

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
der Universität zu Lübeck

Direktor: Prof. Dr. med. Egbert Herting

Neurobiofeedback in der Therapie der ADHS im Vergleich zu Methylphenidat

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck

–Aus der Sektion Medizin–

vorgelegt von
Luise Landreh
aus Hildesheim

Lübeck 2011

1. Berichterstatter/Berichterstatterin: Prof. Dr. Jürgen Sperner

2. Berichterstatter/Berichterstatterin:

Tag der mündlichen Prüfung:

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den

Für die Kinder, die diese Studie ermöglichten

Erklärung

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Benutzung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt zu haben.

Lübeck, den 16. Januar 2012

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis	ix
1 Einleitung und Fragestellung	1
1.1 Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung	1
1.1.1 Definition	1
1.1.2 Klassifikation	1
1.1.3 Epidemiologie	3
1.1.4 Ätiologie	3
1.1.5 Diagnostik	4
1.1.6 Therapie	4
1.2 Neurobiofeedback	6
1.2.1 Hintergrund	6
1.2.2 Grundlagen des Neurobiofeedback	6
1.2.3 Bisherige Studien	8
1.2.4 Studie	9
1.3 Fragestellung	9
2 Material und Methoden	10
2.1 Datenerhebung	10
2.2 Untersuchungsinstrumente	12
2.2.1 Übersicht der angewandten Instrumente	12
2.2.2 Fragebogen	12
2.2.3 Konzentrations- und Intelligenztests	14
2.2.4 Neurobiofeedbacktraining	16
2.3 Beurteilung des Neurobiofeedbacktrainingserfolges	19
2.4 Statistische Auswertung	20
3 Ergebnisse	21
3.1 Teilnahme der Probanden	21
3.2 Auswertung des Neurobiofeedbacktrainings	22

3.3	Veränderung im Verhalten	24
3.4	Vergleichende Auswertung der Gruppenergebnisse	26
3.5	Messwerte innerhalb der Gruppen	27
3.6	Aufschlüsselung der Auswertung anhand der Daten eines Probanden	28
4	Diskussion	31
4.1	Vorliegende Studie	31
4.2	Biofeedbackdaten	31
4.3	Probandenrekrutierung	32
4.4	Gewählte Kontrollgruppe	33
4.5	Beobachtete Verhaltensänderung	33
4.6	Auswertung der Fragebogen und Konzentrationstests	34
4.7	Besonderheit von t3	34
4.8	Datenerhebung	35
4.9	Neurobiofeedbackstudien	35
4.10	Zusammenfassende Beurteilung	36
5	Zusammenfassung	37
6	Literaturverzeichnis	39
7	Anhang	47
8	Danksagung	76
9	Lebenslauf	78

Abbildungsverzeichnis

2.1	Bildschirm während des Neurofeedbacktrainings	17
2.2	Zeitlicher Ablauf einer Trainingseinheit	18
2.3	Trainingssitzung	19
2.4	Zeitlicher Verlauf der Studie	19
3.1	Vergleich der Biofeedbackdaten aller Teilnehmer	23
3.2	Vergleich der Biofeedbackdaten aller Teilnehmer mit Artefakt- grenzen	24
3.3	Auswertung der PC-Testung aller Teilnehmer zu T1 und T2 .	26
3.4	Auswertung der Fragebogen aller Teilnehmer zu T1 und T2 .	27

Tabellenverzeichnis

1.1	Klassifikation der EEG Wellen	7
2.1	Beschreibung der Stichprobe	11
2.2	Angewandte Untersuchungsinstrumente	12
3.1	Anzahl der Teilnehmer der Neurobiofeedbacktrainingsgruppe pro Messzeitpunkt	21
3.2	Anzahl der Teilnehmer an der medikamentöse Therapie pro Messzeitpunkt	22
3.3	Biofeedbackdaten aller Teilnehmer	22
3.4	Biofeedbackdaten aller Teilnehmer mit Artefaktgrenzen	23
3.5	Ergebnisübersicht der Teilnehmer am Neurofeedbacktraining .	25
3.6	Ergebnisübersicht der Teilnehmer an der medikamentösen The- rapie	25
3.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	26
3.8	Auswertung der Testergebnisse von Proband 7	29
3.9	Bewertung der Auswertung von Proband 7	30
7.1	Auswertung der Testergebnisse von Proband 1	58
7.2	Auswertung der Testergebnisse von Proband 2	59
7.3	Auswertung der Testergebnisse von Proband 3	60
7.4	Auswertung der Testergebnisse von Proband 4	61
7.5	Auswertung der Testergebnisse von Proband 6	62
7.6	Auswertung der Testergebnisse von Proband 8	63
7.7	Auswertung der Testergebnisse von Proband 9	64
7.8	Auswertung der Testergebnisse von Proband 10	65
7.9	Auswertung der Testergebnisse von Proband 11	66
7.10	Auswertung der Testergebnisse von Proband 12	67
7.11	Auswertung der Testergebnisse von Proband 13	68
7.12	Auswertung der Testergebnisse von Proband 14	69
7.13	Auswertung der Testergebnisse von Proband 15	70
7.14	Auswertung der Testergebnisse von Proband 16	71
7.15	Auswertung der Testergebnisse von Proband 17	72
7.16	Auswertung der Testergebnisse von Proband 18	73

7.17	Auswertung der Testergebnisse von Proband 19	74
7.18	Auswertung der Testergebnisse von Proband 20	75

Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
CBCL	Child Behaviour Checklist
CPT	Continous Performance Test
d2	D2-Aufmerksamkeits- und Belastungstest
DAT	Dortmunder Aufmerksamkeitstest
DSM-IV	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, American Psychiatric Association, 1994
EEG	Elektroenzephalogram
EKP	ereigniskorrelierte Potentiale
FB	Feedback
FBB-HKS	Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen
FrB	Fragebogen
HAWIK-III	Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder, dritte Auflage
ICD-10	International Classification of Mental and Behavioural Disorders, WHO, 1993
KITAP	Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
KJPP	Hochschulambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und psychotherapie
MPH	Methylphenidat
NFB	Neurobiofeedback
PC	Konzentrationstest am Computer
SBB-HKS	Selbstbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen

SCP	langsame kortikale Potentiale
SDQ	Strength and Difficulties Questionnaire
T	Transfer
T1	Vergleich vor der Therapie und nach drei Monaten
t1	vor Beginn der Therapie
T2	Vergleich vor der Therapie und ein halbes Jahr nach Beendigung des NFB
t2	nach drei Monaten
t3	nach neun Monaten
TRF	Teacher Report Form
YSR	Youth Self-Report

Kapitel 1

Einleitung und Fragestellung

1.1 Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

1.1.1 Definition

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist eine der häufigsten psychiatrischen Erkrankungen des Kindesalters mit einer Prävalenz von 1-2% [66]. Sie ist aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt. Die betroffenen Kinder fallen durch Unaufmerksamkeit, die Unfähigkeit stillzusitzen und durch impulsives Verhalten auf. Diese Verhaltensweisen liegen in einem Ausmaß vor, das dem Entwicklungsstand des Kindes nicht angemessen ist [22].

Voraussetzung für die Diagnose ist, dass die Auffälligkeiten vor dem sechsten Lebensjahr auftreten, über mindestens sechs Monate bestehen und in allen Lebensbereichen vorkommen.

Häufig ist die ADHS mit weiteren Störungen wie zum Beispiel einer Lese-Rechtschreibschwäche oder Störungen des Sozialverhaltens assoziiert. Es bestehen auch Assoziationen mit Autismus und Tic-Störungen [13, 69, 73].

Kinder mit ADHS laufen im Straßenverkehr größere Gefahr verletzt zu werden. Die Wahrscheinlichkeit, im späteren Leben eine Substanzabhängigkeit zu entwickeln oder straffällig zu werden, ist größer und ihre Schulkarriere ist durch Verhaltensauffälligkeiten gefährdet [16, 17, 27].

1.1.2 Klassifikation

In der Psychiatrie verwendet man zwei Klassifikationssysteme zur Diagnostik: ICD-10 (International Classification of Mental and Behavioural Disorders, WHO, 1993) und DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, American Psychiatric Association, 1994). Die Diagnose ADHS wird in beiden Systemen erfasst [1, 13, 15, 66].

In beiden Systemen ähneln sich die Beschreibungen der Verhaltensauffälligkeiten. Studien zeigen allerdings, dass die Diagnostikkriterien in der ICD-10

enger gefasst sind. Eine unter Anwendung der ICD-10 Kriterien gestellte Diagnose ist also auch nach DSM-IV Kriterien stellbar, aber nicht alle DSM-IV Diagnosen werden auch nach den Kriterien der ICD-10 erfasst [46]. In der DSM-IV wird die Diagnose ADHS in verschiedene Subtypen unterteilt, so gibt es ADHS mit dem Schwerpunkt Unaufmerksamkeit (ADHS-I), ADHS mit dem Schwerpunkt Hyperaktivität-Impulsivität (ADHS-HI) und die kombinierte Form (ADHS-C) [1]. In etwa 80% der Fälle liegt die kombinierte Form vor.

Nach der ICD-10-Klassifikation unterscheidet man die Diagnose der Hyperkinetischen Störung (F 90.0 - F 90.1) von der Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität (F98.8). In beiden Klassifikationssystemen werden alle Subtypen der ADHS erfasst [66].

Im folgenden wird auf die in der Kinder- und Jugendpsychiatrie der Universität Lübeck verwendete ICD-10-Klassifikation näher eingegangen.

In dieser Klassifikation gilt für alle Merkmale, dass sie bei Diagnosestellung seit mindestens sechs Monaten bestehen und in einer dem Entwicklungsstand des Kindes unangemessene Form vorliegen. Sie müssen vor dem siebten Lebensjahr aufgetreten sein, in mehreren Lebensbereichen auffallen, eine klinisch bedeutsame Beeinträchtigung darstellen und nicht durch andere psychische Störungen besser erklärbar sein [66].

Unaufmerksamkeit

Symptome für Unaufmerksamkeit:

- 1) Unaufmerksamkeit gegenüber Details, Sorgfaltsfehler
- 2) Schwierigkeiten, die Aufmerksamkeit lange aufrechtzuerhalten
- 3) nicht zuhören können
- 4) Erklärungen nicht folgen können
- 5) Probleme, Dinge selber zu organisieren
- 6) Vermeiden ungeliebter Aufgaben
- 7) häufiges Verlieren von Gegenständen
- 8) Ablenkung durch externe Stimuli
- 9) Vergesslichkeit.

Von den genannten müssen mindestens sechs Symptome bestehen [13, 69].

Hyperaktivität

Symptome für Hyperaktivität:

- 1) Fuchteln mit Händen und Füßen, sich winden auf dem Sitz
- 2) Verlassen des Platzes
- 3) Laufen und Klettern in unpassenden Situationen
- 4) unnötige Lautstärke

Diagnosestellung bei Vorliegen von drei oder mehr Symptomen [13, 69].

Impulsivität

Symptome für Impulsivität:

- 1) Herausplatzen mit der Antwort
- 2) nicht warten können, bis man an der Reihe ist
- 3) unterbrechen und stören
- 4) exzessives Reden ohne soziale Beschränkungen.

Zur Diagnose der Impulsivität muss mindestens eins der Symptome vorhanden sein [13, 69].

1.1.3 Epidemiologie

Die Prävalenz von ADHS wird nach den Diagnosekriterien der ICD-10 für etwa 1-2% der Kinder angegeben, nach den Kriterien der DSM-IV sind 3-5% Kinder betroffen, wobei das Syndrom etwa dreimal so häufig bei Jungen diagnostiziert wird wie bei Mädchen [5].

Bei beiden Geschlechtern überwiegt die kombinierte Form. In etwa der Hälfte der Fälle bestehen Symptome bis ins Erwachsenenalter [5].

Häufig bleibt aber nicht das Vollbild der Erkrankung erhalten, sondern nur Residualsymptome [28].

1.1.4 Ätiologie

ADHS ist eine komplexe Erkrankung, an deren Entstehung verschiedene Faktoren beteiligt sind. Familien-, Zwillings- und Adoptionsstudien lassen auf genetische Ursachen schließen, wobei davon auszugehen ist, dass mehrere Genloci für die Entstehung mitverantwortlich sind. Dabei handelt es sich um Gene, die an der Neurotransmitterfunktion beteiligt sind. Eine besondere Bedeutung haben hier die Gene für die Dopaminrezeptoren und -transporter [5, 53, 69, 76].

Andere Untersuchungen beschäftigen sich mit der Bedeutung der exogenen Einflüsse. Es wurden Zusammenhänge mit pränataler Alkohol-, Benzodiazepin- oder Nikotinexposition beschrieben [58, 77]. Komplikationen während der Schwangerschaft oder der Geburt werden als Risiko gewertet. Beziehungsstabilität innerhalb der Familie gilt als ein protektiver Faktor [5].

Durch bildgebende Verfahren stellte man bei Patienten mit ADHS Veränderungen in der Anatomie und den Stoffwechselvorgängen des Gehirns fest, die als morphologische Korrelate zu den beobachteten Verhaltensänderungen interpretiert werden können [5, 9, 28].

Es wurden Veränderungen in frontal, temporal und parietal kortikalen Regionen gefunden sowie in den Basalganglien und dem Kleinhirn [69, 76].

1.1.5 Diagnostik

Die Diagnose der ADHS ist komplex und kann nur nach ausführlicher Untersuchung gestellt werden [44].

Als wichtigstes Diagnostikinstrument dient das ausführliche Gespräch mit den Eltern, den Patienten und möglichst auch den betreuenden Lehrern [13, 76].

Um das Ausmaß der Beeinträchtigung im Alltag besser erfassen zu können stehen verschiedene Fragebogen und andere Testverfahren zur Verfügung. Dazu gehören unter anderen die in dieser Arbeit angewendeten Methoden. An Fragebogen wurden in dieser Studie die Child Behaviour Checklist (CBCL), die Teacher Report Form (TRF), der Youth Self-Report (YSR), der Conners Fragebogen für Eltern und Lehrer, der Fremd- und Selbstbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen (FBB-HKS, SBB-HKS) , sowie der Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ) benutzt [22, 81]. Zusätzlich wurde die Konzentrationsleistung der Kinder mit dem Continuous Performance Test (CPT) [82], dem Dortmundener Aufmerksamkeits-test (DAT) , dem D2-Aufmerksamkeits- und Belastungstest (d2) und Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (KITAP) getestet [20].

Wichtig ist es, differentialdiagnostisch andere Ursachen für die beschriebenen Verhaltensauffälligkeiten auszuschließen [44].

Da die ADHS nicht durch Blickdiagnose festgestellt wird und auch keine objektiven Tests zur Verfügung stehen, die sie nachweisen, basiert die Diagnose auf dem Gesamtbild der erhobenen Befunde [44].

1.1.6 Therapie

Die Therapie der ADHS beruht auf Psychoedukation. In beratenden Gesprächen sollen Eltern und Patienten sowie das soziale Umfeld die Krankheit verstehen und im Alltag damit umgehen lernen. Dazu gehört auch das Herausarbeiten individueller Problemsituationen und das gemeinsame Finden von Lösungsansätzen [45].

Weiterhin stehen als Standardtherapien Psychotherapie und medikamentöse Therapie zur Verfügung, die je nach Situation hinzugenommen werden sollten. Eine große in den USA durchgeführte Studie untersucht die Wirksamkeit dieser Therapieansätze sowie ihrer Kombination [36, 37, 38].

Die europäischen Leitlinien empfehlen die medikamentöse Therapie dann zu erwägen, wenn bei sicherer Diagnose die psychologische Behandlung allein nicht ausreicht [76].

Medikamentöse Therapie

Methylphenidat (MPH) , der Hauptvertreter der Stimulanzien, ist das meist verschriebene Medikament in der Therapie der ADHS. Seine Wirksamkeit ist in mehreren randomisierten Studien belegt worden [3, 23, 31, 36].

Eine weitere Möglichkeit der Stimulanzientherapie stellt Dexamphetamin dar. Studien ergaben für dieses Medikament eine ähnliche Wirksamkeit wie für MPH, allerdings mit einem höheren Nebenwirkungspotential [6].

Hauptvertreter der Nicht-Stimulanzen ist Atomoxetin, ein Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer, dessen Wirksamkeit ebenfalls in randomisierten Studien belegt wurde [4].

Weitere eingesetzte, aber nicht für die Therapie zugelassene Medikamente sind trizyklische Antidepressiva, Clonidin, selektive Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer und alpha-2-Agonisten [5, 18, 68].

Methylphenidat

Stimulationen sind das Mittel der ersten Wahl in der medikamentösen Therapie der ADHS. Sie reduzieren die Kernsymptomatik der ADHS [82].

Ihre Wirksamkeit wurde zufällig in den 40er Jahren entdeckt [31] und seitdem werden sie in der Therapie der ADHS erfolgreich eingesetzt. Eine in Minnesota durchgeführte Kohortenstudie zeigt, dass die in Studien erforschte Wirksamkeit auch im täglichen Gebrauch gezeigt werden kann [6].

MPH (Ritalin©, Medikinet©, Concerta©, Equasym©) wirkt stimulierend auf das zentrale Nervensystem, es blockiert Transporter im synaptischen Spalt, so dass die Dopaminwiederaufnahme gehemmt ist und damit mehr Dopamin zur Verfügung steht [5].

Therapieprobleme

Bei 10-30% der Kinder mit ADHS wirkt die Therapie mit Stimulanzen nicht oder muss wegen nicht zu tolerierender Nebenwirkungen abgebrochen werden. Am häufigsten beschrieben sind Schlaflosigkeit, Appetitverlust, Wachstumsverlangsamung, Bauchschmerzen, Dysphorie, Tics und Agitation [4].

Da ADHS ein in der Öffentlichkeit und in den Medien viel diskutiertes Thema ist und gerade die Verschreibung von Stimulanzen für Kinder kritisch gesehen wird, ist die Entscheidung dafür für Eltern häufig schwierig zu treffen. Einige Eltern entscheiden sich auch auf Grund ethischer Überzeugungen gegen die Gabe von Stimulanzen [18, 68].

Traywick et al. führten eine Untersuchung über Therapieerwartungen durch. Sie fanden heraus, dass Kinder die Einnahme von Medikamenten als Belastung empfinden [80].

Atomoxetin

Atomoxetin ist der wichtigste Vertreter der Nicht-Stimulanzen, es gehört zu den zentral wirkenden Sympathomimetika und führt zu einer Erhöhung der Noradrenalin- und der Dopaminkonzentration im präfrontalen Kortex. Vergleichende Studien konnten für Atomoxetin einen dem MPH ähnlichen

Therapieerfolg zeigen. Das Medikament ist gut verträglich, mögliche Nebenwirkungen sind Appetitminderung, Erbrechen und Übelkeit sowie Müdigkeit und Schwindel [4, 5, 68].

Andere Therapieformen

Die medikamentöse Therapie wird von Interventionen, wie Verhaltens- und Familientherapie, Eltern- und Lehrerberatung, Maßnahmen in Schule oder Kindergarten und sozialem Kompetenztraining, begleitet. Die Wirksamkeit dieser Therapiekonzepte wurde in zahlreichen Studien untersucht [7, 23, 36, 48] und wird von den allgemeinen Therapierichtlinien empfohlen [36, 50, 65].

Doch darüber hinaus bietet der Gesundheitsmarkt viele andere Therapieformen, deren Wirksamkeit unterschiedlich gut untersucht wurde. Zu den häufig genutzten zählen Ergotherapie, Spieltherapie, Diätmaßnahmen, Vitamin- und Mineralstoffpräparate, homöopathische und naturheilkundliche Medikamente, Akupunktur und auch NFB [12, 14, 18, 45, 72].

1.2 Neurobiofeedback

1.2.1 Hintergrund

Neurobiofeedback (NFB) wird seit den siebziger Jahren in der Therapie verschiedener Erkrankungen, wie Epilepsie, Migräne und ADHS, hauptsächlich in Studien eingesetzt. Es gibt Therapieerfolge bei der Behandlung von medikamentenrefraktärer Epilepsie [70, 75].

Bei anderen Erkrankungen wie tics, Angststörungen und Asperger Syndrom befindet sich die Forschung noch im Anfangsstadium [79]. Lubar beschreibt NFB als eine Technik, die die Rückkopplungsschleifen modifiziert und so die neurologische Basis für Lernen und die Behandlung neurologischer Erkrankungen darstellt [55].

1.2.2 Grundlagen des Neurobiofeedback

EEG

Das EEG misst Spannungsschwankungen des Kortex und der subkortikalen Strukturen. Die gemessenen Frequenzen geben Auskunft über den Erregungszustand des Gehirns. Alphawellen (8-12 Hertz) werden bei entspanntem Wachzustand mit geschlossenen Augen gemessen. Betafrequenzen (13-30 Hertz) finden sich sowohl bei Entspannung als auch mentaler Aktivität und Aufmerksamkeit. Thetafrequenzen (4-7 Hertz) findet man bei Erwachsenen nur in Zuständen tiefer Entspannung oder Meditation, bei Kindern hingegen sind sie in ihrer Häufigkeit mit den Alphawellen bei Erwachsenen vergleichbar. Deltawellen (0,5-3 Hertz) misst man bei Säuglingen und Kleinkindern sowie bei Erwachsenen im Schlaf [67].

Tabelle 1.1: Klassifikation der EEG Wellen

Klassifikation	Frequenz(Hz)	Erregungszustand
Alphawellen	8-12	entspannter Wachzustand, geschlossene Augen
Betawellen	13-30	mentale Aktivität, Augen geöffnet
Thetawellen	4-7	Erwachsene: tiefe Meditation, Kinder: Entspannung
Deltawellen	0,5-3	Erwachsene: Schlaf, Kleinkinder/Säuglinge

Bei Kindern mit ADHS findet man eine erhöhte Aktivität der langsamen Wellen, was als Verzögerung in der Hirnentwicklung oder als Neurotransmitterdysfunktion gedeutet werden kann. Es wird eine erhöhte Beta-Aktivität, eine verminderte Alpha-Aktivität und eine Verminderung des Beta/Theta Verhältnisses beschrieben [60, 62]. Es gibt Ansätze, die ADHS typischen EEG Veränderungen auch in der Funktion als diagnostisches Kriterium zu prüfen [11, 61, 64, 67].

Ereigniskorrelierte Potentiale und langsame kortikale Potentiale

Ein auslösender Reiz führt im Gehirn zu einer Potential- oder Gleichspannungsverschiebung. Dabei unterscheidet man die ereigniskorrelierten Potentiale (EKP) von den langsamen Potentialen (SCP). Beschrieben werden diese Potentiale durch ihre Latenz auf den Reiz, ihre Amplitude und die Polung. Bei den EKPs kommt es nach einem akustischen, visuellen oder somatomotorischen Reiz nach etwa 100 Millisekunden zu einer negativen und nach 300 bis 500 Millisekunden zu einer positiven Potentialverschiebung. Nach 500 Millisekunden bis zu einigen Sekunden nach einem Reiz treten die langsamen Potentiale auf. Eine Negativierung der langsamen Potentiale wird mit Prozessen, die eine kortikale Leistung hervorbringen sollen, in Verbindung gebracht [74]. Bei ADHS-Patienten werden im Allgemeinen längere Latenzzeiten und niedrigere Amplituden im Vergleich zu gesunden Probanden beobachtet [67].

Neurobiofeedback

Die negative Potentialverschiebung der SCPs erfolgt durch die Depolarisation der apikalen Dendriten und wird als die Regulation erregender Schwellenwerte verstanden. Über thalamokortikale Feedbackschleifen und das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem kommt es zu einer großflächigen Erregung des Neokortex [19, 33, 75]. Eine Erregung des Neokortex nehmen wir als Konzentration, selektive Aufmerksamkeit oder generellen Wachzustand wahr. Die Negativierung der SCPs ist also mit aufmerksamem Verhalten assoziiert, was den Schluss nahelegt, dass eine Aufmerksamkeitsstörung sich auch durch veränderte SCPs zeigt.

Der Proband soll durch NFB lernen, die Aktivität der SCPs wahrzunehmen und zu verändern und damit eine eigentlich unbewusste Körperfunktion kontrollieren. Die bewusste Regulation der SCPs soll ihm ermöglichen die

Erregung des Kortex selbst zu steuern und damit Konzentration und Entspannung bewusst zu modifizieren [78].

Durch integrierte Transferdurchgänge soll langfristig erreicht werden, dass der Proband in der Lage ist, das Erlernte auch außerhalb der Trainingssituation anwenden zu können [78].

1.2.3 Bisherige Studien

Die erste Arbeit zum NFB in der Therapie der ADHS stammt von Lubar und Shouse aus dem Jahr 1976. Sie setzten die Unterdrückung der Theta-Aktivität und Aktivierung des sensomotorischen Rhythmus in der Behandlung ein [56].

Es existieren verschiedene Ansätze des NFBs [29]. Während in den Vereinigten Staaten vor allem an der Theta-Beta-Modifikation geforscht wird [54, 78], verwendet man in Europa häufiger die Veränderung der langsamen kortikalen Potentiale [19, 21, 34, 40, 42, 51, 75].

In einer vergleichenden Studie von Leins et al. zeigt sich für beide Protokolle eine Verbesserung der ADHS Symptome gegenüber dem Zustand vor Trainingsbeginn und kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Protokollen [51]. Es gibt auch Studien, in denen NFB mit low beta, beta I und alpha theta Protokollen verwendet wird [24, 25, 26, 39].

Große Studien weisen darauf hin, dass beide Arten des NFBs eine der Stimulanzientherapie vergleichbare Wirkung erzielen [29]. Die Gesellschaft für angewandte Psychophysiologie und Biofeedback (AAPB) beschreibt NFB in ihren Richtlinien als „probably efficacious“ (wahrscheinlich effektiv), die allgemeine Studienlage zeigt eine ungefähre Erfolgsquote von 75% [59].

In einigen Studien verwendet man quantitative Elektroenzephalographie (QEEG), funktionale Magnetresonanztomographie (fMRI) und near infrared spectroscopy (NIRS), um Lernerfolge des NFB sichtbar zu machen [8, 10, 42, 52, 63].

Bisher haben aber alle durchgeführten Studien nicht den notwendigen Evidenzgrad erreicht, um NFB als Standardbehandlung etablieren zu können. Die Studiengruppen sind häufig klein und es mangelt an Kontrollgruppen, Randomisierung, der Möglichkeit der doppelten Verblindung und an Langzeitergebnissen [71, 72]. Heinrich et al. empfehlen die Durchführung von randomisierten klinischen Studien, um die Wirksamkeit des NFB wissenschaftlich fundiert belegen zu können [41].

Erste Studien versuchen inzwischen diese Kritikpunkte zu reduzieren. So gibt es Untersuchungen, in denen Kontrollgruppen verwendet werden. Die Probanden der Kontrollgruppe erhalten entweder Medikation [30, 63, 72] oder psychotherapeutische Behandlung wie Gruppentherapie und computerbasiertes Aufmerksamkeitstraining [21, 34] oder werden auf Wartelisten gesetzt [40, 52]. Einige Autoren verwendeten Randomisierung, um die Teilnahme an den verschiedenen Therapieformen zu entscheiden [32, 34, 40, 52]. Ein fortbestehendes Problem ist, dass in den Studien in denen MPH als Kontrolle

dient, die Probanden häufig zusätzlich zur NFB Therapie MPH erhielten, so dass es schwierig ist, den Therapieerfolg einer der beiden Methoden sicher zuzuschreiben [63, 75]. Es gibt auch Ansätze einfach oder doppelt verblindete Studien durchzuführen [2, 47], aber das ist nur bei speziellem Kontrollgruppendesign möglich. So erhielten diese Kontrollgruppen ein Placebo-NFB oder EMG Biofeedback zur Relaxierung der Stirnmuskulatur, so dass es möglich war, beiden Gruppen zu suggerieren, sie erhielten das normale NFB-Training. Gevensleben et al. verfolgten in einer follow-up Studie die Therapieeffekte des NFB nach sechs Monaten Therapiepause und konnten dabei Langzeiteffekte feststellen [32].

1.2.4 Studie

Auch in dieser Studie ist die Probandenzahl mit insgesamt 20 Teilnehmern klein gehalten. Da es sich um eine aufwendige und zeitintensive Therapie handelt, kam es zu einem Rekrutierungsproblem und es war uns nicht möglich, eine größere Anzahl an Probanden zu betreuen. Wie auch in anderen Studien wird die Wahl der angewandten Therapie den Eltern überlassen [51, 71, 72]. Da mit MPH eine wirksame Therapie der ADHS existiert, sollte den Kindern und Familien, diese Möglichkeit der Hilfe nicht vorenthalten werden, nur um Studiendaten zu sammeln. Die Wirkung des NFB wird mit der von MPH verglichen. Mit Hilfe von Fragebögen und computerbasierten Konzentrationstests wird vor Beginn der jeweiligen Therapie, direkt nach dem Ende des Biofeedbacktrainings, das heißt für die Kinder mit medikamentöser Behandlung etwa drei Monate nach Beginn der Therapie, und noch ein drittes Mal ein halbes Jahr nach Beendigung des Biofeedbacktrainings, neun Monate nach Beginn der medikamentösen Therapie, die Schwere der Symptomatik der ADHS gemessen. Durch den dritten Messzeitpunkt nach einem halben Jahr wurde versucht, die Frage nach Langzeitergebnissen besser beantworten zu können. Anders als in vorhergehenden Studien wird strikt darauf geachtet, dass die Probanden in der NFB-Gruppe nicht gleichzeitig Medikamente erhielten.

1.3 Fragestellung

Hat Neurobiofeedback eine positive Wirkung auf die Kernsymptome der ADHS? Ist diese Wirkung mit dem Therapieeffekt durch Medikation zu vergleichen? Zeigt sich bei der Therapie mit NFB ein Langzeiteffekt?

Kapitel 2

Material und Methoden

2.1 Datenerhebung

An der Studie nahmen insgesamt 20 Kinder zwischen sieben und dreizehn Jahren teil. Die Studienpopulation war unterteilt in eine Studiengruppe, die am NFB-Training teilnahm, und in eine Kontrollgruppe, die die Standardtherapie MPH erhielt. Die Zuordnung zu den einzelnen Gruppen erfolgte durch Entscheidung der Eltern.

Die Studiengruppe, bestehend aus elf Kindern, drei Mädchen und acht Jungen, bekam innerhalb von drei Monaten zweimal einen Monat NFB-Training.

Die neun Mitglieder der Kontrollgruppe, ein Mädchen und acht Jungen, wurden während der medikamentösen Therapie mit Methylphenidat durch die Hochschulambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (KJPP) betreut (Tabelle 2.1).

Zu drei festgelegten Zeitpunkten: vor Beginn der Therapie (t1) , nach drei Monaten (t2) (entspricht in der Studiengruppe nach Ende des Neurobiofeedbacktrainings) und nach neun Monaten (t3) , erhielten die Teilnehmer verschiedene Fragebogen für die Eltern, die Lehrer und bei Probanden älter als elf Jahre für die Probanden selbst und wurden eingeladen, in der Hochschulambulanz ihre Konzentrationsfähigkeit mittels standardisierter Tests am PC zu prüfen (Tabelle 2.2).

Nicht bei allen Probanden war es möglich, alle Daten zu erhalten, da in einigen Fällen die Zusammenarbeit mit den Schulen und Lehrern schwierig war. Besonders bei den Daten zum letzten Messzeitpunkt kamen nicht alle Fragebogen zurück. Ein Kind aus der Studiengruppe beendete die Studienteilnahme während des Biofeedbacktrainings. Auf Wunsch der Eltern wurde durch den betreuenden Kinder- und Jugendpsychiater mit einer medikamentösen Therapie begonnen. Deshalb enthält der verwendete Datensatz nur neunzehn Probanden.

Einschlusskriterien für die Studienteilnahme waren die Diagnose einer

Tabelle 2.1: Beschreibung der Stichprobe

	Neurofeedbacktraining	medikamentöse Therapie
Probanden	10	9
Anzahl Mädchen	3	1
Anzahl Jungen	7	8
Durchschnittsalter	9,8 Jahre	9,44 Jahre
Durchschnitts-IQ	104.1	96.67
Patienten der KJPP	6	9

ADHS nach den Kriterien der ICD-10, ein Alter zwischen sieben und dreizehn Jahren und ein Gesamt-IQ von über 80 Punkten im HAWIK-III (Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder, dritte Auflage) . Ausschlusskriterien waren bestehende Zusatzerkrankungen und für die Teilnehmer des NFBs eine bestehende MPH- oder Atomoxetintherapie. Kinder, die mit einem der genannten Medikamente in der Vergangenheit behandelt worden waren, wurden erst sechs Monate nach Therapieende als Probanden zugelassen.

Homöopathische Medikation oder zusätzliche psychosoziale Betreuung wie Hausaufgabenhilfe oder psychomotorisches Training waren keine Ausschlusskriterien. Die psychiatrische und psychologische Behandlung durch die Hochschulambulanz wurde nicht unterbrochen.

Die Ethikkommission der Universität zu Lübeck genehmigte am 16.Mai 2005 die Durchführung der Studie (Laufnummer 05-053). Das Dokument ist im Anhang angefügt.

Die Eltern wurden vor Studienbeginn über den Zweck und die Methoden der Studie informiert und um ihr Einverständnis gebeten. Den Probanden wurde in kindgerechter Form der Studieninhalt nähergebracht. Im Anhang finden sich der Aufklärungsbogen, die Einverständniserklärung für die Eltern und die Erklärung für die Kinder.

Als Fragebogen erhielten die Eltern der Probanden die CBCL, den SDQ, den FBB-HKS und die Conners Rating Scale. Die Lehrer erhielten den TRF, den SDQ, den FBB-HKS und die Conners Rating Scale und die Probanden, die älter als elf Jahre waren, den YSR, SDQ und den SBB-HKS zur eigenen Beantwortung. Zur Testung der Konzentration am Computer wurden altersabhängig der DAT, der d2, die KITAP und der CPT eingesetzt. Mit

dem HAWIK-III wurde die Intelligenz der Probanden getestet. Sämtliche eingesetzten Tests gehören zu der klassischen Diagnostikbatterie der ADHS und werden verbreitet in Studien verwendet.

Während der Studiendurchführung kam es zu Problemen in der Probandenrekrutierung, so dass mit Hilfe der „Lübecker Nachrichten“ und einer Selbsthilfegruppe für Eltern von ADHS-Kindern unser Suchspektrum erweitert wurde. Auf diese Weise wurden fünf weitere Probanden für die Studiengruppe gewonnen, die übrigen Studienteilnehmer waren Patienten der Hochschulambulanz.

Um den Kindern das Durchhalten des NFB-Trainings zu erleichtern, bekamen sie nach individuell abgestimmten Regeln Belohnungen, wie Süßigkeiten oder kleine Geschenke.

2.2 Untersuchungsinstrumente

2.2.1 Übersicht der angewandten Instrumente

Tabelle 2.2: Angewandte Untersuchungsinstrumente

Instrument	Zeitpunkt	Alter
Eltern		
Child Behavior Checklist	t1,t2,t3	4-16 Jahre
Strength and Difficulties Questionnaire	t1,t2,t3	3-16 Jahre
Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen	t1, t2, t3	4-18 Jahre
Conners Rating Scale	t1, t2, t3	3-17 Jahre
Lehrer		
Teachers Report Form	t0, t1, t2	5-18 Jahre
Strength and Difficulties Questionnaire	t1, t2, t3	3-16 Jahre
Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen	t1, t2, t3	4-18 Jahre
Conners Rating Scale	t1, t2, t3	3-17 Jahre
Probanden		
Youth Self-Report	t1, t2, t3	11-18 Jahre
Strength and Difficulties Questionnaire	t1, t2, t3	11-16 Jahre
Selbstbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen	t1, t, t3	11-18 Jahre
Dortmunder Aufmerksamkeitstest	t1, t2, t3	7-13 Jahre
D2- Aufmerksamkeits- und Belastungstest	t1, t2, t3	ab 9 Jahren
Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung	t1, t2, t3	6-10 Jahre
Continuous Performance Test	t1, t2, t3	4-8 Jahre
Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Test	t1	6-17 Jahre

2.2.2 Fragebogen

Alle angewendeten Fragebogen sind im klinischen Alltag eingesetzte Standardtestverfahren und werden von der Bundesärztekammer in der Diagnostik der ADHS empfohlen. Informationen zu den einzelnen Testverfahren finden sich im Internet unter www.testzentrale.de [13].

CBCL

Die CBCL ist ein 1991 von Achenbach entwickeltes Screeningverfahren für kinder- und jugendpsychiatrische Erkrankungen bei Kindern im Alter von vier bis sechzehn Jahren. 1993 kam die deutsche Version durch die Arbeitsgruppe „deutsche child behavior checklist“ heraus. In zwei Teilen werden das soziale Verhalten sowie problematische Verhaltensweisen untersucht. Für die Auswertung in der Studie wurde besonders der zweite Teil, der Problemteil, berücksichtigt. Hier werden mit 118 Items problematische Verhaltensweisen, emotionale Auffälligkeiten und körperliche Beschwerden beschrieben. In einer dreistufigen Skala kann zwischen den Antworten 0= nicht zutreffend, 1= teilweise zutreffend und 2= häufig zutreffend gewählt werden. Die Ergebnisse werden in acht Syndromskalen unterteilt, wobei die ersten drei Skalen: Sozialer Rückzug, Körperliche Beschwerden und Angst/Depressivität den internalisierenden Störungen zugeordnet werden und die letzten beiden Skalen: Delinquentes Verhalten und Aggressives Verhalten zu den externalisierenden Störungen zählen. Die Skalen Soziale Probleme, Schizoid/Zwanghaft und Aufmerksamkeitsstörung werden in der Gesamtauswertung mitberücksichtigt. In dieser Studie wurden die Auswertungen für internalisierende und externalisierende Störungen sowie der Einzelwert für Aufmerksamkeitsstörung betrachtet [13, 65, 81].

TRF

Bei dem TRF handelt es sich um die 1994 von Achenbach entwickelte Lehrerversion der CBCL. Eingesetzt wird er für die Beurteilung des Verhaltens von Fünf- bis Achtzehnjährigen. Er enthält 93 Items der CBCL sowie 27 eigene Items, die sich speziell mit der Schulsituation befassen. Die Einteilung in Syndromskalen und in internalisierende und externalisierende Störungen entspricht denen in der CBCL [13, 81].

YSR

Der YSR ist ein seit 1994 in der Anwendung befindlicher Fragebogen für Jugendliche von elf bis achtzehn Jahren. Er wurde von Achenbach in Anlehnung an die CBCL entwickelt und dient der Selbstbeurteilung des Befragten. Auch in diesem Fall wird zwischen internalisierender und externalisierender Störung unterschieden [13].

SDQ

Der SDQ ist ein Fragebogen von Goodman, der in unterschiedlicher Form von Eltern, Lehrern und Jugendlichen beantwortet werden kann. Er wird bei der Diagnostik von Kindern im Alter von drei bis sechzehn Jahren eingesetzt, wobei die Version für Jugendliche ab dem elften Lebensjahr

zugelassen ist. In 25 Items werden die Themenblöcke: emotionale Symptome, Verhaltensauffälligkeiten, Hyperaktivität/Unaufmerksamkeit, Probleme in der Interaktion mit Gleichaltrigen und prosoziales Verhalten in je fünf Fragen behandelt. In den unterschiedlichen Formen wird er seit 1997/98 benutzt [13, 34].

FBB-HKS/SBB-HKS

Diese beiden Fragebögen gehören zu dem Diagnostiksystem DISYPS-KJ von Döpfner und Lehmkuhl, das auf den verschiedenen Beurteilungsebenen Eltern-, Lehrer- und Selbsturteil für multiple psychische Störungen bei Kindern und Jugendlichen entsprechend den DSM-IV-Kriterien erfasst. Er kann bei Patienten im Alter von vier bis achtzehn Jahren eingesetzt werden, die Selbstbeurteilungsbögen sind für elf- bis achtzehnjährige Kinder und Jugendliche. Die hier eingesetzten Fragebogen FBB-HKS und SBB-HKS sind zur Diagnostik der hyperkinetischen Störungen geeignet, außerdem gibt es Fragebogen zu den Themen: Störungen des Sozialverhaltens, Angststörungen, depressive Störungen, tief greifende Entwicklungsstörungen, Tic-Störungen, Bindungsstörungen und Mutismus. Inzwischen gibt es DISYPS-2 [13, 19, 34].

Conners Rating Scale

Von C.Keith Conners entwickelt dient die Conners Rating Scale der Erfassung von Symptomen einer ADHS. Es existiert je eine lange und eine kurze Version des Fragebogens für Eltern und für Lehrer. Hier wurde die kurze Form mit 27 beziehungsweise 28 Items zu den Themenblöcken Verhaltensauffälligkeiten, Hyperaktivität und Aufmerksamkeitsprobleme sowie Angst und psychosomatische Auffälligkeiten verwendet. Beide Formen werden seit 1996 in Deutschland in der Diagnostik der ADHS bei Patienten im Alter von drei bis siebzehn Jahren eingesetzt [13, 19, 30, 65, 81].

2.2.3 Konzentrations- und Intelligenztests

DAT

Bei dem Dortmunder Aufmerksamkeitstest werden das Aufmerksamkeitsverhalten, die motorische Unruhe sowie die Impulsivität untersucht. Er wurde 2003 von G.Lauth etabliert. Eingesetzt wird er bei Kindern zwischen sieben und dreizehn Jahren. Die computergesteuerte Version besteht aus zwei Paralleltest mit jeweils zwölf Items. Die Kinder bekommen einen Standardreiz mit sechs Antwortmöglichkeiten präsentiert und sollen die passenden Antworten auswählen. Gemessen werden dabei die Antwortlatenz sowie die Menge der richtigen Lösungen. Die Bearbeitung dauert etwa 15 Minuten.

d2

Der d2 ist ein Aufmerksamkeits- und Belastungstest für Kinder ab neun Jahre. Brickenkamp entwickelte ihn als Weiterführung der klassischen Durchstreichtests. Es wird besonders auf die visuelle Aufmerksamkeit fokussiert. So kann durch die Messung des Tempos und der Sorgfalt bei der Unterscheidung von ähnlichen Reizen die individuelle Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung bestimmt werden [30].

KITAP

Bei der KITAP handelt es sich um die Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung, ein Verfahren von Psytest, das nach den gleichen Prinzipien testet wie die TAP. In dieser Studie wurden die vier voneinander unabhängigen Faktoren: Alertness, Flexibilität, Ablenkbarkeit und Go/Nogo verwendet. Die Faktoren werden in unterschiedlichen Tests untersucht. Bei dem Untertest Ablenkbarkeit wird das Kind beim Bearbeiten der gestellten Aufgabe durch einen Distraktor gestört. Für das Testen der Alertness bekommt das Kind eine einfache Reaktionsaufgabe und muss diese so schnell wie möglich erfüllen. Der Test Flexibilität testet die Fähigkeit, sich schnell auf neue Bedingungen einzustellen, indem die gestellte Aufgabe in unterschiedlicher Reihenfolge durchgeführt werden muss. Der Untertest Go/Nogo prüft die Kontroll- und Entscheidungsfähigkeit. Das Testverfahren wurde für sechs- bis zehnjährige Kinder entwickelt, es bestehen altersabhängige Normwerte. Siehe auch www.psytest.net.

CPT

Bei Kindern zwischen vier und acht Jahren eingesetzt erfasst der von M. Knye, N. Roth, W. Westhus und A. Heine entwickelte CPT die selektive Aufmerksamkeit, die Daueraufmerksamkeit und das Impulsverhalten. Eingeteilt ist er in zwei Testphasen, die mit Pause insgesamt etwa 15 Minuten dauern. Dem Getesteten werden auf dem Bildschirm Buchstaben präsentiert und er hat die Aufgabe, auf eine bestimmte Zweierkombination zu reagieren. Dabei wird die Anzahl der richtigen Reaktionen, der Reaktionen auf eine falsche Kombinationen (Commissionsfehler) und der fehlenden Reaktion (Omissionsfehler) gemessen. Bei aufmerksamkeitsgestörten Kindern beobachtet man eine verlängerte Reaktionszeit sowie eine höhere Anzahl von Commissionsfehlern. Die Hyperaktivität beeinflusst das Impulsverhalten [24, 40].

HAWIK-III

Der Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder ist ein Standardverfahren zur Bestimmung des Intelligenzquotienten bei Kindern und Jugendlichen zwischen sechs und siebzehn Jahren. Es handelt sich um einen 60 bis 90 Minuten

dauerndes Testverfahren, das die allgemeine geistige Entwicklung sowie eventuelle Leistungsstörung untersucht. Es ist die deutsche Version des WISC-III, die eingesetzt wird zur Beurteilung der praktischen, verbalen und allgemeinen Intelligenz. Die bestehenden Untertests: Bilderergänzen, Allgemeines Wissen, Zahlen-Symbol-Test, Gemeinsamkeiten Finden, Bilderordnen, Rechnerisches Denken, Mosaik-Test, Wortschatztest, Figurenlegen, Allgemeines Verständnis, Symboltest, Zahlennachsprechen und Labyrinth-Test ermöglichen eine Unterscheidung der verschiedenen Intelligenzebenen. In dieser Studie wurde allein mit dem Gesamt-IQ als Einschlusskriterium gearbeitet. Auf Grund der langen Gültigkeit des Testergebnisses wurde er zu den späteren Testzeitpunkten nicht wiederholt [57, 78].

2.2.4 Neurobiofeedbacktraining

Das NFB wurde mit dem Neuroprax Version 1.7.7 durchgeführt, einem Gerät der Firma NeuroConn (zur Zeit der Studiendurchführung noch eldith), bestehend aus einem EEG-Verstärker und zwei Bildschirmen, wobei auf dem einem (Trainer), vor dem der Proband sitzt, das Bild von einem Gegenstand zu sehen ist, den der Proband versuchen soll zu lenken, und auf dem anderen Bildschirm (Therapist) die EEG Kurven gezeigt werden.

Es wurde das NFB-Training der langsamen korticalen Potentialen (SCP) verwendet. Dies ist das in Europa in vielen Studien verwendete Protokoll [51, 75]. Die Negativierung der SCPs zeigt eine Erregung des Neokortex an, wie man sie bei Wachheit und selektiver Aufmerksamkeit findet, während die Positivierung einen Entspannungszustand widerspiegelt [75].

Als Elektroden werden Silber-Silberchlorid-Elektroden verwendet, die in einer 0,9%igen NaCl-Lösung (Berlin Chemie) vorbereitet werden. Sie werden an sieben Stellen des Kopfes befestigt. Die Ströme, die durch das NFB-Training verändert werden sollen, werden durch eine zentral auf dem Kopf in der Cz-Position (nach dem internationalen 10-20 System) befestigte Elektrode gemessen. Hinter beiden Ohren werden Elektroden zur Erdung und zur Kontrolle angebracht (Positionen A1 und A2). Vier Elektroden, eine jeweils auf jeder Schläfe und ober- und unterhalb des linken Auges, messen die Augenbewegungen.

Die Kontaktstellen am Kopf des Probanden wird vor Beginn des EEGs mit SkinPure skinpreparation gel (Nihon Kodon) gereinigt und die Elektroden werden dann mit Hilfe der elefix EEG-Paste der Firma Nihon Kodon auf dem Kopf befestigt. Da einige der Probanden auf die Reinigung oder die EEG-Paste allergisch reagieren, wird in diesem Fall die every cleansing paste und abralyt HiCl verwendet.

Während der Biofeedbacksitzungen werden die EEG-Ströme der Probanden von der Position Cz aufgezeichnet. Dabei sitzen die Probanden vor einem Bildschirm und haben die Aufgabe, den erscheinenden Gegenstand (Storch, Flugzeug, U-Boot, Fisch, Feder oder Ball) nach unten beziehungsweise nach

oben zu lenken. Signalisiert wird die Richtung durch einen aufleuchtenden Pfeil zu Beginn jedes Durchgangs (Abbildung 2.1). Vor Beginn erhielten die Probanden keine weitere Hilfestellung, zu ihren Aufgaben zählt auch das Entwickeln von Strategien für das Lenken mit Gedanken. Das Erlernen von Strategien wurde unterstützt, indem erfolgreiche Durchgänge gezählt und an ausgewählten Tagen belohnt wurden.

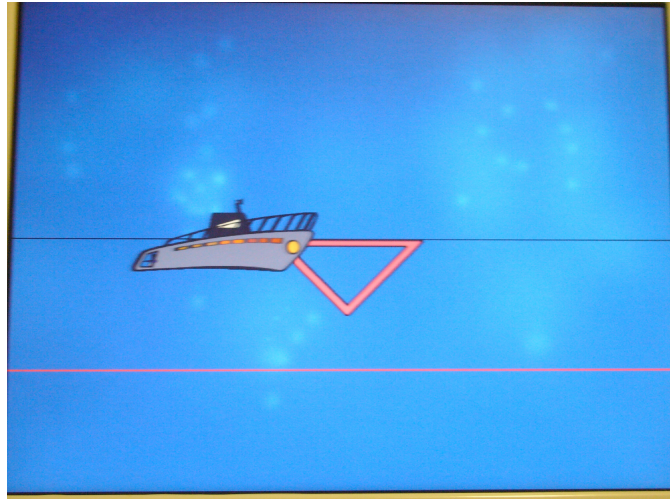


Abbildung 2.1: Bildschirm während des Neurofeedbacktrainings
Wirkungsprinzip des NFB: das Boot soll in dieser Situation nach unten gelenkt werden

Durch das Positivieren der SCPs wird der Gegenstand nach unten gelenkt, während das Negativieren ihn nach oben bewegt. Bei den Transferdurchgängen erscheint nur der Richtungspfeil ohne den Gegenstand, so dass eine Kontrolle des Erfolgs während des Durchgangs nicht möglich ist. Hierdurch soll der Proband üben, die durch das Feedback erlernten Methoden auch außerhalb der Trainingssituation anwenden zu können.

Eine NFB-Trainingssitzung dauert 28 Minuten und beinhaltet 140 Trainingseinheiten. Die Trainingseinheiten sind zehn Sekunden lang und bestehen aus einem Vorbereitungsintervall von zwei Sekunden und der aktiven Phase von 8 Sekunden (Abbildung 2.2). Von Anfang an trainieren die Probanden sowohl im Biofeedback- als auch im Transfermodus. Eine Trainingssitzung enthält zu etwa gleichen Teilen alle vier Teilaufgaben, wobei jeweils zum Ende hin der Transferanteil deutlich zunimmt. Die Probanden üben also von Anfang an, auch ohne optische Kontrolle die Potentialverschiebung zu beeinflussen. Die Bewusstmachung der Regulation der Potentialverschiebungen hilft den Probanden, diese Regulation auch bewusst zu steuern und damit direkt Einfluss auf den Erregungszustand des Kortex auszuüben.

Während der Biofeedbacksitzung ist eine betreuende Person mit im Raum,

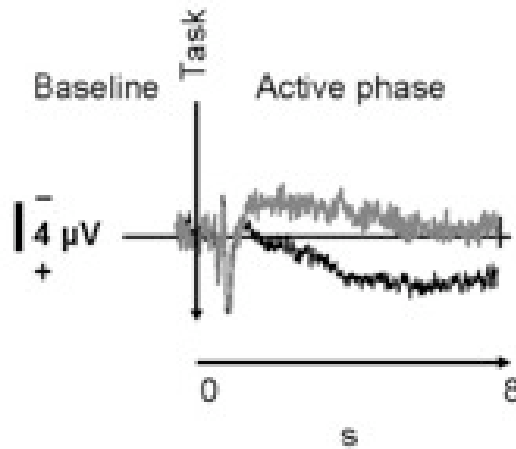


Abbildung 2.2: Zeitlicher Ablauf einer Trainingseinheit, die beiden Kurven repräsentieren den Mittelwert der Potentialverschiebungen in allen Trainingseinheiten in einer Sitzung, die graue Linien zeigt die negative Potentialverschiebung, die schwarze zeigt die positive, entnommen aus Strehl et al. 2006 [75]

die zum einen die EEG-Ströme auf einem zweiten Bildschirm verfolgt und zum anderen mögliche Schummelstrategien unterbindet. Da tonische Muskelspannung ebenfalls durch eine Erregung des Neokortex entsteht, ist es bei der Messung der SCPs wichtig, eine Negativierung durch Muskelkontraktion zu verhindern. Das Gerät würde diese ebenfalls als Trainingserfolg registrieren und das Erlernen der Konzentration wäre dadurch natürlich nicht gegeben. Artefakte durch Augenbewegungen werden durch Elektroden neben den Augen kontrolliert und korrigiert (Abbildung 2.3).

Das Studienprotokoll sieht vor, dass die Probanden, die am NFB-Training teilnehmen, dieses Training in zwei Blöcken a 15 Terminen absolvieren. Zwischen den beiden Blöcken, von je einem Monat, liegt ein Monat Pause. Wenn es der Alltag der Probanden nötig macht, wird das Studienprotokoll verändert. Am Ende haben aber alle Probanden 30 Trainingssitzungen in zwei Blöcken absolviert. Zu den drei Messzeitpunkten t1, t2 und t3 werden die Probanden der Trainings- und der Kontrollgruppe mit Hilfe der obengenannten Methoden getestet. Mit den Fragebogen und Konzentrationstests am Computer wird das Verhalten, die Konzentration und Veränderungen in diesen Parametern evaluiert (Abbildung 2.4).



Abbildung 2.3: Trainingssitzung

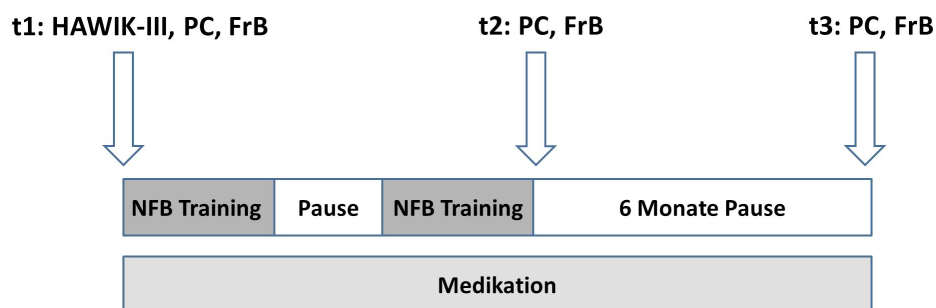


Abbildung 2.4: Zeitlicher Verlauf der Studie, PC:Computertest, FrB: Fragebogen

2.3 Beurteilung des Neurobiofeedbacktrainererfolges

Um vergleichbare Aussagen machen zu können, wurde in dieser Studie der Erfolg des NFB-Trainings nach dem Protokoll von Strehl et al. beurteilt. Dabei vergleicht man die Amplitude der langsamen kortikalen Potentiale (SCP) am Anfang des Trainings mit der am Ende des Trainings [75]. Verglichen werden die gemittelten Summen der erhobenen Daten der ersten zwei Trainingstage und der letzten beiden Trainingstage. Das wichtigste Ziel hierbei ist, negative Potentialverschiebungen auch im Transferdurchlauf zu produzieren [75]. Strehl et al. definieren Artefaktgrenzen, um eine Veränderung der erhobenen Daten durch muskuläre oder andere Artefakte auszuschliessen. Artefaktfreiheit wird definiert für Werte innerhalb von -100 bis $100 \mu\text{V}$ [75].

2.4 Statistische Auswertung

Zur besseren Übersicht des sehr großen Datensatzes wurden die Fragebogen- und Computertestergebnisse in einer verblindeten Bewertung zusammengefasst. Diese Bewertung erfolgte durch Herrn Dr. Jan Puls.

Zur Beurteilung der Unterschiede des Therapieerfolges zwischen der NFB-Gruppe und den medikamentös behandelten Probanden wurden die Ergebnisse von t1, t2 und t3 mit Hilfe des Mann-Whitney-U Tests verglichen.

Eine Beurteilung des Trainererfolges innerhalb der Gruppen war statistisch auf Grund der geringen Probandenzahl nicht möglich.

Beratung zur korrekten Anwendung der Statistik erfolgte durch Herrn Prof. H.-J. Friedrich.

Kapitel 3

Ergebnisse

3.1 Teilnahme der Probanden

Nicht allen Probanden war eine Teilnahme an allen drei Messzeitpunkten möglich. In manchen Fällen gab es Kommunikationsschwierigkeiten mit den Schulen oder Lehrern und gerade für t3 war der Rücklauf insgesamt problematisch. Die folgenden Tabellen zeigen eine Aufschlüsselung, wieviele Datensätze zu welchem Messzeitpunkt vorhanden waren (Tabelle 3.1, 3.2).

Tabelle 3.1: Anzahl der Teilnehmer der Neurobiofeedbacktrainingsgruppe pro Messzeitpunkt

Test	t1	t2	t3
CPT	10	10	8
DAT	7	6	5
D2	4	4	3
KITAP	3	5	5
CBCL	9	10	6
Conners-E	10	9	8
FBB-HKS-E	10	8	7
SDQ-E	10	10	7
TRF	10	3	4
Conners-L	8	3	4
FBB-HKS-L	10	4	4
SDQ-L	10	3	3
YSR	4	2	1
SBB-HKS	4	4	2
SDQ-S	4	3	2

Tabelle 3.2: Anzahl der Teilnehmer an der medikamentöse Therapie pro Messzeitpunkt

Test	t1	t2	t3
CPT	9	9	5
DAT	9	5	2
D2	1	4	3
KITAP	4	5	2
CBCL	2	7	4
Conners-E	9	7	5
FBB-HKS-E	9	8	5
SDQ-E	8	7	5
TRF	2	1	3
Conners-L	5	1	3
FBB-HKS-L	2	2	3
SDQ-L	4	2	3
YSR	0	1	3
SBB-HKS	1	4	3
SDQ-S	0	4	3

3.2 Auswertung des Neurobiofeedbacktrainings

Zur Auswertung des Trainingserfolges werden die gemittelten Summen der SCPs der ersten beiden Trainingstage mit denen der letzten beiden Trainingstage verglichen. Ein Trainingserfolg ist zu verzeichnen, wenn die Potentialverschiebung für die negativen Durchgänge in die negative Richtung erfolgt und für die positiven Durchgänge in die positive Richtung. Der wichtigste Parameter ist dabei die Negativierung der negativen Transferdurchgänge.

Für die im Feedback-Durchgang erhobenen Daten erkennt man eine Positivierung der positiven und eine Negativierung der negativen Daten, im Transfer-Durchgang kommt es zu einer Negativierung der negativen Daten

Tabelle 3.3: Biofeedbackdaten aller Teilnehmer gemittelt aus den Trainingstagen 1+2 und 29+30

FB: Feedback, T: Transfer

Sitzung	FB negativ	FB positiv	T negativ	T positiv
1+2	92,9 μV	125,94 μV	13,5 μV	132,79 μV
29+30	-196,14 μV	352,32 μV	-124,79 μV	75,32 μV

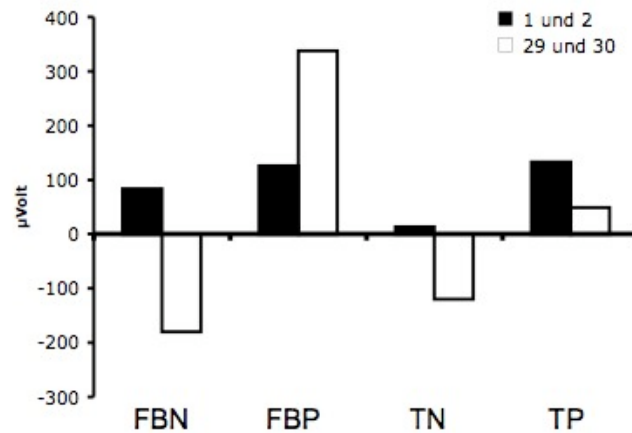


Abbildung 3.1: Vergleich der Biofeedbackdaten aller Teilnehmer am Anfang und Ende des Trainings gemittelt aus Trainingstagen 1+2 und 29+30

Tabelle 3.4: Biofeedbackdaten aller Teilnehmer mit Artefaktgrenzen gemittelt aus den Tagen 1+2 und 29+30

FB: Feedback, T: Transfer

Sitzung	FB negativ	FB positiv	T negativ	T positiv
1+2	29.79 μV	72.06 μV	-26.31 μV	1.62 μV
29+30	-4.02 μV	-1.07 μV	51.68 μV	49.1 μV

(Abbildung 3.1). In drei der vier Teilaufgaben zeigt sich die erwünschte Tendenz, wobei hier auch der wichtigste Lerneffekt vorhanden ist.

In der folgenden Tabelle werden die erhobenen Daten der ersten und letzten zwei Trainingstage innerhalb der Artefaktgrenzen (-100 bis 100 μV) gezeigt. Werte außerhalb des artefaktfreien Intervalls wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt, die Summen wurden auf die ausgewerteten Teilnehmer gemittelt (Tabelle 3.4). Es zeigt sich insgesamt eine Negativierung der Feedbackdaten und eine Positivierung der Transferdaten (Abbildung 3.2). Bei Berücksichtigung der Artefaktgrenzen kommt es in zwei der vier Teilaufgaben zu einem Trainingserfolg. Es kommt dabei also nicht zu einer Negativierung der langsamen kortikalen Potentiale in den Transferdurchgängen, in denen diese Aufgabe gestellt wurde, und damit wird das definierte Lernziel nicht erreicht.

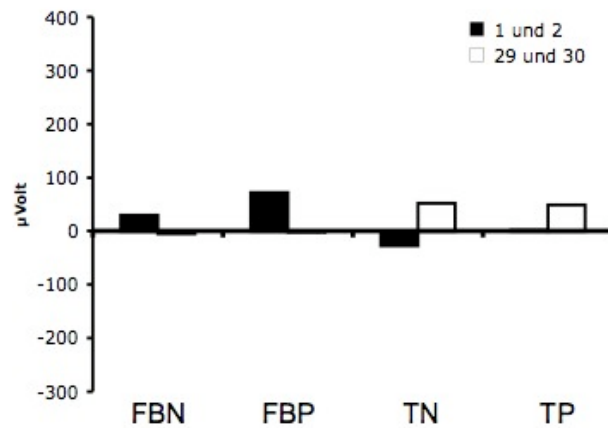


Abbildung 3.2: Vergleich der Biofeedbackdaten aller Teilnehmer am Anfang und Ende des Trainings mit Artefaktgrenzen gemittelt aus Trainingstagen 1+2 und 29+30

3.3 Veränderung im Verhalten

Der Erfolg der beiden Therapien wird durch die Auswertung der Fragebögen und der Computertests beschrieben. Durch die drei Messzeitpunkte und die große Anzahl an Tests pro Proband ergab sich eine große Datenmenge. Um diese besser darstellen und auswerten zu können, wurden die Daten verblindet bewertet und zu je zwei Werten, Fragebögen und Computertests, pro Messzeitpunkt und Proband zusammengefasst (Tabelle 3.5, 3.6). Die entstandene Skala von eins bis fünf umfasst einen Bereich von deutlicher Verbesserung (eins) bis deutlicher Verschlechterung (fünf) und vergleicht die erhobenen Daten von je zwei Zeitpunkten miteinander (T1: Vergleich t1 zu t2, T2: Vergleich t1 zu t3, T3: Vergleich t2 zu t3). Die Übersichtstabelle (Tabelle 3.7) zeigt, dass sich die beiden Gruppen ähnlich verhalten, nur für die Auswertung der Konzentrationstests kommt es in der medikamentös behandelten Gruppe schneller zu einer Verbesserung, so dass sich hier die Gruppenergebnisse signifikant unterscheiden.

Tabelle 3.5: Ergebnisübersicht der Teilnehmer am Neurofeedbacktraining
PC/FrB T1: Vergleichende Auswertung t1 zu t2, PC/FrB T2: Vergleichende Auswertung t1 zu t3, PC/FrB T3: Vergleichende Auswertung t2 zu t3, PC: Computertests ; FrB: Fragebogen die Zahlen vor den Klammern entsprechen der Teilnehmernummer, die Zahlen in den Klammern der Reihenfolge nach Alter sortiert, ohne Proband 5; a: es wurde keine Beurteilung durchgeführt, da keine Testergebnisse vorlagen. 1: deutliche Verbesserung 2: leichte Verbesserung 3: gleichbleibend 4: leichte Verschlechterung 5: deutliche Verschlechterung

Probanden	PC T1	FrB T1	PC T2	FrB T2	PC T3	FrB T3
1(17)	4	2	2	2	3	3
2(3)	3	2	2	4	2	4
3(6)	3	3	2	3	2	4
4(4)	4	2	2	2	3	3
Proband 5 brach NFB nach 15 Sitzungen ab						
6(11)	3	3	a	a	a	a
7(7)	3	2	3	1	3	2
8(14)	4	2	3	4	1	5
9(8)	3	3	3	2	2	2
10(15)	4	3	a	a	a	a
11(16)	3	2	3	a	3	a

Tabelle 3.6: Ergebnisübersicht der Teilnehmer an der medikamentösen Therapie

Abkürzungen entsprechen Tabelle 3.5

Probanden	PC T1	FrB T1	PC T2	FrB T2	PC T3	FrB T3
12(1)	1	1	a	a	a	a
13(2)	2	5	1	4	1	2
14(12)	3	2	3	2	3	3
15(13)	2	2	a	a	a	a
16(5)	1	1	1	1	3	3
17(18)	1		3	3	1	3
18(9)	3	1	a	a	a	a
19(10)	2	3	a	a	a	a
20(19)	2	4	3	1	2	3

3.4 Vergleichende Auswertung der Gruppenergebnisse

Es kommt in beiden Gruppen zu einer Verbesserung der klinischen Symptome der ADHS. Die MPH-Gruppe zeigt schon beim zweiten Messen nach drei Monaten eine Verbesserung der subjektiven (Fragebogen) und objektiven (Konzentrationstests) Symptome, während die NFB-Gruppe zuerst nur eine Verbesserung der subjektiv wahrgenommenen Symptome zeigt. Die Verbesserung der Konzentrationstestdaten kann erst nach neun Monaten beobachtet werden.

Tabelle 3.7: Zusammenfassung der Ergebnisse

PC/FrB T1: Vergleichende Auswertung t1 zu t2, PC/FrB T2: Vergleichende Auswertung t1 zu t3, PC/FrB T3: Vergleichende Auswertung t2 zu t3, PC: Computertests. 1: deutliche Verbesserung 2: leichte Verbesserung 3: gleichbleibend 4: leichte Verschlechterung 5: deutliche Verschlechterung *: signifikanter Unterschied zu NFB-Gruppe, $p < 0,01$

Probanden	PC T1	FrB T1	PC T2	FrB T2	PC T3	FrB T3
NFB	3,4	2,4	2,5	2,6	2,4	3,3
Med	1,9 *	2,4	2,2	2,2	2	2,8

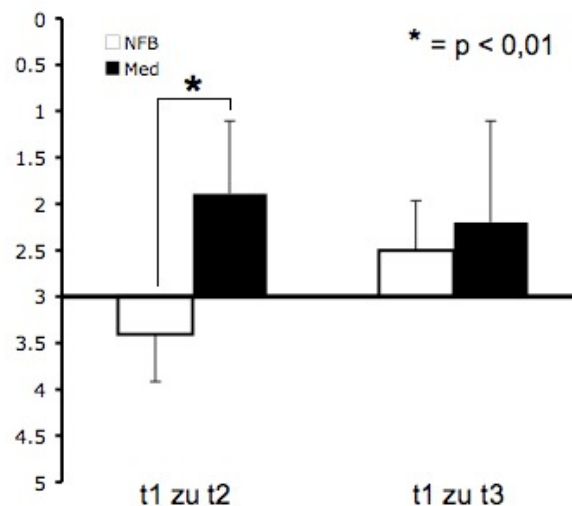


Abbildung 3.3: Auswertung der PC-Testung aller Teilnehmer zu T1 und T2

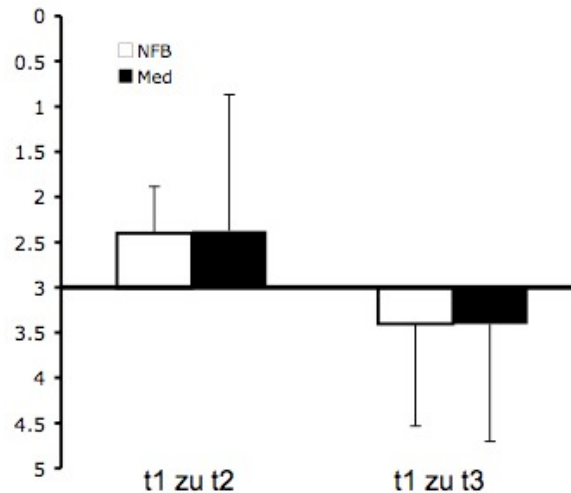


Abbildung 3.4: Auswertung der Fragebogen aller Teilnehmer zu T1 und T2

Zu T1 (Vergleich vor der Therapie und nach drei Monaten) kommt es in der medikamentös behandelten Gruppe zu einer Verbesserung der Konzentrationstestdaten, diese Veränderung ist statistisch signifikant gegenüber der Auswertung der NFB-Kinder, die im Vergleich eine leichte Verschlechterung der Konzentrationsdaten zeigen (Abbildung 3.3). Die Fragebogenergebnisse verbessern sich in beiden Gruppen, hier ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festzustellen (Abbildung 3.4).

Innerhalb der Biofeedbackgruppe verbessern sich die Konzentrationstestdaten in T2 (Vergleich vor der Therapie und ein halbes Jahr nach Ende des Biofeedbacktrainings), so dass dann kein signifikanter Unterschied zwischen medikamentös und Biofeedback behandelten Probanden mehr festzustellen ist (Abbildung 3.4). In beiden Gruppen ist zu beobachten, dass die Ergebnisse der Fragebögen über den längeren Zeitverlauf sich eher wieder verschlechtern. Dieser Trend ist allerdings sowohl in der NFB-Gruppe als auch bei den medikamentös behandelten Probanden zu beobachten.

3.5 Messwerte innerhalb der Gruppen

Auf Grund der sehr geringen Probandenzahl war eine statistische Auswertung der Veränderung der Messwerte innerhalb der Gruppen über den zeitlichen Verlauf der Studie nicht möglich. Als Trend ist in beiden Gruppen eine Verbesserung der Symptomatik zu beobachten.

Während in der NFB-Gruppe die Konzentrationstestdaten erst im länge-

ren Verlauf eine Verbesserung aufweisen, ist in den Fragebogendaten schon in T1 eine Verbesserung zu beobachten. In der medikamentös behandelten Gruppe zeigt sich in beiden Messverfahren schon in T1 eine deutliche Verbesserung.

3.6 Aufschlüsselung der Auswertung anhand der Daten eines Probanden

Um zu verdeutlichen, wie diese Auswertung zustande kommt, folgt beispielhaft die Einzelauswertung eines Probanden anhand der ermittelten Rohwerte. Es wurde dazu ein Proband aus der NFB-Trainingsgruppe gewählt, der an allen drei Testzeitpunkten teilgenommen hat und bei dem es zu allen drei Zeitpunkten sowohl Eltern- als auch Lehrerbeurteilungen gibt. Altersbedingt hat das Kind keine Fragebogen zum Selbsturteil ausgefüllt (Tabelle 3.8). Die Testergebnisse der anderen Probanden finden sich im Anhang.

Ergebnisse PC-Tests

Im CPT kommt es in T1 zu einer Verbesserung, die in T2 wieder wegfällt. Im DAT zeigt sich in T2 eine kontinuierliche Verschlechterung. Die KiTap zeigt da ein abwechslungsreicheres Bild von gleichbleibender Leistung im Untertest Ablenkbarkeit, Verbesserung im Untertest Alertness, aber auch Verschlechterung zu t2 und Verbesserung zu t3 im Untertest Flexibilität. Insgesamt kann man die Ergebnisse in den Computertests als gleichbleibend beschreiben, sie sind folglich in allen drei Auswertungen mit 3 (gleichbleibend) beschrieben.

Ergebnisse Fragebogen Eltern

Da zu Zeitpunkt t1 kein CBCL durchgeführt wurde, lässt sich hier nur ein gleichbleibendes Ergebnis für t2 und t3 beschreiben. Im Conners, FBB-HKS und SDQ zeigt sich eine Verbesserung von t1 zu t2, die zu t3 hin noch deutlicher ausgeprägt ist.

Ergebnisse Fragebogen Lehrer

Im TRF und im FBB-HKS zeigen sich klare Verbesserungen von t1 bis t3. Für den Conners fehlt ein Ergebnis von t1, von t2 zu t3 zeigt sich eine leichte Verbesserung, beim SDQ fehlt t3, es kommt von t1 zu t2 allerdings auch hier zur Verbesserung. Zusammenfassend zeigt sich in allen Fragebögen von Eltern und Lehrern eine Verbesserung von t1 zu t2, die zu t3 noch zunimmt. Daher wird wie folgt bewertet: t1 zu t2 eine 2 (leichte Verbesserung), t1 zu t3 eine 1 (deutliche Verbesserung) und t2 zu t3 eine 2 (leichte Verbesserung).

Tabelle 3.8: Auswertung der Testergebnisse von Proband 7, 10 Jahre (Neuro-feedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt

Test	t1	t2	t3
Computertests			
CPT, Fehler	24	14	29
CPT, Ausgelassene	8	8	14
DAT, richtige Lösungen	2	3	8
DAT, Antwortlatenz	153	363	1137
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	0	0	1
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	0	0	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	1125	1225	1180
KT, Flexibilität, Fehler	7	13	3
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	312	267	242
KT, Alertness, Standardabweichung	89	89	64
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	400	399	360
KT, GoNogo, Fehler	3	0	9
Elternfragebogen			
CBCL, int. Störung	b	3	4
CBCL, ext. Störung	b	14	14
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	7	8
CBCL, gesamt	b	31	32
Conners, Aufmerksamkeit	17	14	8
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,7	2,1	1,8
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,3	1,3	1,1
FBB-HKS, Impulsivität	2,3	1,0	0,8
SDQ, Hyperaktivität	10	9	6
Lehrerfragebogen			
TRF, int. Störung	0	0	1
TRF, ext. Störung	26	13	5
TRF, Hyperaktivität	16	8	10
TRF, gesamt	44	21	17
Conners, Aufmerksamkeit	b	7	6
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,4	0,8	0,7
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,0	2,0	1,4
FBB-HKS, Impulsivität	3,0	2,8	1,5
SDQ, Hyperaktivität	9	6	ba
Selbstbeurteilung			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 3.9: Bewertung der Auswertung von Proband 7

1: deutliche Verbesserung 2: leichte Verbesserung 3: gleichbleibend 4: leichte Verschlechterung 5: deutliche Verschlechterung

Zeitpunkt	PC-Tests	Fragebogen
T1	3	2
T2	3	1
T3	3	2

Ergebnis-Übersicht für Proband 7

Insgesamt zeigt der Proband eine Verbesserung der Testergebnisse, wobei die Verbesserung in den Fragebogenergebnissen deutlicher abzulesen ist. Die Verbesserung in den PC-Tests sind so minimal, dass sie sich nicht in der Gesamtauswertung zeigen. Am auffälligsten ist die sehr positive Langzeitentwicklung in den Fragebogenergebnissen, die so nicht im Gruppentrend zu finden ist.

Kapitel 4

Diskussion

4.1 Vorliegende Studie

In der vorliegenden Studie wurden die Verhaltensänderungen von Kindern mit ADHS nach der NFB- mit denen unter MPH-Therapie verglichen.

Unter Berücksichtigung des Studienumfangs und des gewählten Studienaufbaus war es auch in dieser Studie nicht möglich, die Probleme der geringen Probandenzahl, der fehlenden Verblindung und Randomisierung und der Kombination unterschiedlicher Therapiemethoden zu umgehen. Um den Probanden keine wirksame Therapieform vorzuenthalten und damit eventuell ihrer Entwicklung zu schaden, wurde bewusst auf das Randomisieren verzichtet [49]. Die durch die Eigenwahl der Therapiemethode entstehenden Bias wurden deshalb in Kauf genommen. Um die schon vorhandenen Therapeut-Patienten-Beziehungen nicht zu stören wurde die psychologische und psychiatrische Betreuung nicht unterbrochen. Anders als in vorherigen Studien zu diesem Thema wurde bei der Auswahl der Probanden allerdings strikt darauf geachtet, dass die Teilnehmer des NFB-Trainings parallel keine medikamentöse Therapie erhielten [63, 75]. Die Wahl von MPH als Kontrollbehandlung machte eine Verblindung von Probanden oder Betreuer unmöglich. Daher war es nur möglich, weitere Hinweise auf die positive Wirkung des NFB in der Therapie der ADHS zu sammeln und diese mit der Standardtherapie MPH zu vergleichen.

4.2 Biofeedbackdaten

Zur Auswertung der Biofeedbackdaten wurden die Ergebnisse der ersten zwei und der letzten zwei Messzeitpunkte verglichen. Die Auswertung der Daten zeigt eine klare Veränderung der langsamen kortikalen Potentiale.

Berücksichtigt man die von Strehl et al. definierten Artefaktgrenzen, deren wichtigste Aufgabe es ist, das Verfälschen der NFB-Daten durch Muskelartefakte zu verhindern, kommt es in der durchgeführten Untersuchung nur zu

Teilerfolgen [75]. Es kommt im Feedbackteil zu einer Negativierung beider Werte, während sich im Transferteil eine Positivierung beider Werte zeigt. Da die Negativierung der Potentiale durch eine Erregung des Neokortex zustande kommt, heißt das, dass die Probanden in der Lage sind im Feedbackmodus die Erregung des Kortex eigenständig hoch zu regulieren, während die Transferleistung nicht erfolgt. Dieses Ergebnis könnte darauf hinweisen, dass zum Erlernen des Transfermodus nicht genügend Zeit oder Hilfestellung gegeben war.

Heinrich et al. fordern die Trainingsbetreuung durch einen verhaltenstherapeutisch ausgebildeten Trainer, der den Probanden Hilfestellung im Erlernen der Steuerung geben kann [40]. Diese Forderung wurde im Rahmen der Doktorarbeit nicht umgesetzt, was zu einem weniger effektiven Training geführt haben könnte.

Strehl et al. beschreiben in ihrer Auswertung eine deutliche Negativierung aller SCPs als Haupteffekt [75]. Eine Eigensteuerung der Erregung ist also das Ergebnis. Anders als in dieser Studie bekamen unsere Probanden keine Möglichkeit, um die gelernte Technik der Steuerung der SCPs zu vertiefen. Auch das könnte das Erlernen erschwert haben und dadurch die fehlende Transferleistung erklären.

Weiterhin waren die Trainingsbedingungen auf Grund der räumlichen Gegebenheiten erschwert, da die Probanden während des Trainings nicht alleine im Raum waren. Die Anwesenheit einer betreuenden Person könnte die Konzentrationsfähigkeit gestört haben. Ein Vorteil der räumlichen Situation war andererseits die strengere Artefaktkontrolle. Die entstandene persönliche Beziehung zwischen Proband und Betreuer, die so nur in der NFB-Gruppe entstand, kann ebenfalls Einfluss auf die beschriebenen Verhaltensänderungen haben. Durch die Trainingssituation gab es im Alltag der Probanden täglich eine Stunde, in der sie einzeln betreut waren und idealerweise vor oder nach dem Training die Möglichkeit hatten, aus ihrem Alltag zu berichten. Gevensleben et al. zeigen aber durch einen alternativen Studienaufbau, in dem die Kontrollgruppe durch computerbasiertes Konzentrationstraining einen dem NFB vergleichbaren Versuchsaufbau hatten, dass die Verhaltensänderungen zum Großteil auf die durch das NFB erlernten Techniken zurückzuführen sind [34]. Wobei Ergebnisse von Bakhshayesh et al. und Lansbergen et al. daraufhin deuten, dass Biofeedback zur Steuerung der Stirnmuskulatur und placebo NFB einen ähnlichen Erfolg zeigen, was daraufhin deuten könnte, dass die Trainingssituation sehr wohl zum Therapieerfolg beiträgt [2, 47].

4.3 Probandenrekrutierung

Die Probanden der beiden Therapiegruppen sind zum Großteil Patienten der Hochschulambulanz. Auf Grund des zeitintensiven Trainings und des Anspruchs der medikationsfreien Therapie kam es im Verlauf der Studie

zu Probandenrekrutierungsproblemen, so dass ein Teil der Probanden nicht ursprünglich zu den Patienten der Hochschulambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie gehört, sondern durch einen Zeitungsaufruf und durch Probandenrekrutierung in einer Elternselbsthilfegruppe gefunden wurde. Für diese Probanden galt, dass die Diagnose ADHS durch einen Kinder- und Jugendpsychiater gestellt worden sein oder durch die Hochschulambulanz bestätigt werden musste. Die Diagnosestellung erfolgte in allen Fällen nach den Kriterien der ICD-10.

In zwei Fällen gab es in der Vorgeschichte MPH Gabe. Bei diesen Probanden lag zwischen Beendigung der Medikamente und Beginn der Biofeedbacktherapie mehr als ein halbes Jahr, wobei man eigentlich davon ausgehen kann, dass die Medikamentenwirkung mit Ende der Therapie aufhört. Um die Studienergebnisse so realitätsnah wie möglich bewerten zu können und um die positiven Therapieeffekte nicht zu gefährden, wurde an der schon bestehenden Therapie nichts verändert. Das heißt verhaltenstherapeutische Massnahmen, Elterntherapie, Hausaufgabenhilfe, psychiatrische Betreuung und auch homöopathische Medikation wurden beibehalten.

4.4 Gewählte Kontrollgruppe

Um den Erfolg des NFB-Trainings besser beurteilen zu können, ist im Studiendesign eine Kontrollgruppe vorgesehen. Wie auch in der Studie von Fuchs et al. wurde hier durch die Wahl, die MPH Behandlung als Kontrollgruppe zu verwenden, der Gold Standard der ADHS Therapie als Kontrolle gewählt [30]. Diese Wahl hat den Vorteil, dass der Erfolg der Kontrolltherapie bekannt und in randomisierten Studien nachgewiesen ist.[35, 36, 82]. Sie hat allerdings auch den klaren Nachteil, dass eine Verblindung bei so unterschiedlichen Therapieformen technisch nicht möglich ist. Zusätzlich wurde in dieser Studie die Wahl der Therapieform den Eltern überlassen, so dass die fehlende Verblindungsmöglichkeit außer Acht gelassen werden konnte. Obwohl die dadurch entstehende Bias die Qualität der Studie beeinträchtigt, wurde sich auf Grund ethischen Verbesserung für dieses Studiendesign entschieden. Den Probanden sollte keine wirksame Therapie vorenthalten werden, besonders da in diesem Fall Kinder betroffen waren. Andere Studien verwenden andere Kontrollgruppen wie Warteliste [40], Gruppentraining [21], Vergleich der beiden Biofeedbackformen [51] oder ein computergestütztes Programm zum Konzentrationstraining [34].

4.5 Beobachtete Verhaltensänderung

Einige Eltern beschrieben schon während der NFB-Blöcke in Gesprächen vor oder nach den Trainingssitzungen Veränderungen im Verhalten der Kinder. Sie seien weniger impulsiv, überlegten, bevor sie handelten, und die innerfa-

miliären Probleme seien geringer. In einigen Fällen verbesserten sich auch die schulischen Leistungen. Diese beobachteten Verhaltensänderungen spiegeln sich auch in den positiven Fragebogenauswertungen zu t1 wieder.

4.6 Auswertung der Fragebogen und Konzentrationstests

Wir haben eine breitgefächerte Auswahl an Fragebögen und computerbasierten Konzentrationstests in der Auswertung genutzt, um ein möglich genaues Bild der Verhaltensveränderungen zu erhalten. Es handelt sich bei allen verwandten Instrumenten um etablierte Methoden, die regelmäßig in der Praxis zur Beurteilung eingesetzt werden. Um die erhobenen Daten übersichtlicher darstellen zu können, wurden diese verblindet ausgewertet und zusammenfassend bewertet. Die Auswertung zeigt, dass es in beiden Behandlungsgruppen zu einer Besserung der Verhaltensauffälligkeiten gekommen ist. Während die Auswertung der Fragebogen über alle Messzeitpunkte in beiden Gruppen ähnlich ist, kommt es in der Auswertung der Konzentrationstestdaten in der Medikamentengruppe schneller zu einer Verbesserung. Zu t3 sind die erhobenen Daten in beiden Gruppen wieder ähnlich. Die Tatsache, dass die Fragebogenergebnisse in T2 in beiden Gruppen eine leichte Verschlechterung aufweisen, könnte durch eine veränderte Erwartungshaltung zu erklären sein. Nach den ersten als positiv wahrgenommenen Veränderungen hat sich nach neun Monaten Therapie ein neuer Alltag eingependelt, in dem die noch vorhandene Probleme schwerer wiegen als die erreichten Verbesserungen. Während die Fragebogen die subjektive Sicht der Eltern, Lehrer und teilweise der Probanden wiedergeben, ermöglichen die PC-Tests eine objektive Beurteilung der Therapieerfolge [54]. Da aber die Fragebogen ein genaueres Bild der Verhaltensänderung aufzeigen, gelten sie als das wichtigere Instrument.

Insgesamt schneiden die Teilnehmer der Kontrollgruppe an allen Zeitpunkten etwas besser ab als die Trainingsgruppe. Aber die Tatsache, dass es ausser zur Konzentrationstestauswertung in t1 keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gibt, lässt die Schlussfolgerung zu, dass innerhalb der Studie beide Therapieformen als gleichwertig zu betrachten sind.

4.7 Besonderheit von t3

Der Zeitpunkt t3 dient der Beurteilung der Langzeitwirkung der Neurobiofeedbacktherapie. Ein halbes Jahr nach Beendigung des Trainings wurden die Tests wiederholt und mit denen der Kontrollgruppe, die weiterhin mediziert war, verglichen. Auch zu t3 zeigen sich keine signifikanten Veränderungen zwischen den beiden Gruppen, was ein klares Zeichen dafür ist, dass das

Biofeedbacktraining Langzeiteffekte hat. Die Wirkung der medikamentösen Therapie hingegen endet mit Ende der Medikation [36].

4.8 Datenerhebung

Die Verwendung von Fragebogen als Beurteilungskriterium ist nicht ohne Nachteile. Sie geben zwar ein umfassendes Bild der häuslichen und schulischen Situation, aber nur in dem Maße, in dem sie ausgefüllt werden. Es kam im Verlauf der Studie besonders für die Lehrerfragebogen zu Problemen; einer Familie in der Kontrollgruppe war es unmöglich, eine Stellungnahme der Lehrer zu erhalten. Es ist aber bekannt, dass Eltern- und Lehrerfragebogen vergleichbar gut Veränderungen im Verhalten anzeigen [9], deshalb kann in den Fällen, in denen nur die Elternfragebogen zur Verfügung standen, trotzdem verallgemeinernd die Gesamtsituation beurteilt werden. Es kam häufig zu Rücklaufschwierigkeiten, besonders für die Bogen zu t3. Erschwert wurde die Erhebung der Daten zu t3 durch die Schließung der Hochschulambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie vor Beendigung der Studie.

4.9 Neurobiofeedbackstudien

Seit etwa 40 Jahren wird NFB in Studien für die Therapie verschiedener psychiatrischer und neurologischer Erkrankung wie Epilepsie, Asperger Syndrom und ADHS eingesetzt [41, 56, 75, 79]. Es gibt verschiedene Protokolle zur Anwendung des NFB. So verwendet man in Amerika meist Theta-Beta-Modifikation [54, 78], während in Europa das NFB mit der Veränderung der langsamen kortikalen Potentiale üblicher ist [19, 21, 34, 40, 42, 51, 75]. Es gibt aber außerdem auch noch Protokolle, in denen low beta-, beta 1- oder alpha theta- Modifikation trainiert wird [24, 26, 25, 39]. In dieser Studie wurde das in Europa übliche Protokoll zur Veränderung der SCPs benutzt. Die zu Grunde liegende Idee ist, dass die Patienten mit der Zeit lernen ihre langsamen kortikalen Potentiale bewusst zu verändern [83]. Das bedeutet, dass sie sich dann bewusst konzentrieren und entspannen können. Studien haben gezeigt, dass sich durch das NFB das pathologisch veränderte EEG von ADHS-Patienten dem von Gesunden annähern [78]. Studien über den Einsatz von NFB in der Therapie der ADHS gibt es seit den siebziger Jahren, darin wird gezeigt, dass NFB Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität reduziert [21, 30, 40, 56, 63, 75]. Die Studienlage deutet daraufhin, dass der Einsatz von NFB mit der Wirksamkeit der medikamentösen Therapie vergleichbar sein könnte [29, 59, 60]. In mehreren Studien wird allerdings darauf hingewiesen, dass noch Verbesserungsbedarf im Studiendesign besteht. Wichtige Kritikpunkte sind das Fehlen einer Randomisierung oder einer doppelten Verblindung von Proband und Therapeut sowie die häufig zu klein

gewählte Studienpopulation [41, 43, 71, 72]. In vielen Fällen wurden der Einsatz von NFB und die Gabe von Medikamenten kombiniert, so dass es nicht ohne weiteres möglich ist, den Erfolg des Biofeedbacks exakt zu beurteilen [63, 75]. Nur wenige Studien weisen Kontrollgruppen im Studiendesign auf. Fuchs et al., Monastra et al. und Rossiter et al. vergleichen die Effekte des NFB mit MPH [30, 63, 72], während andere Ansätze Gruppentherapie, computergesteuertes Aufmerksamkeitstraining oder Wartelisten als Kontrolle nutzen [21, 34, 41, 52]. Die ersten randomisierten Studien wurden vor kurzem publiziert [32, 34, 40, 52] und es gibt erste Ansätze zur Einfach- oder Doppelverblindung [2, 47], die aber nur mit sehr speziellen Kontrollgruppen mit Placebo NFB oder EMG Biofeedback möglich sind.

4.10 Zusammenfassende Beurteilung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das NFB-Training die Kernsymptomatik der ADHS positiv beeinflusst. Es kommt zu einer der MPH Wirkung vergleichbaren Veränderung des Verhaltens. Anders als durch MPH kommt es nach dem Training zusätzlich zu einer Langzeitwirkung, die nach einem halben Jahr noch mit der Medikamentenwirkung zu vergleichen ist. Neurobiofeedback ist somit eine sinnvolle Alternative zu der medikamentösen Therapie und sollte verstärkt in der Therapie der ADHS verwendet werden, besonders wenn Eltern oder Patienten eine Medikation auf Grund von Nebenwirkungen oder aus Überzeugung ablehnen [14].

Kapitel 5

Zusammenfassung

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist mit 1-2% eine relativ häufig auftretende psychische Erkrankung des Kindesalters. Die Standardtherapie besteht aus Psychoedukation und Medikamentengabe, hierbei wird häufig MPH eingesetzt.

Neurobiofeedback wird seit den siebziger Jahren in Studien in der Therapie der ADHS eingesetzt. Es wirkt sich positiv auf die Kernsymptomatik der ADHS, bestehend aus Konzentrationsstörungen, Impulsivität und Hyperaktivität, aus. Allerdings wurde NFB bisher nicht in der klinischen Therapie der ADHS etabliert, da seine Wirksamkeit noch nicht ausreichend in randomisierten klinischen Studien belegt werden konnte.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um den Vergleich des NFB mit der Standardtherapie MPH in der Therapie der ADHS. Dazu wurden 20 Probanden mit der Diagnose ADHS im Alter von sieben bis dreizehn Jahren ausgewählt und nach Wunsch der Eltern entweder mit NFB oder MPH behandelt. Die NFB-Gruppe bestand aus 11 Teilnehmern und in der Kontrollgruppe waren neun Probanden. Das Neurobiofeedback-Training erfolgte in zwei Blöcken à 15 Sitzungen. Die medikamentöse Therapie setzte mit Beginn der Studie ein und lief kontinuierlich weiter. Zu Beginn der Studie, sowie nach Abschluss des NFB und sechs Monate nach Abschluss des NFB wurden die Symptome der ADHS mit Hilfe von Fragebogen an die Eltern, die Lehrer und an Kinder älter als elf Jahre sowie mit computerbasierten Aufmerksamkeitstests evaluiert. Die dabei verwendeten Evaluationsinstrumente gehören zur Standarddiagnostik in der Kinder- und Jugendpsychiatrie. Die sechs Monate nach Abschluss des Neurobiofeedback-Trainings erhobenen Messwerte dienen zur Kontrolle des Langzeiteffekts der Therapie.

Es kam in beiden Gruppen zu einer Verbesserung der ADHS Symptomatik sowohl in den Fragebogen als auch in den Aufmerksamkeitstests. Allerdings zeigen die medikamentös behandelten Patienten im Vergleich von Messzeitpunkt 1 zu 2 in den Aufmerksamkeitstests ein gegenüber der Studiengruppe signifikant verbessertes Ergebnis. In allen weiteren Auswertungen weisen beide

Gruppen die gleichen Trends auf. Eine statistische Auswertung der Ergebnisse innerhalb der Gruppen ließ sich auf Grund von zu geringer Gruppengröße leider nicht durchführen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das NFB die Symptomatik der ADHS in vergleichbarem Maße verbessert wie die medikamentöse Therapie. Das Neurobiofeedback zeigt zusätzlich zu der akuten Wirkung auch noch mit der medikamentösen Therapie vergleichbare Langzeiteffekte.

Kapitel 6

Literaturverzeichnis

- [1] American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual for Mental Disorders (4th edition). *Am Psychiatric Pub*, 1994.
- [2] AR Bakhshayesh, S Hänsch, A Wyschkon, MJ Rezai, and G Esser. Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 20:481–91, 2011.
- [3] T Banaschewski, D Coghill, P Santosh, A Zuddas, P Asherson, J Buitelaar, M Danckaerts, M Döpfner, SV Faraone, A Rothenberger, J Sergeant, HC Steinhausen, EJ Sonuga-Barke, and E Taylor. Long-acting medications for the hyperkinetic disorders. A systematic review and European treatment guideline. *Eur Child Adolesc Psychiatry.*, 15:476–95, 2006.
- [4] T Banaschewski, V Roessner, RW Dittmann, PJ Santosh, and A Rothenberger. Non-stimulant medications in the treatment of ADHD. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 13 Suppl 1:102–16, 2004.
- [5] T Banaschewski, V Roessner, H Uebel, and A Rothenberger. Neurobiologie der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Kindheit und Entwicklung*, 13:137–47, 2004.
- [6] WJ Barbaresi, SK Katusic, RC Colligan, AL Weaver, CL Leibson, and SJ Jacobsen. Long-term stimulant medication treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: results from a population-based study. *J Dev Behav Pediatr*, 27:1–10, 2006.
- [7] RA Barkley. International Consensus Statement on ADHD. *Clin Child Fam Psychol Rev*, 5:89–111, 2002.
- [8] M Beauregard and J Levesque. Functional magnetic resonance imaging investigation of the effects of neurofeedback training on the neural bases of selective attention and response inhibition in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 31:3–20, 2006.

- [9] J Biederman, SV Faraone, MC Monuteaux, and JR Grossbard. How informative are parent reports of attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms for assessing outcome in clinical trials of long-acting treatments? A pooled analysis of parents' and teachers' reports. *Pediatrics*, 113:1667–71, 2004.
- [10] N Birbaumer, A Ramos Murguialday, C Wber, and P Montoya. Neurofeedback and brain-computer interface clinical applications. *Int. Rev. Neurobiol.*, 86:107–17, 2009.
- [11] N Boutros, L Fraenkel, and A Feingold. A four-step approach for developing diagnostic tests in psychiatry: EEG in ADHD as a test case. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 17:455–464, 2005.
- [12] AW Brue and TD Oakland. Alternative treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder: does evidence support their use? *Altern Ther Health Med*, 8:68–70, 2002.
- [13] Bundesärztekammer. Stellungnahme zur Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) -Langfassung-. *Stellungnahme Bundesärztekammer*, pages 1–87, 2005.
- [14] SM Butnik. Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *J Clin Psychol*, 61:621–625, 2005.
- [15] AR Clarke, RJ Barry, R McCarthy, and M Selikowitz. Hyperkinetic disorder in the ICD-10: EEG evidence for a definitional widening? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 12:92–9, 2003.
- [16] J Currie and M Stabile. Child mental health and human capital accumulation: The case of ADHD. *J Health Econ*, 25:1094–118, 2006.
- [17] D Daley. Attention deficit hyperactivity disorder: a review of the essential facts. *Child Care Health Dev*, 32:193–204, 2006.
- [18] KC Daley. Update on attention-deficit/hyperactivity disorder. *Curr Opin Pediatr*, 16:217–226, 2004.
- [19] M Doehnert, D Brandeis, M Straub, H-C Steinhausen, and R Drechsler. Slow cortical potential neurofeedback in attention deficit hyperactivity disorder: is there neurophysiological evidence for specific effects? *J Neural Transm*, 115:1445–56, 2008.
- [20] R Drechsler, D Brandeis, M Földenyi, K Imhof, and HC Steinhausen. The course of neuropsychological functions in children with attention deficit hyperactivity disorder from late childhood to early adolescence. *J Child Psychol Psychiatry*, 46:824–36, 2005.

- [21] R Drechsler, M Straub, M Doehnert, H Heinrich, HC Steinhausen, and D Brandeis. Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Behav Brain Funct*, 26:35, 2007.
- [22] M Döpfner. Hyperkinetische Störungen und Störungen des Sozialverhaltens. *Verhaltenstherapie*, 10:89–100, 2000.
- [23] M Döpfner and G Lehmkuhl. Evidence based therapy of children and adolescents with attention deficit/hyperactivity hyperkinetic syndrome (ADHS) [article in german]. *Prax Kinderpsychol Kinderpsychiatr.*, 51:419–40, 2002.
- [24] T Egner and JH Gruzelier. Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. *Neuroreport*, 12:4155–4159, 2001.
- [25] T Egner and JH Gruzelier. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clin Neurophysiol*, 115:131–139, 2004.
- [26] T Egner, TF Zech, and JH Gruzelier. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clin Neurophysiol*, 115:2452–2460, 2004.
- [27] SV Faraone. The scientific foundation for understanding attention-deficit/hyperactivity disorder as a valid psychiatric disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 14:1–10, 2005.
- [28] SV Faraone, J Biederman, and E Mick. The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies. *Psychol Med*, 36:159–165, 2006.
- [29] PN Friel. EEG biofeedback in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. *Altern Med Rev.*, 12:146–51, 2007.
- [30] T Fuchs, N Birbaumer, W Lutzenberger, JH Gruzelier, and J Kaiser. Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 28:1–12, 2003.
- [31] Gerlach. Stimulanzien-Therapie: Gefahr für Kinder und Jugendliche? *Pädiatrie hautnah*, 2:83–87, 2003.
- [32] H Gevensleben, B Holl, B Albrecht, D Schlamp, O Kratz, P Studer, A Rothenberger, GH Moll, and H Heinrich. Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 19:715–724, 2010.

- [33] H Gevensleben, B Holl, B Albrecht, D Schlamp, O Kratz, P Studer, S Wangler, A Rothenberger, GH Moll, and H Heinrich. Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *International Journal of Psychophysiology*, 74:149–157, 2009.
- [34] H Gevensleben, B Holl, B Albrecht, C Vogel, D Schlamp, O Kratz, P Studer, A Rothenberger, G H Moll, and H Heinrich. Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *J Child Psychol Psychiatry*, 50:780–9, 2009.
- [35] DE Greydanus. Pharmacologic treatment of attention-deficit hyperactivity disorder. *Indian J Pediatr*, 72:953–960, 2005.
- [36] The MTA Cooperative Group. A 14-month randomized clinical trial of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. The MTA Cooperative Group. Multimodal Treatment Study of Children with ADHD. *Arch Gen Psychiatry*, 56:1073–86, 1999.
- [37] The MTA Cooperative Group. Moderators and mediators of treatment response for children with attention-deficit/hyperactivity disorder: the Multimodal Treatment Study of children with Attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Gen Psychiatry*, 56:1088–96, 1999.
- [38] The MTA Cooperative Group. National Institute of Mental Health Multimodal Treatment Study of ADHD follow-up: changes in effectiveness and growth after the end of treatment. *Pediatrics*, 113:762–9, 2004.
- [39] J Gruzelier and T Egner. Critical validation studies of neurofeedback. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*, 14:83–104, 2005.
- [40] H Heinrich, H Gevensleben, FJ Freisleder, GH Moll, and A Rothenberger. Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. *Biol Psychiatry*, 55:772–775, 2004.
- [41] H Heinrich, H Gevensleben, and U Strehl. Annotation: neurofeedback - train your brain to train behaviour. *J Child Psychol Psychiatry*, 48:3–16, 2007.
- [42] T Hinterberger, R Veit, U Strehl, T Trevorrow, M Erb, B Kotchoubey, H Flor, and N Birbaumer. Brain areas activated in fMRI during self-regulation of slow cortical potentials (SCPs). *Exp Brain Res*, 152:113–122, 2003.
- [43] D Karch, H Bode, E Boltshauser, J Pietz, B Plecko, and A Sprinz. EEG-Feedback bei Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung im Kindes-

- und Jugendalter Stellungnahme der Gesellschaft für Neuropädiatrie und der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin Kommission zu Behandlungsverfahren bei Entwicklungsstörungen und zerebralen Bewegungsstörungen. *Aktuelle Neuropädiatrie*, 1:379–389, 2006.
- [44] U Knölker. Diagnostische Probleme bei Aufmerksamkeitsstörungen mit und ohne Hyperaktivität AD(H)S. *Neuropädiatrie*, 3:12–18, 2004.
 - [45] U Knölker. Psychotherapeutische und pädagogische Konzepte bei Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Neuropädiatrie*, 3:19–23, 2004.
 - [46] BB Lahey, WE Pelham, A Chronis, G Massetti, H Kipp, A Ehrhardt, and SS Lee. Predictive validity of ICD-10 hyperkinetic disorder relative to DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder among younger children. *J Child Psychol Psychiatry*, 47:472–479, 2006.
 - [47] MM Lansbergen, M van Dongen-Boomsma, JK Buitelaar, and D Slaats-Willemse. ADHD and EEG-neurofeedback: a double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *J Neural Transm*, 118:275–284, 2011.
 - [48] GW Lauth and C Fellner. Therapieverlauf und Langzeiteffekte eines multimodalen Trainingsprogramms bei Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen Einzelfallstudien. *Kindheit und Entwicklung*, 13:167–79, 2004.
 - [49] TJ LaVaque and T Rossiter. The Ethical Use of Placebo Controls in Clinical Research: The Declaration of Helsinki. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 26:23–37, 2001.
 - [50] G Lehmkuhl. Multimodal treatment concepts in children and adolescents with attention deficit/hyperactive disorder. *MMW Fortschr Med*, 147:32–34, 2005.
 - [51] U Leins, G Goth, T Hinterberger, C Klinger, N Rumpf, and U Strehl. Neurofeedback for children with ADHD: a comparison of SCP and Theta/Beta protocols. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 32:73–88, 2007.
 - [52] J Levesque, M Beauregard, and B Mensour. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a functional magnetic resonance imaging study. *Neurosci Lett*, 394:216–221, 2006.
 - [53] D Li, PC Shan, MJ Owen, and L He. Meta-analysis shows significant association between dopamine system genes and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Hum Mol Genet*, 15:2276–84, 2006.

- [54] J F Lubar, M O Swartwood, J N Swartwood, and P H O'Donnell. Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback Self Regul*, 20:83–99, 1995.
- [55] JF Lubar. Neocortical dynamics: implications for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 22:111–126, 1997.
- [56] JF Lubar and MF Shouse. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): a preliminary report. *Biofeedback Self Regul*, 1:293–306, 1976.
- [57] SD Mayes and SL Calhoun. WISC-IV and WISC-III profiles in children with ADHD. *J Atten Disord*, 9:486–493, 2006.
- [58] S Milberger, J Biederman, SV Faraone, J Guite, and MT Tsuang. Pregnancy, delivery and infancy complications and attention deficit hyperactivity disorder: issues of gene-environment interaction. *Biol Psychiatry*, 41:65–75, 1997.
- [59] VJ Monastra. Electroencephalographic biofeedback (neurotherapy) as a treatment for attention deficit hyperactivity disorder: rationale and empirical foundation. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*, 14:55–82, 2005.
- [60] VJ Monastra. Overcoming the barriers to effective treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: a neuro-educational approach. *Int J Psychophysiol*, 58:71–80, 2005.
- [61] VJ Monastra, JF Lubar, and M Linden. The development of a quantitative electroencephalographic scanning process for attention deficit-hyperactivity disorder: reliability and validity studies. *Neuropsychology*, 15:136–144, 2001.
- [62] VJ Monastra, S Lynn, M Linden, JF Lubar, J Gruzelier, and TJ LaVaque. Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 30:95–114, 2005.
- [63] VJ Monastra, DM Monastra, and S George. The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 27:231–249, 2002.
- [64] RD Nass. Evaluation and assessment issues in the diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder. *Semin Pediatr Neurol*, 12:200–216, 2005.

- [65] American Academy of Pediatrics, Committee on Quality Improvement, and Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. Clinical practice guideline: diagnosis and evaluation of the child with attention-deficit/hyperactivity disorder. American Academy of Pediatrics. *Pediatrics*, 105:1158–70, 2000.
- [66] World Health Organisation. ICD-10 Classification of Mental and Behavioural disorders: Diagnostic research criteria. *WHO*, 1993.
- [67] N Pop-Jordanova. Spectra in Pediatric Research and Practice. *Prilozi*, 29:221–37, 2008.
- [68] A Rains, L Scahill, and V Hamrin. Nonstimulant medications for the treatment of ADHD. *J Child Adolesc Psychiatr Nurs*, 19:44–47, 2006.
- [69] H Remschmidt and Global ADHD Working Group. Global consensus on ADHD/HKD. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 14:127–37, 2005.
- [70] J Robbins. On the track with neurofeedback. A new treatment may help with problems from ADD to depression, sleep disorders and epilepsy. *Newsweek*, 135:76, 2000.
- [71] T Rossiter. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: Part I. Review of methodological issues. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 29:95–112, 2004.
- [72] T Rossiter. The effectiveness of neurofeedback and stimulant drugs in treating AD/HD: part II. Replication. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 29:233–243, 2004.
- [73] J Smidt, P Heiser, A Dempfle, K Konrad, U Hemminger, A Kathöfer, A Halbach, J Strub, J Grabarkiewicz, H Kiefl, M Linder, U Knölker, A Warnke, H Remschmidt, B Herpertz-Dahlmann B, and J Hebebrand. Formal genetic findings in attention-deficit/hyperactivity-disorder. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 71:366–77, 2003.
- [74] U Strehl, U Leins, G Goth, C Klinger, T Hinterberger, and N Birbaumer. Self-regulation of slow cortical potentials: a new treatment for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 118:e1530–40, 2006.
- [75] U Strehl, T Trevorrow, R Veit, T Hinterberger, B Kotchoubey, M Erb, and N Birbaumer. Deactivation of brain areas during self-regulation of slow cortical potentials in seizure patients. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 31:85–94, 2006.
- [76] E Taylor, M Döpfner, J Sergeant, P Asherson, T Banaschewski, J Buitelaar, D Coghill, M Danckaerts, A Rothenberger, E Sonug-Barke,

- HC Steinhausen, and A Zuddas. European clinical guidelines for hyperkinetic disorder – first upgrade. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 13, Suppl 1:17–30, 2004.
- [77] A Thapar, T Fowler, F Rice, J Scourfield, M van den Bree, H Thomas, G Harold, and D Hay. Maternal smoking during pregnancy and attention deficit hyperactivity disorder symptoms in offspring. *Am J Psychiatry*, 160:1985–89, 2003.
- [78] L Thompson and M Thompson. Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: effectiveness in students with ADD. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 23:243–263, 1998.
- [79] L Thompson, M Thompson, and A Reid. Functional Neuroanatomy and the Rationale for Using EEG Biofeedback for Clients with Asperger’s Syndrome. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 35:39–61, 2010.
- [80] TB Traywick, AL Lamson, JM Diamond, and S Carawan. A comparison of preferred treatment outcomes between children with ADHD and their parents. *J Atten Disord*, 9:590–597, 2006.
- [81] G Tripp, EA Schaughency, and B Clarke. Parent and Teacher Rating Scales in the Evaluation of Attention-deficit Hyperactivity Disorder: Contribution to Diagnosis and Differential Diagnosis in Clinically Referred Children. *J Dev Behav Pediatr*, 27:209–218, 2006.
- [82] O Tucha, S Prell, L Mecklinger, C Bormann-Kischkel, S Kubber, M Linder, S Walitza, and KW Lange. Effects of methylphenidate on multiple components of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychopharmacology (Berl)*, 185:315–326, 2006.
- [83] DJ Vernon. Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of the Evidence with Implications for Future Research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30:347–364, 2005.

Kapitel 7

Anhang

Aufklärung für Eltern und Sorgeberechtigte- EEG-Biofeedback in der Behandlung von Kindern mit ADHS

Sehr geehrte Eltern.

Sie werden um die Teilnahme Ihres Kindes an einer Studie zum EEG-Biofeedback gebeten. Das bedeutet, dass Signale des Gehirns mit Hilfe des EEG dem Kind sichtbar gemacht werden und es versuchen soll, diese Signale willentlich zu beeinflussen. Wir werden Sie bitten, mit Ihrem Kind in der Biofeedback-Gruppe oder in der sogenannten Kontrollgruppe an unserer Studie teilzunehmen. Bitte lesen Sie dazu diese Informationen sorgfältig durch.

Was soll untersucht werden? Die Methode des EEG-basierten Biofeedbacks findet mittlerweile eine breite Anwendung, gerade bei Kindern. Es liegen bereits erste Untersuchungen vor, die einen positiven Effekt auf die Symptome der Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung (ADHS) beschrieben. Wir weisen dennoch ausdrücklich darauf hin, dass der Nutzen des EEG-Biofeedbacks für Ihr Kind unklar ist. Die Leitlinien für die Kinder- und Jugendpsychiatrie empfehlen bei einer ADHS folgende therapeutische Möglichkeiten: Störungsspezifische Elterntrainings, Verhaltenstherapie und Medikamente, hier vor allem Stimulantien wie MPH (z.B. Ritalin©, Medikinet©, Equasym©, Concerta©).

Was soll mit den Kindern im Rahmen der Studie geschehen? Um die Hilfe einschätzen zu können, die das EEG-Biofeedback einem Kind im Vergleich zur üblichen Behandlung geben kann, sollen 12 Kinder mit ADHS entsprechend den Vorgaben der Leitlinien (Kontrollgruppe) und 12 weitere Kinder ohne Medikamente, aber mit dem EEG-Biofeedback (Trainingsgruppe) behandelt werden. In der Kontrollgruppe werden wir die Kinder nach der Diagnose einer ADHS, verbunden mit Untersuchungen der Konzentrationsfähigkeit und der Intelligenz sowie dem Ausfüllen mehrerer Fragebögen durch die Eltern und die Lehrer, auch medikamentös behandeln. Sie werden hierüber genau informiert, es handelt sich dabei aber nicht um neue und noch in Erprobung

befindliche Therapieverfahren. Nach vier Monaten und nach zehn Monaten werden wir Ihr Kind nachuntersuchen, um den Erfolg der Behandlung zu dokumentieren. Auch dabei werden wieder Konzentrations- und Intelligenztests sowie Fragebögen eingesetzt. In der Trainingsgruppe werden dieselben Untersuchungen zur Diagnosesicherung einer ADHS durchgeführt, auch hier werden zu Beginn, nach vier und zehn Monaten Konzentrations- und Intelligenztests durchgeführt sowie Fragebögen eingesetzt. Die Kinder der Trainingsgruppe sollen aber keine Medikamente aufgrund ihrer ADHS einnehmen.

Wie funktioniert das EEG-Biofeedback genau? Zum Ausgangsbefund gehört ein Routine-EEG mit 19 Elektroden. Eine entsprechende Haube wird am Kopf angebracht. Die Messung wird mit geschlossenen Augen für ca. 30 Minuten durchgeführt. Diese Untersuchung ist Ihnen vielleicht bereits erkannt, sie ist schmerz- und gefahrlos. Für das Training erfolgt bei jeder Sitzung die Ableitung eines EEGs, wobei nach der ersten Sitzung lediglich drei Kopfelektroden und vier Elektroden zum Erfassen von Augenbewegungen zur Anwendung kommen. Die EEG-Signale werden in ein Computerbild umgerechnet, das mit dem Spannungsniveau der Hirntätigkeit einhergeht. Beispielsweise wird auf dem Bildschirm, den Ihr Kind sieht, ein Vogel dargestellt. Je nachdem wie die Hirnaktivität Ihres Kindes sich ändert, fliegt dieser Vogel tiefer oder höher. Ziel ist es nun mittels Veränderungen der Hirnaktivität den Vogelflug nach oben oder unten bewusst zu lenken. Dabei ist nicht vorgegeben, wie Ihr Kind das bewerkstelligen soll, Erwachsene und Kinder entwickeln im Verlauf des Trainings ganz eigene Strategien. Pro Sitzung werden 4a40 Einzeldurchgänge trainiert. Eine Sitzung dauert ca. 1 Stunde. Vorgesehen sind 32 Sitzungen. Zunächst wird das Training fuer vier Wochen an jeweils vier Tagen durchgeführt. Es folgt eine einmonatige Pause. Dann wird das Training erneut für vier Wochen an jeweils vier Tagen durchgeführt. Alle Trainingszeiten liegen am Nachmittag, um einen durchgehenden Schulbesuch zu ermöglichen. Sie können bestimmen, welcher Wochentag trainingsfrei bleiben soll, um so zum Beispiel Ihrem Kind den Besuch des Sportvereins zu ermöglichen. Bei der letzten Sitzung verfahren wir genauso wie zu Beginn der Studie, d.h. es wird vor, während und nach dem Training ein Routine-EEG abgeleitet, dass uns dann zum Vergleich dient.

Wie ist die Studie organisiert? Sie werden im Rahmen der Studie von dem Oberarzt der Hochschulambulanz, Herrn Dr. Puls, und einer Doktorandin, Frau Landreh, individuell betreut. Die weitere ärztliche und psychologische Betreuung verbleibt bei den vorher für Sie zuständigen Kollegen. Eine Aufwandsentschädigung ist im Rahmen der Studie nicht vorgesehen. Wir können keine anfallenden Fahrtkosten ersetzen. Als Anreiz für ihr Kind sollten wir ein Verstärkerprogramm absprechen, mit dem Ihr Kind für seine Teilnahme an dem Training belohnt wird. Wegen des hohen Aufwandes möchten wir Sie bitten, sich die Teilnahme an dem Training vorher genau zu überlegen und die Termine dann sehr zuverlässig wahrzunehmen. Für alle Kinder in der Trainings- und der Kontrollgruppe ist die Teilnahm an den weiteren Untersu-

chungen aus wissenschaftlicher Sicht dringend notwendig. Hierbei werden die bereits angesprochenen und Ihnen auch bereits bekannten Konzentrations- und Intelligenztests sowie Fragebögen eingesetzt.

Ist die Teilnahme freiwillig? Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Wenn Sie und Ihr Kind teilnehmen, so können Sie Ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für die weitere medizinische Versorgung Ihres Kindes, zurückziehen.

Wer erhält Einblick in die Daten? Die ärztlich Schweigepflicht und die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes werden eingehalten. Es werden nur anonymisierte Daten (ohne Namensnennung, ausschliesslich mit Nummern codiert) ausgewertet und ggf. weitergegeben. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.

Liebe Eltern, diese Seiten enthalten die wichtigsten Informationen zu unserer Studie „EEG-Biofeedback bei Kindern mit ADHS“. Wenn Sie mehr Fragen haben, sprechen Sie uns bitte an.

Mit freundlichen Grüßen,
Dr. med Jan Hendrik Puls

Aufklärung für Eltern und Sorgeberechtigte-Kontrollgruppe zu einer Studie über EEG-Biofeedback in der Behandlung des ADHS

Sehr geehrte Eltern.

Sie werden um die Teilnahme Ihres Kindes an einer Kontrollgruppe im Rahmen einer Studie zum EEG-Biofeedback gebeten. Für Sie und Ihr Kind bedeutet das, dass sich an der bisherigen Behandlung Ihres Kindes nichts verändert, außer dass Sie zu ein bis zwei zusätzlichen Terminen gebeten werden, um den Erfolg der medikamentösen Therapie anhand von klinischen Untersuchungen zu Konzentrationsfähigkeit und Intelligenz und durch Fragebogen zu bestätigen. Die folgenden Informationen werden Ihnen kurz den Inhalt der Studie erläutern, bitte lesen Sie sie sorgfältig:

Was soll untersucht werden? Die Methode des EEG-basierten Biofeedbacks findet mittlerweile eine breite Anwendung, gerade bei Kindern. Es liegen bereits erste Untersuchungen vor, die einen positiven Effekt auf die Symptome der Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung (ADHS) beschreiben. Wir weisen dennoch ausdrücklich darauf hin, dass der Nutzen des EEG-Biofeedbacks für Ihr Kind unklar ist. Die Leitlinien für Kinder- und Jugendpsychiatrie empfehlen bei der ADHS folgende therapeutische Möglichkeiten: Störungsspezifische Elterntrainings, Verhaltenstherapie und Medikamente, hier vor allem Stimulantien wie Methylphenidat (z.B. Ritalin®, Medikinet®, Equasym®, Concerta®). Was soll mit den Kindern im Rahmen der Studie geschehen? Um die Hilfe einschätzen zu können, die das EEG-Biofeedback einem Kind im Vergleich zur üblichen Behandlung geben kann, sollen 12 Kinder mit ADHS entsprechend den Vorgaben der Leitlinien (Kontrollgruppe) und 12 weitere Kinder ohne Medikamente, aber mit dem EEG-Biofeedback (Trainingsgruppe) behandelt werden. In der Kontrollgruppe werden wir die Kinder nach der Diagnose einer ADHS, verbunden mit Untersuchungen der Konzentrationsfähigkeit und der Intelligenz sowie dem Ausfüllen mehrerer Fragebogen durch die Eltern und Lehrer, auch medikamentös behandeln. Sie werden hierüber genau informiert, es handelt sich dabei aber nicht um neue oder noch in der Erprobung befindliche Therapieverfahren. Nach vier Monaten und zehn Monaten werden wir Ihr Kind nachuntersuchen, um den Erfolg der Behandlung zu dokumentieren. Auch dabei werden wieder Konzentrationstests und Fragebogen eingesetzt. In der Trainingsgruppe werden dieselben Untersuchungen zur Diagnosesicherung einer ADHS durchgeführt, auch hier werden zu Beginn, nach vier und nach zehn Monaten Konzentrations- und Intelligenztests durchgeführt sowie Fragebogen eingesetzt. Die Kinder der Trainingsgruppe sollten aber keine Medikamente zur Behandlung ihrer ADHS einnehmen.

Wie ist die Studie organisiert? Sie werden im Rahmen der Studie von dem Oberarzt der Hochschulambulanz, Herrn Dr. Puls, und einer Doktorandin, Frau Landreh, individuell betreut. Die weitere ärztliche und psychologische Betreuung verbleibt bei den vorher für Sie zuständigen Kollegen.

Eine Aufwandsentschädigung ist im Rahmen der Studie nicht vorgesehen. Wir können keine anfallenden Fahrtkosten ersetzen. Für alle Kinder in der Trainings- und Kontrollgruppe ist die Teilnahme an den weiteren Untersuchungen aus wissenschaftlicher Sicht dringend notwendig. Hierbei werden die bereits angesprochenen und Ihnen auch bereits bekannten Konzentrations- und Intelligenztests sowie Fragebogen eingesetzt.

Ist die Teilnahme freiwillig? Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Wenn Sie und Ihr Kind teilnehmen, so können Sie Ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für die weitere medizinische Versorgung Ihres Kindes, zurückziehen.

Wer erhält Einblick in die erhobenen Daten? Die ärztliche Schweigepflicht und die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes werden eingehalten. Es werden nur anonymisierte Daten (ohne Namensnennung ausschließlich mit Nummer codiert) ausgewertet und ggf. weitergegeben. Dritte erhalten keinen Einblick in die Originalunterlagen.

Liebe Eltern, diese Seiten enthalten die wichtigsten Informationen zu unserer Studie „EEG-Biofeedback bei Kindern mit ADHS“. Wenn Sie mehr Fragen haben, sprechen Sie uns bitte an.

Mit freundlichen Grüßen.

Aufklärung für Lehrkräfte- EEG-Biofeedback in der Behandlung von Kindern mit ADHS

Sehr geehrte Lehrer.

Wir möchten erst einmal für Ihre Kooperation in der Behandlung unserer Patienten danken und möchten Sie außerdem um Ihre weitere Hilfe in dieser speziellen Situation bitten. Wir führen eine Studie zur Behandlung der ADHS mit einer Methode genannt EEG-Biofeedback durch und brauchen Ihre Unterstützung zur Validierung dieser Therapie. Daher wäre es uns eine große Hilfe, wenn Sie ein wenig Ihrer Zeit zum Ausfüllen der Fragebögen aufbringen könnten, da wir zur genauen Beurteilung der Situation unserer Patienten nicht nur die Aussagen der Eltern über ihr Verhalten zu Hause, sondern auch Ihre Beurteilung über das Verhalten in der Schule brauchen. Im Folgenden möchten wir Ihnen einige Informationen über die Studie zukommen lassen.

Was soll untersucht werden? Die Methode des EEG-basierten Biofeedbacks findet mittlerweile eine breite Anwendung, gerade bei Kindern. Es liegen bereits erste Untersuchungen vor, die einen positiven Effekt auf die Symptome der Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung (ADHS) beschrieben. Wir weisen dennoch ausdrücklich darauf hin, dass der Nutzen des EEG-Biofeedback für das Kind unklar ist. Die Leitlinien für die Kinder- und Jugendpsychiatrie empfehlen bei einer ADHS folgende therapeutische Möglichkeiten: Störungsspezifische Elterntrainings, Verhaltenstherapie und Medikamente, hier vor allem Stimulantien wie Methylphenidat (z.B. Ritalin©, Medikinet©, Equasym©, Concerta©). Was soll mit den Kindern im Rahmen der Studie geschehen? Um die Hilfe einschätzen zu können, die das EEG-Biofeedback einem Kind im Vergleich zur üblichen Behandlung geben kann, sollen 12 Kinder mit ADHS entsprechend den Vorgaben der Leitlinien (Kontrollgruppe) und 12 weitere Kinder ohne Medikamente, aber mit dem EEG-Biofeedback (Trainingsgruppe) behandelt werden. In der Kontrollgruppe werden wir die Kinder nach der Diagnose einer ADHS, verbunden mit Untersuchungen der Konzentrationsfähigkeit und der Intelligenz sowie dem Ausfüllen mehrerer Fragebögen durch die Eltern und die Lehrer, auch medikamentös behandeln. Es handelt sich dabei nicht um neue und noch in der Erprobung befindliche Therapieverfahren. Nach vier Monaten und nach 10 Monaten werden wir die Kinder nachuntersuchen, um den Erfolg der Behandlung zu dokumentieren. Auch dabei werden wieder Konzentrations- und Intelligenztests durchgeführt sowie Fragebögen eingesetzt. Die Kinder der Trainingsgruppe sollen keine Medikamente aufgrund ihrer ADHS einnehmen.

Wie funktioniert das EEG-Biofeedback genau? Zum Ausgangsbefund gehört ein Routine-EEG mit 19 Elektroden. Für das Training erfolgt bei jeder Sitzung die Ableitung eines EEGs, wobei nach der ersten Sitzung lediglich drei Kopfelektroden und vier Elektroden zur Erfassung der Augenbewegungen zur Anwendung kommen. Die EEG-Signale werden in ein Computerbild

umgerechnet, das mit dem Spannungsniveau der Hirntätigkeit einhergeht. Beispielsweise wird auf dem Bildschirm, den das Kind sieht ein Vogel dargestellt. Je nachdem wie die Hirnaktivität des Kindes sich ändert, fliegt dieser Vogel höher oder tiefer. Ziel ist es nun mittels Veränderungen der Hirnaktivität den Vogelflug bewusst zu lenken. Dabei ist nicht vorgegeben, wie das Kind dies bewerkstelligen soll, Erwachsene und Kinder entwickeln im Verlauf des Trainings ganz eigene Strategien. Pro Sitzung werden 4x40 Einzeldurchgänge trainiert. Eine Sitzung dauert etwa eine Stunde. Vorgesehen sind 32 Sitzungen. Das Training erfolgt in zwei Blöcken von jeweils 16 Sitzungen, das heißt das Kind wird zweimal etwa vier Wochen lang täglich eine Stunde in der Uni verbringen. In der 32. Sitzung wird erneut eine Routine-EEG abgeleitet, dass uns dann zum Vergleich dient.

Wie ist die Studie organisiert? Die Familien werden während der Studie von dem Oberarzt der Hochschulambulanz, Herrn Dr. Puls und einer Doktorandin, Frau Landreh, individuell betreut. Die weiter ärztliche Betreuung verbleibt bei den zuständigen Kollegen. Wegen des hohen zeitlichen Aufwandes haben sich die Familien ihre Teilnahme genau überlegt und auch deshalb bitten wir Sie um Kooperation, um die Familien bei diesem Versuch zu unterstützen. Für alle Kinder in der Trainings- und Kontrollgruppe ist die Teilnahme an den weiteren Untersuchungen aus wissenschaftlicher Sicht dringend notwendig. Hierbei werden die bereits angesprochenen und Ihnen nun auch schon bekannten Fragebögen, sowie Konzentrations- und Intelligenztests eingesetzt. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und die erhobenen Daten werden nur anonymisiert ausgewertet und ggf. weitergegeben.

Das sind soweit die wichtigsten Informationen über das EEG-Biofeedback, wenn bei Ihnen noch Fragen entstehen, können Sie gerne über die Eltern Kontakt zu uns aufnehmen.

Mit freundlichen Grüßen

Einverständniserklärung zur Teilnahme an einer Studie- EEG-Biofeedback in der Behandlung von Kindern mit ADHS

Ich habe das Blatt „Aufklärung für Eltern und Sorgeberechtigte“ gelesen und wurde mündlich über den Ablauf und Ziele der Studie informiert. Ich hatte Gelegenheit, Fragen zu stellen. Ich habe Wesen und Bedeutung der Studie verstanden, zu der ich um die Teilnahme meines Kindes gebeten wurde.

Ich habe keine weiteren Fragen und benötige keine zusätzliche Bedenkzeit. Ich wurde darüber aufgeklärt, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und die Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile fuer die weitere medizinische Versorgung meines Kindes widerrufen werden kann. Im Falle des Rücktritts von der Studie stimme ich der Auswertung bereits vorliegenden Datenmaterials zu: ja/nein.

Die Vorschriften des Datenschutzes und der ärztlichen Schweigepflicht sind im Rahmen dieser Studie gewahrt. Dritte erhalten keinen Einblick in die Krankenakten. Ich habe das schriftliche Informationsblatt erhalten.

(Unterschrift des/der Sorgeberechtigten)

Ich bin mit der Durchführung der Studie bei meinem Kind einverstanden:

(Unterschrift des/der Sorgeberechtigten)

(Unterschrift des/der Arztes/Ärztin)

Informationsblatt für Kinder- EEG-Biofeedback in der Behandlung von Kindern mit ADHS

Liebe(r) (Name des Kindes).

Wir haben Dich und Deine Eltern gebeten, bei einer besonderen Untersuchung mit zu machen. Dabei geht es um die Behandlung Deiner ADHS. Du weisst, dass Du Probleme hast, Dich zu konzentrieren, still zu sitzen oder dass Du manchmal nicht genug nachdenkst, bevor Du etwas tust. Mit der Untersuchung möchten wir feststellen, ob Du es schaffst, Dein Gehirn bei seiner Arbeit zu beeinflussen. Diese Untersuchung tut nicht weh, bedeutet aber einen grossen Aufwand an Zeit für Dich. Beim ersten Treffen wollen wir Deine Gehirnströme mit einem EEG messen. Dazu werden 19 „Knöpfe“ mit Kabeln mit einer Art „Badehaube“ an Deinem Kopf befestigt. Vielleicht kennst Du das auch schon. Für die Messung musst Du 30 Minuten lang die Augen zu machen und Dich entspannen. Das richtige Training dauert etwa eine Stunde. Dabei wirst Du üben, ein Bild auf einem Computerbildschirm durch Deine Gehirnaktivität zu beeinflussen. Für die nächste Sitzung bekommst Du nur drei Elektroden an den Kopf und vier neben den Augen befestigt. Bei der allerletzten Trainingssitzung verfahren wir wieder genauso wie bei der ersten. Vor diesen Untersuchungen, nach vier Monaten und nach zehn Monaten machen wir Konzentrationstests und Intelligenztests mit Dir, aber das kennst Du ja schon. Alle Untersuchungen sind ungefährlich und tun nicht weh. Wir werden Dir kein Blut abnehmen.

Wir wollen das Training insgesamt 32 mal mit Dir durchführen. Zuerst kommst Du vier Wochen lang, an vier Tagen in der Woche. Dann hast Du einen Monat frei, und dann kommst Du noch einmal vier Wochen lang an vier Tagen in der Woche. Deinen freien Tag in der Woche kannst Du Dir aussuchen, damit Du zum Beispiel weiter in den Sportverein gehen kannst. Das bedeutet, dass Du eine Menge Zeit mit dem Training verbringen wirst. Wir hoffen aber, dass Du danach mit Deiner ADHS besser zurecht kommst.

Die Teilnahme an der Studie ist vollkommen freiwillig. Du darfst die Untersuchung jederzeit abbrechen, egal aus welchem Grund. Niemand wird Dir deswegen böse sein. Wir möchten aber, dass Du Dir vorher genau überlegst, ob Du mitmachen möchtest.

Ich möchte an der Untersuchung teilnehmen.

Ich möchte nicht an der Untersuchung teilnehmen.

Falls ich später meine Meinung ändere, kann ich die Untersuchung zu jedem Zeitpunkt abbrechen.

(Unterschrift des Kindes)

Einladung Elternabend

Liebe Eltern,

hiermit möchte ich Sie herzlich zu einem informellen Elternabend am 29.März 2006, um 19.30 Uhr, im AStA der Universität zu Lübeck (Unigelände, Haus 24) einladen. Kurze Wegbeschreibung: Vom Mönkhofer Weg kommend, das Auto am Besten schon dort parken, biegen Sie links auf das Unigelände und nehmen die erste Straße noch vor der Schranke nach rechts (Einbahnstraße in die entgegengesetzte Richtung) und gehen diese bis ans Ende, es ist das letzte Haus auf der rechten Seite. Ich wollte mit Ihnen zusammen kurz einen Zeitplan für das Biofeedbacktraining für die Monate April und Juni erstellen, auf alle Ihre Fragen eingehen und wenn gewünscht einen kleinen Ausflug zu dem Gerät anbieten. über Ihr Kommen würde ich mich sehr freuen, sollten Sie wieder erwarten keine Zeit haben, bitte ich um Bescheid. Sie erreichen mich unter der Telefonnummer: 0179/7741563.

Mit freundlichen Grüßen.

Brief der Ethikkommission



Universität zu Lübeck

Medizinische Fakultät - Der Vorsitzende der Ethikkommission

Dekanat der Medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck
Ratzeburger Allee 160, D-23538 Lübeck

Herrn
Dr. med. Puls
Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie
und -psychotherapie

Bearbeiter: Frau Erdmann
Telefon: (0451) 500- 4830
Fax: (0451) 500- 3026
email: erdmann@zuv.uni-luebeck.de

im Hause

Datum: 16.05.2005
Aktenzeichen:
(immer angeben!) - 95-099

sachrichtlich:
Herr Prof. Knölker
Direktor der Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie

Sitzung der Ethik-Kommission am 10. Mai 2005

Antragsteller: Herr Dr. Puls / Herr Prof. Knölker

Thema: EEG-Biofeedback in der Behandlung von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitäts-
störung (ADHS)

Sehr geehrter Herr Dr. Puls,

Ihr Antrag wurde unter berufsethischen, medizinisch-wissenschaftlichen und berufsrechtlichen Gesichtspunkten geprüft.

Die Kommission hat keine Bedenken.

Bei Änderung des Studiendesigns sollte der Antrag erneut vorgelegt werden. Über alle schwerwiegenden oder unerwarteten und unerwünschten Ereignisse, die während der Studie auftreten, muß die Kommission umgehend benachrichtigt werden.

Nach Abschluß des Projektes bitte ich um Übersendung eines knappen Schlussberichtes (unter Angabe unseres Aktenzeichens), aus dem der Erfolg/Misserfolg der Studie sowie Angaben darüber, ob die Studie abgebrochen oder geändert bzw. ob Regressenprüfungen gemacht wurden, ersichtlich sind.

Die ärztliche und juristische Verantwortung des Leiters der klinischen Prüfung und der an der Prüfung teilnehmenden Ärzte bleibt entsprechend der Benennungsfunktion der Ethikkommission durch unsere Stellungnahme unberührt.

Mit freundlichem Gruß und den besten Wünschen für den
weiteren Verlauf Ihrer Forschung bin ich

Ihr

Prof. Dr. med. Dr. phil. H. Raspe
Vorsitzender

zusätzliche Kommissionsmitglieder:

Prof. Dr. Dr. H.-H. Raspe
(Sozialmedizin, Vorsitzender der EK)
Prof. Dr. F. Heesgen
(Psychiatrie)
Prof. Dr. D. Domschik
(Pharmakologie)

Frau H. Müller
(Pflege)
Prof. Wessel
(Kinderheirgik, Stoll, Vorsitzender der EK)
Herr Pieber
(Richter am Landgericht Lübeck)
Prof. Schwinger
(Hämogenetik)

Herr Prof. Dr. H. L. Fehen
(Medizinische Klinik I)
Frau Prof. Dr. M. Schneider
(Plastische Chirurgie)
Herr Dr. Sabatz
(Pädiatrie)
Herr D. Stajan
(Präsident des Amtsgerichts Lübeck)

Auswertung der einzelnen Probanden

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	0	13	ba
CPT, Ausgelassene	4	6	ba
DAT, richtige Lösungen	11	bb	ba
DAT, Antwortlatenz	696	bb	ba
D2, Gesamtleistung	58	90	99
D2, Konzentration	50	93	99
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	19	6	11
CBCL, ext. Störung	21	7	14
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	8	6	1
CBCL, gesamt	55	22	30
Conners, Aufmerksamkeit	11	5	3
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,4	bb	1,6
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,9	bb	0,7
FBB-HKS, Impulsivität	1,5	bb	1,3
SDQ, Hyperaktivität	6	2	5
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	19	bb	ba
TRF, ext. Störung	11	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	9	bb	ba
TRF, gesamt	51	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	b	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,8	0,7	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,0	0,0	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,0	0,0	ba
SDQ, Hyperaktivität	3	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	17	bb	ba
YSR, ext. Störung	13	bb	ba
YSR, gesamt	38	bb	ba
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,0	bb	ba
SBB-HKS, mot. Unruhe	0,9	bb	ba
SBB-HKS, Impulsivität	0,8	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	6	bb	ba

Tabelle 7.1: Auswertung der Testergebnisse von Proband 1, 12 Jahre (Neuro-feedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	21	19	102
CPT, Ausgelassene	5	12	5
DAT, richtige Lösungen	5	5	9
DAT, Antwortlatenz	125	237	1345
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	bb	3
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	bb	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	bb	1657
KT, Flexibilität, Fehler	b	bb	11
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	bb	433
KT, Alertness, Standardabweichung	b	bb	211
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	bb	571
KT, GoNogo, Fehler	b	bb	1
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	14	3	14
CBCL, ext. Störung	37	34	38
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	12	13	14
CBCL, gesamt	87	64	81
Conners, Aufmerksamkeit	19	bb	17
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,8	2,3	2,1
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,4	1,6	2,4
FBB-HKS, Impulsivität	3,0	2,8	3,0
SDQ, Hyperaktivität	10	9	10
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	4	bb	15
TRF, ext. Störung	26	bb	27
TRF, Hyperaktivität	22	bb	22
TRF, gesamt	57	bb	84
Conners, Aufmerksamkeit	17	bb	12
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,2	bb	2,4
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,3	bb	1,4
FBB-HKS, Impulsivität	1,0	bb	2,3
SDQ, Hyperaktivität	9	bb	8
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.2: Auswertung der Testergebnisse von Proband 2, 9 Jahre (Neurofeedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	8	13	5
CPT, Ausgelassene	11	17	19
DAT, richtige Lösungen	1	3	7
DAT, Antwortlatenz	194	371	841
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	3	4
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	1	1
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	1449	1178
KT, Flexibilität, Fehler	b	3	1
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	442	389
KT, Alertness, Standardabweichung	b	111	61
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	556	596
KT, GoNogo, Fehler	b	4	0
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	16	13	16
CBCL, ext. Störung	8	10	13
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	10	7	9
CBCL, gesamt	41	33	44
Conners, Aufmerksamkeit	9	8	7
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,0	1,1	0,9
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,1	0,3	0,7
FBB-HKS, Impulsivität	0,3	0,3	0,5
SDQ, Hyperaktivität	5	5	6
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	1	bb	3
TRF, ext. Störung	1	bb	1
TRF, Hyperaktivität	1	bb	4
TRF, gesamt	2	bb	1
Conners, Aufmerksamkeit	0	bb	1
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,2	bb	0,7
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,0	bb	0,0
FBB-HKS, Impulsivität	0,0	bb	0,0
SDQ, Hyperaktivität	0	bb	3
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.3: Auswertung der Testergebnisse von Proband 3, 9 Jahre (Neurofeedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	4	6	2
CPT, Ausgelassene	12	18	21
DAT, richtige Lösungen	1	4	8
DAT, Antwortlatenz	454	422	786
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	1	2
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	2	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	1498	1030
KT, Flexibilität, Fehler	b	8	9
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	428	310
KT, Alertness, Standardabweichung	b	83	77
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	552	505
KT, GoNogo, Fehler	b	4	1
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	8	3	ba
CBCL, ext. Störung	20	11	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	8	4	ba
CBCL, gesamt	37	19	ba
Conners, Aufmerksamkeit	13	8	8
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,0	bb	1,4
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,1	bb	1,3
FBB-HKS, Impulsivität	2,5	bb	1,3
SDQ, Hyperaktivität	7	7	5
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	7	12	ba
TRF, ext. Störung	22	18	ba
TRF, Hyperaktivität	20	17	ba
TRF, gesamt	51	51	ba
Conners, Aufmerksamkeit	8	4	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,2	1,8	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,9	0,9	ba
FBB-HKS, Impulsivität	1,8	0,5	ba
SDQ, Hyperaktivität	7	7	ba
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.4: Auswertung der Testergebnisse von Proband 4, 9 Jahre (Neurofeedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	7	5	3
CPT, Ausgelassene	5	0	2
DAT, richtige Lösungen	12	12	ba
DAT, Antwortlatenz	1119	769	ba
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	0	2	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	0	0	ba
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	1270	757	ba
KT, Flexibilität, Fehler	1	2	ba
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	298	261	ba
KT, Alertness, Standardabweichung	63	156	ba
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	504	455	ba
KT, GoNogo, Fehler	0	3	ba
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	12	11	ba
CBCL, ext. Störung	13	16	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	14	10	ba
CBCL, gesamt	45	46	ba
Conners, Aufmerksamkeit	12	8	10
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,9	1,6	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,3	0,1	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,5	1,5	ba
SDQ, Hyperaktivität	4	4	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	15	bb	ba
TRF, ext. Störung	3	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	11	bb	ba
TRF, gesamt	37	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	6	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,9	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,0	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,3	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	1	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	2	2	ba
YSR, ext. Störung	2	2	ba
YSR, gesamt	10	10	ba
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,4	1,0	ba
SBB-HKS, mot. Unruhe	0,1	0,0	ba
SBB-HKS, Impulsivität	0,8	1,0	ba
SDQ, Hyperaktivität	1	bb	ba

Tabelle 7.5: Auswertung der Testergebnisse von Proband 6, 10 Jahre (Neuro-feedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	6	29	4
CPT, Ausgelassene	4	19	2
DAT, richtige Lösungen	b	bb	ba
DAT, Antwortlatenz	b	bb	ba
D2, Gesamtleistung	42	79	90
D2, Konzentration	58	90	90
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	12	4	22
CBCL, ext. Störung	26	11	26
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	14	12	13
CBCL, gesamt	50	17	73
Conners, Aufmerksamkeit	11	6	15
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,9	0,9	2,3
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,1	0,4	2,0
FBB-HKS, Impulsivität	2,3	1,0	1,8
SDQ, Hyperaktivität	8	4	10
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	4	bb	7
TRF, ext. Störung	16	bb	3
TRF, Hyperaktivität	16	bb	11
TRF, gesamt	47	bb	22
Conners, Aufmerksamkeit	11	bb	1
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,1	bb	0,9
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,3	bb	0,0
FBB-HKS, Impulsivität	3,5	bb	0,0
SDQ, Hyperaktivität	8	bb	2
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	4	bb	11
YSR, ext. Störung	17	bb	9
YSR, gesamt	30	bb	37
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,8	1,0	0,8
SBB-HKS, mot. Unruhe	0,6	0,9	0,1
SBB-HKS, Impulsivität	1,0	1,3	0,8
SDQ, Hyperaktivität	5	6	6

Tabelle 7.6: Auswertung der Testergebnisse von Proband 8, 11 Jahre (Neurofeedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	4	9	5
CPT, Ausgelassene	5	14	4
DAT, richtige Lösungen	9	9	11
DAT, Antwortlatenz	1034	727	817
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	6	7	4
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	1	2	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	902	831	629
KT, Flexibilität, Fehler	0	0	0
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	366	301	367
KT, Alertness, Standardabweichung	74	61	82
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	449	455	483
KT, GoNogo, Fehler	3	4	3
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	13	4	9
CBCL, ext. Störung	15	6	6
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	7	6	6
CBCL, gesamt	38	16	22
Conners, Aufmerksamkeit	13	9	4
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,4	1,0	0,6
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,3	0,9	0,7
FBB-HKS, Impulsivität	2,0	0,8	0,8
SDQ, Hyperaktivität	9	9	5
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	7	10	ba
TRF, ext. Störung	4	6	ba
TRF, Hyperaktivität	8	8	ba
TRF, gesamt	20	24	ba
Conners, Aufmerksamkeit	2	2	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,4	0,9	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,6	0,6	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,0	0,0	ba
SDQ, Hyperaktivität	4	5	ba
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.7: Auswertung der Testergebnisse von Proband 9, 9 Jahre (Neurofeedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	7	9	ba
CPT, Ausgelassene	2	11	ba
DAT, richtige Lösungen	b	bb	ba
DAT, Antwortlatenz	b	bb	ba
D2, Gesamtleistung	34	62	ba
D2, Konzentration	50	69	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	18	23	ba
CBCL, ext. Störung	29	23	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	7	6	ba
CBCL, gesamt	75	69	ba
Conners, Aufmerksamkeit	19	13	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,1	2,8	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,6	2,3	ba
FBB-HKS, Impulsivität	1,5	2,3	ba
SDQ, Hyperaktivität	10	10	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	16	bb	ba
TRF, ext. Störung	8	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	3	bb	ba
TRF, gesamt	46	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	4	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,1	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,4	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,3	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	5	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	4	bb	ba
YSR, ext. Störung	5	bb	ba
YSR, gesamt	20	bb	ba
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,3	0,9	ba
SBB-HKS, mot. Unruhe	0,9	0,3	ba
SBB-HKS, Impulsivität	1,3	0,5	ba
SDQ, Hyperaktivität	8	7	ba

Tabelle 7.8: Auswertung der Testergebnisse von Proband 10, 11 Jahre (Neuro-feedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	2	3	3
CPT, Ausgelassene	7	8	10
DAT, richtige Lösungen	b	bb	ba
DAT, Antwortlatenz	b	bb	ba
D2, Gesamtleistung	90	99	84
D2, Konzentration	86	99	82
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	9	3	ba
CBCL, ext. Störung	27	11	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	7	2	ba
CBCL, gesamt	45	17	ba
Conners, Aufmerksamkeit	16	14	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,4	2,2	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,6	1,0	ba
FBB-HKS, Impulsivität	3,0	2,8	ba
SDQ, Hyperaktivität	9	8	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	4	bb	ba
TRF, ext. Störung	16	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	25	bb	ba
TRF, gesamt	45	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	6	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,1	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,0	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,0	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	6	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	b	4	ba
YSR, ext. Störung	b	17	ba
YSR, gesamt	b	30	ba
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	1,7	0,8
SBB-HKS, mot. Unruhe	b	2,1	0,7
SBB-HKS, Impulsivität	b	2,8	1,3
SDQ, Hyperaktivität	b	9	5

Tabelle 7.9: Auswertung der Testergebnisse von Proband 11, 11 Jahre (Neuro-feedbacktraining)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	48	43	ba
CPT, Ausgelassene	19	5	ba
DAT, richtige Lösungen	4	5	ba
DAT, Antwortlatenz	950	870	ba
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	7	2	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	0	0	ba
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	1246	1110	ba
KT, Flexibilität, Fehler	10	6	ba
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	379	387	ba
KT, Alertness, Standardabweichung	62	82	ba
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	552	541	ba
KT, GoNogo, Fehler	7	5	ba
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	2	ba
CBCL, ext. Störung	b	10	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	3	ba
CBCL, gesamt	b	16	ba
Conners, Aufmerksamkeit	32	2	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,7	0,8	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,3	0,6	ba
FBB-HKS, Impulsivität	2,8	0,5	ba
SDQ, Hyperaktivität	10	2	ba
Lehrerfragebogen:			
wurden nicht durchgeführt			
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.10: Auswertung der Testergebnisse von Proband 12, 7 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	37	23	7
CPT, Ausgelassene	33	13	7
DAT, richtige Lösungen	6	6	4
DAT, Antwortlatenz	764	943	1264
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	0	3	2
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	0	4	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	1711	1033	1062
KT, Flexibilität, Fehler	7	8	1
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	702	465	613
KT, Alertness, Standardabweichung	643	101	159
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	435	498	641
KT, GoNogo, Fehler	12	4	0
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	16	11	11
CBCL, ext. Störung	30	36	36
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	12	10	8
CBCL, gesamt	67	66	66
Conners, Aufmerksamkeit	14	20	23
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,3	2,7	1,9
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,1	2,7	2,3
FBB-HKS, Impulsivität	2,3	3,0	2,8
SDQ, Hyperaktivität	6	9	9
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	9	bb	10
TRF, ext. Störung	7	bb	24
TRF, Hyperaktivität	10	bb	13
TRF, gesamt	27	bb	54
Conners, Aufmerksamkeit	10	bb	8
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,1	bb	1,8
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,4	bb	0,9
FBB-HKS, Impulsivität	2,0	bb	2,3
SDQ, Hyperaktivität	6	bb	4
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.11: Auswertung der Testergebnisse von Proband 13, 7 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	3	8	8
CPT, Ausgelassene	6	5	6
DAT, richtige Lösungen	5	a	a
DAT, Antwortlatenz	377	a	a
D2, Gesamtleistung	a	8	42
D2, Konzentration	a	25	50
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	4	ba
CBCL, ext. Störung	b	2	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	0	ba
CBCL, gesamt	b	6	ba
Conners, Aufmerksamkeit	9	1	2
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	1,4	0,7	0,7
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,1	0,0	0,0
FBB-HKS, Impulsivität	1,3	0,3	0,5
SDQ, Hyperaktivität	5	2	2
Lehrerfragebogen:			
wurden nicht durchgeführt			
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	a	bb	7
YSR, ext. Störung	a	bb	3
YSR, gesamt	a	bb	12
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	a	0,6	0,6
SBB-HKS, mot. Unruhe	a	0,6	0,3
SBB-HKS, Impulsivität	a	0,3	0,3
SDQ, Hyperaktivität	a	4	4

Tabelle 7.12: Auswertung der Testergebnisse von Proband 14, 10 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	18	8	ba
CPT, Ausgelassene	11	1	ba
DAT, richtige Lösungen	5	a	ba
DAT, Antwortlatenz	573	a	ba
D2, Gesamtleistung	a	16	ba
D2, Konzentration	a	31	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	a	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	a	ba
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	a	ba
KT, Flexibilität, Fehler	b	a	ba
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	a	ba
KT, Alertness, Standardabweichung	b	a	ba
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	a	ba
KT, GoNogo, Fehler	b	a	ba
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	21	ba
CBCL, ext. Störung	b	9	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	9	ba
CBCL, gesamt	b	49	ba
Conners, Aufmerksamkeit	13	10	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,6	1,9	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,7	0,7	ba
FBB-HKS, Impulsivität	1,5	0,8	ba
SDQ, Hyperaktivität	9	7	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	b	3	ba
TRF, ext. Störung	b	3	ba
TRF, Hyperaktivität	b	15	ba
TRF, gesamt	b	26	ba
Conners, Aufmerksamkeit	9	9	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	1,6	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	b	1,1	ba
FBB-HKS, Impulsivität	b	0,8	ba
SDQ, Hyperaktivität	b	6	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	a	15	ba
YSR, ext. Störung	a	13	ba
YSR, gesamt	a	45	ba
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	a	2,2	ba
SBB-HKS, mot. Unruhe	a	0,9	ba
SBB-HKS, Impulsivität	a	2,0	ba
SDQ, Hyperaktivität	a	9	ba

Tabelle 7.13: Auswertung der Testergebnisse von Proband 15, 9 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	7	3	2
CPT, Ausgelassene	11	2	1
DAT, richtige Lösungen	5	9	8
DAT, Antwortlatenz	616	1095	692
D2, Gesamtleistung	a	a	a
D2, Konzentration	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	3	1
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	1	0
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	1043	753
KT, Flexibilität, Fehler	b	1	1
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	237	251
KT, Alertness, Standardabweichung	b	35	59
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	362	426
KT, GoNogo, Fehler	b	5	0
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	bb	11
CBCL, ext. Störung	b	bb	31
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	bb	13
CBCL, gesamt	b	bb	61
Conners, Aufmerksamkeit	15	bb	10
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,7	1,2	1,1
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,1	0,7	1,0
FBB-HKS, Impulsivität	2,3	1,0	0,5
SDQ, Hyperaktivität	10	5	8
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	b	bb	3
TRF, ext. Störung	b	bb	13
TRF, Hyperaktivität	b	bb	9
TRF, gesamt	b	bb	25
Conners, Aufmerksamkeit	20	bb	5
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	0,6	0,8
FBB-HKS, mot. Unruhe	b	0,3	0,4
FBB-HKS, Impulsivität	b	1,0	0,8
SDQ, Hyperaktivität	9	bb	3
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.14: Auswertung der Testergebnisse von Proband 16, 8 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	8	1	0
CPT, Ausgelassene	12	2	5
DAT, richtige Lösungen	3	a	a
DAT, Antwortlatenz	342	a	a
D2, Gesamtleistung	a	66	54
D2, Konzentration	a	90	69
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	b	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	b	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	b	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	b	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	b	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	b	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	b	a	a
KT, GoNogo, Fehler	b	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	bb	4
CBCL, ext. Störung	b	bb	8
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	bb	7
CBCL, gesamt	b	bb	28
Conners, Aufmerksamkeit	17	bb	11
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,0	bb	1,4
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,9	bb	1,7
FBB-HKS, Impulsivität	1,0	bb	1,5
SDQ, Hyperaktivität	9	bb	8
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	b	bb	ba
TRF, ext. Störung	b	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	b	bb	ba
TRF, gesamt	b	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	9	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	b	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	b	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	7	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	a	bb	22
YSR, ext. Störung	a	bb	27
YSR, gesamt	a	bb	78
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	a	1,8	1,6
SBB-HKS, mot. Unruhe	a	1,9	1,4
SBB-HKS, Impulsivität	a	1,5	1,8
SDQ, Hyperaktivität	a	8	7

Tabelle 7.15: Auswertung der Testergebnisse von Proband 17, 10 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	5	7	ba
CPT, Ausgelassene	4	1	ba
DAT, richtige Lösungen	8	8	ba
DAT, Antwortlatenz	710	569	ba
D2, Gesamtleistung	a	a	ba
D2, Konzentration	a	a	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	2	0	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	0	0	ba
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	1382	1115	ba
KT, Flexibilität, Fehler	1	1	ba
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	327	328	ba
KT, Alertness, Standardabweichung	59	54	ba
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	495	431	ba
KT, GoNogo, Fehler	1	1	ba
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	10	15	ba
CBCL, ext. Störung	24	8	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	9	6	ba
CBCL, gesamt	50	31	ba
Conners, Aufmerksamkeit	23	25	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,0	1,2	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	2,9	0,4	ba
FBB-HKS, Impulsivität	3,0	1,3	ba
SDQ, Hyperaktivität	b	bb	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	b	bb	ba
TRF, ext. Störung	b	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	b	bb	ba
TRF, gesamt	b	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	13	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	b	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	b	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	b	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.16: Auswertung der Testergebnisse von Proband 18, 8 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	9	7	ba
CPT, Ausgelassene	20	10	ba
DAT, richtige Lösungen	10	12	ba
DAT, Antwortlatenz	1191	929	ba
D2, Gesamtleistung	a	a	ba
D2, Konzentration	a	a	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	11	9	ba
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	4	9	ba
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	2068	1453	ba
KT, Flexibilität, Fehler	10	4	ba
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	504	438	ba
KT, Alertness, Standardabweichung	139	161	ba
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	503	515	ba
KT, GoNogo, Fehler	1	1	ba
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	9	ba
CBCL, ext. Störung	b	16	ba
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	12	ba
CBCL, gesamt	b	43	ba
Conners, Aufmerksamkeit	13	12	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	3,0	3,0	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,7	0,7	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,8	1,5	ba
SDQ, Hyperaktivität	5	5	ba
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	12	bb	ba
TRF, ext. Störung	4	bb	ba
TRF, Hyperaktivität	31	bb	ba
TRF, gesamt	55	bb	ba
Conners, Aufmerksamkeit	b	bb	ba
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,9	bb	ba
FBB-HKS, mot. Unruhe	0,1	bb	ba
FBB-HKS, Impulsivität	0,0	bb	ba
SDQ, Hyperaktivität	8	bb	ba
Selbstbeurteilung:			
Altersbedingt keine Selbstbeurteilung			

Tabelle 7.17: Auswertung der Testergebnisse von Proband 19,9 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Test	t 1	t 2	t 3
Computertests:			
CPT, Fehler	5	3	5
CPT, Ausgelassene	7	1	2
DAT, richtige Lösungen	5	a	a
DAT, Antwortlatenz	550	a	a
D2, Gesamtleistung	2	21	16
D2, Konzentration	5	10	31
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser mit Ablenker	a	a	a
KT, Ablenkbarkeit, Auslasser ohne Ablenker	a	a	a
KT, Flexibilität, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Flexibilität, Fehler	a	a	a
KT, Alertness, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, Alertness, Standardabweichung	a	a	a
KT, GoNogo, Median der Reaktionszeit	a	a	a
KT, GoNogo, Fehler	a	a	a
Elternfragebogen:			
CBCL, int. Störung	b	5	3
CBCL, ext. Störung	b	23	5
CBCL, Aufmerksamkeitsstörung	b	9	1
CBCL, gesamt	b	45	10
Conners, Aufmerksamkeit	17	17	13
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	2,4	3,0	1,4
FBB-HKS, mot. Unruhe	1,3	1,7	0,9
FBB-HKS, Impulsivität	1,8	1,8	0,3
SDQ, Hyperaktivität	9	9	9
Lehrerfragebogen:			
TRF, int. Störung	b	bb	0
TRF, ext. Störung	b	bb	0
TRF, Hyperaktivität	b	bb	3
TRF, gesamt	b	bb	3
Conners, Aufmerksamkeit	b	bb	1
FBB-HKS, Unaufmerksamkeit	b	1,2	0,2
FBB-HKS, mot. Unruhe	b	0,0	0,0
FBB-HKS, Impulsivität	b	0,0	0,0
SDQ, Hyperaktivität	b	1	1
Selbstbeurteilung:			
YSR, int. Störung	b	bb	2
YSR, ext. Störung	b	bb	0
YSR, gesamt	b	bb	4
SBB-HKS, Unaufmerksamkeit	0,8	0,0	0,0
SBB-HKS, mot. Unruhe	0,0	0,0	0,0
SBB-HKS, Impulsivität	0,3	0,0	0,0
SDQ, Hyperaktivität	b	8	1

Tabelle 7.18: Auswertung der Testergebnisse von Proband 20, 11 Jahre (Medikation)

a: altersbedingt nicht durchgeführt b: t1 nicht durchgeführt ba: t 3 nicht durchgeführt bb: t 2 nicht durchgeführt

Kapitel 8

Danksagung

Zu allererst möchte ich mich bei den Kindern bedanken, die an dieser Studie mitgearbeitet haben. Die Zeit mit Euch war spannend, abwechslungsreich und lustig und ich habe viel darüber gelernt, wie Kinder zwischen sieben und dreizehn funktionieren. Vor allem aber, dass ADHS nicht nur eine Krankheit ist, sondern auch besondere Fähigkeiten ermöglicht. Auch den Eltern meiner Probanden möchte ich ganz herzlich danken! Für Sie bedeutete die Teilnahme an der Studie einen großen Zeitaufwand und häufig Umplanung des Familienalltags. Danke, dass Sie und Ihre Kinder durchgehalten haben und ich hoffe, dass wir Ihnen und Ihren Kindern helfen konnten.

Und natürlich danke ich Herrn Prof. Sperner, ohne den meine Arbeit nie entstanden wäre. Sie haben mich und meine Arbeit adoptiert als die Hochschulambulanz geschlossen wurde und mich bis zum Ende begleitet. Vielen Dank dafür! Und auch für die Zeit davor, als die Studie noch von beiden Kliniken betreut wurde und mir auch alle Ressourcen der Kinderklinik zur Verfügung standen.

Ich danke Herrn Prof. Knölker, in dessen Klinik die Arbeit entstand und der mich als Doktorvater bis zu seiner Krankheit begleitete. Besonders aber danke ich Herrn Dr. Puls, der die Studie mit mir plante und begann und mich bis zu seinem Umzug nach Kiel eng betreute. Sie hatten immer ein offenes Ohr für alle Probleme der Studie und haben mir geholfen, Lösungen zu finden. Auch nach dem Weggang aus Lübeck konnte ich mich jederzeit an Sie wenden und fühlte mich dadurch weiterhin unterstützt. Vielen Dank für alles, was Sie mir beigebracht haben!

Weiterhin danke ich den guten Geistern der Hochschulambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie und der Neuropädiatrie. Hierbei besonders Frau Höcker für Unterstützung bei der Durchführung der Aufmerksamkeitstests und Carola für die freundliche Unterstützung, in manchen Fällen Übernahme von Trainingsterminen, immer ein freundliches Lächeln und eine Tasse Cappuccino zwischendurch. Herrn van Zijverden für die Hilfe bei Rechnerproblemen und Frau Kasmann für organisatorische

Unterstützung.

Dann ist da noch Frau Schmid, die mir in der Stunde der Not nach einem Computercrash alle meine Rohdaten zurückgeben konnte und die auch sonst immer zur Verfügung stand, wenn ich mir Beratung und ein offenes Ohr wünschte. Vielen Dank!

Herrn Prof Friedrich möchte ich danken für die Hilfe bei der statistischen Auswertung, ohne Sie wäre ich dem Wald der statistischen Tests verloren gewesen.

Susi und Albert möchte ich danken für Unterstützung beim TeXen. ohne euch wäre ich mit meinen rudimentären Computerfähigkeiten schon vor langer Zeit stecken geblieben! Ich weiß, dass es Euch beide viel Zeit gekostet hat und ich möchte Euch danken, für die Geduld, die Ihr mit mir und meiner Arbeit hattet.

Und natürlich meiner Familie. Hier zu allererst meinen Eltern, ohne deren Hilfe und Unterstützung weder das Medizinstudium, noch diese Doktorarbeit möglich gewesen wäre. Und meinem Vater noch speziell für das Korrigieren dieser Arbeit. Ihr habt immer zu mir gehalten und wart da, wenn ich euch brauchte, vielen Dank! Meinem Mann Michael, der mich unterstützt und aufgebaut hat, wann immer notwendig und der aufgepasst hat, dass ich nicht kurz vor dem Ziel aufgebe und natürlich unserem kleinen Sohn Jonathan, der mir die Kraft gegeben hat durchzuhalten und mich die letzten Korrekturen auch hat durchführen lassen. Ich möchte keinen von euch missen!

Kapitel 9

Lebenslauf

curriculum vitæ

Lebenslauf Luise Landreh

Geboren am	20. Februar 1981
Familienstand	Verheiratet
Staatsbürgerschaft	deutsch
Adresse	Karlsborgsvägen 15 12150 Johanneshov Schweden

Ausbildung

1987-1991	Grundschule Hohnsen, Hildesheim
1991-1993	Orientierungsstufe Ost, Hildesheim
1993-2000	Scharnhorst Gymnasium, Hildesheim
Mai 2000	Abschluss der schulischen Ausbildung mit dem Abitur
2000-2007	Medizinstudium an der Universität zu Lübeck
2002	Abschluss des vorklinischen Studiums mit dem Physikum
2003	Abschluss des ersten klinischen Abschnitts mit dem 1. Staatsexamen
2003-2004	Auslandsstudium an der Université Claude Bernard Lyon 1 in Lyon, Frankreich
2006	Abschluss des zweiten klinischen Abschnitts mit dem 2. Staatsexamen

2006-2007	Praktische Jahr, zweites Tertial im Ausland: Katolieke Universitet Leuven, Belgien
Oktober 2007	Abschluss des Medizinstudiums mit dem 3. Staatsexamen

Bisherige Anstellungen

2008-2010	Forschungsstudentin im Labor für Kinderendokrinologie, Karolinska Institutet, Stockholm Schweden
seit 2010	Doktorandin (PhD) am Karolinska Institutet, Stockholm, Schweden Thema der Arbeit „Identification and Exploitation of stem Leydig cells in the testis“
seit März 2011	Elternzeit

Zusätzliche Kurse und Praktika

2003	Praktikum „Pédopsychiatrie “ in Lyon, Frankreich
2005	Teilnahme am Kurs „Kinderendokrinologie“ Universität zu Lübeck
2011	Teilnahme am Kurs „Laboratory Animal Science (FELASA C)“

Fremdsprachen

Englisch	Fliessend in Sprache und Schrift
Französisch	Fliessend in Sprache und Schrift
Schwedisch	Fliessend in Sprache und Schrift
Flämisch	Grundkenntnisse

Publikationen

2009	Reppel M*, Landreh L*, Gottschalk S, Schunkert H, Kurowski V, Seidel G. Japanese encephalitis in Western Europe. Clin Neurol Neurosurg. 2009 May;111(4):373-5
2010	Svechnikov K, Landreh L, Weisser J, Izzo G, Colón E, Svechnikova I, Söder O. Origin, development and regulation of human Leydig cells. Horm Res Paediatr. 2010;73(2):93-101
2010	Svechnikov K, Izzo G, Landreh L, Weisser J, Söder O. Endocrine disruptors and Leydig cell function. J Biomed Biotechnol. 2010;2010. pii: 684504.

2011 Weisser J*, Landreh L*, Söder O, Svechnikov K. Steroidogenesis and steroidogenic gene expression in postnatal fetal rat Leydig cells. Mol Cell Endocrinol. 2011 Jul 20;341(1-2):18-24

* geteilte Erstautorenschaft

Stockholm, 16. Januar 2012