Amplitudenmuster assoziiert. Die Neurocybernetics-Anlage ermöglicht die individuelle Festlegung von Zielvorgaben für jeden Patienten, was nach einer Baselineerhebung bezüglich Amplitudenmessung bei Theta- und Betaaktivität erfolgte. Auf dem Therapeuten-PC wird eine "Prozentzahl über der Zielvorgabe" ständig angegeben. In dieser Studie wurde darauf geachtet, daß im Theta-Band (Inhibit-Band) hierbei ein Prozentwert zwischen 20 und 30 bezüglich Zielerreichung vorlag. Für Beta oder SMR (Reward-Band) ist eine gute Lernkurve bei einem Prozentwert von 60 zu erreichen, worauf infolgedessen geachtet wurde. Wenn der Patient mehr als 70% (Reward-Band) oder weniger als 15% über längere Zeit (2 Durchgänge) erreichte, wurden die Zielvorgaben angepaßt und schwerer eingestellt.

4.5 Verlauf der Trainingssitzungen

Trainingssitzungen wurden unterteilt in eine 2-minütige Baseline-Phase, gefolgt von einer 30 minütigen Feedback-Trainingsphase, jeder Durchgang jeweils unterbrochen durch zehnstündige Pausen. Mit einigen Patienten war eine fünfminütige Toiletten- oder

Erholungspause notwendig (vorallem mit Hyperaktiven).

4.6 Testbatterie der Vor- und Nachuntersuchung

Vor und nach der umfangreichen Biofeedbackbehandlung bzw. Einstellung auf Ritalin erfolgte in der Experimental- und der Kontrollgruppe exakt die gleiche Testbatterie, um Veränderungen durch die Behandlung möglichst exakt abzubilden und beide Gruppen in ihrem Verlauf vergleichen zu können. Die Testbatterie enthielt folgende Einzeltests:

4.6.1 Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder Revision 1983 (HAWIK-R) Zur Messung der Grundintelligenz kam der neben der Kauffman Assessment Battery for Children (K-ABC) wohl gängigste Intelligenztest für Kinder in der Sozialpädiatrie zur Anwendung. Wie allen Intelligenztests, liegt auch diesem eine spezifische Definition der Intelligenz zugrunde. Nach Wechsler ist Intelligenz die allgemeine Fähigkeit des Individuums, die Welt, in der es lebt, zu verstehen und sich in ihr zurecht zu finden. Hierbei wird Intelligenz als allgemeine und übergeordnete Einheit gesehen, die vielfältige Erscheinungsformen annehmen kann und durch zahlreiche Einflüsse in ihrer Entwicklung bestimmt wird. Wechsler geht es nicht um die Isolierung einzelner Fähigkeiten und einer Bedeutungszuordnung derselben, sondern um die Grundfähigkeit Intelligenz und wie sie sich unter bestimmten Bedingungen und verschiedenen Umständen manifestiert. Diese Ansicht eignet sich für die vorliegende Arbeit insofern, daß die Intelligenztestung ein Maß an grundlegender intellektueller Fähigkeit liefern sollte, in Relation zur Teilleistung der Aufmerksamkeit und individuellen Verhaltensbeobachtungen. Der HAWIK-R besteht aus 11 Untertests, die Auswertung erfolgt als Gesamttest, einem Verbalteil und einem Handlungsteil. Dies gilt auch für die vorliegende Studie. Der Verbalteil enthält folgende 6 Subtests: Allgemeines Wissen, Allgemeines Verständnis, Rechnerisches Denken, Gemeinsamkeitenfinden, Wortschatz-Test und Zahlennachsprechen. Der Handlungsteil enthält folgende 5 Subtests: Zahlen-Symbol-Test, Bilderergänzen, Bilderordnen, Mosaik-Test und Figurenlegen.

Der HAWIK-R ist ein Einzeltest und dauert je nach Leistungsvermögen und Alter bis zu 2 Stunden. Zur Objektivität ist zu sagen, daß wie in allen Einzeltests, die Objektivität des Verfahrens insbesondere vom Untersucher und Auswerter abhängt. Die Standardisierung der Testsituation wurde eingehalten, Vor- und Nachuntersuchung wurden vom gleichen Untersucher durchgeführt. Die Zuverlässigkeit des HAWIK-R kann als zufriedenstellend bezeichnet werden (Tewes, 1983). Die über alle Altersgruppen gemittelte Konsistenz der Skalen liegt zwischen .72 und .89. Der Standardmeßfehler gibt an, mit welcher Genauigkeit man Aussagen über die "wahre" Merkmalsausprägung eines Kindes aufgrund des Testergebnisses in einer bestimmten Skala machen kann. Nach Tewes (1983) liegen die Werte, je nach Untertest und Altersgruppe, im zufriedenstellenden Bereich. Zur Stabilität der Skalen liegen für die deutsche Form für die vorliegende Untersuchung keine relevanten Daten vor.

Diese Untersuchung beinhaltet 2 Untersuchungen mit dem HAWIK-R innerhalb längstens 5 Monaten. Für Testwiederholungen nach sieben bis neun Monaten wurde ermittelt, daß Kinder Erfahrungen aus der Erstuntersuchung zum Teil wieder verlernt haben und sich nach derart langen Zeiträumen noch recht hohe Übereinstimmungen erzielen lassen (vgl. Tewes, 1983). Diese Arbeit nimmt bewußt Lerneffekte in Kauf, da es primär auch auf die Untersuchung der Hypothese ankam, ob mit Biofeedback ähnlich gute Behandlungseffekte wie mit Ritalin erzielbar sind. Die guten Ritalineffekte sind bereits nachgewiesen und an anderer Stelle dieser Arbeit angeführt. Das heißt die Auswertung bleibt nicht auf einen prä-post Vergleich beschränkt, sondern geht darüberhinaus auf Gruppenunterschiede ein.

4.6.2 Test of Variables of Attention - Visual Form (T.O.V.A.; Greenberg, 1996) Der T.O.V.A. ist ein visueller Continuous Performance Test (CPT) zur Messung der Aufmerksamkeit über 22,5 Minuten, bei dem zwei leicht zu unterscheidende visuelle Stimuli, die für jeweils 100ms auf einem Computerbildschirm präsentiert werden, sich alle zwei Sekunden ändern. Dabei wird der Proband angewiesen, aufmerksam den Bildschirm zu betrachten und eine Daumentaste zu drücken, immer wenn ein farbiges Viereck oben ein schwarzes quadratisches Loch hat. Erscheint dieses Loch unten im farbigen Viereck soll nicht gedrückt werden. Standardwerte erhält man bezüglich Auslassungsfehler (Omissionsfehler), Fehlern, bei denen auf Non-Target-Reize reagiert wurde (Comissionsfehler), durchschnittlicher Reaktionszeit bei korrekten Reaktionen und Variabilität (Konzentrationsschwankungen). Diese Variablen unterscheiden sich deutlich vor einer Behandlung und nach Methylphenidat-Medikation (Greenberg, 1987, 1996). Ein großer Vorteil sind nicht vorhandene Übungseffekte, es wurde sogar eine Tendenz zu schlechterem Abschneiden aufgrund auftretender Langeweile bei Retests festgestellt (Greenberg, 1987).

4.6.3 d 2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Brickenkamp, 1994) Der Test d 2 ist eine Weiterentwicklung der sogenannten Durchstreichtests und dient der direkten und exakten Leistungsmessung der Aufmerksamkeit. Der Test enthält mehrere voneinander unabhängige, quantitative Leistungswerte. Er informiert über die Menge (Menge der bearbeiteten Zeichen), die Fehlerhaftigkeit (Wieviele Fehler und Fehler welcher Art) und die Schwankung der Leistung (Differenz zwischen Maximal- und Minimalleistung). Nach Brickenkamp (1994) handelt es sich beim d 2 Test um ein streng objektives Diagnostikum, das im wesentlichen von der Intelligenz unabhängig ist. Dabei bearbeitet die zu untersuchende Person nach einer Übungszeile 14 Testzeilen mit 47 Testzeichen, die sich in wechselnder Folge wiederholen. Insgesamt gibt es 16 verschiedene Zeichen, die aus der systematischen Kombination von vier Elementen entstanden sind. Aus der gemischten Folge der Zeichen müssen vom Probanden drei bestimmte Zeichen möglichst schnell durchgestrichen werden. Nach jeweils 20 Sekunden ruft der Untersucher Stop! Nächste Zeile! und achtet darauf, daß der Proband mit der Bearbeitung tatsächlich in der nächsten Zeile fortfährt. Die Auswertung erfolgte für diese Studie in Prozenträngen und diese gelten als Maß für die Arbeitsgeschwindigkeit, -genauigkeit und Konzentrationschwankungen. Zu den Gütekriterien liegen umfangreiche Daten auch in aufbereiteter Form vor (vgl. Brickenkamp, 1994). An

dieser Stelle wird der Interessent auf die Handanweisung zum d 2 Test verwiesen. Zusammengefaßt können die Gütekriterien Objektivität, Zuverlässigkeit und Gültigkeit als mindestens zufriedenstellend betrachtet werden, die Ökonomie ist in sehr gutem Maße erfüllt.

4.6.4 IOWA-Conners Behavior Rating Scale (Atkins & Milich, 1987) Dieser 10 Items enthaltende, ins deutsche übersetzte Fragebogen ist einer der am meisten benutzten Forschungsinstrumente in der Hyperaktivitätsforschung. Der Fragebogen entsprang der Original Conners Rating Scale (Conners, 1969) mit 93 Items. Die daraus ausgewählten 10 Items stellten die am häufigsten in der Conners Skala angekreuzten Items dar. Häufig wird das Ergebnis der Kurzfassung auch als Hyperaktivitätsindex bezeichnet. Der Fragebogen erfaßt insbesondere unaufmerksames, hyperaktives Verhalten und solches mit Kontaktstörungen und soll primär Veränderungen dieser Verhaltensparameter nach Intervention erfassen und wurde in dieser Studie den beiden engsten Bezugspersonen, in der Regel die Eltern (falls nicht möglich zusätzlich der Großmutter etc.), sowie dem Klassenlehrer/in vor und nach der Intervention vorgelegt. Test-Retest- Reliabilitäten von .91 bis .98 über einwöchige Intervalle (Edelbrock & Reed, 1984) und von .89 über zweiwöchige Intervalle (Zentall & Barack, 1979) wurden ermittelt. Die Interrater-Übereinstimmung bei Lehrern und Eltern ist zufriedenstellend, in dem Maß wie dies für subjektive Verhaltensskalen zu erwarten ist (.49 nach Goyette et al., 1978). Validitätsüberprüfungen ergaben signifikante Eltern/Lehrer-Korrelationen zur Impulsivität, Labortest-Rating-Übereinstimmungen zur Impulskontrolle und Ablenkbarkeit (Brown & Wynne, 1982) und Übereinstimmungen mit anderen Rating-Skalen zur Erfassung von Hyperaktivität (Arnold et al., 1981). Eine Skalaüberprüfung ergab eine gute Sensitivität gegenüber Verhaltensänderungen nach Stimulanzenbehandlung (Sprague & Sleator, 1977).

5 Ergebnisse

Zusammenfassung

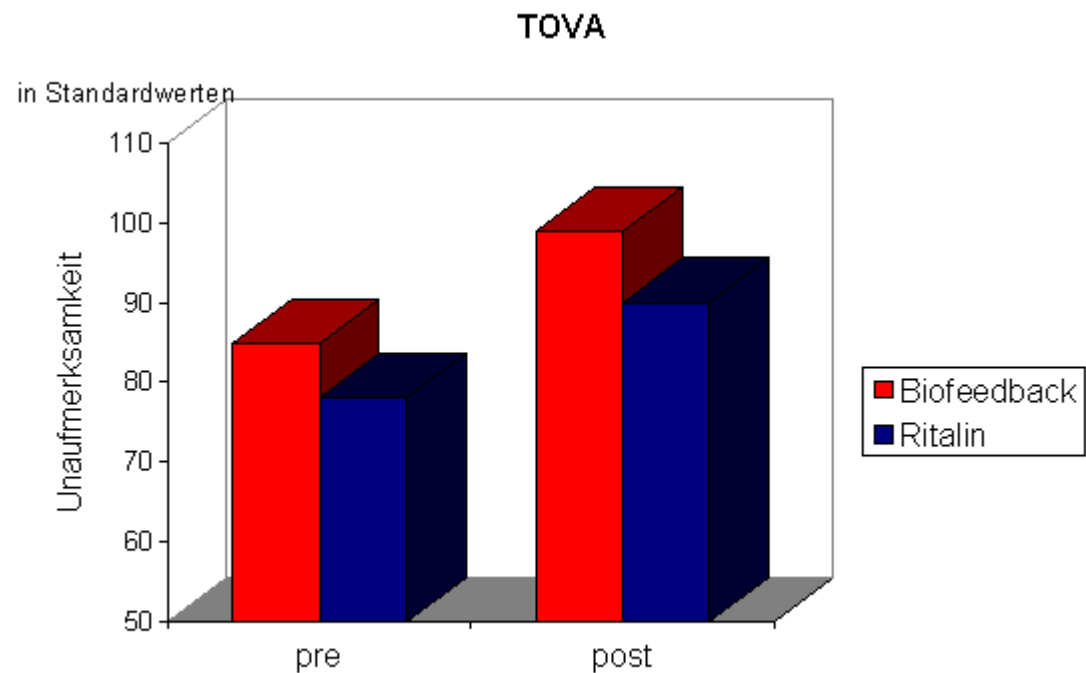
Die Ergebnisse werden aufgrund der besseren Übersichtlichkeit entsprechend den verwandten Tests dargestellt. Dabei wurde eine Einteilung der Therapieeffekte auf die Langzeitkonzentration, die Kurzzeitkonzentration, eine subjektive Verhaltensskala und die Intelligenz festgelegt. Eine Zusammenfassung gibt einen Überblick über gefundene Ergebnisse.

5.1 Auswirkungen auf die Langzeitkonzentration (T.O.V.A.)

Eine A2 (Biofeedback vs. Ritalin) x 2 (pre vs. post) multivariate Varianzanalyse (MANOVA) wurde durchgeführt. Wie bereits ausführlich unter Punkt Testbatterie ausgeführt, wurde die Langzeitkonzentration mit dem computergestützten Test of Variables

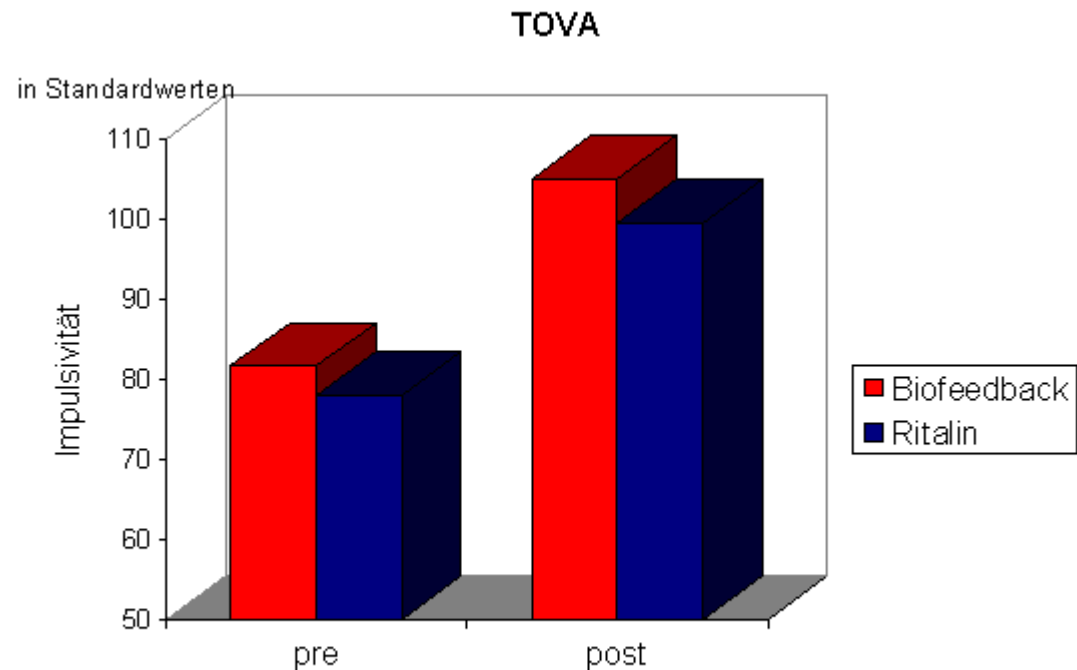
of Attention gemessen. Der T.O.V.A. beinhaltet vier Subskalen mit den Variablen Unaufmerksamkeit, Impulsivität, Reaktionszeit und Variabilität, beschrieben in Standardwerten. Nach dieser Auswertung ergaben sich für beide Gruppen verbesserte Werte und gute Ergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Für den Untertest "Unaufmerksamkeit" ergab sich ein Haupteffekt (Zeit) $F(1,31)=29,4$, $p=.000$ und die post-hoc Tests zeigten in beiden Gruppen eine gute Verbesserung: die Biofeedback-Kinder schafften einen Anstieg um durchschnittlich 14 Standardwerte, was hochsignifikant ist ($t(21)=4,96$, $p=.000$); ein vergleichbares Ergebnis schaffte die Ritalin-Gruppe mit einem Standardwertanstieg von 12 ($t(10)=3,15$, $p=.010$).

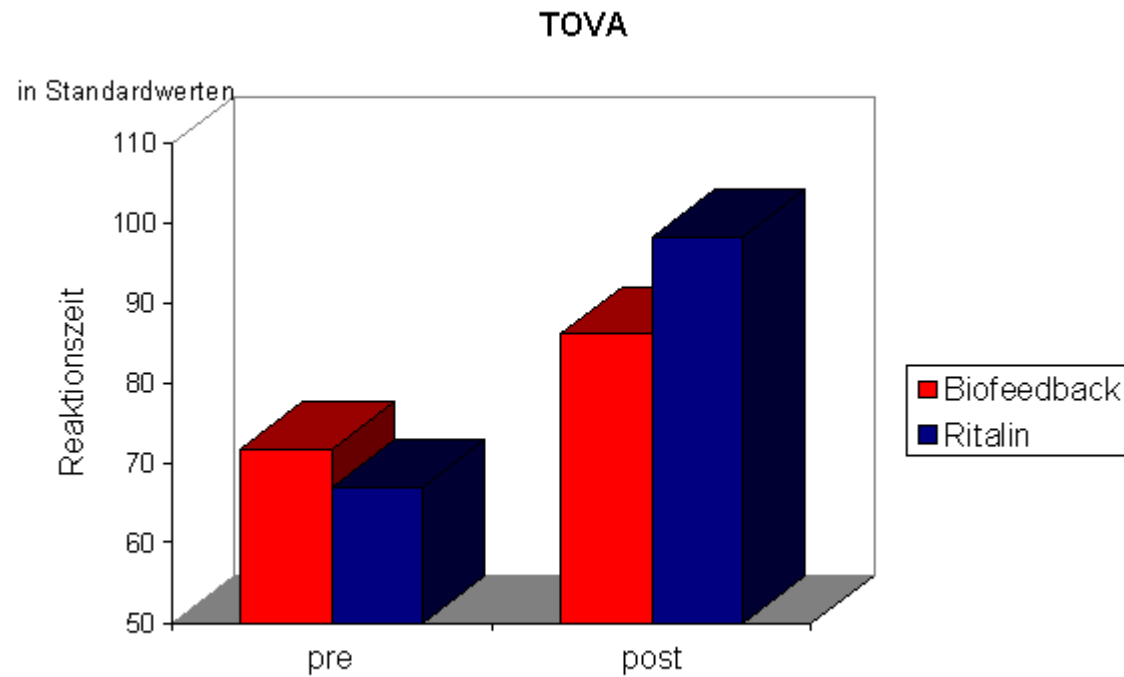


Auch für den Untertest "Impulsivität" ließ sich ein Haupteffekt (Zeit) $F(1,31)=28,1$, $p=.000$ nachweisen. Die Standardwertergebnisse verbesserten sich ebenfalls in beiden Gruppen: Für die Biofeedback-Gruppe ($t(21)=4,98$, $p=.000$) zeigten

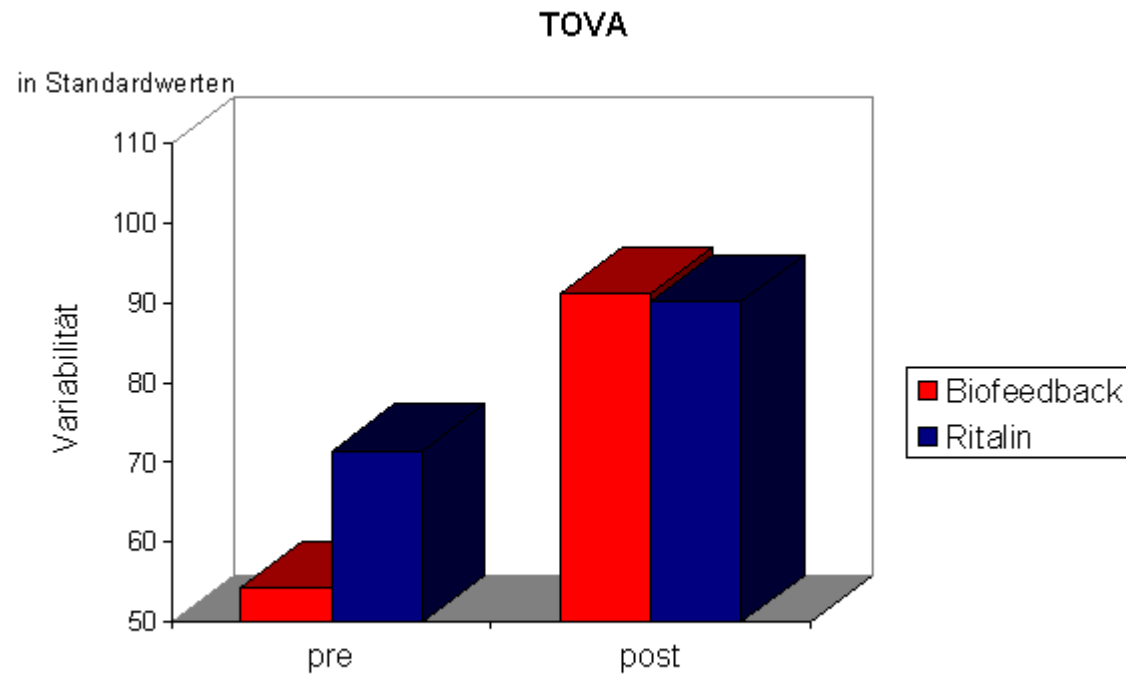
die Ergebnisse einen durchschnittlichen Anstieg um 22 Punkte, für die Ritalin-Kinder ($t(10)=2,93$, $p=.017$) um 21 Punkte.



Die Variable "Reaktionszeit" zeigte einen signifikanten Haupteffekt (Zeit) $F(1,31)=42,6$, $p=.000$ und einen Interaktionseffekt $F(1,31)=8,1$, $p=.008$. Die post-hoc Tests ermittelten für beide Gruppen einen signifikanten Anstieg (Biofeedback $t(21)=3,64$, $p=.002$; Ritalin $t(10)=4,70$, $p=.001$). In diesem Fall wurde die größere Verbesserung für die Ritalin-Kinder mit einem durchschnittlichen Anstieg um 32 Standardwerte gefunden, ein deutlich geringerer Anstieg war in der Biofeedback-Gruppe mit durchschnittlich 12,6 Standardwerten nachzuweisen.



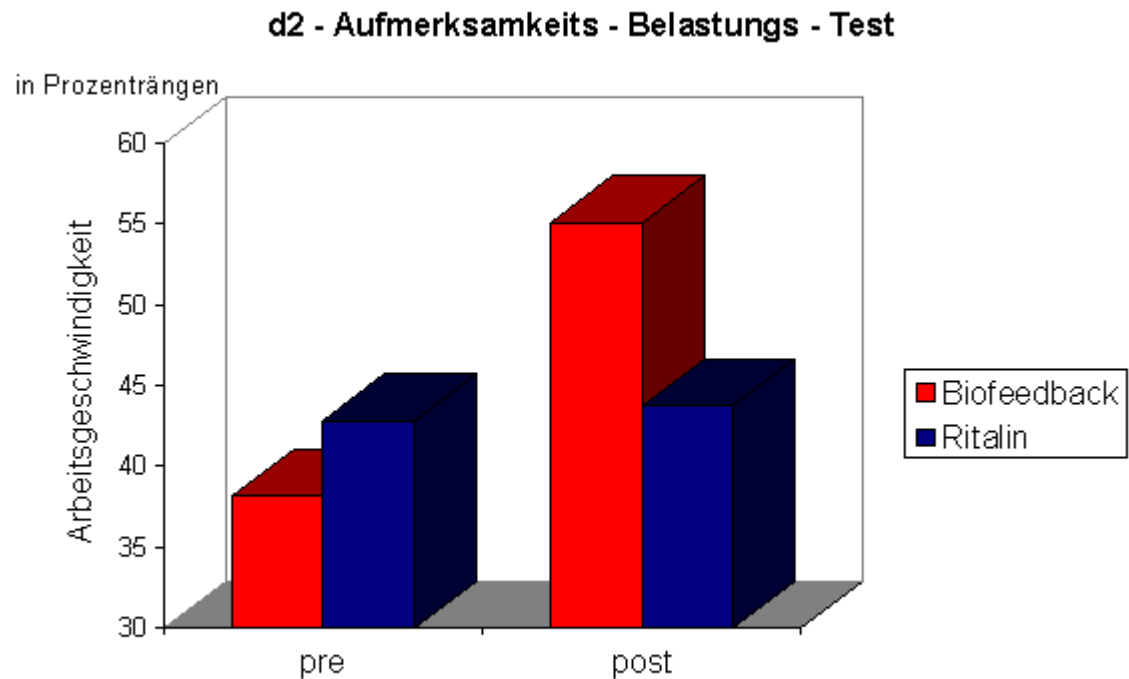
Für "Variabilität" als wichtigsten Subtest des T.O.V.A. ergaben sich sehr deutliche Verbesserungen, hier mit Vorteilen für die Biofeedback-Gruppe: $t(21)=6,75$, $p=.000$, bei einem Anstieg um durchschnittlich 37 Standardwerte. Ebenfalls eine gute Verbesserung bei der Ritalin-Gruppe ($t(10)=3,61$, $p=.005$) mit einer Verbesserung um 18 Punkte.



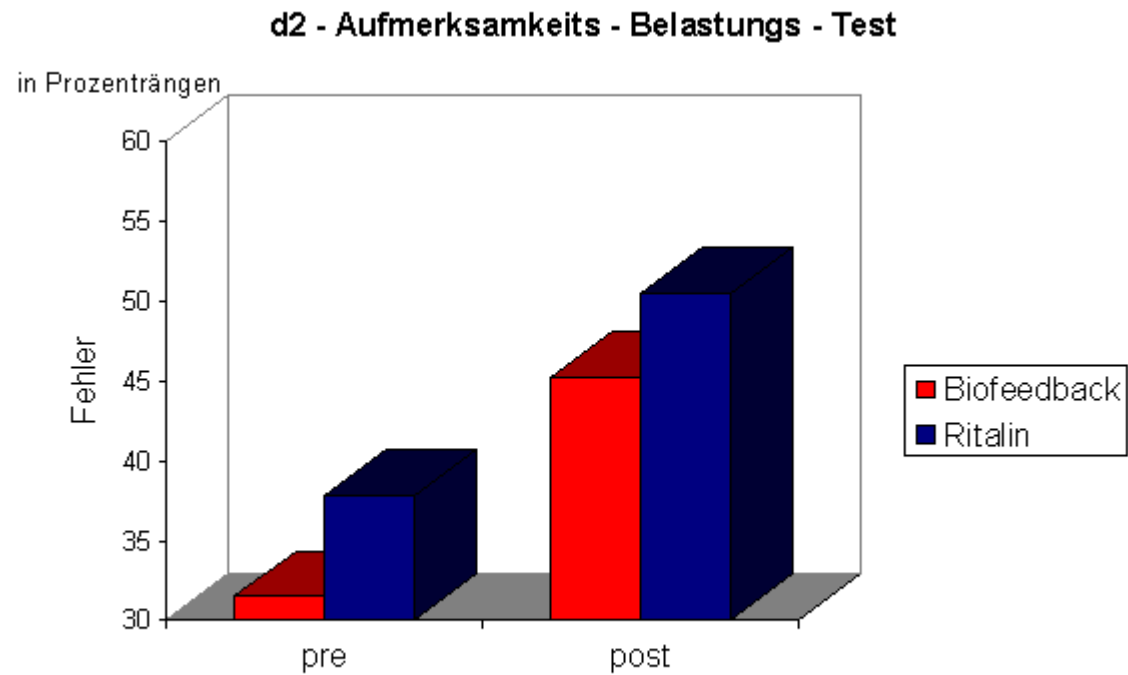
5.2 Auswirkungen auf die Kurzzeitkonzentration (d2)

Die Kurzzeitkonzentration wurde mit Hilfe des d2 Aufmerksamkeits-Belastungstest (Brickenkamp, 1994) gemessen. Auch dieser Test enthält vier Subskalen: 1. Gesamtzeichen (GZ) als Maß für die Arbeitsgeschwindigkeit, 2. Fehler (F) als Indikator bezüglich Arbeitsgenauigkeit, 3. Gesamtzeichen minus Fehler (GZ-F), um die ersten beiden Subtests in Relation zu bringen und 4. die Schwankungsbreite (SB) als Maß für Konzentrationsschwankungen. In der Biofeedback-Gruppe konnte dieser Test nur mit 19 der 22 Kinder durchgeführt werden, da der Test erst ab 9 Jahren geeignet und normiert ist. In keiner der vier Variablen des d2 Aufmerksamkeits-Belastungstest ergab die MANOVA einen signifikanten Interaktionseffekt. Allerdings ließen sich Haupteffekte (Zeit) für die Variablen "Fehler" ($F(1,28)=4,8$, $p=.037$), "Gesamtzeichen" ($F(1,28)=13,8$, $p=.001$) und "Gesamtzeichen minus Fehler" ($F(1,28)=15,7$, $p=.000$) nachweisen, kein Haupteffekt (Zeit) ergab sich für die Variable "Schwankungsbreite" ($F(1,28)=.4$, $p=.523$).

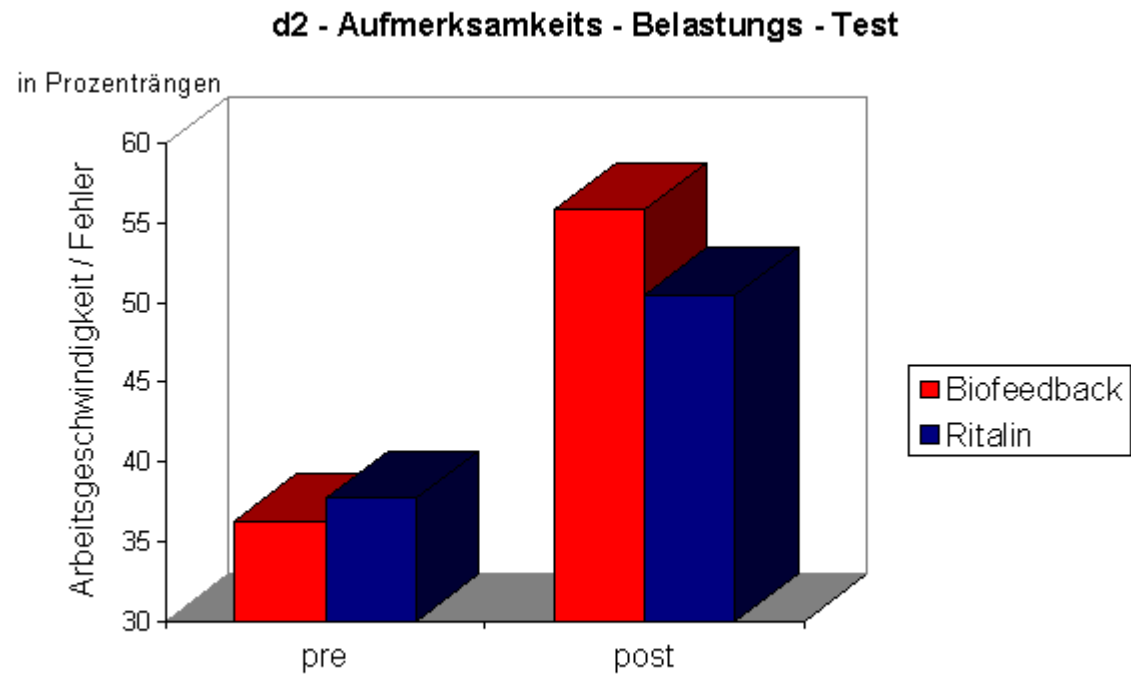
Die post-hoc Tests demonstrierten einen signifikanten Anstieg im Untertest "Gesamtzeichen" für die Biofeedback-Gruppe ($t(18) = 3,23, p = .005$; 17 Prozentränge) und für die Ritalin-Gruppe ($t(10) = 2,18, p = .054$; 16 Prozentränge).



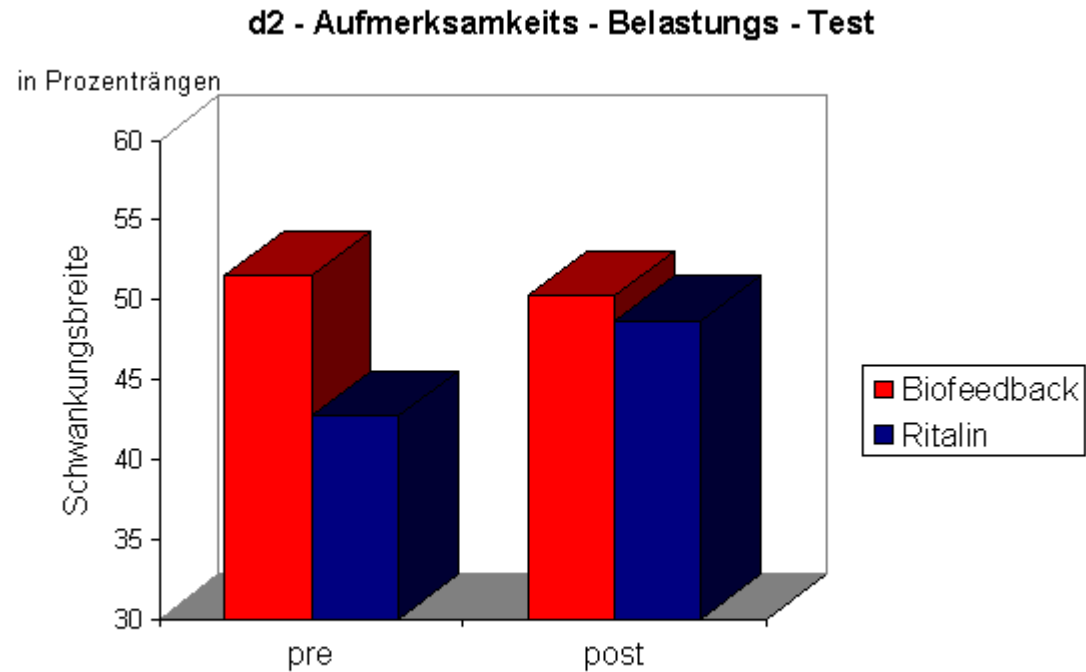
Beide Gruppen machten auch weniger Fehler, was für diese Variable verbesserte Werte nach sich zog: Biofeedback-Gruppe $t(18) = 1,94, p = .068$; Anstieg um 14 Prozentränge. Ritalin-Gruppe $t(10) = 1,28, p = .228$, Anstieg um 12 Prozentränge.



Wieder einen signifikanten Anstieg ergab die Auswertung der Variable "Gesamtzeichen minus Fehler" für beide Gruppen: Biofeedback $t(18)=3,62$, $p=.002$, Verbesserung um 19 Prozentränge; Ritalin $t(10)=2,44$, $p=.035$, Verbesserung um 13 Prozentränge.



Für die Variable "Schwankungsbreite" ergaben sich keine signifikant verbesserten Werte (Biofeedback $t(18)=.37$, $p=.718$; Ritalin $t(10)=.60$, $p=.562$).

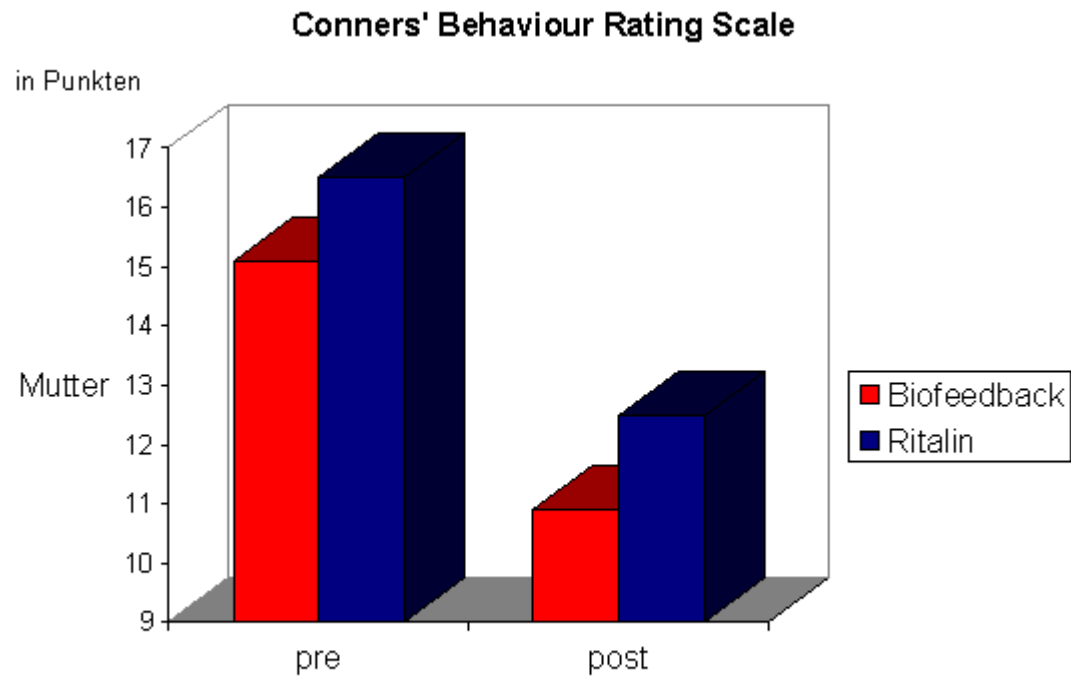


5.3 Auswirkungen auf Verhaltensskala

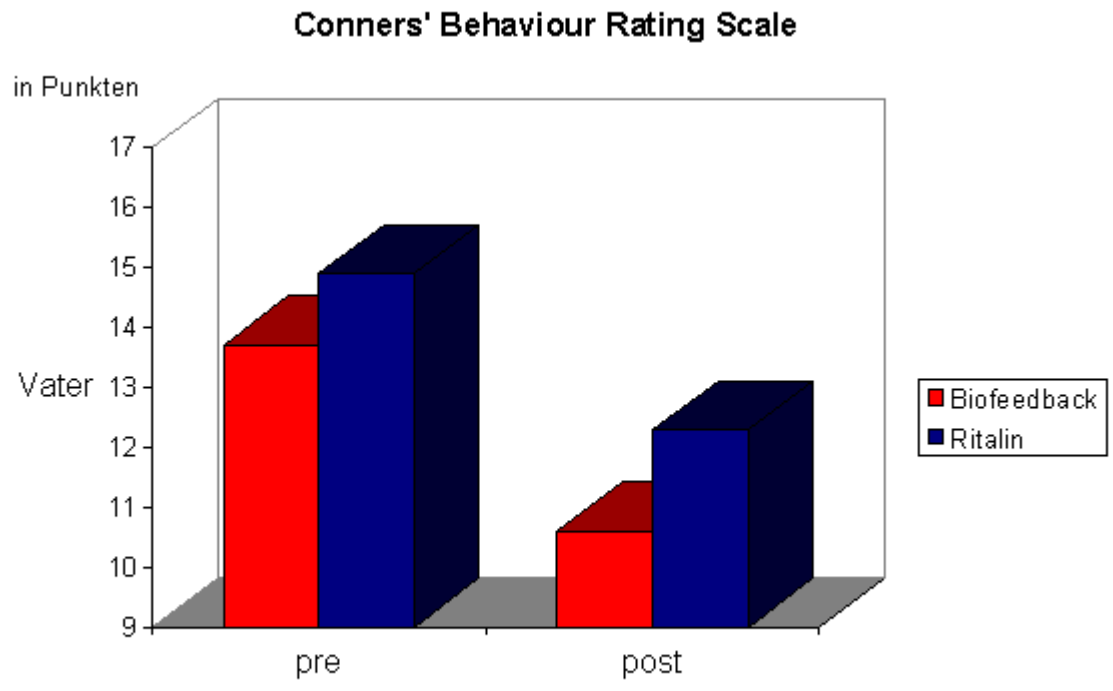
Um Verhaltensänderungen nachzuweisen, wurden die Mutter, der Vater sowie der/die Klassenlehrer/in gebeten, die speziell für Aufmerksamkeits-/ Hyperaktivitätsstörungen entwickelte IOWA Conners Behavior Rating Scale vor und nach der Behandlung auszufüllen. Dabei werden 10 Fragen zu Verhaltenscharakteristiken wie Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität gestellt und der/die Ausfüllende gebeten, das kindliche Verhalten auf einem Kontinuum von 0 (überhaupt nicht) bis 3 (sehr viel) zu beschreiben. Rohwerte von 0 bis 30 ergeben so einen Eindruck über das kindliche Verhalten. Die MANOVA bezüglich der Verhaltensskalen ergaben signifikante Haupteffekte (Zeit) für alle drei Rater, Mutter ($F(1,31)=22,2$, $p=.000$), Vater ($F(1,31)=20,2$, $p=.000$) und Lehrer/in ($F(1,31)=19,9$, $p=.000$). Dagegen konnten keine signifikanten Interaktionseffekte gefunden werden.

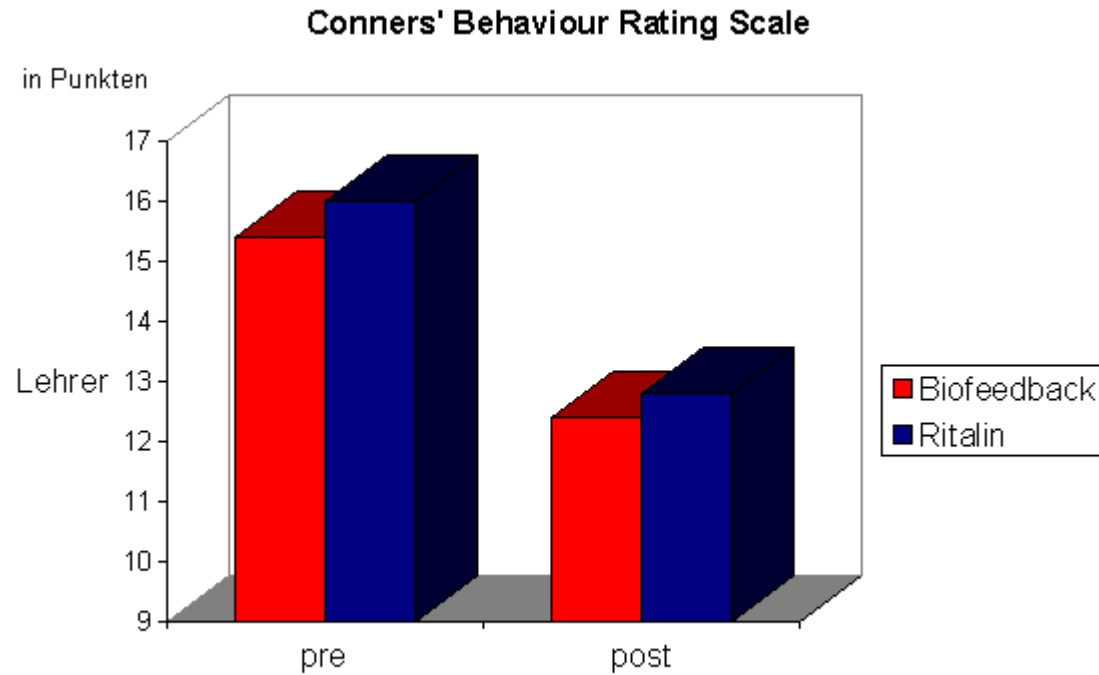
Die post-hoc Tests zeigten signifikante Änderungen im Sinne von Verbesserung im kindlichen Verhalten für beide Gruppen: die

Mütter der Biofeedback-Gruppe bescheinigten ihren Kindern ein ruhigeres und aufmerksames Verhalten ($t(21)=4,12, p=.000$), ähnlich die Mütter der Ritalin-Kinder ($t(21)=2,92, p=.015$).



Dasselbe gilt für die Väter: Biofeedback-Kinder ($t(21)=3,34, p=.003$), Ritalin-Kinder ($t(10)=3,78, p=.004$).



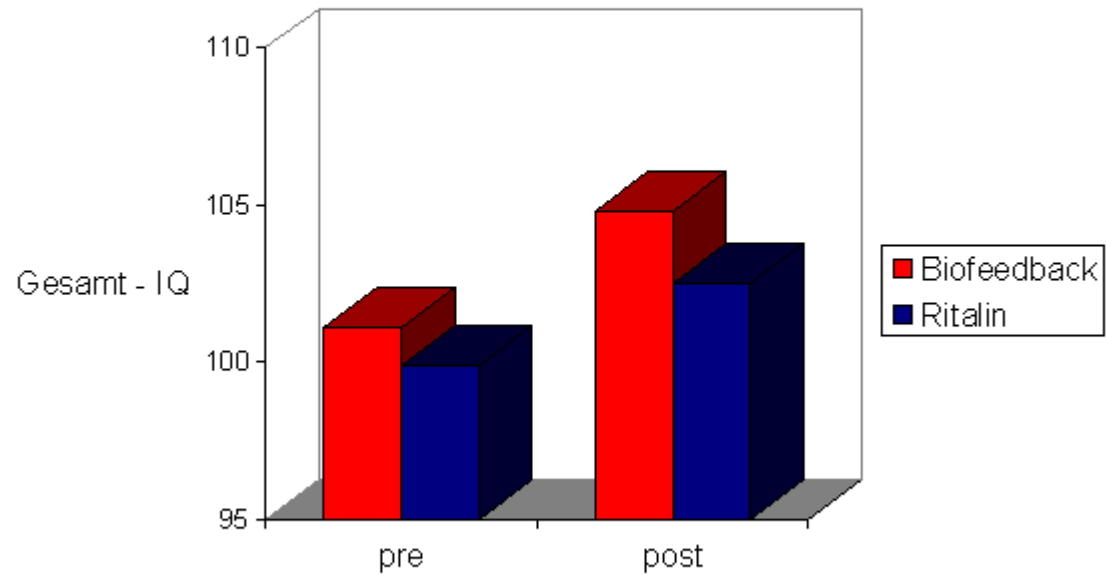


Ein ähnliches Bild bei den Lehrerbeurteilungen: auch sie schätzten die Biofeedback- ($t(21)=3,47$, $p=.002$) und Ritalin-Kinder ($t(10)=3,52$, $p=.005$) im Verhalten erheblich verbessert ein.

5.4 Auswirkungen auf Intelligenz

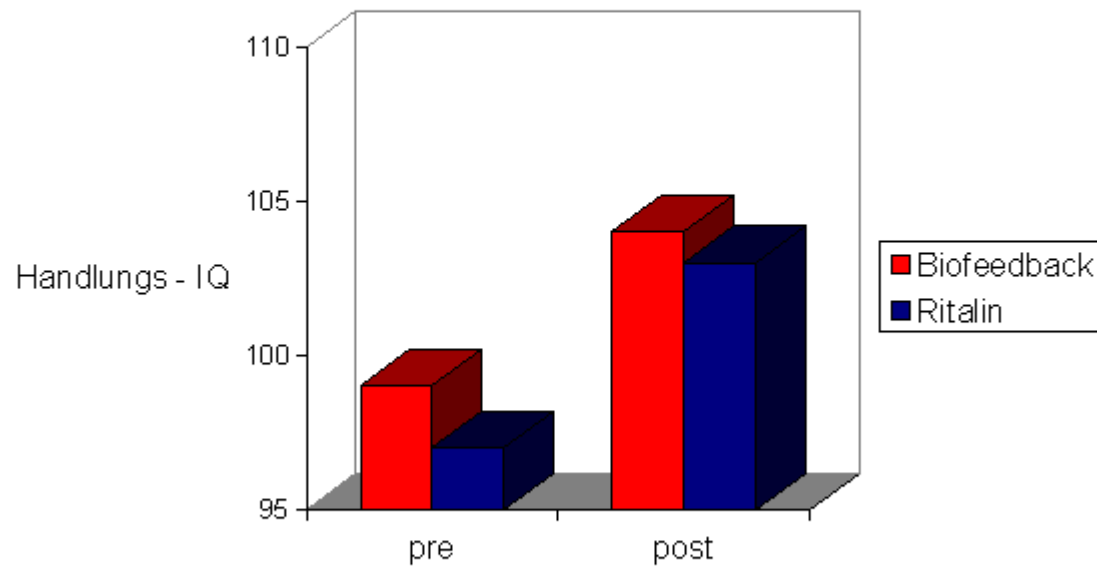
Mit allen an der Studie teilnehmenden Kinder erfolgte die Durchführung des Hamburg-Wechsler-Intelligenztests (Tewes, 1983) als Maß für die Verbalintelligenz, Handlungsintelligenz und Gesamtintelligenz, vor und nach der Behandlung. Die MANOVA ergab Haupteffekte (Zeit) für die Gesamtintelligenz ($F(1,31)=11,2$, $p=.002$) und Handlungsintelligenz ($F(1,31)=32,8$, $p=.000$). Kein Haupteffekt (Zeit) ergab sich für die Verbalintelligenz, und keinerlei Interaktionseffekte. Post-hoc Tests erwiesen für die Variable "Gesamtintelligenz" für beide Gruppen signifikante Steigerungen. Die Biofeedback-Gruppe schaffte einen durchschnittlichen Anstieg um 4 IQ Punkte ($t(21)=2,89$, $p=.009$), die Ritalin-Gruppe um 3 IQ Punkte ($t(10)=2,71$, $p=.022$).

HAWIK - R

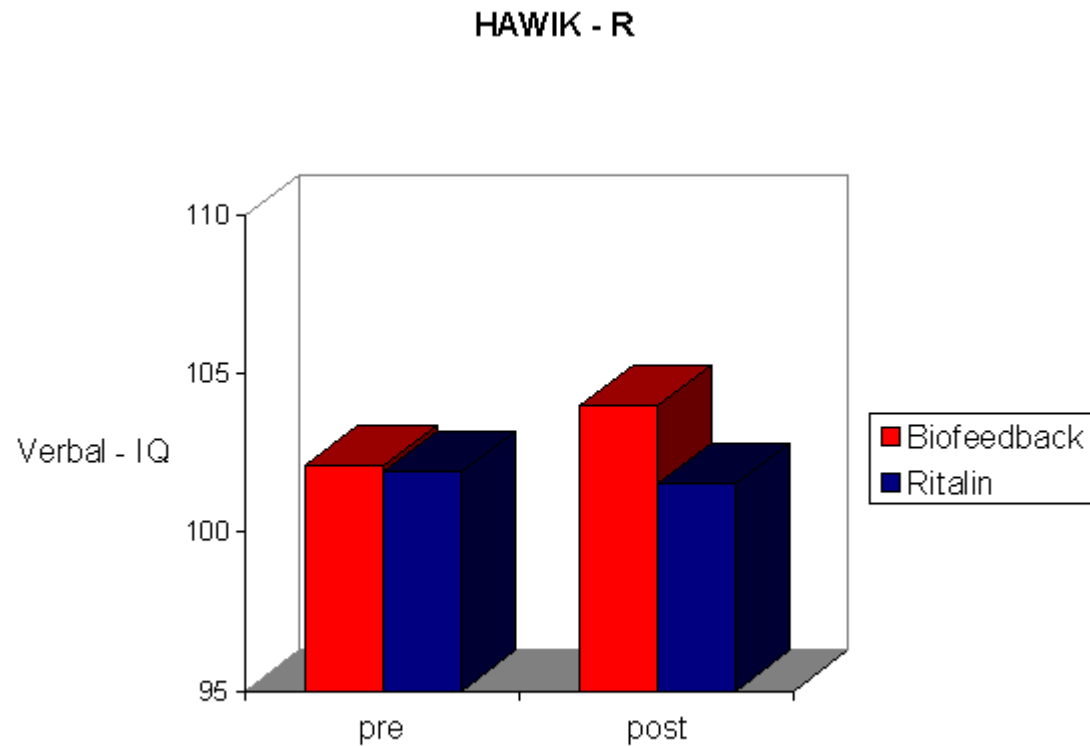


Größere Verbesserungen zeigten sich bei der Handlungsintelligenz: die Biofeedback-Kinder steigerten ihren durchschnittlichen IQ Wert um 5 Punkte ($t(21)=4,64$, $p=.000$), die Ritalin-Kinder um sogar 6 IQ Punkte ($t(10)=3,65$, $p=.004$).

HAWIK - R



Interessanterweise ergaben sich in der Verbalintelligenz für beide Gruppen keine signifikanten Steigerungen.



5.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Bezug auf die Langzeitkonzentration (TOVA) lassen sich für Experimental- und Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen bezüglich der Unaufmerksamkeit, Impulsivität, Reaktionszeit und Variabilität nachweisen. Bei der Kurzzeitkonzentration (d 2-Test) wurden auf drei der vier erhobenen Skalen signifikante Verbesserungen erzielt. Dies betrifft die Arbeitsgeschwindigkeit, die Anzahl der Fehler und das Verhältnis aus beiden. Bezüglich der Konzentrationsschwankungen, der sogenannten Schwankungsbreite, konnten für die Biofeedbackgruppe keine Verbesserungen, für die Ritalingruppe eine zufriedenstellende Verbesserung erreicht werden.

Die Auswertungen bezüglich der Entwicklung der Intelligenz vor und nach der Behandlung ergaben für den Gesamtscore und für den Wert, der die Handlungsintelligenz beschreibt, für Experimental- und Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen. Hinsichtlich der Verbalintelligenz konnte sich die Ritalingruppe nicht verbessern, die Biofeedbackgruppe nur leicht.

Verhaltensänderungen liessen sich mit der Conners Rating-Skala sehr konsistent über alle drei befragten Personen nachweisen. So beschreiben die Mütter, Väter und Lehrer der untersuchten und behandelten Kinder, diese nach der Intervention als bedeutend aufmerksamer, weniger hyperaktiv und impulsiv. Die verbesserten Werte sind in beiden Gruppen signifikant.

6 Diskussion

Zusammenfassung

Die Diskussion erfolgt entsprechend der im Ergebnisteil eingeführten Unterteilung. Eine allgemeine Diskussion schließt sich an und stellt Vergleiche zu bisher in den USA gelaufenen Studien und deren Bedeutung her.

6.1 Zur Langzeitkonzentration (T.O.V.A.)

Die Studie belegt eindeutig die Therapieeffizienz des Neurofeedbacktrainings bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen bezüglich Langzeitkonzentration. Die gefundenen Ergebnisse decken sich mit Erhebungen von Lubar et al. (1995) und Rossiter & LaVaque (1995). Die bereits umfassend beschriebene Verbesserung durch Stimulanzienmedikation (vergleiche Greenberg, 1987) bestätigt sich auch in dieser Studie eindrucksvoll.

Das Feststellen signifikanter Änderungen (TOVA) nach EEG-Biofeedbacktraining legt nahe, dass eine Methode, die versucht, langsame EEG-Aktivität zu vermindern, zu einer besseren Ausführung einer Aufgabe führt, die sensitiv ist für Effekte pharmakologischer Intervention (Ritalin) bei Aufmerksamkeits-/ Hyperaktivitätsstörungen.

Die bessere Leistung im TOVA ist über alle vier Subskalen sehr stabil und mit den Ergebnissen, die mit Methylphenidaten erreicht werden, vergleichbar. Weil kaum Test-Retestübungseffekte (Greenberg, 1987) gefunden werden können, sollte die Aussage erlaubt sein, daß Neurofeedbacktraining eine erfolgreiche Behandlung für Probleme in der Langzeitkonzentration und gegen ein schlechtes Abschneiden in einem Continuous Performance Test darstellt.

6.2 Zur Kurzzeitkonzentration (d2 Aufmerksamkeits-Belastungs-Test)

Die Ergebnisse zeigen eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit für Kinder die ein EEG-Biofeedbacktraining absolviert haben oder eine Ritalinmedikation einnehmen. Die Kinder arbeiten darüberhinaus mit derselben Exaktheit aber nicht exakter als vor der Behandlung. Dies gilt für Experimental- und Kontrollgruppe. Nimmt man beide Werte zusammen, ergeben sich logischerweise wieder klar verbesserte Werte.

Warum die Konzentration der untersuchten und behandelten Kinder nicht weniger variabel wird, bleibt im Unklaren. Insgesamt verbesserten sich die Werte im d2-Test und damit zur Kurzzeitkonzentration nicht um den gleichen Faktor wie die Werte der Langzeitkonzentration (TOVA). Dies könnte eventuell durch die Tatsache erklärt werden, dass sich aufmerksamkeitsgestörte oder hyperaktive Kinder über einen klinischen Test von fünf Minuten ihre Defizite besser kompensieren können, als über eine Zeitspanne von 22,5 Minuten, die für den TOVA notwendig ist. Wahrscheinlich nehmen diese Kinder ihre gesamte Konzentrationsfähigkeit für einen solchen Test zusammen, was für fünf Minuten ausreicht, aber eben nicht mehr, wenn es in den Langzeitkonzentrationsbereich geht. Es soll an dieser Stelle auch gesagt werden, dass sich der d2-Test in dieser Studie als kein gutes Instrument erwies, um aufmerksamkeitsgestörte und/oder hyperaktive Kinder von Nichtbetroffenen zu unterscheiden. Die meisten Kinder, die als hyperaktiv bzw. aufmerksamkeitsgestört einzustufen sind, unterscheiden sich bezüglich Ausführungsleistungen im d2 nicht wesentlich von der Normpopulation. Bezüglich des d2 wurde sozusagen aus dem Normbereich in den Normbereich therapiert.

6.3 Verhaltensskalen

Auch diese Ergebnisse erlauben einen Rückschluss auf die Effektivität des EEG-Biofeedbacks. Die unterschiedlichen Rater (Mutter, Vater, Lehrer) sind sehr konsistent in ihrer Meinung, dass die Kinder sich nach der Intervention aufmerksamer, weniger impulsiv und weniger hyperaktiv verhalten. Diese Konsistenz hat eine enorme Wichtigkeit, weil das Hauptproblem von Verhaltensrating-Skalen ist, dass diese zum einen subjektiv sind, zum anderen Eltern häufig dazu tendieren, Verbesserungen überzudokumentieren, vorallem wenn sie ein Ergebnis einer Behandlung sind, die derart aufwendig ist, wie das hier angewandte EEG-Biofeedbacktraining. Der Aufwand für Eltern und Kinder ist dabei so gross, dass damit auch die Hoffnung auf eine Intervention, die sich lohnt, wächst. Dabei macht die Konsistenz mit der alle drei Rater die Verbesserungen dokumentieren, die Ergebnisse vertrauenswürdiger, zumal sie sich mit früheren Untersuchungen decken (Lubar et al., 1995; Linden et al., 1996).

6.4 Zur Intelligenz

Dieser Teil der Studie und ihre Ergebnisse deuten die Effektivität des EEG-Biofeedbacktrainings vorallem auf die

Handlungsintelligenz und die Gesamtintelligenz an. Test-, Retestübungseffekte könnten für die Fälle ein Problem sein, in denen nur vier Monate zwischen Vor- und Nachuntersuchung lag. Dies trifft für sechs Kinder zu. Eine Follow-up-Studie könnte besser die Langzeiteffekte dokumentieren, die gerade bezüglich des Intelligenzverlaufs interessant wären: Es ist leicht vorzustellen, dass eine sich gerade verbesserte Aufmerksamkeit und damit ein verbessertes Lernverhalten und weniger Hyperaktivität und Ablenkbarkeit zu einer steileren Lernkurve führen, und so zu einem besseren Abschneiden in einem Intelligenztest. Je länger das verbesserte konzentrierte Verhalten vorliegt, desto grösser müssten die Auswirkungen auf eine Intelligenztestung sein. Vielleicht sind die Verbesserungen hier nur leicht ausgefallen, weil sich das verbesserte Verhalten noch nicht richtig im Lernen und Wissen der Kinder abgebildet hat. Vielleicht ist es auch die besondere Begründung dafür, warum sich gerade die Verbalintelligenz nicht verbessern ließ. Vielleicht braucht man gerade für diese Skala etwas länger, bis sich ein verbessertes Lernen in verbesserten Intelligenzwerten abbildet. Eine bessere Aufmerksamkeit schafft mehr Lerngelegenheit und vermutete positive Effekte müßten sich nach größeren Zeitspannen immer besser abbilden lassen.

6.5 Allgemeine Diskussion

Die Bedeutung der vorliegenden Studie ist, daß sie die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Variablen, die meisten davon sind objektive Messungen von Leistungsverbesserungen, untersucht. Dies trifft für den Hawik-R, T.O.V.A. und den d2 zu. Hinzu gesellt sich die subjektive Messung im Verhalten mit der IOWA-Conners Behavior Rating Scale. Sie ist zusätzlich eine der ganz wenigen Biofeedback-Studien, die mit Kindern durchgeführt wurden.

Die Ergebnisse im Allgemeinen beschreiben das EEG-Biofeedbacktraining als eine erfolgreiche Behandlungsmethode für Kinder mit Aufmerksamkeits-/ Hyperaktivitätsstörungen. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit Behandlungseffekten der bisher erfolgreichsten Behandlungsmethode, der Metylphenidatmedikation mit Ritalin.

Wenn auch methodisch mit dieser Studie noch keine Perfektion vorliegt, soll mit Respekt auf bisher gelaufene Forschung hier auf eine bereits verbesserte Methodologie hingewiesen werden, die von Barkley (1993) vor jeder weiteren Diskussion angemahnt wurde.

1. Eine Kontrollgruppe erhielt die beste im Moment erhältliche Behandlung für Aufmerksamkeits-/ Hyperaktivitätsstörungen.
2. Alle behandelten Kinder erhielten die gleiche Menge an EEG-Biofeedbacktraining, sowie eine eindeutige Zuordnung zu klar definierten Behandlungsprotokollen (Beta/SMR-Aktivierung und Theta-Unterdrückung).

Die hier vorliegenden vielversprechenden Ergebnisse einer Behandlungsstudie mit EEG-Biofeedback anhand kognitiver und behavioraler Messungen bei ADHD-Kindern sollten unbedingt repliziert werden, besonders hier in Europa. Unglücklicherweise war es nicht möglich, die EEG-Daten quantitativ auch nach der Behandlung zu untersuchen, hierzu liegen für ausführliche Auswertungen auch noch zu wenig Patientendaten vor. Es ist nicht bekannt, ob EEG-Veränderungen sich für alle Fälle dokumentieren liessen (vgl. auch Lubar et al., 1995). Dies entspräche zwar unserem Eindruck, dieser Rückschluss ist aber bis zur vollständigen objektiven Dokumentation nicht zulässig. Es entstand während des Durchführens des Trainings mit den kleinen Patienten der Eindruck, daß die meisten sehr gut lernten, die Thetaaktivität zu unterdrücken, viel weniger Kinder gelang es, die Beta- oder SMR-Amplituden zu vergrößern. Der Autor dieser Arbeit ist fast sicher, dass es deutlich schwieriger ist, die Amplituden im Reward-Band zu vergrößern, als die Amplituden im Inhibitions-Band zu verkleinern. Ebenfalls, solange keine umfangreichen EEG-Daten vorliegen, ist es nicht möglich, die gefundenen positiven Veränderungen eindeutig auf das Neurofeedbacktraining als verantwortliches Element für die Verbesserungen, zurückzuführen. Obwohl die signifikanten Verbesserungen in den Tests dieser Studie mit den vorangegangener Biofeedbackstudien in Amerika (Lubar et al., 1995; Linden et al., 1996) übereinstimmen, wo auch das Lernen der EEG-Veränderungen dokumentiert wurde, sind eventuell die Verbesserungen aus einer Anzahl von Gründen nicht auf das Neurofeedbacktraining selbst zurückzuführen. Deshalb wäre es für zukünftige Forschungsvorhaben hilfreich, mit ähnlichem EEG-Biofeedback-Equipment bezüglich Hardware und Software zu arbeiten und der unbedingten Möglichkeit, EEG-Daten quantitativ auszuwerten und Beta- und Thetaamplituden, Ratios und Schwellenwerte, vor und nach der Behandlung vergleichen zu können. Zusätzlich relevant ist ein Phänomen, das im Rahmen des psychologischen Lernens im Zusammenhang mit Biofeedbackaufgaben von Ruoff (1998) in einem Übersichtsartikel, allerdings zu Schmerzsymptomen beschrieben wird: Demnach gibt es Hinweise, daß die Effektivität von Biofeedback-Programmen hauptsächlich wegen der Schaffung von Erfolgserlebnissen für den Patienten hilfreich ist und unter Umständen weniger durch objektive physiologische Veränderungen spezifischer Parameter wie Muskelspannung. In übertragenen Sinne könnte man sich ein ähnliches Phänomen beim hier angewandten EEG-Biofeedback vorstellen, zumal die hier behandelte Patientengruppe sehr viel soziale und akademische Frustrationen erleidet und infolgedessen nach Erfolgserlebnissen giert und umso mehr darauf anspricht. So ist es auch bisher in der Schmerzbehandlung nicht gelungen, den eindeutigen Wirkungsfaktor des Biofeedback herauszufiltern. Auch hier geht man von einem Zusammenspiel verschiedener Prozesse aus, die psychologische und physiologische Komponenten enthalten (Ruoff, 1998).

Zukünftige Studien sollten mehr Kontrollgruppen verwenden, als dies im vorliegenden klinischen Alltagsfall möglich war. Eine Warteliste- bzw. eine Kontrollgruppe ohne Behandlung wäre ein grosser Vorteil für die Interpretation der Ergebnisse. Einen Eindruck darüber hat der Autor selbstverständlich aufgrund nicht zu vermeidender Wartezeit auf die EEG-Biofeedbackbehandlung erhalten. Diese Beobachtungen legen den Schluss nahe, dass eine primäre Aufmerksamkeits-/

Hyperaktivitätsstörung ohne Behandlung eher zu einer Verschlimmerung, als zu einer Verbesserung der Symptomatik führt. Dies gilt zumindest für die hier untersuchte Altersgruppe. Allerdings konnte aus Zeitgründen diese Wartelistekontrollgruppe nicht mit den hier verwandten Tests dokumentiert werden. Dies liess der klinische Alltag nicht zu und es war schon schwierig, die hier erhobenen Daten konsequent und zuverlässig zu erheben.

Darüberhinaus dachte der Autor selbstverständlich über eine Kontrollgruppe mit einem Placebo-Neurofeedbacktraining nach, dies wird aber wohl auch in weiteren Studien aus ethischen Gründen genauso wenig möglich sein, wie dieses Mal. Natürlich wäre ein Double-blind-Design mit einer Placebo-Neurofeedback-trainingsgruppe die beste Möglichkeit, die Effektivität von EEG-Biofeedback zu untersuchen. Dies ist aber im klinischen Alltag nicht möglich. Es sind keine Eltern zu finden, die gewillt sind, an einer Behandlungsmethode teilzunehmen, von der sie nicht wissen, ob sie eventuell nicht einer Placebobehandlung entspricht, d. h., niemand ist bereit, einen solchen Aufwand zu betreiben, ohne die Garantie zu haben, überhaupt eine voraussichtlich erfolgreiche Behandlung zu bekommen. Birbaumer (persönliches Gespräch, 1997) wies als erfahrener Biofeedback-Therapeut auch darauf hin, dass Erfahrungen mit vergangenen Forschungsprojekten eindeutig erwiesen haben, dass ein Double-blind-Design bei Biofeedbackstudien nicht durchzuführen ist. Nicht zuletzt wird nach kürzester Zeit sichtbar, für Patienten und Therapeuten, wo welcher Patient eine echte Behandlung, welcher eine Placebo-Behandlung erhält.

Wie bereits vorab beschrieben, erhielten die Kinder in dieser Studie keine andersartige Behandlung als eben in der Kontrollgruppe die Ritalinmedikation und in der Experimentalgruppe die Biofeedbackbehandlung. Eine zusätzliche Medikation oder verhaltens- bzw. eine familientherapeutische Intervention wurde bei Notwendigkeit erst nach der Studie durchgeführt. Aufgrund der multimodalen Ätiologie wäre allerdings zu erwarten, dass noch bessere Effekte mit multimodalen Behandlungsgruppen zu erreichen sind. Neben den bereits bestehenden Konzentrationstrainings, Verhaltenstherapien und familientherapeutischen Interventionen, sowie der Stimulanzienmedikation, sollte nach diesen Ergebnissen die EEG-Biofeedback-Methode durchaus in ein solch multimodales Behandlungskonzept aufgenommen werden. Dies sollte zu einer weiteren Optimierung der Behandlungsstrategien beitragen.

Weitere Follow-up-Erhebungen wären in zukünftigen Studien hilfreich und dringend erforderlich, um die Stabilität der Verbesserungen in Leistungsparametern, Schule, Verhalten und Sozialkontakten zu dokumentieren. Bemerkenswert an dieser Stelle ist auch noch, dass keiner der Studienteilnehmer mehr als dreißig Sitzungen Neurofeedback erhielt, was bei Aufmerksamkeitsdefizit/ Hyperaktivitätsstörungen als Minimum gilt (vgl. Rossiter & LaVaque, 1995; Linden et al., 1996; Lubar et al, 1995). Würde man die Intervention auf fünfzig Sitzungen steigern, wäre eventuell ein noch grösserer Effekt zu erwarten.

Das Problem der Elterncompliance soll an dieser Stelle auch noch kurz angesprochen werden: Es gab über die gesamte Studienzeit von 1 1/2 Jahren keinerlei Probleme mit der Elterncompliance in Bezug auf regelmäßige Therapieteilnahme. Den Eltern wurde vor Behandlungsbeginn, wie bereits beschrieben, die unterschiedlichen Behandlungsmöglichkeiten dargestellt und besonders explizit auf das sehr aufwendige Biofeedback-Behandlungsprogramm hingewiesen. In Gesprächen nach der Behandlung wurde von den Eltern immer wieder geäußert, dass sie mit dem Umstand, drei harte Interventionsmonate vor sich zu haben, besser umgehen konnten, als mit der Ungewissheit, einer anderen Behandlungsmethode, die zwar nur einmal wöchentlich durchgeführt wird, aber dies auf unbestimmte Zeit. Bestärkend für das Neurofeedback wirkte auch, dass immer weniger Eltern bereit sind, ihre Kinder trotz der massiven Probleme auf eine Stimulanzienmedikation einstellen zu lassen. Die Aussicht darauf, dies verhindern zu können, motivierte sie ausreichend. Die Compliance der Kinder war ebenfalls ausgezeichnet. Nach Anfangsschwierigkeiten bei Kindern vom vorwiegend hyperaktiv-impulsiven Typus, dem mit regelmäßigen Pausen und allgemeinen Beruhigungen ausreichend begegnet werden konnte, konnte ein Motivationsabfall nach etwa zwanzig Sitzungen beobachtet werden. Dies war aber durch die Verwendung unterschiedlicher Biofeedbackspiele mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad in ausreichendem und zufriedenstellendem Maße aufzufangen. So gibt es nach diesen Erfahrungen keinen Grund, Kindern Biofeedback-Behandlungen vorzuenthalten. Zusammengefasst sind die hier gefundenen Ergebnisse der ersten kontrollierten Studie zum Neurofeedback der Aufmerksamkeitsstörungen bzw. Hyperaktivität in Deutschland sehr ermutigend und Untersuchungen und die praktische Anwendung zu diesem Thema sollte unbedingt verstärkt stattfinden. Der Autor wünscht sich eine häufige Replikation dieser Ergebnisse, um mehr Erfahrung zu sammeln und einen grösseren Austausch von Experten, ausserhalb der Vereinigten Staaten, zu ermöglichen. 117