

**Spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback  
bei Kindern mit ADHS:  
eine randomisierte, kontrollierte,  
multizentrische Studie**

**Dissertation**

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von

**Dipl.-Psych. Sonja Wörz**

aus Nürtingen

Tübingen

2013

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Tag der mündlichen Qualifikation: 13.07.2017

Dekan: Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Martin Hautzinger

2. Berichterstatter: PD Dr. Ute Strehl

**Wenn Kinder strahlen, dann bringen sie nicht nur Licht in unsere Seele,  
sondern auch den allerhellsten Sonnenschein.**

**Allen Kindern,**

**für die vielen schönen unvergesslichen Augenblicke während dieser Zeit.**



## *Danksagung*

Mein besonderer Dank gilt allen Menschen, die mich während dieser Arbeit unterstützt und zum Gelingen beigetragen haben:

Mein größter Dank gilt *PD Dr. Ute Strehl*, die mir jederzeit in allen Lebenslagen unermesslich mit kompetentem Rat und Tat zur Seite stand, die mich in allen Phasen dieser Arbeit bestens fachkundig betreut und konstruktive Kritik geübt hat und mich über die lange Zeit des Schreibens immer wieder aufs Neue motiviert und aufgebaut hat.

*PD Dr. Ute Strehl* und *Prof. Dr. Martin Holtmann* für die freundliche Überlassung dieses hochspannenden Themas.

*Prof. Dr. Martin Hautzinger* für seine kompetente Betreuung in allen Phasen, sowie seine unendliche Geduld und unkomplizierte Art insbesondere in der Endphase dieser Arbeit.

*Dr. Ulrike Leins*, für die Inspiration zum Neurofeedback.

*Maria del Carmen Arana Flores*, die mir eine unersetzbare Hilfe bei der gesamten Durchführung dieser Studie war.

Allen Praktikanten und studentischen Mitarbeitern für ihr unermüdliches Engagement: *Laura Herde, Beatrix Barth, Corinna Fritz, Hannah Münch, Clara Wiegmann, Friederike Blume, Georg Schmitt, Steffen Huttenlocher, Jennifer Rauch, Ellen Broelz, Lisa Siegele und Bettina David.*

Den Kollegen der Christoph-Dornier-Stiftung, den Kollegen der Psychologischen Institutsambulanz für Kinder und Jugendliche, den Kollegen des Instituts für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, dem ADHS-Team und den Kollegen der Praxis Schmitz-Salue für den

persönlichen und fachlichen Austausch und die netten kleinen Pausen, sowie Lydia Töpferwein, Sarah Maria Birkle und Tamara Matuz, die mir während dieser Zeit besonders ans Herz gewachsen sind.

Der Fa. neuroConn, insbesondere Herrn Schellhorn, für den technischen Support.

All meinen Freunden, insbesondere Janette, Susi, Alida, Kiyet und Sibylle für die willkommenen Ablenkungen und aufmunternden Worte....

Meinem Ehemann Udo und meinen Kindern Alyssa und Marlon für all die Liebe, Verständnis, Geduld und jegliche immerwährende Form der Unterstützung.

Meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, meinem Bruder Dirk, meiner Schwiegermutter Maria, Jessica, Simone, Brigitte, Anton und Mirjana, die immer für mich da sind.

Allen Verwandten und Bekannten, die mein Jammern jahrelang ertragen haben und mich immer wieder aufgebaut haben, weiterzumachen.

Sowie allen Kindern und deren Eltern, die an der Studie teilgenommen haben, für das entgegengebrachte Vertrauen, Engagement und die vielen schönen Momente. Sowie den Lehrern und Kinderärzten, die sich die Zeit dafür genommen haben, die Fragebögen auszufüllen.

...ohne alle diese Menschen wäre diese Doktorarbeit nicht zustande gekommen!

*Dankeschön!!!*





## ***Zusammenfassung***

### **Zielsetzung**

Erstmals wurde anhand einer großen Stichprobe in einem randomisierten und kontrollierten klinischen Design die Spezifität des Trainings der langsamen kortikalen Potentiale bei Kindern mit ADHS untersucht. Trotz zunehmender Evidenz der klinischen Wirksamkeit und guter Effektstärken, konnte bislang noch kein ausreichender Nachweis der spezifischen Wirksamkeit von Neurofeedback erbracht werden. Ziel dieser Studie war die Klärung der Frage, ob die positiven Veränderungen von Neurofeedback auf spezifischen oder unspezifischen Effekten basieren. Zur Klärung dieser Fragestellung wurde das Training der langsamen kortikalen Potentiale mit einer semi-aktiven Kontrollgruppe verglichen.

### **Methode**

Insgesamt wurden 150 Kinder im Alter von 7-10 Jahren mit der Diagnose ADHS in die Studie eingeschlossen und randomisiert entweder dem Training der langsamen kortikalen Potentiale oder dem Biofeedbacktraining des M. supraspinatus zugeteilt an einem von insgesamt 5 Behandlungszentren. Bei der Randomisierung wurde auf eine gleichmäßige Geschlechterverteilung der beiden Gruppen pro Zentrum geachtet. 144 Kinder nahmen an dem Training teil. Die Kinder in beiden Gruppen erhielten 25 Trainingssitzungen. Zur bestmöglichen Kontrolle unspezifischer Effekte waren das Setting und die Trainingsbedingungen in beiden Gruppen identisch. Als primäre abhängige Variable diente die Veränderung der ADHS-Kernsymptomatik im Elternurteil vor Beginn des Trainings (Prätest) und 4 Wochen nach Beendigung des Trainings (Post-Test 2) in beiden Gruppen.

### **Ergebnis**

Es zeigte sich ein spezifischer positiver Effekt des Trainings der langsamen kortikalen Potentiale auf die ADHS-Kernsymptomatik im Elternurteil, mit einer signifikant größeren Abnahme der Symptomatik in der Neurofeedbackgruppe verglichen mit der Kontrollgruppe. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass es sich beim Neurofeedback um eine gut verträgliche Intervention handelt.

### **Schlussfolgerung**

Die Wirksamkeit von Neurofeedback basiert auf spezifischen und unspezifischen Effekten. Im direkten Vergleich mit einer EMG-Biofeedbackbehandlung ist Neurofeedback signifikant überlegen. Als Fazit dieser Arbeit kann gesagt werden, dass es sich bei Neurofeedback um eine effektive, spezifisch wirksame und sichere Therapiemethode handelt.



## ***Inhaltsverzeichnis***

<b><i>Zusammenfassung</i></b>	<b><i>i</i></b>
<b><i>Inhaltsverzeichnis</i></b>	<b><i>iii</i></b>
<b><i>Abbildungsverzeichnis</i></b>	<b><i>vii</i></b>
<b><i>Tabellenverzeichnis</i></b>	<b><i>xi</i></b>
<b><i>Abkürzungen</i></b>	<b><i>xiii</i></b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Diagnose</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Ätiologie</b>	<b>6</b>
2.2.1 Genetische und exogene Risikofaktoren	6
2.2.2 Neurobiologische Dysfunktionen	7
<b>2.3. Behandlung</b>	<b>14</b>
2.3.1 Psychoedukation	15
2.3.2 Pharmakotherapie	15
2.3.3 Nichtmedikamentöse Therapien	18
<b>2.4. Fragestellung</b>	<b>45</b>
2.4.1. Primäranalyse	45
2.4.2. Sekundäranalyse	45
<b>3. Methode</b>	<b>47</b>
<b>3.1. Studienablauf und Zeitplan</b>	<b>47</b>
<b>3.2. Studiendesign</b>	<b>50</b>
<b>3.3. Teilnehmerzahl</b>	<b>50</b>
<b>3.4. Ein- und Ausschlusskriterien</b>	<b>51</b>
<b>3.5. Beschreibung der Stichprobe</b>	<b>52</b>

<b>3.6</b>	<b>Messinstrumente</b>	<b>54</b>
3.6.1	Diagnose- und Testverfahren	54
3.6.2	Fragebögen	57
<b>3.7</b>	<b>Intervention</b>	<b>63</b>
3.7.1	Technische Ausstattung, Versuchsanordnung und Ablauf	64
3.7.2	Biofeedback	68
3.7.3	Belohnungssystem	75
<b>3.8</b>	<b>Datenaufbereitung und Statistische Verfahren</b>	<b>76</b>
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>81</b>
<b>4.1</b>	<b>Analysepopulation</b>	<b>81</b>
<b>4.2</b>	<b>Beschreibung der Population</b>	<b>81</b>
<b>4.3</b>	<b>Drop-outs</b>	<b>83</b>
<b>4.4</b>	<b>Primäranalyse Elternurteil</b>	<b>85</b>
4.4.1	Spezifität Elternurteil	85
<b>4.5</b>	<b>Sekundäranalyse</b>	<b>91</b>
4.5.1	Hypothese 1: Spezifität Lehrerurteil	91
4.5.2	Hypothese 2: Spezifität im Eltern- und Lehrerurteil	95
4.5.3	Hypothese 3: Stabilität im Eltern- und Lehrerurteil	100
4.5.4	Hypothese 4: Veränderung weiterer sekundärer Parameter	102
<b>4.6</b>	<b>Zusatzanalysen</b>	<b>118</b>
4.6.1	Einfluss ADHS-Score auf Veränderung der Gesamtsymptomatik	118
4.6.2	ADHS-Medikation im Studienverlauf	120
4.6.3	Unerwünschte Ereignisse und Zusammenhang zur Studienbehandlung	121
4.6.4	Bewertung der Therapie	122
<b>4.7</b>	<b>Subgruppenanalysen</b>	<b>124</b>
<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>127</b>
<b>5.1</b>	<b>Primäranalyse: Spezifität im Elternurteil:</b>	
	<b>FBB-ADHS-Gesamtwert</b>	<b>128</b>
<b>5.2</b>	<b>Sekundäranalysen</b>	<b>130</b>
5.2.1	Spezifität im Lehrerurteil: FBB-ADHS Gesamtwert	130

5.2.2	Spezifität im Elternurteil: Subskalen	131
5.2.3	Spezifität im Lehrerurteil: Subskalen	132
5.2.4	Stabilität im Eltern- und Lehrerurteil	133
5.2.5	Veränderung weiterer sekundärer Parameter	135
<b>5.3</b>	<b>Nebenwirkungen</b>	<b>141</b>
<b>5.4</b>	<b>Unspezifische Einflüsse auf die Veränderung der Kernsymptomatik</b>	<b>142</b>
<b>5.5</b>	<b>Spezifität von Neurofeedback?</b>	<b>145</b>
<b>5.6</b>	<b>Einschränkungen und Ausblick</b>	<b>147</b>
<b>5.7</b>	<b>Zusammenfassende Schlussfolgerung</b>	<b>148</b>
<b>6.</b>	<b><i>Literaturverzeichnis</i></b>	<b><i>151</i></b>
<b>7.</b>	<b><i>Anhang</i></b>	<b><i>183</i></b>



## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Informationsverarbeitung eines Reizes	13
Abbildung 2: Darstellung von spezifischen Effekten, Placeboeffekten und weiteren Effekten im Zeitverlauf einer Therapie	40
Abbildung 3: Übersicht Studienablauf	47
Abbildung 4: Teilnehmer im Studienverlauf	52
Abbildung 5: TAP Subtest „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ nonverbal alternierend	56
Abbildung 6: NEURO PRAX ® Therapeut mit Themenkomplex „Patienten“, DC-EEG-Verstärker und NEURO PRAX ® Trainer	64
Abbildung 7: Spezielle Ringelektroden und Materialien für DC-Messung	65
Abbildung 8: Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10/20 System	65
Abbildung 9: Bestimmung von Nasion und Inion und der präaurikularen Punkte	66
Abbildung 10: M. supraspinatus	66
Abbildung 11: Anbringen der Elektroden für das EOG	67
Abbildung 12: Feedback-Kreislauf	68
Abbildung 13: Zeitlicher Überblick über die stattgefundenen Trainingssitzungen	68
Abbildung 14: Transferdurchgang	69
Abbildung 15: Ablauf eines Trials	70
Abbildung 16: Trainingsraum Kind mit Trainer	71
Abbildung 17: Trainingsraum Kind allein	71
Abbildung 18: Feedbackdurchgang	72
Abbildung 19: Messung eines Feedbacktrials mit Artefaktkontrolle aktiv III	74
Abbildung 20: Belohnungskiste und Inhalt	76
Abbildung 21: Analysepopulation	81
Abbildung 22: Prozentualer Anteil der Patienten im Studienverlauf	84

Abbildung 23: Veränderung der Kernsymptomatik im FBB-ADHS Gesamtskala Elternurteil BOCF (mITT-Population)	90
Abbildung 24: Veränderung der Kernsymptomatik FBB-ADHS Lehrerurteil BOCF (mITT-Population)	94
Abbildung 25: Mittelwert der Subskala „Unaufmerksamkeit“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)	97
Abbildung 26: Mittelwert der Subskala „Impulsivität“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)	97
Abbildung 27: Mittelwert der Subskala „Hyperaktivität“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)	98
Abbildung 28: Mittelwert der Subskalen im FBB-ADHS Lehrerurteil BOCF (mITT-Population)	99
Abbildung 29: Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala zu den Messzeitpunkten Prätest, Post-Test 2, FU-Test im Elternurteil (mITT-Population)	100
Abbildung 30: Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala zu verschiedenen Zeitpunkten im Lehrerurteil (mITT-Population)	101
Abbildung 31: T-Werte der Reaktionszeiten und Standardabweichungen TAP „Go/NoGo“-Test EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte	103
Abbildung 32: T-Werte der Auslassungen und Fehler im TAP „Go/NoGo“-Test der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte	104
Abbildung 33: Prozentuale Verteilung der Testmaße „Go/NoGo“ PR < 25	105
Abbildung 34: Prozentuale Verteilung der Testmaße „Go/NoGo“ PR > 75	105
Abbildung 35: T-Werte der Reaktionszeiten in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte	107
Abbildung 36: T-Werte der Standardabweichungen in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte	108
Abbildung 37: T-Werte der Fehleranzahl in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte	109
Abbildung 38: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ HW PR < 25	110
Abbildung 39: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ kein HW PR < 25	110
Abbildung 40: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ PR > 75	111
Abbildung 41: prozentuale Verteilung der PR > 75 der Testmaße im Gruppenvergleich	111
Abbildung 42: CPM-Prozentränge der beiden Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten	112

Abbildung 43: SDQ Mittelwert Subskala „Gesamtproblemwert“, Eltern-Rating_____	114
Abbildung 44: SDQ Mittelwert Subskala „Verhaltensprobleme“ Eltern-Rating_____	114
Abbildung 45: SDQ Mittelwert Subskala „Emotionale Probleme“, Eltern-Rating_____	115
Abbildung 46: SDQ Mittelwert Skala „Hyperaktivität“ Eltern-Rating_____	115
Abbildung 47: Mittelwert Rohwerte Subskalen SDQ im Eltern-Rating NFB-Gruppe_____	116
Abbildung 48: Mittelwert Rohwerte Subskalen SDQ im Eltern-Rating EMG-Gruppe_____	116
Abbildung 49: Mittelwert Summenscore Kid-Kindl-R zu verschiedenen Zeitpunkten in beiden Gruppen_____	117
Abbildung 50: Einfluss des ADHS Ausgangswerts auf die Symptomveränderung für beide Gruppen_____	118
Abbildung 51: Einfluss des ADHS Ausgangswerts für die EMG-FB-Gruppe_____	119
Abbildung 52: Einfluss des ADHS Ausgangswerts für die Neurofeedback Gruppe_____	119
Abbildung 53: ADHS-Medikation der beiden Gruppen im Verlauf_____	120



**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	EMG-Biofeedbackstudien bei Kindern_____	24
Tabelle 2:	Randomisierte und kontrollierte Neurofeedbackstudien bei Kindern_____	30
Tabelle 3:	Zeitlicher Überblick der Fragebögen und Diagnose- bzw. Testverfahren der vorliegenden Arbeit_____	49
Tabelle 4:	Überblick über die Teilnehmervariablen Geschlecht und Alter_____	53
Tabelle 5:	Anzahl der Teilnehmer in den jeweiligen Prüfzentren, getrennt nach Behandlungsgruppe_____	53
Tabelle 6:	Punktevergabe in der Studie_____	75
Tabelle 7:	Mittelwerte und Standardabweichungen der Ausgangsvariablen beider Gruppen in der mITT-Population_____	82
Tabelle 8:	CGI-Schweregrad der Erkrankung zum Zeitpunkt (mITT-Population)_____	83
Tabelle 9:	Studienende_____	85
Tabelle 10:	ANCOVA Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (miTT-Population) Post-Test 2 – Prätest, BOCF_____	86
Tabelle 11:	Sensitivitätsanalyse: ANCOVA Veränderung der FBB-ADHS Gesamt-Skala Eltern-Rating (PP-Population), Post-Test 2 – Prätest, BOCF_____	87
Tabelle 12:	Vergleich der Ergebnisse aus der GEE-Analyse und der Primäranalyse_____	88
Tabelle 13:	Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (mITT-Population)_____	89
Tabelle 14:	Überblick über die Effektstärken der Primäranalyse_____	90
Tabelle 15:	ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (mITT-Population), Post-Test 2 – Prätest, BOCF_____	92
Tabelle 16:	ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (PP-Population) Post-Test 2 –Prätest, BOCF-Prinzip_____	93
Tabelle 17:	Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (mITT-Population)_____	94
Tabelle 18:	Überblick über die Effektstärken im Lehrerurteil_____	95
Tabelle 19:	ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Subskalen Elternrating (mITT-Population) Post-Test 2 – Prätest, BOCF_____	96
Tabelle 20:	Differenz FBB-ADHS Subskalen Lehrerrating (mITT-Population) Post-Test 2 – Prätest, BOCF_____	99

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 21:	Überblick über die Effektstärken im Eltern- und Lehrerurteil_____	102
Tabelle 22:	TAP „Go/NoGo“ T-Werte der mITT Population_____	102
Tabelle 23:	TAP „Flexibilität“ T-Werte der mITT Population_____	106
Tabelle 24:	CGI-Responderstatus im Vergleich zum Prätest (mITT-Population)_____	113
Tabelle 25:	„Alt- und neumedizierte“ Kinder im Studienverlauf (mITT-Population)_____	120
Tabelle 26:	Anzahl unerwünschter Ereignisse mit Kausalzusammenhang zur Studienbehandlung_____	121
Tabelle 27:	Patienten mit unerwünschtem Ereignis(AE), getrennt nach Gruppen_____	122
Tabelle 28:	Bewertung der Therapie zum Zeitpunkt FU-Test (mITT-Population)_____	123
Tabelle 29:	Effekt der Eltern-Zufriedenheit (Mittelwert Post-Test 1) auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (mITT Population), Post-Test 2 – Prätest (BOCF)_____	124
Tabelle 30:	Subgruppenanalyse Geschlecht (mITT-Population), Post-Test 2 – Prätest (BOCF) _____	125
Tabelle 31:	Adjustierte M-Differenzen und Konfidenzintervall von Gruppe und Geschlecht_____	126

## ***Abkürzungen***

<b>ACC</b>	anteriorer cingulärer Cortex
<b>ADHS</b>	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom; Mischtypus
<b>ADS</b>	Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom; vorwiegend unaufmerksamer Typus
<b>AEP</b>	akustisch evozierte Potentiale
<b>Ag/AgCl</b>	Silber/ Silberchlorid
<b>ANZ</b>	Angststörung
<b>APA</b>	American Psychological Association
<b>BFB</b>	Biofeedback
<b>BOCF</b>	Baseline Observation Carried Forward-Prinzip
<b>CBCL</b>	Child Behavior Checklist
<b>CFT</b>	Culture Fair Test
<b>CGI-S</b>	Clinical Global Impression of Severity
<b>CGI-I</b>	Clinical Global Impression of Improvement
<b>CNV</b>	contingent negative variation
<b>CPM</b>	Coloured Progressive Matrices Test
<b>CPT</b>	Continuous Performance Test
<b>Cz</b>	Cortex zentral
<b>DC</b>	direct current, Gleichstrom
<b>DCL</b>	Diagnose-Checkliste
<b>DES</b>	Depressive Störungen
<b>DFG</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft
<b>DGKJP</b>	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie e.V.
<b>DSM-III-R</b>	Diagnostisches und Statistisches Manual psychischer Störungen, 3. und revidierte Auflage

<b>DSM IV; 5</b>	Diagnostisches und Statistisches Manual psychischer Störungen, 4. Auflage; 5. Auflage
<b>e-CRF</b>	electronic-Case Report Form (elektronischer Prüfbogen)
<b>EEG</b>	Elektroenzephalographie
<b>EFB-K</b>	Elternfragebogen zum Erziehungsverhalten – Kurzform
<b>EKG</b>	Elektrokardiogramm
<b>EKP</b>	ereigniskorrelierte Potentiale
<b>EMG</b>	Elektromyogramm
<b>EOG</b>	Elektrookulogramm
<b>ERN</b>	error-related negativity, Komponente der ereigniskorrelierten Potentiale
<b>ES</b>	Effektstärke
<b>FB</b>	Feedback
<b>FBB</b>	Fremdbeurteilungsbogen
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>f-MRT</b>	funktionelle Magnetresonanztomographie
<b>FU</b>	Follow-up Untersuchung
<b>G-BA</b>	Gemeinsamer Bundesausschuss
<b>GEE</b>	generalized estimating equations Modell
<b>HAM-D</b>	Hamilton Rating Scale for Depression
<b>HAWIK</b>	Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder
<b>HEG</b>	Hemoenzephalographie
<b>HEOG</b>	Horizontales Elektrookulogramm
<b>HKS</b>	Hyperkinetische Störung
<b>HRV</b>	Herzratenvariabilität
<b>Hz</b>	Hertz
<b>ICD-10</b>	Internationale Klassifikation für psychische Störungen – 10. Auflage
<b>ILK</b>	Inventar zur Lebensqualität von Kindern

<b>IQ</b>	Intelligenzquotient
<b>ISRCTN(R)</b>	International Standard Randomised Controlled Trial Number (Register)
<b>iTT</b>	Intention to treat Population
<b>IZKS</b>	Interdisziplinäres Zentrum für Klinische Studien
<b>K-ABC</b>	Kaufmann-Assessment-Battery for Children
<b>Kid-Kindl</b>	Fragebogen zur Lebensqualität bei Kindern
<b>K-SADS-PL</b>	Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children – Present and Lifetime
<b>KZG</b>	Kurzzeitgedächtnis
<b>LKP/LP</b>	Langsame kortikale Potentiale
<b>M</b>	Mittelwert
<b>MTA-Studie</b>	Multimodal Treatment Study of children with ADHD
<b>miTT</b>	Modifizierte Intention to treat Population
<b>N</b>	Gesamtzahl
<b>NaCl</b>	Natriumchlorid
<b>NE</b>	Ground
<b>NF/NFB</b>	Neurofeedback
<b>NIR</b>	Nah Infrarot
<b>NIRS</b>	Nahinfrarotspektroskopie
<b>p</b>	Irrtumswahrscheinlichkeit
<b>PIR</b>	Passiv Infrarot
<b>PS</b>	Persönlichkeitsstörung
<b>PP</b>	Per-Protocol-Population
<b>P-YMRS</b>	Parent – Young Mania Rating Scale
<b>QEEG</b>	quantitatives EEG
<b>Ref.</b>	Referenz
<b>REM</b>	rapid eye movement
<b>RDE</b>	remote data entry

## Abkürzungen

---

<b>SAS</b>	statistical analysis system
<b>SBB</b>	Selbstbeurteilungsbogen
<b>SBNFB</b>	Statistischer Bericht der klinischen Studie Neurofeedback
<b>SCP</b>	slow cortical potentials
<b>SD</b>	Standardabweichung
<b>SDQ (Deu)</b>	Strengths and Difficulties Questionnaire (deutsch)
<b>SEP</b>	Somatosensorisch evozierte Potentiale
<b>SGK</b>	Störungsübergreifendes Gruppentraining für Kinder
<b>SMD</b>	Standardisierte Mittelwertsdifferenz (Maß für die Effektstärke)
<b>SMR</b>	sensomotorischer Rhythmus
<b>sps</b>	samples pro Sekunde
<b>SSV</b>	Störung des Sozialverhaltens
<b>TAP</b>	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
<b>TAU</b>	treatment as usual (herkömmliche Behandlungsmethode)
<b>THOP</b>	Therapieprogramm für Kinder mit hyperaktivem und oppositionellem Problemverhalten
<b>t-NFB</b>	tomographisches Neurofeedback
<b>TRF</b>	Teacher's Report Form
<b>Triple P</b>	Positive Parenting Program, Elterntraining
<b>VEOG</b>	Vertikales Elektrookulogramm
<b>VEP</b>	visuell evozierte Potentiale
<b>VT</b>	Verhaltenstherapie
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>YRS</b>	Youth Rating Scale
<b>Z</b>	Gesamteffekt





## 1. Einleitung

Das *Aufmerksamkeitsdefizit/-Hyperaktivitätssyndrom (ADHS)* ist mit einer weltweiten Prävalenz von ca. 5% (Polanczyk et al., 2007) die häufigste psychische Erkrankung im Kindes – und Jugendalter und persistiert bei etwa 65% der Betroffenen bis ins Erwachsenenalter (Faraone et al., 2006). Für Erwachsene in Deutschland ermittelten Fayad et al. (2007) eine Prävalenz von 3,1%. Für die USA gehen Kessler et al. (2006) von einer Prävalenzrate von 4,4 % aus. Bis zu 80% der Betroffenen weisen zusätzlich Komorbiditäten auf (Adler et al., 2004) und haben ein erhöhtes Risiko für schulische und berufliche Leistungseinbußen, schwierige zwischenmenschliche Beziehungskonstellationen, Delinquenz und Drogenmissbrauch (Steinhausen, 2000).

Je früher eine ADHS erkannt und umfassend therapiert werden kann, umso positiver ist der Einfluss auf den weiteren Entwicklungsverlauf (Remschmidt & Heiser, 2004). Gemäß den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie soll die Behandlung einer ADHS multimodal erfolgen. Die wichtigsten Säulen bilden hierbei Psychoedukation, verhaltenstherapeutische Maßnahmen und die Einnahme von Medikamenten. In der Studie von Molina et al. (2009) wurde kein behandlungsspezifischer Langzeiteffekt von Verhaltenstherapie und/oder Medikation gefunden. Neurofeedback bei ADHS hat sich in mehreren randomisierten und kontrollierten Studien als klinisch wirksam erwiesen (Linden et al., 1996; Heinrich et al., 2004; Gevensleben et al., 2009, 2010; Holtmann et al., 2009; Bakshayesh et al., 2011; Arnold et al., 2013; Meisel et al., 2014; Duric et al., 2014). Trotz guter Effektstärken (Arns et al., 2009), fehlt bislang eine ausreichende Evidenz der Spezifität von Neurofeedback. Zur Klärung dieses Sachverhalts wurde diese multizentrische, randomisierte, kontrollierte, klinische Studie durchgeführt.



## 2. Theoretische Grundlagen

In Deutschland leiden durchschnittlich 1-2 Kinder pro Klasse an einer ADHS. Das sind etwa 500.000 Kinder und Jugendliche im Alter von 3 – 17 Jahren mit einer ADHS. Jungen erkranken vier Mal häufiger als Mädchen (Schlack et al., 2008). Neben den Kernsymptomen leiden die betroffenen Kinder häufig an zusätzlichen Problemen. Aufgrund von Missverständnissen und Fehlschlüssen kommt es nicht selten zu Interaktionsstörungen zwischen dem Kind und den Erwachsenen (Eltern, Erzieher, Pädagogen). Das unaufmerksame Kind erscheint desinteressiert, gelangweilt, faul und ignorant, wenn es den Anweisungen des Erwachsenen nicht Folge leistet bzw. aufgrund der kurzen Aufmerksamkeitsspanne nicht länger folgen kann. Impulsive und hyperaktive Verhaltensweisen sowie überschießende Gefühlsreaktionen werden als sozial unangemessen erlebt. Dieses Verhalten führt sowohl bei den Erwachsenen, als auch bei den Gleichaltrigen zu entsprechenden Konsequenzen. In vielen Fällen wird das Kind aus der Gemeinschaft ausgeschlossen. Die betroffenen Kinder fühlen sich häufig unverstanden und nicht selten resultieren aus der Vielzahl der negativen Umwelterfahrungen komorbide Störungen. Die Kinder verweigern sich der Umwelt (oppositionelle Störung 50%), reagieren aggressiv und sozial unangemessen (Störung des Sozialverhaltens 30 – 50%), ziehen sich deprimiert zurück (affektive, insbesondere depressive Störungen 10 – 40%) oder entwickeln Ängste (Angststörungen 20 – 25%). 10 – 25% der ADHS-Kinder weisen trotz gleicher Intelligenz wie nicht betroffene Kinder Lernstörungen und Teilleistungsschwächen auf (Döpfner et al., 2000a).

Es werden unterschiedliche Verlaufsformen der ADHS berichtet. Während es bei einem Teil der Kinder in der Frühadolescenz zur vollständigen Remission der Symptomatik kommt, bleibt bei 65% die Problematik bis ins Erwachsenenalter bestehen (Steinhausen et. al., 2010; Faraone et al., 2006). Mit zunehmendem Alter nimmt die hyperaktive Symptomatik ab, während die Unaufmerksamkeit und Impulsivität häufig bestehen bleiben (Hallowell & Ratey, 1994; Hechtman et al., 1984). Bei Mädchen überwiegt in nahezu allen Altersstufen die Aufmerksamkeitsproblematik, während die Hyperaktivität/Impulsivität nicht so stark ausgeprägt ist (Quinn & Madhoo, 2014). Verlaufsstudien bis zur Adoleszenz berichten im Wesentlichen über Schwierigkeiten der Betroffenen wie z.B. schlechte Leistung am Arbeitsplatz bei 70 – 80%, wenige oder gar keine Freunde bei 50 – 70%, antisoziale Aktivitäten bei 40 – 50%, Schwangerschaft in der Frühadolescenz bei 40%, häufiger Schulabbruch bei 32 – 40%, Geschlechtskrankheiten bei 16%, seltener Collegeabschluss bei 5 – 10%, vermehrt

Autounfälle und Geschwindigkeitsüberschreitungen, sowie gesteigerter Tabak- und Alkoholkonsum (Renschmidt & Heiser, 2004). Als Folge einer unbehandelten ADHS können sich komorbide Störungen im Erwachsenenalter entwickeln. Bis zu 40% der Erwachsenen mit ADHS erkranken an Persönlichkeitsstörungen (antisoziale, emotional instabile, zwanghafte, negativistische und selbstunsichere Persönlichkeitsstörungen) und an affektiven Störungen, bis zu 30% an Alkohol- und Drogenmissbrauch, ca. 20% an Angststörungen und ca. 4% der Frauen an Essstörungen (Stieglitz et al., 2012). ADHS ist eine chronische Erkrankung der gesamten Lebensspanne mit erheblichen Beeinträchtigungen und Belastungen im Alltag. Der wachsende Leidensdruck vom Kindesalter bis ins Erwachsenenalter macht deutlich, wie wichtig es ist, eine ADHS frühzeitig zu erkennen und umfassend zu therapieren.

### **2.1. Diagnose**

Grundsätzlich erfolgt die Diagnostik auf der Basis der Forschungskriterien des *ICD-10* (Internationale Klassifikation für psychische Störungen) der World Health Organization (*WHO*) oder des *DSM-5* (Diagnostisches und Statistisches Manual psychischer Störungen) der American Psychiatric Association (*APA*). In der klinischen Praxis wird zur Diagnosestellung die *ICD-10* verwendet. In der Forschung findet das *DSM-5* häufiger seine Anwendung. Beide Klassifikationssysteme haben Vor- und Nachteile. Die *ICD-10* Kriterien sind strenger, während das *DSM-5* breiter gefasst ist und damit in größeren Prävalenzen resultiert. Da zum Zeitpunkt der Studie das *DSM-IV* noch aktuell war, wird im weiteren Verlauf auf das inzwischen „veraltetete“, aber der Studie zugrundeliegende Diagnosesystem Bezug genommen. Zur Diagnosestellung einer ADHS mussten nach *DSM-IV* (Saß et al., 1996) folgende Kriterien zutreffen:

- A: Mindestens 6 Symptome der *Unaufmerksamkeit* (ADS) und/oder *Hyperaktivität/Impulsivität* (ADHS oder HKS) liegen vor (nach *ICD-10* mindestens 6 Symptome der *Unaufmerksamkeit*, mindestens 3 der *Hyperaktivität* und mindestens 1 Symptom der *Impulsivität* für eine „einfache Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung“; für die Diagnose einer „hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens“ mindestens 6 Symptome der *Unaufmerksamkeit*, mindestens 3 der *Hyperaktivität* und mindestens 3 der *Impulsivität*). Der vorwiegend unaufmerksame Typus (ADS) nach *DSM-IV* findet im *ICD-10* seine Entsprechung in der Diagnose „sonstige näher bezeichnete Verhaltens- und emotionale Störungen mit Beginn in der Kindheit und Jugend.“

- B:* Symptome von Unaufmerksamkeit und/oder Hyperaktivität/Impulsivität bestehen bereits *vor dem 7. Lebensjahr* (nach ICD-10 vor dem 6. Lebensjahr).
- C:* Eine Beeinträchtigung in *zwei oder mehr* Bereichen (Schule, zu Hause, Freizeit) liegt vor (nach ICD-10 in mehr als einer Situation).
- D:* *Klinisch bedeutsame Beeinträchtigung* der Funktionalität im sozialen, schulischen oder beruflichen Bereich.

Die Symptome einer ADHS und damit der Schweregrad können individuell unterschiedlich stark variieren. Die Diagnosestellung sollte nur dann erfolgen, wenn die Symptomatik in Relation zum Alter und dem Intelligenzniveau des Kindes stark ausgeprägt ist. Ferner müssen affektive Störungen, Angststörungen und tiefgreifende Entwicklungsstörungen ausgeschlossen bzw. abgegrenzt werden. Die Diagnostik einer ADHS ist sehr umfangreich und sollte auf mehreren Ebenen erfolgen. Deutschsprachige (Döpfner et al., 2007a) und europäische Leitlinien (Taylor et al., 2004; Banaschewski et al., 2006, 2008a, b) beschreiben Diagnostik und Therapie. Der wichtigste Bestandteil der mehrdimensionalen Untersuchung ist die Exploration des Patienten bzw. bei Kindern die Exploration der Eltern. Dazu können spezielle Diagnose-Checklisten (z.B. Diagnosecheckliste-ADHS, Döpfner et al., 2008) oder klinische Interviews (z.B. Kiddie-Sads-Present and Lifetime, Kaufmann et al., 1996) herangezogen werden. Eine weitere wichtige Ebene stellen die Fragebogenverfahren zur Erfassung der ADHS-Symptomatik dar. Diese Informationen sollen, von den Eltern, den Lehrern bzw. Erzieher/innen und von den Kindern über 11 Jahre erhoben werden (Döpfner & Lehmkuhl, 2000b). Ebenso relevant bei der Abklärung der Diagnose ADHS ist die Erfassung von komorbiden Störungen und der Lebensqualität des Patienten. Auf der Basis der Leitlinien werden zur Informationsgewinnung eines breiten Spektrums von Verhaltensauffälligkeiten entweder der Strengths and Difficulties Questionnaire (Goodman, 1997), Deutsche Version: Fragebogen zu Stärken und Schwierigkeiten (SDQ-Deu) für Eltern und Lehrer oder die Child and Behavior Checklist (CBCL 4-18) für Eltern und die Teacher's Report Form (TRF) für Lehrer (Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, 1998, 1993) empfohlen. Die nächste Ebene im Diagnostikprozess stellen die testpsychologischen Untersuchungen dar. Dabei sollen der Entwicklungsstand und das Intelligenzniveau des Kindes beurteilt und neuropsychologische Funktionen überprüft werden. Zur eindimensionalen Intelligenzdiagnostik wird der Culture Fair Test (CFT; Weiß, 2006) oder der Coloured Progressive Matrices Test (CPM; Bullheller & Häcker, 2002) empfohlen und zur mehrdimensionalen Diagnostik der Hamburg-Wechsler-

Intelligenztest für Kinder (HAWIK-IV; Petermann & Petermann, 2010) oder die Kaufmann-Assessment-Battery for Children (K-ABC; Melchers & Preuß, 2009). Zusätzlich indiziert sind Tests zur Überprüfung von Aufmerksamkeit und exekutiver Funktionen. Zur weiteren Beurteilung der Diagnose spielt auch das jeweilige Verhalten während der Exploration und aller folgenden Untersuchungen eine grundlegende Rolle.

## **2.2 Ätiologie**

Die Genese einer ADHS beruht auf dem Zusammenspiel vieler verschiedener Faktoren, wobei ein großer Anteil den genetischen und umweltbedingten Faktoren zugeschrieben wird (Remschmidt & Heiser, 2004; Bruxel et al. 2014).

### **2.2.1 Genetische und exogene Risikofaktoren**

Familien, Adoptions- und Zwillingsstudien zeigen die Bedeutung der Gene in der Genese von ADHS. In Zwillingsstudien wurde eine durchschnittliche Heritabilität von 77% für den anderen Zwilling ermittelt, ebenso eine ADHS zu entwickeln (Biederman, 2005). Wenn bei eineiigen Zwillingen einer ADHS hat, findet man die Erkrankung sogar in 92% der Fälle bei dem anderen, bei leiblichen Geschwistern sind es 25-30% der Fälle. Betroffene Mütter und/oder Väter haben zu 40-54% ebenfalls betroffene Kinder (Stieglitz et al., 2012). Jedoch ist nicht ein einzelnes Gen für diese hohe Vulnerabilität verantwortlich. In den vergangenen 10-15 Jahren wurden mindestens 18 unterschiedliche Genorte identifiziert, die mit einer ADHS assoziiert sind (Curatolo et al, 2009). Der Schweregrad der Symptomatik ergibt sich aus der Anzahl und Interaktion der vorhandenen genetischen Polymorphismen. In molekulargenetischen Studien wurden Kandidaten-Gene identifiziert, die insbesondere das dopaminerge System betreffen. Der Neurotransmitter Dopamin im präfrontalen Kortex übernimmt eine wichtige Aufgabe bei der Regulation von Antrieb und Motivation. Noradrenalin im hinteren parietalen Kortex nimmt eine wesentliche Rolle bei der Steuerung der Aufmerksamkeit ein (Plizska et al. 1996; Himmelstein et al., 2001). Der stärkste Zusammenhang mit ADHS konnte für Polymorphismen des Dopaminrezeptorgens D4 und D5, sowie dem Dopamintransportgen DAT1 nachgewiesen werden (Heiser et al., 2004).

In retrospektiven Studien wurden prä- peri- und postnatale Risikofaktoren ermittelt, die zu einer Schädigung des Zentralnervensystems führen und bei erhöhter Anfälligkeit das Auftreten einer ADHS begünstigen können: dazu zählen Rauchen und Alkoholkonsum, sowie eine erhöhte Unfallrate der Mutter in der Gravidität, Blutungen, emotionale Probleme, schlechte Versorgung des Fötus, Frühgeburt und eine erhöhte Rate chirurgischer Eingriffe des

Säuglings in den ersten Lebensmonaten (Remschmidt & Heiser, 2004). Psychosoziale Variablen können sich bei vorliegender genetischer Vulnerabilität ungünstig auswirken, wie z.B. ein niedriger sozioökonomischer Status, alleinerziehende Eltern, niedriger Bildungsstand der Mutter und Alkoholismus beim Vater. Dagegen stellen günstige psychosoziale Faktoren, z.B. ein hoher sozioökonomischer Status, sowie eine intakte und psychisch gesunde Familie protektive Faktoren dar. Die Nachteile dieser retrospektiven Studien sind, dass lediglich korrelative und nicht Kausalzusammenhänge beschrieben werden. Noch weitgehend unerforscht sind die Wechselwirkungen verschiedener Gene mit exogenen Faktoren, z.B. DAT-10 und mütterliches Rauchen (Kahn et al., 2003).

### **2.2.2 Neurobiologische Dysfunktionen**

#### **2.2.2.1 Neuropsychologische Modelle und Befunde**

Das Störungsbild ADHS geht mit einer Vielzahl neuropsychologischer Beeinträchtigungen einher. Davon betroffen sind exekutive Funktionen wie z.B. Reaktionshemmung, Arbeitsgedächtnis, Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus und selektive Aufmerksamkeit, sowie Bereiche der nicht-exekutiven Funktionen, z.B. grundlegende Aspekte des Gedächtnisses, des Zeitverständnisses, der Reaktionszeit- und -variabilität, der Verzögerungsaversion und der Entscheidungsfindung (Coghill et al., 2014). Verschiedene neuropsychologische Erklärungsmodelle bei ADHS wurden postuliert, die von unterschiedlichen Defiziten der exekutiven Funktionen und motivationalen Beeinträchtigungen ausgehen. Keines der Modelle ist jedoch in der Lage, das heterogene Störungsbild der ADHS aus neuropsychologischer Perspektive vollständig zu erklären (Boonstra et al., 2005). Vielmehr dienen die Modelle als eine Erklärung der verschiedenen Subtypen, insbesondere des kombinierten und hyperaktiv/impulsiven Subtyps (Petermann & Toissant, 2009). Nachfolgend werden die wichtigsten aktuellen neuropsychologischen Konzepte in Anlehnung an Drechsler et al. (2010) kurz dargestellt. Zu den wichtigsten kognitiven Modellen gehören das Modell der beeinträchtigten Selbstregulation von Barkley (1997) und das kognitiv-energetische Modell von Sergeant (2000). Barkley (1997) postuliert die Reaktionsinhibition als Kerndefizit der ADHS, neben weiteren „sekundären“ Beeinträchtigungen der exekutiven Funktionen.

Neuropsychologische Studien bestätigen eine eingeschränkte Inhibitionfähigkeit bei ADHS-Kindern in Go/NoGo- oder Stopp-Aufgaben (Petermann & Toissant, 2009). Das Modell von Sergeant (2000, 2005) geht im Wesentlichen davon aus, dass bei einer ADHS Schwierigkeiten bestehen, die für eine Aufgabe erforderliche Energie den jeweiligen

Anforderungen entsprechend anzupassen. Motivationale Konzepte basieren auf der Annahme von Defiziten des Belohnungs- und Verstärkersystems. Dazu gehören die Theorie der Verzögerungs-Aversion von Sonuga-Barke et al. (1994) und die dynamisch behaviorale Entwicklungstheorie von Sagvolden et al. (2005). Kinder mit ADHS haben danach eine generelle Abneigung gegen Wartezeiten und wählen Belohnungen, die mit keinen oder kleineren Wartezeiten verbunden sind, auch wenn die Belohnung kleiner ausfällt (Drechsler et al., 2010). Nach der behavioralen Entwicklungstheorie von Sagvolden et al. (2005) benötigen Kinder mit ADHS stärkere und zeitlich unmittelbar dargebotene Belohnungen nach einem erwünschten Verhalten, damit dieses tatsächlich verstärkt wird. Der sogenannte „Verzögerungs-Belohnungsgradient“ ist bei ADHS steiler (Drechsler et al., 2010). Die integrativen Modelle versuchen, der Heterogenität des Störungsbildes besser gerecht zu werden und verbinden zwei oder mehrere Modelle miteinander. Das duale Modell der inhibitorischen und motivationalen Dysfunktionen (Sonuga-Barke, 2002) verknüpft Beeinträchtigungen der Verhaltenshemmung mit Beeinträchtigungen des Belohnungssystems. Demnach gibt es Kinder mit ADHS, die entweder nur in einem, beiden oder gar keinem Bereich Defizite aufweisen. Neuere Konzepte integrieren verschiedene Modelle, z.B. das Mehrwegmodell von Castellanos & Tannock (2002), das eine Störung des Belohnungssystems, des Arbeitsgedächtnisses und der Zeitverarbeitung miteinander verknüpft. Aufgrund starker Unterschiede innerhalb der ADHS-Population erweitern Castellanos et al. (2006) das Modell um „heiße“ und „kalte“ exekutive Funktionen. Die „heißen“ exekutiven Funktionen werden dabei von Emotion und Motivation beeinflusst, während die „kalten“ exekutiven Funktionen kognitiver Art sind (Drechsler et al., 2010). Studien bestätigen Defizite der „heißen“ und „kalten“ exekutiven Funktionen bei Vorliegen einer ADHS (Rubia, 2011). Vielfach angewandte Tests zur Untersuchung der „kalten exekutiven Funktionen“ wie z.B. der Reaktionshemmung und Unaufmerksamkeit sind Go/NoGo, Stopp- oder Stroop-Paradigmen. Dabei zählen langsamere und variabelere Reaktionszeiten, sowie eine höhere Fehlerrate bei ADHS zu den häufigsten Befunden (Kuntsi et al., 2001; Sergeant et al., 2002).

Anhand einer großen Testbatterie mit neuropsychologischen Aufgaben verglichen Coghill et al. (2014b) erstmals 83 ADHS-Jungen mit 66 gesunden Jungen. Die Leistungen der ADHS-Kinder waren verglichen mit denen der gesunden Kinder in allen Bereichen signifikant schlechter. Die Autoren fanden große Effektstärken für das Arbeitsgedächtnis ( $d = 0.95$ ) und die Verzögerungsaversion ( $d = 0.82$ ), sowie mittlere Effektgrößen für die Zeitverarbeitung ( $d$

= 0.71), Impulsivität ( $d = 0.61$ ) und Entscheidungsfindung ( $d = 0.55$ ) und eine kleine Effektgröße für die Reaktionsvariabilität ( $d = 0.37$ ).

Diese Befunde verweisen auf eine komplexe Pathophysiologie der ADHS. Eine wichtige Rolle scheinen dabei die kortikostriatalen Netzwerke einzunehmen, die maßgeblich beteiligt sind an der Verhaltenshemmung, dem Arbeitsgedächtnis, der Entscheidungsfindung und weiteren Aspekten der exekutiven Funktionen.

### **2.2.2.2 Strukturelle und funktionelle Korrelate**

Im direkten Vergleich mit gesunden Kindern, weisen Kinder mit ADHS strukturelle und funktionelle Defizite im inferioren, medialen und dorsolateralen präfrontalen Kortex, dem anterioren Cingulum, den Basalganglien, dem Cerebellum und den temporoparietalen Gehirnregionen auf. Außerdem ist die funktionelle und strukturelle Interkonnektivität bei ADHS beeinträchtigt. Dieses Defizit führt zu einer schlechten Regulation der „top-down“ Prozesse wie Reaktionshemmung, Reaktionsgeschwindigkeit und Aufmerksamkeit (Rubia, 2011). In strukturellen MRI-Studien wurden bei ADHS-Kindern, verglichen mit gesunden Kindern, Abweichungen in den sich spät entwickelnden fronto-striatalen, fronto-temporoparietalen und fronto-cerebellären Netzwerken gefunden. Diese Gehirnbereiche regulieren die kognitiven Kontrollfunktionen. Im MRT zeigten sich ein reduziertes Volumen und eine reduzierte kortikale Dicke im inferioren präfrontalen Kortex und anderen frontalen Gehirnbereichen, sowie in parietotemporalen Regionen, den Basalganglien, dem posterioren Cingulum, dem Corpus Callosum und dem Cerebellum. Bildgebende Verfahren zeigen sowohl eine Verminderung der weißen, als auch der grauen Substanz (Cubillo et al., 2012). Längsschnittstudien verweisen darauf, dass die strukturellen Abweichungen in den fronto-striatal-cerebellären und frontoparietalen Netzwerken von einer späten strukturellen Reifung dieser Regionen abhängen. Sie ist bei Kindern mit ADHS durchschnittlich um 3 Jahre verzögert, frontale und temporale Bereiche sind in ihrer kortikalen Reifung sogar um 4-5 Jahre verzögert (Shaw et al., 2007). In einer weiteren Studie von Shaw et al. (2011) konnte ein inverser Zusammenhang der kortikalen Dicke und hyperaktiver/impulsiver Symptomatik festgestellt werden. Je ausgeprägter die Symptomatik, desto geringer die kortikale Reifung. Dieser Befund unterstützt die Remission insbesondere der hyperaktiven Symptomatik im Erwachsenenalter.

Die Ergebnisse funktioneller Studien weisen auf eine Hypoaktivierung hin und zwar im dorsolateralen und inferioren präfrontalen Kortex, dem anterioren Cingulum, dem Nucleus

caudatus, supplementären motorischen Bereichen und den temporoparietalen Regionen. Dies zeigt sich während der Bearbeitung von Aufgaben zur Antwort- und Interferenzhemmung, bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit, der Flexibilität und der selektiven Aufmerksamkeit. Bei zeitlich begrenzter Aufgabenstellung zeigt sich eine reduzierte Aktivierung im dorsalen und ventrolateralen präfrontalen Kortex, im anterioren Cingulum, in supplementären motorischen Bereichen und im Cerebellum (Cubillo et al., 2012). In weiteren Studien fand man bei Aufgabenstellungen mit Belohnungsanreiz Auffälligkeiten im Striatum und dem orbifrontalen und cingulären Kortex (Rubia, 2011).

Diese funktionellen Abweichungen beschränken sich nicht nur auf isolierte Gehirnregionen, sondern betreffen auch die Konnektivität zwischen diesen Regionen. Cao et al. (2009) berichten über eine verminderte funktionelle Konnektivität von frontostriatalen, frontoparietalen, frontocerebellären und temporoparietalen Netzwerken bei ADHS-Kindern im Ruhezustand. Bei der Bearbeitung von kognitiven Aufgaben wurde eine verminderte Konnektivität bei ADHS-Kindern zwischen dem inferioren präfrontalen Kortex und den Basalganglien, sowie zwischen den Scheitellappen und dem Cerebellum festgestellt. Bei Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis und der Antworthemmung zeigte sich eine verminderte Konnektivität zwischen dem rechten und linken inferioren präfrontalen Kortex und zwischen dem rechten inferioren präfrontalen Kortex und den Basalganglien, dem Cingulum, dem Cerebellum und parietotemporalen Regionen (Cubillo et al., 2010). Weitere Befunde verweisen auf eine reduzierte Aktivität in frontostriatalen und parietalen Bereichen bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit und in ventromedialen, orbifrontalen Bereichen bei Aufgaben mit Belohnungsanreiz. Die ventromediale, orbifrontale Dysfunktion wurde allerdings nur bei Erwachsenen beobachtet, die komorbid in der Kindheit eine Störung des Sozialverhaltens aufwiesen. Die Autoren sehen einen Zusammenhang dieser Dysfunktion und einem impulsiven Arbeitsstil, aufgrund einer erhöhten Fehleranzahl bei der Aufgabenbearbeitung (Cubillo et al., 2012). Nicht nur die beschriebenen strukturellen und funktionellen Dysfunktionen, sondern auch neurophysiologische Abweichungen haben einen direkten Einfluss auf die Kernsymptomatik bei ADHS.

### **2.2.2.3 Neurophysiologische Grundlagen und Pathologie**

Die neurophysiologischen Befunde bei ADHS im Vergleich mit gesunden Kontrollpersonen stellen den Ansatzpunkt für Neurofeedback dar.

### **2.2.2.3.1 Befunde im Spontan-EEG**

Zu den häufigsten Befunden zählen im Spontan-EEG eine überwiegend frontal erhöhte Theta-Aktivität und ein erhöhter Theta/Beta Quotient (Barry et al. 2003a; Clarke et al., 2011), was mit der Theorie einer kortikalen Hypoaktivierung übereinstimmt. Über eine erhöhte Theta-Aktivität wurde bei Kindern mit ADHS, aber auch bei anderen Störungsbildern, wie z.B. oppositionellem Trotzverhalten, Bipolarer Störung, Substanzabhängigkeit, Epilepsie, Demenz, Schizophrenie berichtet (Budzynski, 2009; Loo et al, 2012; Ogrim et al., 2012). Abgesehen von der damit entstehenden Frage der diskriminanten Validität stellen neuere Studien das Theta/Beta - Maß als Marker zur Diskrimination zwischen ADHS-Kindern und einer Kontrollgruppe grundsätzlich in Frage. So berichten Arns et al. (2013) über eine generelle Zunahme des Theta/Beta Quotienten bei Gesunden und eine Abnahme der Effektstärke hinsichtlich dieses Maßes über die Jahre hinweg. Auch in weiteren Studien wurden keine Unterschiede im Theta/Beta Quotienten der ADHS-Gruppe, im Vergleich mit der Kontrollgruppe, gefunden (Liechti et al., 2013; Buyck & Wiersema, 2014).

Bezüglich der Beta-Aktivität zeigt sich ein gemischtes Ergebnis. Einige Studien berichten über eine Verminderung von Beta (Clarke et al., 1998; Barry et al., 2003a; Dupuy et al., 2013) oder eine Erhöhung des Beta-Wertes beim ADHS-Mischtyp (Clarke et al. 2001b). Wieder andere Studien fanden keine Gruppenunterschiede bezogen auf die Beta-Aktivität (Liechti et al., 2013; Amer et al., 2010). Auch die Studienlage bezüglich der Alpha-Aktivität ist widersprüchlich. Manche Studien berichten über eine Reduktion der Alpha-Aktivität (Barry et al., 2003a; Clarke et al. 2002, 2003a) und andere über eine Erhöhung (Chabot & Serfontein, 1996). Die Ursachen für die unterschiedlichen bis widersprüchlichen Ergebnisse liegen in einer Vielzahl methodischer Probleme z.B. die Verwendung unterschiedlicher Bedingungen bei der Ableitung (geschlossene oder geöffnete Augen) und Ableitorte, unterschiedlicher Stichproben (Komorbiditäten, Verwendung unterschiedlicher Diagnosesysteme, kleine Stichproben, Altersspanne, Geschlecht).

Geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen mit ADHS bestehen nicht nur bezüglich der Symptomatik (Gershon, 2002; Gaub & Carlson, 1997), sondern auch im EEG (Clarke et al., 2001a). Die Jungen wiesen im Vergleich zu den Mädchen eine größere absolute Theta-Aktivität in den posterioren Regionen auf, während bei den Mädchen eine größere absolute Theta-Aktivität in den frontalen Arealen vorlag. In einer Gruppe aus Vorschul- und Schulkindern fand man im Vergleich mit einer gesunden männlichen Kontrollgruppe bei den Jungen geringere rechtslateralisierte frontale Aktivierungsmuster,

während die Mädchen im Vergleich mit gesunden Mädchen größere rechtslateralisierte frontale Aktivierungsmuster aufwiesen (Baving et al., 1999).

Clarke et al. (2011) entwickelten anhand der EEG-Daten von 155 Jungen des ADHS-Mischtyps fünf verschiedene EEG-Cluster. Die erste Subgruppe ist charakterisiert durch eine insgesamt erhöhte Beta-Aktivität mit einer geringeren frontozentralen Theta- und frontalen Alpha-Aktivität. Dieses Profil entspricht einem kortikalen Hyperarousal und kommt vermehrt beim Mischtypus und häufiger bei Jungen vor (Clarke et al., 2001c). Der zweite Subtyp ist gekennzeichnet durch eine global erhöhte Theta-Aktivität und eine globale Verminderung in der Alpha- und Beta-Aktivität und einer Verminderung der zentralen Delta-Aktivität. Frontal erhöhte Theta-Aktivität ist korreliert mit unaufmerksamer Symptomatik (Clarke et al., 2011; Rodrak & Wongsawat, 2013). Das dritte Cluster ist gekennzeichnet durch eine global erhöhte Delta- und Theta-Aktivität und einer globalen Reduktion der Alpha-Aktivität. Dieses Profil entspricht einer Reifungsverzögerung in der kortikalen Entwicklung. Cluster 4 weist eine globale Erhöhung von Theta, eine globale Reduktion von Beta, eine Verminderung von zentralem und posteriorem Delta und frontaler und posteriorer Alpha-Aktivität auf. Das Profil von Cluster 2 und 4 weist auf ein kortikales Hypoarousal hin. Diese 3 EEG-Profile (Hypoarousal, Hyperarousal, Reifungsverzögerung), wurden bereits in früheren Studien gefunden (Clarke et al., 1998, 2001b, c, 2002a, 2003). Das fünfte Cluster weist eine globale Reduktion von Delta, mit einer frontozentralen Verminderung von Theta und einer frontozentralen Erhöhung von Alpha auf. Die Autoren sehen einen Zusammenhang dieses sogenannten Alpha-Exzesses mit dem Alter der Probanden. Nur ältere Kinder wiesen dieses Cluster auf. Dieser Subtyp wurde bereits in einer Studie von Chabot & Serfontein (1996) identifiziert.

Sowohl die verschiedenen Cluster als auch die geschlechtsspezifischen Unterschiede im EEG verweisen auf die Heterogenität des Störungsbildes. Die in Gruppenstudien ermittelten EEG-Profile lassen sich häufig ohnehin nicht auf den einzelnen Probanden übertragen, was wiederum die große Varianz innerhalb der ADHS-Population betont (Arns et al, 2008).

### **2.2.2.3.2 Befunde zu den ereigniskorrelierten Potentialen**

Im Unterschied zum Spontan-EEG, handelt es sich bei den ereigniskorrelierten Potentialen (EKP) um elektrische Spannungsschwankungen, die ab ca. 50 ms nach einem Reiz auftreten. Sie kennzeichnen Aufmerksamkeitsprozesse, Informationsverarbeitung sowie die Vorbereitung einer motorischen oder kognitiven Antwort (Birbaumer & Schmidt, 2010). Zu

den mittleren Komponenten gehören die N100, P200 und N200, deren Bezeichnung die dazugehörige Polarität (Positivierung vs. Negativierung) und Latenz (z.B. 100 ms) nach einem Hinweisreiz beschreibt. Zu den späten Komponenten gehören die P300 und die Contingent Negative Variation (CNV), die ab ca. 300 ms nach dem Stimulus auftreten (Abbildung 1). Die P300 tritt nach aufgabenrelevanten Reizen oder nach der Darbietung eines seltenen Zielreizes auf. Insbesondere nach überraschenden Warnreizen ist sie stärker ausgeprägt. Die Stärke der P300 zeigt die verfügbaren Ressourcen an. Die CNV ist eine frontozentrale Negativierung, die nach einem Warnreiz als Erwartung und kognitive Vorbereitung auf den Zielreiz als EKP sichtbar wird. Bei der CNV handelt es sich um ein *langsames kortikales Potential (LKP)*. LKP sind sehr träge und treten selten schneller als 200-300 ms, eher sogar ab 500 ms nach dem Reiz auf. Bei den langsamen Potentialen handelt es sich um Gleichspannungsverschiebungen in die elektrisch negative oder positive Richtung. Diese Komponenten hängen von psychischen Vorgängen z.B. Aufmerksamkeit und Überraschtheit ab (Birbaumer & Schmidt, 2010).

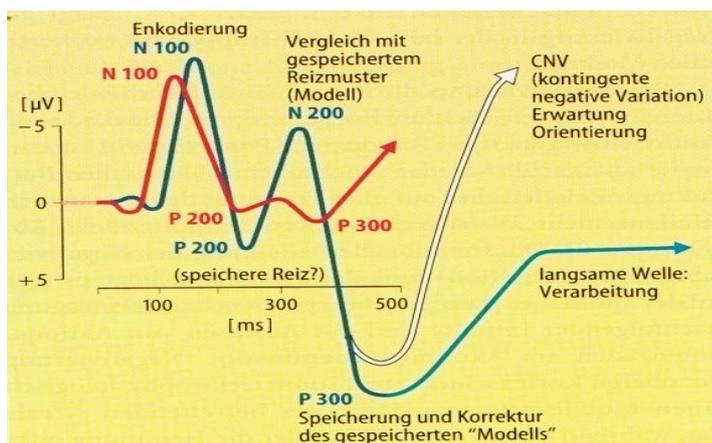


Abbildung 1: Informationsverarbeitung eines Reizes

Quelle: Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 481

Darstellung der Informationsverarbeitung auf einen akustischen Reiz hin ohne Bedeutung (rot) und auf einen aufgabenrelevanten Ton (blau).

EKP-Studien bei ADHS-Kindern weisen auf kleinere Amplituden und größere Latenzen von N100, N200 und P300 hin, was für Probleme bei der Signalerkennung und -verarbeitung spricht (Barry et al, 2003b). Nach aufgabenrelevanten Reizen ist die Amplitude von N100 generell größer, als nach nicht relevanten Stimuli. Im Vergleich mit gesunden Kindern ist bei ADHS-Kindern die Amplitude von N100 kleiner (Satterfield et al., 1994). Ferner zeigt sich nach aufgabenrelevanten Reizen bei Kindern mit ADHS nicht der ansonsten typische Anstieg der Amplitude (Loiselle et al, 1980). In Stopp-Signal-Aufgaben wurden eine reduzierte Amplitude der N200- (Dimoska et al., 2003; Pliszka, 2000; Liotti et al., 2010; Liotti et al., 2007)

und eine größere Amplitude der P200-Komponente (Dimoska et al., 2003) bei ADHS-Kindern, verglichen mit gesunden Kindern, gefunden. Eine größere P200 Amplitude bei ADHS-Kindern konnte auch in Oddball- und Go/NoGo-Paradigmen nachgewiesen werden (Johnstone & Clarke, 2009; Johnstone et al., 2001; Oades et al., 1996; Satterfield et al., 1994). Dagegen berichten Brown et al. (2005) und Johnstone et al. (2009) über eine kleinere Amplitude der P200. Insgesamt liegt der Fokus der EKP-Studien bei den späten Komponenten. Eine kleinere Amplitude der P300 stellt einen robusten Befund bei Kindern mit ADHS ohne Komorbidität dar (Barry et al., 2003b; Van Leeuwen et al., 1998; Banaschewski et al., 2003). Kinder mit ADHS haben sowohl Schwierigkeiten, adäquat auf den Zielreiz zu reagieren (Go-P300), als auch inadäquate Handlungen zu hemmen (NoGo-P300). Unter der Gabe von Methylphenidat zeigt sich hinsichtlich der Go-P300 und No/Go-P300 eine Angleichung an die Befunde gesunder Kinder (Plizska et al., 2007). Bei gesunden Probanden führt normalerweise eine Verlangsamung des Aufgabentempos zu einer stärkeren Ausprägung der P300 und zur Bereitstellung von mehr Ressourcen. Dieser Effekt kann, vermutlich aufgrund eines erniedrigten Aktivierungsniveaus weder bei Kindern noch bei Erwachsenen mit ADHS beobachtet werden (Wiersema et al., 2006). Bei Kindern mit stark ausgeprägter ADHS-Symptomatik ohne komorbide Störung des Sozialverhaltens zeigt sich in einem Continuous Performance Test nach der Darbietung eines Warnreizes eine deutliche Reduktion der frontozentralen Negativierung (Van Leeuwen et al., 1998; Rockstroh et al., 1990; Banaschewski et al., 2003, 2004), was auf Probleme in der Bereitstellung von Ressourcen zur Bewältigung von Aufgaben hinweist.

Aufgrund der Studienlage kann eine Reduktion der EKP-Komponenten, insbesondere der CNV, der GoP300 und der No/GoP300 als zuverlässigster Befund bei Kindern (Banaschewski et al., 2003, 2004; Valko et al., 2009) und auch bei Erwachsenen (Fallgatter et al., 2005) mit ADHS angesehen werden.

### **2.3            *Behandlung***

In den Leitlinien zur Behandlung einer ADHS (2007) wird von der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie eine multimodale Therapie empfohlen. Therapiebausteine sind hiernach Psychoedukation, Pharmakotherapie und Psychotherapie.

### **2.3.1 Psychoedukation**

Der erste und wichtigste Baustein nach der Diagnosestellung ist eine altersentsprechende Aufklärung und Beratung über das vorliegende Störungsbild, seine Ursachen und die jeweils geplante Behandlung. Einbezogen werden sollen nicht nur das Kind und seine Eltern, sondern auch die Lehrer und andere Bezugspersonen. Häufig bringt das Wissen um die vorhandene psychische Störung eine Entstigmatisierung mit sich. Die Eltern, die sich die Schuld für das Verhalten ihres Kindes zugeschrieben haben, fühlen sich entlastet und die Verhaltensweisen des Kindes, das häufig als dumm, faul oder böse abgestempelt wurde, können nun der Symptomatik der Störung zugeordnet werden. Das Ziel der Psychoedukation ist, dass alle beteiligten Personen ein besseres Verständnis von der Erkrankung und das damit verbundene problematische Verhalten entwickeln und ressourcenorientierte Lösungsmöglichkeiten anstreben.

Die Effektivität von Psychoedukation ist in wenigen Studien untersucht. In der Kölner Studie zur Wirksamkeit multimodaler Behandlung von Kindern mit ADHS (Döpfner et al., 2004) wurde nach einer sechswöchigen Phase der Psychoedukation eine Verminderung der Symptomatik festgestellt. Anschließend wurden die Kinder entweder verhaltenstherapeutisch oder mit Stimulanzien behandelt und je nach Behandlungserfolg dieselbe Therapie beibehalten, die Interventionsform gewechselt oder mit der anderen Therapie kombiniert. Einschränkend anzumerken ist, dass es in dieser Studie keine Kontrollgruppe gab. In zwei weiteren Studien der Kölner Forschergruppe wurden Selbsthilfe-Interventionen der Eltern mit begleitenden kurzen Telefonkontakten untersucht. Die Eltern berichten nach der Durchführung von einer Verbesserung des kindlichen Problemverhaltens (Kierfeld & Döpfner, 2006; Kierfeld et al., 2010). Kritisch anzumerken ist, dass Ergebnisse zu Studien mit Selbsthilfe-Interventionen mit Vorsicht zu interpretieren sind, da sie häufig nicht den wissenschaftlichen Gütekriterien empirischer Forschung entsprechen.

### **2.3.2 Pharmakotherapie**

Die Indikation für eine Pharmakotherapie liegt dann vor, wenn die Symptomatik besonders stark ausgeprägt ist und zu deutlichen Einschränkungen der Funktionalität im häuslichen und schulischen Bereich, sowie im Umgang mit Peers führt. Immer dann, wenn akute Probleme mit dringendem Handlungsbedarf vorliegen und möglichst schnell eine Symptomminderung und damit eine Verbesserung der Lebensqualität des Kindes und der emotionalen Befindlichkeit erreicht werden soll, ist eine medikamentöse Behandlung indiziert.

Eine Pharmakotherapie wird auch dann empfohlen, wenn sich nicht-medikamentöse Behandlungen allein als unzureichend erwiesen haben. Oftmals ist es auch so, dass Kinder mit einer besonders schwer ausgeprägten Symptomatik erst unter Medikation in der Lage sind, aktiv in einer anderen Therapie mitzuwirken bzw. davon zu profitieren.

In der medikamentösen Behandlung einer ADHS werden, aufgrund ihrer nachgewiesenen Wirksamkeit, überwiegend Methylphenidat und Atomoxetin eingesetzt. Der Wirkstoff Methylphenidat gilt als Medikament erster Wahl. Dazu zählen Präparate wie Medikinet, Ritalin, Methylphenidat TAD, Methylphenidat Hexal, Methylphenidat ratiopharm mit kurzer Wirkdauer, sowie Concerta, Equasym retard, Medikinet retard und Ritalin LA mit längerer Wirkdauer. Je nach Präparat kann der Wirkstoff Methylphenidat sofort oder verlangsamt (retardiert) an den Körper abgegeben werden. Die Dosierung muss individuell auf das jeweilige Kind angepasst werden, wobei die Höchstdosis bei 1mg pro kg Körpergewicht liegt, jedoch maximal 60 mg pro Tag nicht überschritten werden sollte. Medikament der zweiten Wahl ist Strattera mit dem Wirkstoff Atomoxetin. Der Wirkstoff Atomoxetin muss schrittweise aufdosiert werden und entfaltet seine volle Wirksamkeit erst nach 4-6 Wochen. Stimulantien wie Methylphenidat bewirken eine Hemmung der Wiederaufnahme von Dopamin und eine Anreicherung von Dopamin im Striatum und von Dopamin und Noradrenalin im präfrontalen Cortex. Das Nichtstimulans Atomoxetin agiert als selektiver Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer und führt zu einer Erhöhung von Dopamin und Noradrenalin im präfrontalen Cortex. Beide Wirkstoffe beeinflussen die Übertragung von Dopamin und Noradrenalin im cerebralen Cortex und bewirken eine Reduktion der ADHS-Symptomatik (Gilbert et al., 2006). In randomisierten kontrollierten Studien konnte eine signifikante Reduktion der Kernsymptomatik sowie eine Verbesserung der depressiven Symptomatik festgestellt werden (Michelson et al., 2001; Wietecha et al., 2013; Banaschewski et al., 2004; Biederman et al., 2002). Das Medikament Strattera ist in der Therapie bei ADHS genauso effektiv wie Medikamente mit dem Wirkstoff Methylphenidat z.B. Ritalin oder Medikinet (Kratochvil et al., 2002). Die Effektstärken von Stimulantien auf die Reduktion der Kernsymptomatik liegen zwischen 0.8 und 1.0 (Coghill et al., 2014a). Die mittlere Effektstärke der Wirkung von Atomoxetin liegt nach Banaschewski et al. (2006) bei 0.7. Bei ca. 75% der Kinder führt die Medikation zu einer besseren Aufmerksamkeitsleistung und einem Nachlassen der Ruhelosigkeit und Impulsivität (Santosh & Taylor, 2000; Faraone & Buitelaar, 2010) und bei ca. 25% der Kinder hilft die Einnahme dieser Medikamente nicht. In einer Meta-Analyse von Clavenna & Bonati (2014) zur Verträglichkeit der ADHS-Medikation wurden 6 Studien

mit insgesamt 2208 Kindern eingeschlossen. Je nach Studie traten insgesamt zwischen 58% und 78% unerwünschte Folgen bei den Kindern auf. Die am häufigsten berichteten Nebenwirkungen von Methylphenidat und Atomoxetin waren reduzierter Appetit, Schlafstörungen, Kopf- und Bauchschmerzen. Etwa ein Viertel der Patienten brach die medikamentöse Therapie aufgrund der Nebenwirkungen ab. Aufgrund vereinzelter Fälle von Lebertoxizität sind die Leberwerte bei dem Medikament Strattera zu beobachten. Gemäß der Food and Drug Administration (FDA, 2005) besteht bei diesem Wirkstoff ein erhöhtes Risiko für aggressives Verhalten und Suizidalität. Bei Letzterem sollte eine Absetzung des Medikaments erwogen werden. Eine gute Compliance der betroffenen Kinder ist für die fehlerfreie Einnahme der Medikamente und deren Wirksamkeit Voraussetzung. Insbesondere im Jugendalter sind die Verweigerung oder unsachgemäße Einnahme der Medikation ein Risiko. Aufgrund der möglichen Nebenwirkungen sind regelmäßige ärztliche Kontrolluntersuchungen notwendig.

In der MTA-Studie (Multimodal Treatment Study of Children with ADHD) wurden herkömmliche Therapien bei ADHS über eine Zeitspanne von 14 Monaten miteinander verglichen. 579 Kinder mit ADHS (7-9,9 Jahre) wurden 4 verschiedenen Gruppen randomisiert zugeteilt: Die erste Gruppe der Kinder erhielt 14 Monate lang 3mal täglich Methylphenidat und einmal im Monat eine 30minütige Visite in der Klinik. In der zweiten Gruppe wurde 14 Monate lang unter Einbeziehung von Eltern und Schule eine intensive Verhaltenstherapie durchgeführt. Die dritte Gruppe erhielt über denselben Zeitraum eine Kombination aus Medikamenten und VT und die vierte Gruppe der Kinder wurde auch über den gleichen Zeitraum innerhalb der Gemeinde mit den dort üblichen Standardverfahren behandelt. Dabei bekamen zwei Drittel der Kinder Medikamente (Methylphenidat oder Amphetamin). Anfänglich zeigten sich in der Medikamentengruppe und der Kombinationsgruppe signifikante Verbesserungen der Kernsymptome sowie des oppositionellen Trotzverhaltens. Die Medikamentengruppe und die Kombinationsgruppe unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Bereits 10 Monate nach Ende der 14-monatigen Therapiephase war der Vorteil der Medikamenten- und der Kombinationsgruppe nicht mehr vorhanden. Auch 3 Jahre und 8 Jahre später zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede mehr (MTA Cooperative Group, 1999; Jensen et al., 2007; Molina et al., 2009). Das Fazit war, dass Medikation keinen wesentlichen Vorteil bringt, dass sich kein behandlungsspezifischer Langzeiteffekt zeigt und dass sich die ADHS-Kinder weiterhin enorm von den gesunden Kindern hinsichtlich der Schulleistungen, psychiatrischer Erkrankungen, dem Sozialverhalten und der Delinquenz unterschieden (Molina et al., 2009).

Eine Modifikation der Arzneimittelrichtlinie durch den Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) sieht seit September 2010 vor, dass Methylphenidat nur noch von Experten für Verhaltensstörungen bei Kindern und Jugendlichen verordnet werden darf, wenn nicht medikamentöse Behandlungen nicht erfolgreich waren oder eine besondere Schwere der Störung festzustellen ist. Die Verschreibung darf nur noch nach einer gründlichen Diagnostik erfolgen und sollte in ein multimodales Gesamtkonzept eingebettet sein. Als Konsequenz daraus kann gesagt werden, dass Kinder und Jugendliche mit ADHS weitere unterstützende Therapiemaßnahmen erhalten sollten.

### **2.3.3 Nichtmedikamentöse Therapien**

Zu den nichtmedikamentösen Therapieformen zählen diätetische Maßnahmen und verhaltenstherapeutische Interventionen, deren Inhalt und Effektivität im Folgenden kurz dargestellt werden:

#### **2.3.3.1 Diäten**

Laut Bundesärztekammer sind diätetische Maßnahmen bei sachgerechter Durchführung bei 1-2% der Kinder hilfreich. Zu den am häufigsten propagierten Diäten zählen die Feingold-Diät, die Eliminationsdiät bzw. Oligoantigene Diät nach Egger und die Nährstofftherapie.

Der kalifornische Arzt Ben Feingold stellte erstmals in den 70er Jahren die Hypothese auf, dass künstliche Zusatzstoffe (Aroma, Farb- und Konservierungsstoffe) und natürliche Zusatzstoffe (Salicylate, die in fast allen Obstsorten und in Gurken vorkommen), verantwortlich sind für die Hyperaktivität, Verhaltensauffälligkeiten und Lernstörungen. In mehreren Studien wurden diese Zusatzstoffe bei hyperaktiven Kindern weggelassen und es zeigten sich insgesamt inkonsistente Ergebnisse (Egger, 2000, Conners et al., 1976; Harley et al., 1978; Swanson & Kinsbourne, 1980). Diese Studien wiesen eine Reihe methodischer Mängel auf, wie z. B. kleine Stichproben, keine Auswaschphase zwischen den unterschiedlichen Treatments und damit in Folge Übertragungsfehler, sowie keine randomisierte Zuteilung, so dass eine konkrete Aussage über die Effizienz dieser Therapie nicht möglich war. Sonuga-Barke et al. (2013) kamen in ihrer Meta-Analyse zu der Schlussfolgerung, dass der Ausschluss von künstlicher Lebensmittelfarbe, sowohl in nichtverblindeter ( $p = 0.02$ ;  $Z = 2.43$ ), als auch bei verblindeter Durchführung ( $p = 0.004$ ;  $Z = 2.86$ ) einen Effekt auf die Symptome einer ADHS hat.

Die Eliminationsdiät basiert auf der Hypothese, dass im Prinzip jedes Nahrungsmittel als Auslöser einer ADHS-Symptomatik in Frage kommen kann. Das Grundprinzip besteht also darin, dass die Kinder in den ersten 3-4 Wochen nur wenige allergiearme Lebensmittel zu sich

nehmen dürfen. Bei einer eindeutigen Besserung wird die Ernährung schrittweise in 2-3 Monaten wiederaufgebaut. Das heißt, die entzogenen Lebensmittel werden einzeln und im Abstand von mehreren Tagen wiedereingeführt, so dass Allergene eindeutig identifiziert und im Anschluss entsprechend gemieden werden können. In mehreren klinischen Studien, mit kleinen Teilnehmerzahlen, konnte ein positiver Effekt dieser Diät gefunden werden. In der Meta-Analyse von Sonuga-Barke et al. (2013) konnte ein positiver signifikanter Effekt ( $p = 0.01$ ;  $Z = 2.55$ ) jedoch nur bei Wissen um die Gruppenzugehörigkeit gefunden werden. Bei verblindeter Beurteilung ergab sich kein signifikanter Effekt für diese Diät.

Mineralstoffe, Vitamine und langkettige ungesättigte Fettsäuren spielen eine wichtige Rolle für die Hirnfunktion. Zu den ungesättigten Fettsäuren gehören Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren. Diese kann der Körper nicht alleine herstellen, sie müssen mit der Nahrung zugeführt werden. Bei Jugendlichen und Erwachsenen mit ADHS wurden niedrigere Konzentrationen an Omega-3 Fettsäuren gefunden (Antalis et al., 2006). Omega-3 Fettsäuren erhöhen das im Gehirn vorhandene Dopamin und sind damit direkt in den Dopaminmetabolismus involviert. In der Metaanalyse von Sonuga-Barke et al. (2013) konnten für die Nahrungsergänzung mit Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren, sowohl bei nicht verblindeter ( $p = 0.007$ ;  $Z = 2.67$ ), als auch bei verblindeter Beurteilung ( $p = 0.04$ ;  $Z = 2.05$ ), statistisch signifikante Effekte auf die Kernsymptomatik bei ADHS festgestellt werden.

### **2.3.3.2 Verhaltenstherapie**

Das Ziel einer Verhaltenstherapie ist der Erwerb einer ressourcenorientierten Kompetenz im Umgang mit den Symptomen der ADHS. Hierbei soll das soziale Umfeld des Kindes, insbesondere die Familie und die Schule einbezogen werden.

In der Therapie haben sich operante Programme bewährt, in denen das erwünschte Verhalten durch unmittelbare Belohnung verstärkt wird (Token-System) oder unerwünschtes Verhalten durch den Entzug von Verstärkern bestraft wird (Response-Cost). An erster Stelle dieser Therapieprogramme steht die Psychoedukation, beginnend mit einer kindgerechten Informationsvermittlung. Darauf aufbauend lernen die Kinder anhand von Spiel-, Übungs- und Demonstrationsphasen ihre Aufmerksamkeit zu zentrieren und ihre Handlungen mithilfe von Selbstinstruktionen strategisch besser zu regulieren und zu organisieren.

Ein wichtiger und notwendiger Bestandteil einer jeden ADHS-Therapie ist der Einbezug der Eltern, die den Kindern unterstützend, strukturierend und kontrollierend zur Seite stehen, um anhaltende Erfolge zu erzielen. Elterntrainings wie z.B. Triple P sollen den Eltern bessere

Strategien im Umgang mit ihrem Kind vermitteln. Die umfangreichste Meta-Analyse zu Triple-P stammt von Nowak & Heinrichs (2008), in die insgesamt 55 Studien einbezogen wurden. Positive Veränderungen im kindlichen Problemverhalten und dem elterlichen Erziehungsverhalten mit Effektstärken im niedrigen bis mittleren Bereich (ES 0.35 – 0.57) waren die Ergebnisse der Meta-Analyse. Die einbezogenen Studien wiesen methodische Mängel auf wie fehlende Kontrollgruppen, keine Randomisierung, fehlende Follow up-Untersuchungen, Vergleich unterschiedlicher Triple-P-Formate (Triple-P für Australier, für Kinder mit Entwicklungsstörungen und für Eltern mit Schwierigkeiten im Bereich Work-Life-Balance) mit unterschiedlichen Durchführungsbedingungen (Intensität der Sitzungen, Gruppen- oder Einzelsetting), sowie kleine und nicht repräsentative Stichproben (überwiegend Vorschulkinder). Die Vielzahl der Mängel reduziert die Aussagekraft der ohnehin nur niedrigen bis mittleren Effektstärken.

Ein häufig verwendetes Therapieprogramm für Kinder mit ADHS ist das Training für aufmerksamkeitsgestörte Kinder nach Lauth und Schlottke (2002). Es besteht aus einem Basis- und Strategietraining zur Förderung der Selbstregulationskompetenz und der Verhaltensorganisation und wird für Kinder im Alter von ca. 7-12 Jahren angeboten. Das Training kann als Einzeltherapie, aber auch im Rahmen einer Kleingruppentherapie, bestehend aus maximal 3 Kindern, erfolgen. Eine Gruppentherapie bietet zudem die Möglichkeit, soziale Kompetenzen zu verbessern und alltagsnahe Therapiebedingungen zu schaffen z.B. Umgang mit Ablenkungen in der Gruppe, stärkere Selbststeuerung und Lernen in der Gruppe. Im Vordergrund steht dabei, die eigenständige Entwicklung des Kindes zu unterstützen und weniger das Störverhalten zu reduzieren. Studien (z.T. parallelisiert, randomisiert) verweisen auf eine Überlegenheit der Interventionsgruppe im Vergleich mit einer Wartekontrollgruppe, hinsichtlich einer Verbesserung des Alltagsverhaltens und der Aufmerksamkeitsleistung (Schlottke, 1984; Lauth, 1996; Lauth et al., 1996; Lauth et al., 2005). Im Lehrerurteil fanden sich keine positiven Effekte (Lauth et al., 2005). Kritisch anzumerken ist, dass der Vergleich mit einer Wartekontrollgruppe nicht ausreichend ist, um Aussagen über die Spezifität einer Intervention treffen zu können.

Ein weiteres populäres Therapieprogramm ist das Marburger Konzentrationstraining (Krowatschek, 1996; Krowatschek et al. 2011) für Schulkinder. Hier geht es um die Vermittlung verbaler Selbstinstruktion und wesentlicher Techniken im Umgang mit Schulaufgaben. Mehrere Diplomarbeiten und Dissertationen zur Evaluation dieses Trainings haben keinen eindeutigen Nachweis der Wirksamkeit führen können (Claes, 1996; Dröge,

1996; Krowatschek, 1996; Beck, 1998; Dreisörner, 2004).

Eine andere verhaltenstherapeutische Intervention ist das Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten (THOP) von Döpfner et al. (2007b). Es wurde für 3-12jährige Kinder entwickelt, die speziell diese Symptomatik aufweisen. Das Ziel ist es, die hyperaktive und oppositionelle Symptomatik innerhalb der Familie und der Schule zu vermindern und problematische Situationen erfolgreich zu bewältigen. Die Wirksamkeit von THOP im Einzelsetting wurde im Rahmen der Kölner Adaptiven Multimodalen Therapiestudie (Döpfner et al., 2015) untersucht. Die Kinder mit oder ohne fortlaufende Medikation verbesserten sich bezüglich der ADHS-Symptomatik im FBB-ADHS und die Ergebnisse waren nach 18 Monaten stabil. Einschränkend muss angemerkt werden, dass in dieser Studie eine Kontrollgruppe fehlte. Salbach et al. (2005) fanden an einer Stichprobe von 33 hyperkinetischen Kindern für die Durchführung im Gruppensetting eine signifikante Verbesserung im Bereich der Hyperaktivität innerhalb der Experimentalgruppe, die sich jedoch im Vergleich mit der Kontrollgruppe, als nicht signifikant erwies.

Mittlerweile gelangt eine Vielzahl an Therapieprogrammen zur Förderung der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung in der Praxis zum Einsatz. Die meisten Studien zur Evaluation dieser Programme weisen erhebliche methodische Mängel auf: kleine und nicht repräsentative Stichproben, fehlende oder lediglich Warte- Kontrollgruppen, unzureichende oder fehlende Nachuntersuchungen, keine randomisierte Zuteilung zu den einzelnen Versuchsbedingungen, keine Kontrolle unspezifischer Effekte, und kein verblindetes Versuchsdesign.

In einer Metaanalyse von Sonuga-Barke et al. (2013), in der nichtmedikamentöse Behandlungen für Kinder mit ADHS untersucht wurden, ergab sich eine geringere Wirksamkeit für die verhaltenstherapeutischen Maßnahmen (Eltern-Kind-Training, Elternteraining). Positive Effekte auf die ADHS-Kernsymptomatik lagen nur bei nicht verblindeter Beurteilung vor ( $p = 0.0001$ ;  $Z = 3.88$ ). Wussten die Beurteiler nicht über die Gruppenzugehörigkeit Bescheid, waren positive Effekte auf die Symptomatik nicht mehr nachweisbar ( $p = 0.92$ ;  $Z = 0.09$ ).

### **2.3.3.3 Biofeedback**

Unter Biofeedback versteht man die kontinuierliche Rückmeldung körperlicher Funktionen in Echtzeit in visueller oder akustischer Form auf einem Computerbildschirm. Dadurch kann der Patient auch autonom ablaufende Körperprozesse wahrnehmen und gezielt lernen diese Funktionen in gewünschter Weise zu verändern. Positive Änderungen der

Körperfunktionen werden dabei verstärkt, so dass der Patient lernt, Selbstkontrolle über entsprechende körperliche Vorgänge zu entwickeln. Beeinflussbar sind alle körperlichen Funktionen, die rückgemeldet werden können und eine neuronale Verknüpfung zum Großhirn aufweisen wie z.B. der Blutdruck, die Atemfrequenz, die Haut- und Körpertemperatur, die Schweißdrüsenaktivität, die Herzrate, die Durchblutung im Gehirn, die Muskelaktivität und die Gehirnströme.

### **2.3.3.3.1 Herzensvariabilität (HRV) – Training**

Körperliche Anstrengung oder innere Anspannung führt zur Erhöhung der Herzfrequenz, die bei Ruhe und Entspannung wieder abnimmt. Ebenso steigt die Herzfrequenz beim Einatmen und sinkt beim Ausatmen. Als Herzensvariabilität bezeichnet man Schwankungen der Herzfrequenz. Umso kohärenter Herzfrequenz und Atmung sind, umso harmonischer ist die Interaktion von Sympathikus und Parasympathikus und infolgedessen ist auch der Organismus gesünder. Das HRV-Training wird vor allem angewendet zum Stressabbau, dem Erreichen körperlicher Bestleistungen und hat auch positive Auswirkungen auf die Konzentrationsleistung (Sutarto et al., 2013). Bei Sportlern wird manchmal das HRV-Training dem Neurofeedback-Training vorgeschaltet.

### **2.3.3.3.2 Hemoenzephalographie (HEG) – Training**

Beim HEG-Training soll die Kontrolle von der Durchblutung und dem Stoffwechsel im Gehirn erworben werden. Neuronale Aktivität führt zu einer erhöhten Zufuhr von Sauerstoff und Glucose in die jeweiligen Gehirnbereiche, was in deren Folge eine erhöhte Durchblutung dieser Gehirnbereiche mit sich bringt. Mit Hilfe des HEG-Trainings kann der Patient den Blutfluss im Gehirn erhöhen bzw. erniedrigen. Das HEG-Training kann auf zwei unterschiedliche Weisen durchgeführt werden. Beim passiven Infrarot (PIR) HEG-Biofeedback-Training erfasst der Infrarotsensor eine Temperaturerhöhung, die im entsprechenden Gehirnbereich eine kortikale Aktivität widerspiegelt. Aufgabe des Patienten ist es, die Temperatur im entsprechenden Gehirnbereich zu steigern. Beim Nah-Infrarot (NIR) HEG-Training erfasst der Sensor den Sauerstoffgehalt des Blutes im entsprechenden Areal. Bei erhöhter kortikaler Aktivität ist die Sauerstoffzufuhr im entsprechenden Gehirnbereich erhöht. Aufgabe des Patienten ist es, aktiv die Sauerstoffzufuhr in den entsprechenden Bereichen zu verändern. Erste Studien zum NIRS – Neurofeedback deuten daraufhin, dass dies eine erfolgversprechende Methode in der Behandlung einer ADHS ist (Marx et al., 2015).

### **2.3.3.3 EMG-Biofeedback-Studien bei ADHS**

Die Wirksamkeit von Entspannung mit Hilfe von EMG-Biofeedback auf die hyperkinetische Symptomatik (Tabelle 1) wurde vor allem in den 70er und 80er Jahren untersucht. In den meisten Fällen wurde das Training am Musculus frontalis durchgeführt.

In verschiedenen EMG-Studien ergaben sich für die Kinder der EMG-Gruppe signifikant bessere Ergebnisse hinsichtlich der Aufmerksamkeit als für die Kontrollgruppe (Braud 1978; Rivera & Omizo, 1980; Omizo & Michael, 1982; Omizo & Williams, 1982). In Untersuchungen von Haight et al. (1976), Dunn & Howell (1982) und Potashkin & Beckles (1990) zeigten sich signifikante Verhaltensverbesserungen in der Experimental- und der Kontrollgruppe. In einer Studie von Denkowski & Denkowski (1984) ergab sich kein signifikanter Gruppenunterschied. In einem Review von Cobb & Evans (1981) wurden insgesamt 44 Studien zur Effektivität von Biofeedback auf kindliche Verhaltens- und Lernstörungen untersucht. Die Forscher kamen zu dem Schluss, dass EMG-Biofeedback den herkömmlichen Behandlungsmethoden, die in ihrem Review nicht näher beschrieben werden, nicht überlegen ist. Des Weiteren kritisieren sie an den bis dahin erfolgten Studien unangemessene oder fehlende Kontrollgruppen, konfundierende Behandlungsstrategien, zu kleine Stichprobengrößen und unzureichende oder fehlende Nachuntersuchungen. Auch die nachfolgenden Studien (siehe Tabelle 1) wiesen weiterhin erhebliche methodische Mängel auf: Fehlende Follow-up-Daten (Dunn & Howell, 1982), unzureichende Diagnostik (Denkowski et al., 1983; Denkowski et al., 1984; Omizo et al., 1986), Effekte auch in der Placebo-Gruppe (Potashkin & Beckles, 1990), zusätzlich zum EMG-BFB wurden weitere Interventionen durchgeführt (Omizo & Williams, 1982; Omizo & Michael, 1982; Denkowski et al., 1983; Denkowski & Denkowski, 1984; Omizo et al., 1986) und die Verwendung uneinheitlicher Diagnoseinstrumente (Dunn & Howell, 1982; Potashkin & Beckles, 1990). Arnold et al. (2001) beurteilen in ihrem Review die Datenlage bezüglich der Effektivität von EMG-Biofeedback daher als unzureichend. Weitere Studien seien nötig, um klare Aussagen über die Wirksamkeit von EMG-Biofeedback auf die hyperkinetische Symptomatik treffen zu können. In einer Einzelfallstudie von Maurizio et al. (2013) wurde bei einem männlichen ADHS-Kind nach einem EMG-Training (M. extensor digitorum) eine Verbesserung der Kernsymptomatik gefunden. Demzufolge könnte auch das EMG Auswirkungen auf die Kernsymptomatik haben, wobei eher aufgrund der bisherigen Befundlage nicht von spezifischen Effekten auszugehen ist.

Tabelle 1: *EMG-Biofeedbackstudien bei Kindern*

Autoren	Fragestellung	Stichprobe	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe	Ergebnisse
Haight et al.,1976	Führt ein EMG-Training zu reduzierter Muskelanspannung (M. frontalis), zur Verringerung von Hyperaktivität, Labilität und zur Erhöhung der visuellen und auditiven Aufmerksamkeitsspanne?  Prä-Post Design	8 hyperkinetische Jungen im Alter von 11-15 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	45-min. Entspannungsübung nach Jacobsen in modifizierter Form. Anschließend in 7 Wochen 14 Sitzungen á 30 Min. Entspannungsübungen kombiniert mit Visualisierungstechniken  4 Jungen erhielten 9 EMG- Sitzungen (M. frontalis) á 20 Minuten		In allen Gruppen sign. Reduktion von Hyperaktivität**(CPRS <sup>1</sup> ) und Labilität*(OAT), als weiteres Ergebnis zeigt sich eine erhöhte auditorische Aufmerksamkeitsspanne* (DTLA). Kein sign. Gruppenunterschied.
Childress, R. N. 1978	Ist EMG-BFB eine Alternative zu Ritalin?  Prä-Post Design	28 hyperkinetische Jungen im Alter von 8-11 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	nach 1-wöchiger Ritalinpause erhielten 14 Kinder 10 Sitzungen á 60 Minuten EMG-Training (M. frontalis) 2mal pro Woche	nach 1-wöchiger Ritalinpause erhielten 14 Kinder wieder Ritalin	Ähnliche Effekte in beiden Gruppen, bis auf motorisches Verhalten (CPRS <sup>1</sup> , FARARI) → klare Überlegenheit der Ritalin-Gruppe.
Braud L. W. 1978	Bewirkt EMG-BFB oder progressive Muskelrelaxation oder beides eine Reduktion der Muskelanspannung? Verringert eine geringere Muskelanspannung Hyperaktivität, Impulsivität, Ablenkbarkeit, Reizbarkeit, Aggression oder andere Verhaltensvariablen? Beeinflusst EMG oder PMR oder beides die intellektuelle Leistung?  Prä-Post Design	15 hyperaktive Kinder und 15 gesunde Kinder im Alter von 6-13 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	<u>2 Experimentalgruppen:</u>  EMG-BFB-Gruppe (4 Jungen, 1 Mädchen) erhielten 12 Sitzungen á 30 Minuten EMG –Training (M. frontalis) 2mal pro Woche für insg. 6 Wochen  Entspannungsgruppe (4 Jungen, 1 Mädchen) erhielten 12 Sitzungen 2mal pro Woche á 30 Minuten anhand einer Kassette mit Entspannungsübungen zu modifiziertem PMR-Training nach Jacobsen für insg. 6 Wochen	<u>2 Kontrollgruppen:</u>  Hyperaktive Kontrollgruppe (4 Jungen, 1 Mädchen) – 4 Sitzungen Erfassung EMG-Level (Pre/Post)  Nichthyperaktive Kontrollgruppe (6 Jungen, 9 Mädchen) – Erfassung EMG-Level (Pre/Post)	Sign. ** Reduktion von Muskelanspannung, Hyperaktivität, Impulsivität, Ablenkbarkeit, Reizbarkeit, Aggressivität und Emotionalität (CTRS <sup>3</sup> , DRSH, LCPR, IABS) in beiden Experimentalgruppen. Größte Verbesserung im Bereich Emotionalität/ Aggression. Verbesserungen der intellektuellen Leistungen (Bender, ITPA, WISC) in beiden Experimentalgruppen.

## Theoretische Grundlagen

Rivera, E. & Omizo, M. M. 1980	Haben ein Entspannungstraining und ein BFB-Training positive Effekte auf die Aufmerksamkeit und die Impulsivität?  Prä-Post Design	36 hyperaktive Jungen (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) im Alter von 7-11 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	18 Jungen erhielten 3 Sitzungen mit EMG-Baseline (M. frontalis) á 5 Minuten und anschließend 8 Minuten ein EMG-Training begleitend dazu hörten sie eine Entspannungskassette In Sitzung 2 und 3 nach dem EMG-Training und unter Ableitung des EMG, erfolgte die Bearbeitung einer Aufgabe	18 Jungen erhielten 3 Sitzungen Sham-FB: Probanden hatten Kopfhörer auf, die nicht richtig angeschlossen waren und unterhielten sich mit dem Versuchsleiter. In Sitzung 1 und 3, zusätzlich Ableitung EMG-Baseline	Sign. ** Verbesserung des Anspannungsniveaus, der Aufmerksamkeit und der Impulsivität (MFFT) in der Experimentalgruppe
Omizo, M. M. & Michael, W. B. 1982	Sind positive Effekte nach einem BFB-induzierten Entspannungstraining auf die Aufmerksamkeit, die Impulsivität und die Kontrollüberzeugung nachweisbar?  Prä-Post Design	32 hyperaktive (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) Jungen im Alter von 10-12 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	16 Jungen erhielten 4 Sitzungen á 20-25 Minuten EMG-BFB (M. frontalis) unterstützend dazu hörten sie eine Kassette mit Entspannungsübungen	16 Jungen saßen in 4 Sitzungen á 20-25 Minuten vor einem nicht betriebsfähigem BFB-Programm und hörten währenddessen eine neutrale Geschichte	Sign. ** Verbesserung von Aufmerksamkeit und Impulsivität (MFFT) in der Experimentalgruppe. Keine sign. Unterschiede in der Kontrollüberzeugung
Omizo, M. M. & Williams, R. E. 1982	Führt ein BFB-induziertes Entspannungstraining zu Verbesserungen der Aufmerksamkeit, der Impulsivität und der Kontrollüberzeugung?  Prä-Post Design	32 Kinder (22 Jungen und 10 Mädchen) mit Lernstörung im Alter von 8-11 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	16 Kinder erhielten 3 Sitzungen á 25 Minuten EMG-Training (M. frontalis), dazu begleitend eine Kassette mit Entspannungsübungen. Im Pre- und Posttest nach dem Training 5 Minuten EMG-Ableitung	16 Kinder hörten (3-mal á 25 Minuten) eine neutrale Geschichte vor einem nicht betriebsfähigen BFB-Gerät. Im Pre- und Posttest nach der Sitzung 5-Minuten EMG-Ableitung	Sign. Verbesserung des Anspannungsniveaus**, der Aufmerksamkeit** und der Impulsivität*(MFFT) in der Experimentalgruppe. Keine sign. Unterschiede in der Kontrollüberzeugung
Dunn, F. M. & Howell, R. J. 1982	Hat ein Entspannungstraining positive Effekte auf die Hyperaktivität?  Prä-Post Design	9 hyperkinetische (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) Jungen im Alter von 6-12 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	3 Jungen erhielten insg. 20 Sitzungen, davon 10 Sitzungen neutrale Therapie (Spieltherapie) á 30 Minuten, danach 10-mal BFB-Training (M. frontalis) á 12 Minuten, Dauer insg. ca. 28-30 Minuten, 2-3-mal/Woche  3 Jungen erhielten 20 Sitzungen, davon 10-mal neutrale Behandlung (Spieltherapie) á 30 Min, danach 10 Sitzungen Kombination aus beidem (BFB und Entspannungskassette)	3 Jungen erhielten 20 Sitzungen, davon 10-mal neutrale Behandlung (Spieltherapie) á 30 Minuten, danach 10 Sitzungen mit einer Entspannungskassette á 12 Minuten, Dauer insg. ca. 28-30 Minuten, 2-3-mal/Woche	Alle 3 Gruppen lernten sich zu entspannen. Geringfügige Unterschiede: Bedingung Entspannungskassette (schnellere Ergebnisse), Bedingung EMG-BFB konsistentere (tiefer und länger anhaltende) Ergebnisse. Sign. *** Verbesserung der Hyperaktivität (DRSH) in allen 3 Gruppen

## Theoretische Grundlagen

Denkowski et al. 1983	Führt ein EMG-Training zu Verbesserungen der Anspannung, der Kontrollüberzeugung und der akademischen Leistungen bei hyperaktiven Kindern?  Prä-Post Design	48 hyperkinetische (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) Jungen im Alter von 11-14 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	24 Jungen erhielten 6 Sitzungen á 20-25 Minuten EMG-Training (M. frontalis) unterstützend dazu hörten sie eine Kassette mit Entspannungsübungen	24 Jungen erhielten 6 Sitzungen EMG-Ableitung á 20-25 Min. und ein anschließendes Gespräch mit dem Versuchsleiter über neutrale Inhalte	Sign. ** Verbesserung der Anspannung, der Kontrollüberzeugung (NSS) und der Lese- und Sprachleistung (ITBS) in der Experimentalgruppe
Denkowski, K. M. & Denkowski, G. C. 1984	Ist ein progressives Entspannungstraining genauso effektiv wie ein EMG-BFB-Training in Bezug auf akademische Leistungen und Selbstkontrolle bei hyperaktiven Kindern?  Prä-Post Design	45 hyperaktive (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) Kinder der 3-5. Stufe einer Grundschule, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen  2 Kinder der EMG-Gruppe wurden aus der Studie ausgeschlossen	<u>2 Experimentalgruppen:</u>  <i>BFB-Gruppe:</i> 13 Kinder erhielten 8 Sitzungen EMG-Training (M. frontalis) á 25 Minuten, 1-mal pro Woche unterstützend dazu hörten sie eine Entspannungskassette  <i>Entspannungsgruppe:</i> 15 Kinder hörten für 12-17 Minuten eine Kassette mit Entspannungsübungen	<u>Placebogruppe:</u>  15 Kinder erhielten 8 Sitzungen mit Disney Kindergeschichten, sie hörten jeweils 2 Geschichten pro Sitzung für die gleiche Dauer wie in der Entspannungsgruppe	Keine sign. Gruppenunterschiede (CTRS <sup>3</sup> , NSS, GMRT)
Omizo et al. 1986	Führen BFB-Training und ein Entspannungstraining zu Verbesserungen der Gedächtnisleistung?  Prä-Post Design	48 hyperkinetische (Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität) Jungen im Alter von 9-11 Jahren, randomisierte Zuteilung zu den Gruppen	24 Jungen erhielten 3 Sitzungen mit einem EMG –Training (M. frontalis) und einer Entspannungskassette (siehe Rivera & Omizo, 1980) modifiziert: zusätzliche Bearbeitung von Gedächtnisaufgaben	24 Jungen wurden vor ein nicht betriebsfähiges BFB-Gerät gesetzt, sie erhielten kein FB aber eine EMG-Ableitung in allen 3 Sitzungen (siehe Rivera & Omizo, 1980) modifiziert: zusätzliche Bearbeitung von Gedächtnisaufgaben	Sign. ** Verbesserungen der Experimentalgruppe bezüglich der Muskelanspannung und der Gedächtnisleistungen (DBVL, PPVT).

## Theoretische Grundlagen

Potashkin, B. D. & Beckles, N. 1990	Ist EMG-BFB und Ritalin effektiv in der Behandlung einer ADHS?  Prä-Post Design	18 Jungen mit ADHS (Mischtyp) im Alter von 10-13 Jahren wurden in 3 Gruppen gematcht (Alter, IQ, ethnische Zugehörigkeit)	<u>2 Experimentalgruppen:</u>  6 Jungen erhielten 10 Sitzungen á 30 Minuten EMG-Training (M. frontalis) über 6 Wochen  6 Jungen erhielten Ritalin	6 Jungen erhielten 10 Sitzungen mit Spielzeit (Checkers) á 30 Min. über 6 Wochen	Sign. * Reduktion der Anspannung durch ein EMG-Training. Sign. * Verbesserung der Hyperaktivität (ZPRS) in allen 3 Gruppen.
Maurizio et al. 2013	Ist es möglich ein EMG-BFB-Programm zu entwickeln, dass Parallelen zu einem komplexen NFB-Training aufweist?  Einzelfallanalyse Prä-Post Design	ADHS-Junge (Mischtyp) im Alter von 9,7 Jahren	18 Sitzungen, 1-3 Sitzungen pro Woche mit einer Dauer von 90 Minuten über einen Zeitraum von 12 Wochen. Phasisches und tonisches EMG-Training am M. extensor digitorum mit einer Trialdauer Baseline 2s, Trial Feedback 4s.		Verbesserung der motorischen Regulation. Klinisch relevante Reduktion der ADHS-Symptomatik (FBB-HKS, CPRS <sup>2</sup> , CTRS <sup>4</sup> ). Verbesserung der visuomotorischen Präzision und der Fehler (NEPSY) und Verbesserungen im d2.

*Anmerkungen:* \*Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ; \*\* Signifikanzniveau  $p < 0,01$ ; \*\*\*Signifikanzniveau  $p < 0,001$ ; ES = Effektstärke;  $d > 0,5$  = mittlere ES;  $d > 0,8$  = große ES.

*Abkürzungen:* M. = Musculus; sign. = signifikant; EMG = Elektromyogramm; BFB = Biofeedback; LP = Langsame kortikale Potential; OAT = Hyperactive Rating Questionnaire of the Operational Assessment Tool (Kentfield, 1974); CPRS = Conners Parent Rating Scale (Conners, 1973<sup>1</sup>, 1998a<sup>2</sup>); DTLA = Detroit Tests of Learning Aptitude (Baker & Leland (1967); FARARI = Behavior Rating Scale, Baker & Burkholder (1976); CTRS = Conners Teacher Rating Scale (1969<sup>3</sup>, 1998b<sup>4</sup>), DRSH = Davids Rating Scales for Hyperkinesia (Davids, 1971); LCPR = Lupin's Child Behavioral Rating (Lupin et al. 1976); IABS = Instrument for assessing behavioral symptoms in learning disability children (Cowgill, Friedland & Shapiro, 1973); Bender = Bender-Gestalt-Test (Bender, 1938); ITPA = Illinois Test of Psycholinguistic Abilities, Visual Sequential Memory Subtest (Kirk, McCarthy & Kirk, 1967); WISC = Wechsler Intelligence Scale for Children, Digit Span and Coding Subtest (Wechsler, 1949); MFFT = Matching Familiar Figures Test (Kagan et al. 1964); NSS = Nowicki-Strickland Scale (Nowicki & Strickland, 1973); ITBS = Iowa Test of Basic Skills (Hieronymous & Lindquist, 1964); GNMT = Gates-MacGinitie Reading Tests (Gates & MacGinitie, 1965); DBVL = Dolch Basic Vocabulary List (Dolch, 1948); PPVT = Peabody Picture Vocabulary Test (Dunn, 1959); ZPRS = Zukow Parent Rating Scale (Zukow, Zukow & Bentler, 1978); FBB-HKS = Fremdbeurteilungsbogen für die Hyperkinetische Störung (Döpfner, 2000b); NEPSY = Neuropsychological assessment (Korkmann et al., 1998); d2 = Aufmerksamkeits-Belastungstest (Brickenkamp, 2002).

#### **2.3.3.4 Neurofeedback**

Neurofeedback nutzt die Prinzipien der operanten und klassischen Konditionierung. Nach dem Prinzip der operanten Konditionierung ist die Veränderung der Hirnaktivität in die gewünschte Richtung in sich verstärkend. Zusätzliche zeitnahe extrinsische Belohnungen (Belohnung durch das Programm, Lob des Trainers, Belohnungen), unterstützen den Lernprozess. Nach dem Prinzip der klassischen Konditionierung kommt es zu einer Reiz-Reaktionsverknüpfung. Das FB-Objekt wird verstärkt mit dem gewünschten aufmerksamen Zustand verknüpft. Die Übernahme des Gelernten in den Alltag kann durch Transferübungen in der Trainingsphase und durch die Mitgabe einer Karte mit abgebildetem FB-Objekt (Hinweisreiz) unterstützt werden. Studien verweisen darauf, dass die Leistungen in Transferdurchgängen einen guten Prädiktor für die klinischen Verbesserungen darstellen (Drechsler et al., 2007; Strehl et al., 2006). Es wird angenommen, dass es im weiteren Verlauf des Fertigkeitenerwerbs zu einer Automatisierung kommt, indem sich der gewünschte Zustand von allein einstellt (Strehl et al., 2013).

Zu den standardisierten NFB-Protokollen, deren Grundlage die neurophysiologischen Auffälligkeiten bei ADHS darstellen (Kapitel 2.2.2.3), gehören im Bereich der spontanen EEG-Aktivität das Training des sensomotorischen Rhythmus sowie des Theta/Beta-Quotienten („Frequenzbandtraining“) und im Bereich der ereigniskorrelierten Potentiale das Training der langsamen kortikalen Potentiale. Beim Frequenzbandtraining wird die Aktivität im SMR- und Beta-Band verstärkt, während die Amplitude im Thetaband reduziert werden soll. Beim Training der langsamen kortikalen Potentiale lernen die Patienten, Potentialverschiebungen in die elektrisch negative (Bereitstellung von Ressourcen) oder elektrisch positive (Verbrauch von Ressourcen) Richtung herzustellen. Die fragliche EEG-Aktivität wird typischerweise zentral am Cortex (Cz) abgeleitet.

##### **2.3.3.4.1 Neurofeedback-Studien bei ADHS**

Insgesamt wurden bis zum Jahr 2000 14 Studien zu Neurofeedback bei ADHS publiziert. Diese Studien wiesen ähnliche methodische Mängel auf (Lofthouse et al., 2012) wie andere verhaltenstherapeutische Methoden (z.B. Eltern-Kind-Training): Es gab keine einheitliche Diagnostik, die Stichproben waren klein, es fehlten Kontrollgruppen und EEG-Daten, es gab keine oder nur unzureichende Nachuntersuchungen und es erfolgte keine randomisierte Zuteilung der Probanden zu den einzelnen Versuchsbedingungen. Bis zum Jahr 2010 wurden weitere 65 Studien publiziert (Lofthouse et al., 2012). Die Kritik an diesen Studien

bezog sich auf selektierte Stichproben, nicht verblindete Versuchsdesigns und sonstige fehlende Kontrolle unspezifischer Effekte. 79% dieser NFB-Studien wurden in den Jahren 2004 – 2010 durchgeführt. In der Hälfte der Studien wurden Theta/Beta und/oder LP-Trainingsprotokolle verwendet (Lofthouse et al., 2012). Diese Protokolle gehören neben dem SMR-Training zu den Standardprotokollen, die mittlerweile sehr gut untersucht sind und zunehmende Evidenz hinsichtlich spezifischer Effekte besteht (Arns & Strehl, 2013; Arns et al., 2014). In der Untersuchung der Effektivität von Neurofeedback und der Kontrolle unspezifischer Variablen, wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Designs mit unterschiedlichen Kontrollgruppen verwendet: passive, aktive, semiaktive und Placebo - Kontrollgruppen. Eine passive Kontrollgruppe ist bei einer Wartelistenkontrollgruppe gegeben da keine Intervention stattfindet. Bei einer aktiven Kontrollgruppe z.B. einer Stimulanzengruppe oder bei unterschiedlichen Trainingsprotokollen, werden Interventionen durchgeführt, deren Wirksamkeit bereits nachgewiesen wurde. Bei einer semiaktiven Kontrollgruppe z.B. einem Computer-Aufmerksamkeitstraining, einer Gruppentherapie oder einem EMG-Biofeedbacktraining handelt es sich um eine Therapie, deren Effektivität zwar nicht nachgewiesen ist, aber durchaus möglich ist. Bei einer Placebo-Kontrollgruppe wird den Probanden ein falsches Feedback rückgemeldet. Sie erhalten eine „Scheinintervention.“

In Tabelle 2 wird ein detaillierter Überblick über alle publizierten (Datenbank PubMed; Stand: Mai 2014), randomisierten und kontrollierten Neurofeedbackstudien bei Kindern mit ADHS gegeben, deren Ergebnisse unter Berücksichtigung der Kontrollgruppe anschließend zusammengefasst dargestellt werden.

Die erste randomisierte, kontrollierte Studie zum Neurofeedback bei ADHS wurde von Linden et al. (1996) unter Einbezug einer Wartelistenkontrollgruppe durchgeführt. Verglichen mit der Kontrollgruppe zeigte sich in dieser und weiteren Studien mit einer Wartelistenkontrollgruppe nach einem Neurofeedbacktraining eine signifikante Reduktion der ADHS-Symptomatik, eine signifikante Erhöhung des IQ und eine signifikante Erhöhung der CNV bei einem Aufmerksamkeitstest (Linden et al., 1996; Steiner et al., 2011; Heinrich et al., 2004). In einer weiteren Studie mit einer passiven Kontrollgruppe von Levesque & Beauregard (2006) zeigte sich nach einem Neurofeedbacktraining eine signifikante Aktivierung des rechten anterioren cingulären Cortex (ACC). Das deutet darauf hin, dass NFB die Funktion des ACC normalisiert.

Tabelle 2: *Randomisierte und kontrollierte Neurofeedbackstudien bei Kindern*

Autoren	Fragestellung	Stichprobe	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe	Ergebnisse
Linden et al. 1996	Zeigen sich positive Effekte eines EEG-BFB-Trainings auf die Kognition und das Verhalten bei Kindern mit ADS/ADHS und Lernschwäche?  Prä-Post-Design	18 Kinder im Alter von 5 – 15 Jahren, davon 12 mit Erstdiagnose ADS/ADHS und 6 zusätzlich mit Lernschwäche	9 Kinder (6 ADS/ADHS, 3 zusätzlich LS) 40 Sitzungen á 45 Minuten Theta (↓)/ Beta (↑) Training, 2 Sitzungen pro Woche á 6 Monate	9 Kinder (6 ADS/ADHS, 3 zusätzlich LS) Wartelistenkontrollgruppe keine Behandlung	Sign. * Erhöhung des IQ (K-BIT) und sign. Reduktion der unaufmerksamen (CPRS, CTRS, SNAP) Symptomatik in der Experimentalgruppe
Heinrich et al. 2004	Zeigen sich neurophysiologische und klinische Effekte nach einem LP-Training?  Prä-Post-Design	22 Kinder im Alter von 7 – 13 Jahren mit ADHS	13 Kinder erhielten 25 Sitzungen á 50 Minuten LP-Training in 3 Wochen	9 Kinder Wartelistenkontrollgruppe	LP-Training reduziert sign.* ADHS Symptomatik (FBB-HKS) und erhöht sign.* die CNV beim Aufmerksamkeitsstest (CPT), Hinweis auf spezifische neurophysiologische Effekte
Levesque, Beaugard & Mensour 2006	Zeigen sich nach einem NFB-Training Effekte auf die selektive Aufmerksamkeit?  Prä-Post-Design	20 ADHS-Kinder im Alter von 8 – 12 Jahren	15 Kinder erhielten NFB –Training (1. Trainingsphase: SMR↑, Theta↓; 2. Trainingsphase: Theta↓, Beta↑) 1 Woche vor und nach dem NFB fMRI-Scan während einer Counting-Stroop-Aufgabe	5 Kinder keine Behandlung  zum selben Zeitpunkt wie Experimentalgruppe fMRI-Scan während einer Counting-Stroop-Aufgabe	Nach NFB in der Experimentalgruppe sign.*** Aktivierung des rechten ACC, Hinweis dafür, dass NFB die Funktion des ACC, dem neuronalen Schlüsselsubstrat selektiver Aufmerksamkeit, normalisiert
Holtmann et al. 2009	Gibt es eine spezifische Wirksamkeit von NFB auf die Impulsivität bei ADHS?  Prä-Post-Design	34 Kinder im Alter von 7- 12 Jahren, davon 20 Kinder mit ADHS, 12 Kinder mit HKS und 2 Kinder mit ADS	20 Kinder absolvierten ein Theta/Beta-Training bestehend aus 20 Sitzungen mit jeweils 3 Blöcken á 10 Minuten mit 48 Durchgängen, 2 Sitzungen am Tag im Rahmen eines tagesklinischen 2-wöchigen verhaltenstherapeutischen Programms	14 Kinder erhielten ein Captain´s Log Attention Skills Training (PC-gesteuertes Aufmerksamkeitstraining) 2 Sitzungen am Tag im Rahmen eines tagesklinischen 2-wöchigen verhaltenstherapeutischen Intensivprogramms	Sign. ** Reduktion der Impulsivitätsfehler in einem Stopp-Signal-Paradigma in der NFB-Gruppe (ES=1.1). Weitgehende Normalisierung hirnelektrischer Korrelate (frontale NoGo-N2) der Hemmungskontrolle nur nach NFB.

## Theoretische Grundlagen

Gevensleben et al. 2009	Ist NFB eine effektive Behandlung bei ADHS?  Prä-Post-FU-Design Prä-Post-Ergebnisse	94 Kinder, davon 66 Kinder mit ADHS und 28 Kinder mit ADS im Alter von 8 – 12 Jahren	59 Kinder absolvierten kombiniertes NFB-Training mit 36 Sitzungen NFB á 50 Minuten in 2 Blöcken (1 Block Theta/Beta und 1 Block LP)	35 Kinder erhielten ein PC-Aufmerksamkeitstraining bestehend aus 2 Blöcken mit jeweils 18 Sitzungen á 50 Minuten über jeweils 4 Wochen	NFB-Gruppe war der Kontrollgruppe überlegen ** FBB-HKS gesamt Eltern- (ES=.60) und Lehrerrating (ES=.64). Keine Beeinflussung der Ergebnisse durch unspezifische Faktoren
Gevensleben et al. 2010	Sind die Verhaltensverbesserungen der NFB-Gruppe stabil und der Kontrollgruppe überlegen?  Follow-up-Ergebnisse	61 Kinder, davon 40 Kinder mit ADHS und 21 Kinder mit ADS	davon 38 Kinder	davon 23 Kinder	Vergleichbare Ergebnisse nach 6 Monaten. NFB-Gruppe (ES=.71) ist der Kontrollgruppe überlegen.
Wangler et al. 2011	Führt ein NFB-Training zu einer Erhöhung der CNV oder der P3?  Prä-Post-Design	94 Kinder, davon 66 Kinder mit ADHS und 28 Kinder mit ADS	59 Kinder mit jeweils 18 Sitzungen Theta/Beta und LP-Training		Erhöhung der CNV (ANT) spezifisch für LP-Training
Perreau-Linck et al. 2010	Hat NFB einen Einfluss auf hemmende Funktionen?  Prä-Post-Design	9 ADHS-Kinder im Alter von 8 – 13 Jahren	5 Kinder erhielten ein SMR (↑)/ Theta (↓) Training bestehend aus 40 Sitzungen, Dauer jeweils 1h, 3mal pro Woche, insgesamt 7 - 9 Wochen	4 Kinder erhielten Sham-FB (40 voraufgenommene Sitzungen, Dauer jeweils 1h, 3mal pro Woche, insgesamt 7 - 9 Wochen	Sign. * Verbesserung im CPRS-R und dem CPT in beiden Gruppen.
Bakshayesh et al. 2011	Zeigen sich stärkere Verbesserungen in der Theta/Beta-Gruppe, verglichen mit der EMG-Gruppe?  Prä-Post-Design	35 Kinder, davon 29 Kinder mit ADHS und 6 Kinder mit ADS im Alter von 6 – 14 Jahren	18 Kinder erhielten Theta (↓)/ Beta (↑)-Training, 30 Sitzungen á 30 Min., 2-3mal pro Woche über 10–15 Wochen	17 Kinder erhielten ein EMG-Training (M. frontalis), 30 Sitzungen á 30 Minuten, 2-3mal pro Woche über 10–15 Wochen	Sign.* Verbesserung der Aufmerksamkeit (ES=.94) im Elternurteil (FBB-HKS) und sign. * Verbesserung der Reaktionszeiten im CPT (ES=.79) in der NFB-Gruppe

Lansbergen et al. 2011	Ist ein doppelblinded Placebo-FB kontrolliertes Design durchführbar und zeigen sich positive Effekte danach auf die ADHS-Symptomatik?  Prä-Post-Design FU (tel. Interview Eltern)	14 ADHS-Kinder im Alter von 8–15 Jahren	8 Kinder erhielten ein individualisiertes Frequenzband-Training (Vergleich QEEG mit NeuroGuide Datenbank – die meisten Kinder: Theta ↓ und SMR ↑). Die Kinder schauen aktiv für 20 Minuten einen Film und werden angewiesen, ihre Gehirnaktivität zu regulieren, 30 Sitzungen, 2mal pro Woche	6 Kinder erhielten ein Placebo-FB durch ein simuliertes EEG-Signal. Dasselbe Design auch diese Kinder schauen einen Film, 30 Sitzungen 2mal pro Woche	Sign.*** Verbesserung der Symptomatik (ADHD-RS) in beiden Gruppen.
Van Dongen-Boomsma 2013 - Vollebregt et al. 2014	Ist NFB effektiv bei Kindern mit ADHS?  Verbessert NFB die neurokognitive Funktion bei ADHS?  Doppelblinded Prä-Post-Design	41 ADHS-Kinder im Alter von 8–15 Jahren	22 Kinder NF-Training (SMR ↑ und Theta unterdrücken) 2mal pro Woche, insgesamt 30 Sitzungen, Kinder schauen 20 Minuten einen Film und werden angewiesen, ihre Gehirnaktivität zu regulieren	19 Kinder erhielten Placebo-Training, 2mal pro Woche, insgesamt 30 Sitzungen Dasselbe Design, FB basiert auf einem simulierten EEG-Signal	In beiden Gruppen Verbesserung der Kernsymptomatik (ADHD-RS), aber kein sign. Behandlungseffekt. EEG NF war dem Placebo NF nicht überlegen. Kein sign. Effekt im neurokognitiven Bereich (SA-DOTS, VSS, Digit Span WISC-III, RAV-LT, ILT, TPT, TRT).
DeBeus & Kaiser 2011	Zeigen sich bei den Lernern der NFB-Gruppe signifikante klinische Verbesserungen, verglichen mit der Kontrollgruppe?  Randomisiertes doppelblinded Crossover-Prä-Post-Design	42 Kinder, davon 24 Kinder mit ADHS und 18 Kinder mit ADS im Alter von 7 – 11 Jahren	20 Sitzungen NF in 10 Wochen (2mal pro Woche): Beta (↑), Alpha/Theta (↓) Design Autorennen mit Sony Play-Station, jeweils 30 Minuten, danach 1 Woche washout und dann Wechsel der Behandlungsbedingung 40 Sitzungen (20 NF + 20 Sham)	20 Sitzungen Sham FB in 10 Wochen (2mal pro Woche), dasselbe Design – einziger Unterschied, nicht kontingentes FB durch Techniker danach 1 Woche washout und dann Wechsel der Behandlungsbedingung 40 Sitzungen (20 Sham + 20 NF)	Analyse nur bei Pat. mit 40 Sitzungen und Beta/Theta + Alpha Index ↑, davon (42 Kinder), B/T+A verbessert. NF-Lerner = 31, Rest Nicht-Lerner = 11, Lerner hatten sign. ** bessere Werte mit aktivem NF bei Conners Lehrer (CTRS) (ES=.50) und IVA-CPT (ES AQ=.60/ES RCQ=.63). Sign. ** Korrelation Lerner (aktives NF) und Rating Lehrer ADHS gesamt, Conners-Skalen und B/T+A-Index
Steiner et al. 2011	Sind computerbasierte Interventionen im Schulsetting durchführbar und effektiv?  Prä-Post-Design	41 Kinder mit ADHS der 6., 7. oder 8. Klasse von 2 Schulen	45-minütige Sitzung 2mal pro Woche mit mindestens 19 (Ø 23) Sitzungen entweder NF (Theta/Beta Protokoll = 13 Kinder) oder Aufmerksamkeitstraining (13 Kinder) für insgesamt 20 Wochen	Wartelistenkontrollgruppe (15 Kinder), keine Intervention, erst im Anschluss an die Studie	Die Eltern berichten über sign. Verbesserungen der ADHS-Symptomatik * (CPRS-R, BASC) in beiden Interventionsgruppen (NF ES=1.2; AF ES=.70) verglichen mit der Kontrollgruppe

<p>Maurizio et al. 2014</p>	<p>Zeigen sich positive Effekte eines tomographischen Neurofeedbacktrainings (LORETA) zur Regulation der Gehirnaktivität im ACC bei ADHS-Kindern, verglichen mit einem EMG-Training (tonisches vs. phasisches FB)?</p> <p>Prä-Post-Design</p>	<p>25 ADHS-Kinder</p>	<p>13 Kinder in der t-NF-Gruppe, erhielten 18 Sitzungen in 9–12 Wochen, pro Sitzung jeweils 2 Trainingseinheiten, jede Einheit bestand aus 4 Blöcken, 1 Sitzung bestand aus 60-minütigem t-NF-Training (Trial Baseline 2s, Trial Feedback 4s) unter Verwendung eines Theta/Beta und LP-Protokolls</p>	<p>12 Kinder erhielten ein EMG-Training (M. digitorum, Anspannung/Entspannung)</p>	<p>In beiden Gruppen zeigte sich eine sign.*** Reduktion der ADHS-Symptomatik im FBB-HKS (ES &gt;.80), mit einer größeren Anzahl an Respondern in der NFB-Gruppe (53,8%) gegenüber der EMG-Gruppe (41,7%). Es zeigte sich jedoch kein sign. Gruppenunterschied. Sign. * Erhöhung des Beta-Wertes in der EMG-Gruppe. Sign. Verbesserung der EMG-Gruppe in Tests zur Feinmotorik* (ES=.52) und Koordination * (ES=.53) Tendenz zur Normalisierung der trainierten Frequenzbänder in der NF-Gruppe.</p>
<p>Duric et al. 2012</p>	<p>Ist NFB effektiv in der Behandlung der Kernsymptomatik bei ADHS?</p> <p>Prä-Post-Design</p>	<p>91 Kinder, davon 72 Kinder mit ADHS, 14 Kinder mit HKS und 5 Kinder mit ADS im Alter von 6-18 Jahren</p>	<p>30 Kinder erhielten NF-Training (Theta ↓/Beta ↑) 3mal pro Woche, insgesamt 30 Sitzungen, Sitzungsdauer 40 Minuten und 30 Kinder erhielten NF-Training (Theta ↓/Beta ↑) + 2mal am Tag Methylphenidat 1mg pro kg (20-60 mg amTag)</p>	<p>31 Kinder erhielten in der Kontrollbedingung Methylphenidat 2mal pro Tag 1mg pro kg (20 -60 mg am Tag)</p>	<p>Neurofeedback war genauso erfolgreich wie Methylphenidat in der Behandlung unaufmerksamer und hyperaktiver Symptomatik, basierend auf elterlichen Berichten (BRSP). Es zeigten sich keine sign. Gruppenunterschiede.</p>
<p>Arnold et al. 2013</p>	<p>Ist ein doppelblindes plazebokontrolliertes Design durchführbar? Welche Behandlungsfrequenz ist effektiv und wieviele Sitzungen sind für eine stabile Verbesserung notwendig?</p> <p>Prä-Post-Design</p>	<p>39 Kinder, davon 26 Kinder mit ADHS und 13 Kinder mit ADS im Alter von 6 – 12 Jahren</p>	<p>26 Kinder erhielten ein Theta/Beta Training über 45 Minuten, 13 Kinder trainierten 2mal pro Woche und 13 Kinder trainierten 3mal pro Woche (Design Autorennen; siehe DeBeus &amp; Kaiser, 2011)</p>	<p>13 Kinder erhielten Sham-FB, 6 Kinder trainierten 2mal pro Woche und 7 Kinder trainierten 3mal pro Woche, dasselbe Design, einziger Unterschied die Kinder erhielten zufälliges FB</p>	<p>34 Kinder durchliefen alle 40 Sitzungen, nach Sitzung 24 selbstwählbare Frequenz 2 oder 3mal pro Woche, Tendenz (62%) zu 3mal pro Woche Training. In beiden Gruppen ergaben sich in der Elternbeurteilung (RSAO) nach der Intervention starke Verbesserungen, aber kein Vorteil der NF-Gruppe</p>

Li et al. 2013	Ist eine kombinierte Therapie mit EEG-FB und Methylphenidat effektiver, als die alleinige Gabe von Methylphenidat?  Doppelblindes Prä-Post-FU-Design	64 Kinder, davon 19 Kinder mit ADHS, 42 Kinder mit ADS und 3 Kinder mit HKS, im Alter von 7 – 16 Jahren	Methylphenidat anfängliche Dosis 5–10mg amTag, insgesamt jedoch nicht mehr als 60mg am Tag und 40 Sitzungen Theta/Beta-Training, 2–5mal pro Woche, Sitzungsdauer 25 – 35 Minuten	Methylphenidat anfängliche Dosis 5– 10mg am Tag, und 40 Sitzungen nicht FB-basiertes Aufmerksamkeits-training, 2–5mal pro Woche, Sitzungsdauer 25 – 35 Minuten	In der Experimentalgruppe sign. * Verbesserung der Kernsymptomatik (CPRS, CTRS, ADHD-RS) und sign.* Reduktion von Methylphenidat
Meisel et al. 2014	Zeigen sich vergleichbare Effekte von NFB und Methylphenidat?  Prä-Post-FU-Design	23 Kinder, davon 18 Kinder mit ADHS und 5 Kinder mit ADS im Alter von 7 – 14 Jahren	12 Kinder erhielten 40 Sitzungen Theta/Beta Training, 2 Sitzungen pro Woche, pro Sitzung 6 Durchgänge, Sitzungsdauer 35 Minuten	11 Kinder erhielten 1mg pro kg am Tag Methylphenidat	Sign. * Reduktion der ADHS-Symptomatik (ADHD-RS ES > .64). Lediglich in der NFB-Gruppe zeigten sich sign.** akademische Leistungsverbesserungen (Lesen ES=1.01; Schreiben ES=1.54) im Lehrerurteil

*Anmerkungen:* ° Signifikanzniveau  $p < 0,1$ ; \*Signifikanzniveau  $p < 0,05$ ; \*\* Signifikanzniveau  $p < 0,01$ ; \*\*\*Signifikanzniveau  $p < 0,001$ ; ES = Effektstärke;  $d > 0,5$  = mittlere ES;  $d > 0,8$  = große ES.

*Abkürzungen:* LP = Slow Cortical Potentials; CNV = Contingent Negative Variation; CPT = Continuous Performance Test (Van Leuwen et al., 1998); ACC = Anterior Cingulate Cortex; SMR = Sensomotorischer Rhythmus; IVA CPT = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (Turner & Sandford, 1995) ; AQ = IVA Attention Quotient (omission); RCQ = IVA Response Control Quotient (commission); AF = Aufmerksamkeitstraining; t-NF = tomographisches Neurofeedback; LORETA = Low Resolution Electromagnetic Tomography; ADHD-RS = ADHD Rating Scale IV (Du Paul et al., 1998); ADHS = Mischtypus; HKS = Hyperaktiv/impulsiver Typus; ADS = Unaufmerksamamer Typus; FBB-HKS = Fremdbeurteilungsbogen für hyperkinetische Störungen (Döpfner & Lehmkuhl, 2000); CPRS-R = Conners Parent Rating Scale Revised (Conners, 1998a); CTRS = Conners Teacher Rating Scale (Conners, 1998b) ; K-BIT = Kaufmann-Brief Intelligence Test (Kaufmann & Kaufmann, 1990); SNAP = Swanson, Nolan & Pelham Questionnaire (Swanson et al., 1981); ANT = Attention Network Test (Fan et al., 2002); SA-DOTS = Sustained attention dots task (de Sonneville, 1999); VSS = Visuospatial sequencing (de Sonneville, 1999); WISC-III = Wechsler Intelligence Scale (Wechsler, 1991); RAV -LT = The rey auditory-verbal Learning Test (Van den Burg & Kingma, 1999); ILT = Instrumental Learning Task (O'Doherty et al., 2004; Pessiglione et al., 2006); TPT = Time production task (Van Mel et al. 2005); TRT = Time reproduction task (Rommelse et al. 2007); BASC = Behavior Assessment Scale for children (Reynolds & Kamphaus, 1992); BRSP = Barkley Rating Scale for Parents (Barkley, 1997); RSAO = DSM-IV Rating Scale of ADHD and ODD (Swanson & Carlson, 1994)

Andere Studien verglichen Neurofeedback mit aktiven Kontrollbedingungen. In einer Studie von Monastra et al. (2002) wurden 100 Kinder untersucht, die je nach elterlicher Präferenz Medikamente, Elternberatung und Betreuung in der Schule oder noch zusätzlich zu diesen Bedingungen Neurofeedback (Theta/Beta-Training) erhielten. Nach Absetzen der Medikamente zeigten sich nur noch Verbesserungen in der NFB-Gruppe. In der Experimentalgruppe lagen insgesamt signifikant bessere Ergebnisse bezogen auf das Eltern- und Lehrerurteil, sowie bezüglich der Aufmerksamkeit und des Intelligenzquotienten vor. Auch nach einem Jahr zeigten sich noch stabile Effekte. Fuchs et al. (2003) verglichen eine Gruppe von 22 ADHS-Kindern, die ein Neurofeedbacktraining absolvierten, mit einer Gruppe von 12 ADHS-Kindern, die Methylphenidat erhielten. Auch diese Kinder wurden den verschiedenen Bedingungen je nach Präferenz der Eltern zugeteilt. In beiden Gruppen ergaben sich gleich gute Verbesserungen im Verhalten und in kognitiven Maßen. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen. Neurofeedback war genauso effektiv wie Methylphenidat in der Behandlung der Kernsymptomatik bei ADHS. Dieses Ergebnis wurde in weiteren randomisierten, kontrollierten Studien repliziert (Duric et al., 2012; Meisel et al., 2013). Zusätzlich fanden die Autoren jedoch einen signifikanten Vorteil der NFB-Gruppe gegenüber der Methylphenidat-Gruppe in akademischen Leistungen (Meisel et al., 2013, 2014; Duric et al., 2014). In einem doppelblinden Design verglichen Li et al. (2013) eine Methylphenidatgruppe, die zusätzlich ein Theta/Beta-Training erhielt, mit einer Kontrollgruppe, die Methylphenidat und ein Aufmerksamkeitstraining (kein FB) erhielt. Bei den Kindern der Experimentalgruppe zeigten sich im Vergleich mit der Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen der Kernsymptomatik im Eltern- und Lehrerurteil, signifikante Verbesserungen in der Interaktion mit Peers und eine signifikante Reduktion in der Medikamentendosis.

Andere Gruppen verglichen Neurofeedback mit möglichst ähnlichen aktiven Durchführungsbedingungen z.B. anderen Trainingsvarianten. Leins et al. (2006/2007) beobachteten nach einem NFB-Training (Theta/Beta vs. LP-Protokoll), bei den insgesamt 38 Kindern (30 Kinder mit ADHS und 8 Kinder mit ADS) eine signifikante Verbesserung im Verhalten und der Aufmerksamkeit. Sechs Monate nach Beendigung der Therapie war das Verhalten weiter gebessert wie auch die Ergebnisse in Aufmerksamkeitstests. Erstmals wurde in dieser Studie auch die Selbstregulationsfähigkeit untersucht. Die Kinder beider Gruppen hatten gelernt, gezielt eine kortikale Negativierung bzw. eine Verkleinerung des Theta/Beta Quotienten herzustellen. In der Transfer-Bedingung gelang dies nur der LP-Gruppe. In einer

Follow up-Untersuchung zwei Jahre nach Ende der Therapie (Gani et al., 2008) zeigte sich eine Stabilität der kortikalen Selbstregulationsfähigkeit sowie der positiven Verhaltensänderungen. Die Aufmerksamkeit der Kinder hatte sich, verglichen mit der letzten Testung, in beiden Gruppen weiterhin signifikant verbessert. In jeder Gruppe erfüllte die Hälfte der Kinder nicht mehr die Kriterien einer ADHS-Diagnose.

In weiteren Studien wurde der Einsatz von semiaktiven Kontrollgruppen präferiert. So verglich Bakshayesh (2011) erstmals Neurofeedback mit EMG-Feedback. Nach Therapieende war die Effektstärke zugunsten des NFB hinsichtlich der Aufmerksamkeit  $ES=.94$  und hinsichtlich der Reaktionszeiten im CPT  $ES=.79$ . In Studien, die Neurofeedback mit einem PC-gesteuerten Aufmerksamkeitstraining verglichen, zeigte sich in der Neurofeedbackgruppe eine signifikante Reduktion der Kernsymptomatik im Eltern- und Lehrerurteil, deren Ergebnisse auch nach 6 Monaten stabil waren, sowie keine Beeinflussung der Ergebnisse durch die Erwartung und Zufriedenheit der Eltern (Gevensleben et al., 2009; 2010). Wangler et al. (2010) untersuchten die neurophysiologischen Parameter der Studienkinder von Gevensleben et al. (2009) und fanden nach dem LP-Training, ebenso wie bereits Heinrich et al. (2004) eine Erhöhung der CNV. Bei Holtmann et al. (2009) ergab sich nach einem Neurofeedbacktraining eine signifikante Reduktion der Impulsivitätsfehler mit einer großen Effektstärke von  $d = 1.1$  (korrigierte Effektstärke  $d_{\text{korr}} = .91$ ). In der PC Gruppe hingegen war die Effektstärke eher klein mit  $d = 0.33$ . Auch bei Erwachsenen mit ADHS wurde nach einem Training der langsamen kortikalen Potentiale eine Erhöhung der CNV sowie eine signifikante Symptomverbesserung beobachtet (Mayer et al., 2013).

In einer nicht randomisierten Studie verglichen Drechsler et al. (2007) Neurofeedback mit einer Gruppentherapie, bestehend aus kognitiver VT. Die Neurofeedbackgruppe zeigte stärkere Verbesserungen in der Aufmerksamkeit und im kognitiven Bereich. Als weiteres Ergebnis korrelierte die elterliche Unterstützung in der Übungsphase zu Hause mit der Verbesserung der Aufmerksamkeit (Elternurteil FBB-HKS) und der Verbesserung des Verhaltens (Lehrerurteil Conners). Nach Angaben von Eltern und Lehrern war die elterliche Unterstützung in der NFB-Gruppe besser als in der Kontrollgruppe.

Neuere Studien (Lansbergen et al. 2011; Van Dongen-Boomsma, 2013; Arnold et al., 2013; Vollebregt et al. 2014) verwendeten doppelblinde Designs, allerdings mit nicht evaluierten Trainingsprotokollen. Im Gegensatz zu den standardisierten und gut untersuchten Trainingsprotokollen (LP, Theta/Beta, SMR) zielt dieser neue Ansatz darauf ab, individuelle Abweichungen im EEG in Richtung Normalisierung zu trainieren. Die Autoren dieser Studien

fanden keinen Vorteil der Neurofeedbackgruppe gegenüber der „Sham“-Feedbackgruppe. Auch in der Studie von DeBeus & Kaiser (2011) ergab sich zunächst kein Unterschied zwischen der NFB- und der Plazebogruppe. Erst bei der Berücksichtigung der Variable „Lerner“ zeigte sich ein signifikanter Vorteil des Neurofeedbacks. Individualisierte Trainingsprotokolle werden aus mehreren Gründen als problematisch angesehen. Zum einen ist die Annahme, dass anhand von Datenbanken generierte Normen gültig sind, umstritten (vgl. Bauer 2013). Zum anderen entspricht die Verwendung einer automatischen Schwellenanpassung, bei der die Probanden unabhängig von der tatsächlichen Trainingsleistung stets einen bestimmten Prozentsatz an positiven Rückmeldungen erhalten, nicht den Prinzipien der Lerntheorie. Ein weiterer Nachteil dieser Behandlungsprotokolle ist, dass keine Transfertechniken verwendet wurden (Arns et al., 2014a).

Das auf der LORETA-Methode beruhende tomographische EEG-Feedback erlaubt die LP- oder Frequenzbandkontrolle in einem umschriebenen Hirnareal zu trainieren. Maurizio et al. (2014) verglichen ein sogenanntes t-NFB (Theta/Beta vs. LP) mit einem EMG-Feedback. Beide Gruppen verbesserten sich signifikant in der ADHS-Symptomatik. Die t-NF-Gruppe lernte jedoch nicht, die ACC-Aktivität durch Frequenzband- oder LP-Training zu kontrollieren, während sich in der EMG-Gruppe eine Erhöhung der motorischen Kontrolle zeigte. Es ist kritisch anzumerken, dass in dieser Studie die aktive Phase im LP-Feedback jeweils nur aus einem 4 Sekunden-Trial bestand, während in herkömmlichen Studien zum Neurofeedback der LP die einzelnen Durchgänge eine Dauer von 8 Sekunden aufweisen. Dabei stellt sich die Frage, ob es überhaupt möglich ist, in so einer kurzen Zeitspanne eine LP-Regulation zu lernen (Problematik Kapitel 3.7.2.2).

### **2.3.3.4.2 Meta-Analysen**

In einer Meta-Analyse zur Effektivität von Neurofeedback bei ADHS von Arns et al. (2009) wurden insgesamt 718 Kinder mit ADHS und ADS aus 15 Studien eingeschlossen. Die zugrundeliegenden Trainingsprotokolle waren SMR, Theta, Beta und die langsamen Potentiale. Die Ergebnisse dieser Meta-Analyse ergaben hohe Effektstärken für die Unaufmerksamkeit mit  $d = 1.02$  und die Impulsivität mit  $d = 0.93$  und eine mittlere Effektstärke für die Hyperaktivität mit  $d = 0.7$ . Ein Vergleich von Neurofeedback mit Stimulanzien ergab den gleichen Effekt. Verglichen mit anderen Behandlungen zeigte sich beim Neurofeedback eine deutliche Überlegenheit zu semiaktiven Kontrollbedingungen wie z.B. einem Aufmerksamkeitstraining, Muskelentspannung oder einer Gruppentherapie. Aufgrund der Überlegenheit gegenüber

semiaktiven Kontrollbedingungen kamen die Autoren zu dem Schluss, dass Neurofeedback effektiv und spezifisch wirksam ist. Gemäß der evidenzbasierten Richtlinienempfehlung bei der Evaluation psychophysiologischer Therapien entspricht dies der Stufe 5 (LaVaque et al., 2002). Das bedeutet, dass die untersuchte Methode im Vergleich mit einer glaubwürdigen Placebo-Bedingung in mindestens zwei unabhängigen Studien statistisch signifikant überlegen ist.

In einem Review von Arns et al. (2014a) wurden die bis dahin neuesten Studienergebnisse einbezogen und die Ergebnisse getrennt nach aktiven, semiaktiven und Placebo-Kontrollgruppen betrachtet. Im Vergleich von Neurofeedback mit aktiven Kontrollbedingungen ergaben sich ähnliche Ergebnisse wie zuvor. Die Effektstärke für die Unaufmerksamkeit ist für Neurofeedback 0.81 und damit vergleichbar mit der Effektstärke für Methylphenidat (ES = 0.84), während für die Hyperaktivität/Impulsivität die Effektstärke für Methylphenidat (ES = 1.01) höher ist als für Neurofeedback (ES = 0.4 für Hyperaktivität/ 0.69 für Impulsivität).

Sonuga-Barke (2013) fand in seiner Meta-Analyse einen signifikanten Effekt für Neurofeedback in der nicht verblindeten Beurteilung ( $p = 0.0001$ ;  $Z = 4.12$ ), aber bei verblindeter Durchführungsbedingung ( $p = 0.07$ ;  $Z = 1.81$ ) keinen signifikanten Effekt. Kritisch anzumerken ist, dass auch Studien mit Wartelisten-Kontrollgruppe (Problematik Kapitel 2.5.2) und nicht standardisierte Neurofeedbackprotokolle (Problematik Kapitel 2.4.2) in die Meta-Analyse miteinbezogen wurden, die zu einer Herabsetzung der Effektstärke führten. Eine Rekalkulation der Statistik unter Verwendung ausschließlich standardisierter Neurofeedbackprotokolle (LP und Theta/Beta) und unter Einbezug stringenter Kontrollgruppen (Aufmerksamkeitstraining am Computer, EMG-Biofeedback) ergab einen signifikanten Effekt in der Einschätzung durch die Eltern ( $p = 0.0004$ ;  $Z = 3.52$ ) und in der vermutlich blinden Beurteilung durch die Lehrer ( $p = 0.02$ ;  $Z = 2.39$ ) (Arns & Strehl, 2013). Die Schlussfolgerungen von Sonuga-Barke (2013) können aufgrund der Datenlage somit nicht bestätigt werden.

In einer Meta-Analyse von Micoulaud-Franchi et al. (2014) wurden insgesamt 5 Studien mit standardisierten Neurofeedbackprotokollen (LP und Theta/Beta) und semiaktiven oder Sham-Kontrollgruppen eingeschlossen. In der nichtverblindeten Beurteilung durch die Eltern ergab sich ein signifikanter Effekt für die Gesamtsymptomatik (SMD = -0.49 [-0.74, -0.24]), die Unaufmerksamkeit (SMD = -0.46 [-0.76, -0.15]) und die Hyperaktivität/Impulsivität (SMD = -0.34 [-0.59, -0.09]). In der verblindeten Beurteilung durch die Lehrer zeigte sich nur

bezüglich der Unaufmerksamkeit ein signifikanter Effekt (SMD = -0.30 [-0.58, -0.03]), ansonsten waren die Effekte bezüglich der Gesamtsymptomatik (SMD = -0.18 [-0.42, -0.07]) und Hyperaktivität/ Impulsivität (SMD = -0.14 [-0.39, -0.10]) nicht signifikant.

Bei Cortese et al. (2016) wurden insgesamt 13 Studien eingeschlossen. Es wurde ebenso ein signifikanter Effekt in der nicht verblindeten Beurteilung gefunden bezüglich der Gesamtsymptomatik (SMD = 0.35 [0.11, 0.59]), der Unaufmerksamkeit (SMD = 0.36 [0.09, 0.63]) und der Hyperaktivität/Impulsivität (SMD = 0.26 [0.08, 0.43]). Bei verblindeter Beurteilung ergab sich kein signifikanter Effekt (SMD = 0.15 [-0.08, 0.38]). Kritisch anzumerken ist, dass in diese Analyse nicht standardisierte Neurofeedbackprotokolle (Problematik Kapitel 2.3.3.4.1) eingeschlossen wurden. Kontrollgruppen waren semiaktive und aktive Kontrollgruppen, „Treatment as usual (TAU)“, Wartelisten-, sowie Plazebo/Sham-Kontrollgruppen (Problematik Kapitel 2.3.3.4.6). Eine zusätzliche Analyse der Studien, die nur standardisierte Neurofeedbackprotokolle (N = 7) verwendeten, ergab einen signifikanten Effekt sowohl für die nicht verblindete (SMD = 0.45 [0.02, 0.88]), als auch für die verblindete Beurteilung (SMD = 0.36 [0.04, 0.69]).

### **2.3.3.4.3 Kritik: die Frage der Spezifität**

Jeder Therapieerfolg beruht auf spezifischen und unspezifischen Effekten (Abbildung 2). Der Nachweis der spezifischen Wirksamkeit stellt eine besondere Schwierigkeit dar. Therapieresponse bedeutet die Verbesserung des Patienten abzüglich der Placeboresponse. Unter Placeboresponse versteht man alle unspezifischen positiven Veränderungen im Verlauf einer Therapie. Die Placeboresponse setzt sich zusammen aus dem Placeboeffekt und weiteren Variablen wie z.B. Spontanremission, Tendenz zur Mitte und kausal attribuierbaren Veränderungen, wie z.B. Selbstwirksamkeit, auch bezeichnet als Kointerventionseffekte. Placeboeffekte sind positive Effekte einer Therapie, die zustande kommen z.B. aufgrund von positiver Erwartung, Erfahrung oder Patient-Therapeuten-Interaktion. Placeboeffekte sind tatsächliche psychobiologische Gegebenheiten im therapeutischen Kontext (Finniss et al., 2010), die sich sowohl strukturell, als auch funktionell neurologisch nachweisen lassen (Meissner & Linde 2013). Da sich das Ausmaß der Placeboresponse aber nicht genau definieren lässt, erschweren diese unspezifischen Effekte die Evidenz der spezifischen Wirksamkeit einer Therapie (Meissner & Linde, 2013).

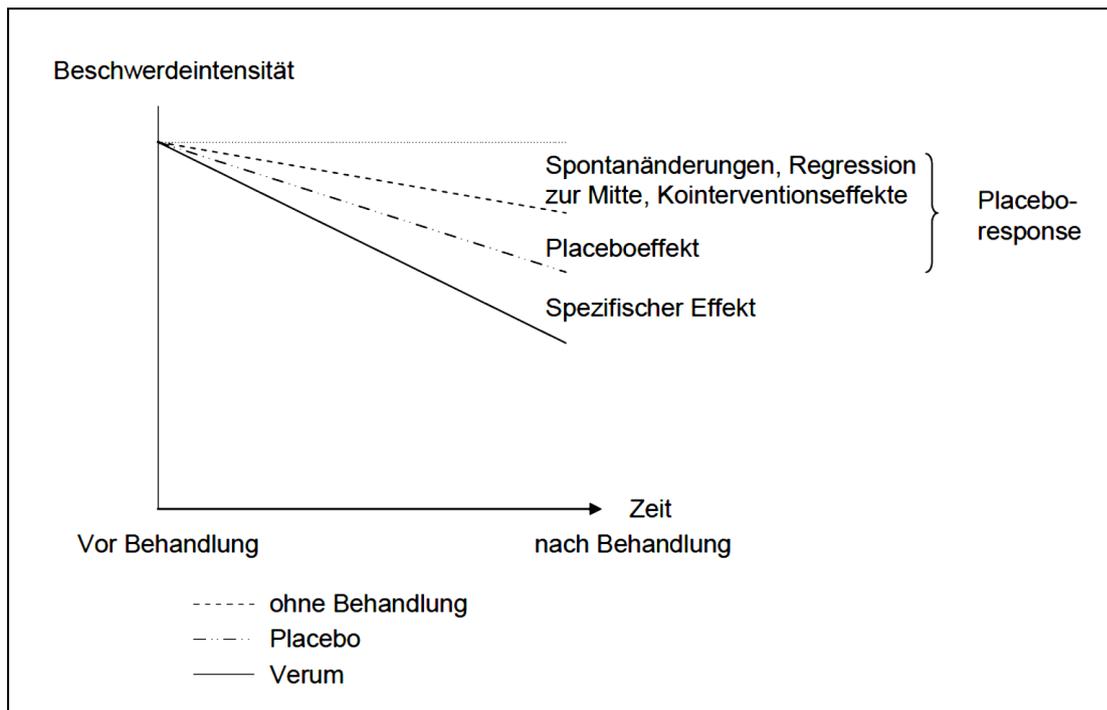


Abbildung 2: Darstellung von spezifischen Effekten, Placeboeffekten und weiteren Effekten im Zeitverlauf einer Therapie

Quelle: Meissner & Linde (2013). Expertise für die BÄK –Krankheitsspezifische Ausprägung von Krankheitseffekten, Seite 8

In einem Review untersuchten Weimer et al. (2015) den Zusammenhang der Placebo Response mit patientenzentrierten Faktoren bei unterschiedlichen Diagnosestellungen. Dabei zeigte sich bei Patienten mit ADHS ein negativer Zusammenhang der Placebo Response bei jüngeren Patienten (Newcorn et al., 2009) und bei einer geringeren Symptomschwere (Buitelaar et al., 2012), sowie ein positiver Zusammenhang mit dem ethnischen Ursprung, nichtbehandelten Patienten (Newcorn et al., 2009), kürzerer Erkrankungsdauer und einem geringeren Bildungsstand (Buitelaar et al., 2012). Entgegen diesen Ergebnissen ergab sich in den Studien von Waxmonsky et al. (2011) ein positiver Zusammenhang der Placebo Response bei einer geringeren Symptomschwere und bei Buitelaar et al. (2012) ein positiver Zusammenhang bei jüngeren Patienten. Das konsistenteste Ergebnis dieses Reviews über alle Studien hinweg war, dass eine geringere Symptomschwere zu Beginn ein starker Prädiktor für eine hohe Placebo Response ist (Weimer et al., 2015).

Im Hinblick auf die spezifische Wirksamkeit, müssen sowohl spezifische, als auch unspezifische Faktoren im Design einer Studie berücksichtigt werden. Therapieresponse erschließt sich aus dem Zusammenhang zwischen elektrophysiologischen Parametern und dem

klinischen Outcome. Dies kann bei Neurofeedbackstudien erreicht werden durch den Vergleich möglichst ähnlicher Interventionen, mit ähnlichen unspezifischen Aspekten, die dann hinsichtlich des klinischen Ergebnisses in Bezug auf die Selbstregulation und der Erwartungen des Patienten beurteilt werden. Die Richtlinien zur Evaluation klinischer Effektivität psychophysiologischer Interventionen formulierten verschiedene Wirksamkeitsstufen. Eine Intervention, gilt demnach als effektiv und spezifisch, wenn die Behandlung in mindestens zwei unabhängigen Studien, einer glaubwürdigen Scheinintervention statistisch überlegen ist (Arns et al., 2009).

### **2.3.3.4.4 Spezifische Wirkvariablen bei Neurofeedback**

Bis vor wenigen Jahren gab es nur wenige methodisch zufriedenstellende Studien zur Wirksamkeit von Neurofeedback (Problematik Kapitel 2.3.3.4.1). Nachfolgend werden die Ergebnisse verschiedener Studien mit dem Ziel des Nachweises der spezifischen Wirksamkeit von Neurofeedback kritisch diskutiert.

Veränderte Aktivierungsmuster nach einem Neurofeedbacktraining können ein Indiz für dessen spezifische Wirksamkeit sein. Dementsprechend wurden elektrophysiologische Veränderungen vor und nach einem Neurofeedbacktraining erhoben und mit denen einer Kontrollgruppe verglichen. Im Spontan-EEG beobachteten Monastra et al. (2002) eine Verbesserung des Theta/Beta Quotienten und Doehnert et al. (2008) eine Erhöhung der Alpha-Aktivität. Nach dem Training der langsamen Potentiale fand sich eine größere Amplitude der CNV bei einem CPT (Heinrich et al., 2004) und einem Flanker-CPT (Wangler et al., 2010) und im f-MRT eine Normalisierung der Funktion des ACC (Levesque & Beauregard, 2006). Einschränkend muss angemerkt werden, dass auch Placbo-Interventionen zu strukturellen und funktionellen Veränderungen führen können (Meissner & Linde, 2013). Teilweise wurden in diesen Studien auch Interventionen mit computerisierten Aufmerksamkeitstrainings durchgeführt, die ebenso zu neurophysiologischen Effekten führen können: Normalisierung der Theta/Beta-Ratio (Kotwal et al. 1995), Erhöhung der P3 und Abnahme der Dopamin-Rezeptor-Dichte (Mc Nab et al. 2009). Signifikante Verbesserungen in neuropsychologischen Tests können außerdem durch Retest-Effekte hervorgerufen werden. Dementsprechend können diese Ergebnisse nur als Indiz und nicht als Nachweis einer spezifischen Wirksamkeit betrachtet werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die neurophysiologischen Veränderungen nach dem Training mit klinischen und neuropsychologischen Verbesserungen der Probanden in

Zusammenhang zu bringen. In der Studie von Holtmann et al. (2009) wurde nur in der Experimentalgruppe nach dem NFB-Training eine signifikante Reduktion der Impulsivitätsfehler in einem Stopp-Signal-Test und eine weitgehende Normalisierung der N200-Komponente gefunden. Nach Gevensleben et al. (2009) waren für das Theta/Beta-Training eine höhere Theta-Aktivität vor dem Training und eine größere Reduktion der Theta-Aktivität, sowie für das LP-Training eine geringere parietale Alpha-Aktivität und eine größere Erhöhung der zentralen Alpha-Aktivität mit einer größeren Verbesserung im Verhalten assoziiert.

In weiteren Studien wurden Trainingsdaten (Lerner bzw. Responder vs. Non-Lerner bzw. Nonresponder) mit dem klinischen Ergebnis korreliert. So fanden Lubar et al. (1995) einen direkten Zusammenhang zwischen den Respondern in ihrer Studie und deutlich verbesserten Leistungen im CPT. Strehl et al. (2006) beobachteten, dass eine erfolgreiche Selbstregulation im Transfer mit einer größeren klinischen Verbesserung einhergeht. Auch Drechsler et al. (2007) konnten diesen Zusammenhang für die Gruppe der guten Regulierer nachweisen. In der Untersuchung von DeBeus & Kaiser (2011) ergaben sich nur für die Lerner signifikante Verbesserungen der Kernsymptomatik.

Die Beziehung zwischen der Trainingsleistung und den klinischen Verbesserungen (Drechsler et al., 2007; Strehl et al., 2006), hilft, konkrete Aussagen hinsichtlich spezifischer und unspezifischer Effekte zu, treffen. Die neurophysiologischen Veränderungen vor und nach dem Training sollten im Zusammenhang mit diesen Daten betrachtet werden. Wenn sich die klinischen Verbesserungen im Verhalten, beurteilt durch die Eltern und Lehrer, nicht durch die EEG-Daten erklären lassen, dann spricht das eher für unspezifische Faktoren. Dieser Zusammenhang zwischen den klinischen Verbesserungen und der Trainingsleistung, sowie weiteren neurophysiologischen Veränderungen ist jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

### **2.3.3.4.5     *Unspezifische Wirkvariablen bei Neurofeedback***

Die individuelle Placebo Response kommt zustande aufgrund von Spontanänderungen, der Regression zur Mitte, Kointerventionseffekten und dem Placeboeffekt (Meissner & Linde, 2013). Einer Analyse von Meissner & Linde (2013) zufolge beträgt die Placebo Response bei ADHS 21%. Das bedeutet, dass 21% des Therapieerfolgs bei ADHS auf unspezifischen Faktoren beruhen. Viele Erkrankungen zeigen einen spontanen fluktuierenden Verlauf, der durch einen Wechsel von Verschlechterung und Verbesserung geprägt ist, häufig mit einer natürlichen Heilungstendenz. Wird einem Patienten mit der Tendenz zur Gesundung ein

Placebo verabreicht, erscheint die Placebogabe als Grund für die Besserung (Breidert & Hofbauer, 2009). Bei allen Erkrankungen mit besonders ausgeprägter Symptomatik erscheint eine Spontanheilung jedoch eher als schwierig. In den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft ADHS bei Kindern und Jugendlichen (2014), wird sogar darauf hingewiesen, dass es unbehandelt „Spontanremissionen bei ADHS praktisch nie gibt.“ Den Effekt der Regression zur Mitte findet man insbesondere bei Studien mit hoher Ausgangssymptomatik. Wobei schon allein das Wissen darüber, dass die Probanden an einer Studie teilnehmen, zu einer Verbesserung der Symptomatik führen kann. Diesen Effekt bezeichnet man als den Hawthorne-Effekt. Hohe Baseline-Werte, sogenannte Ausreißer, können zur Überschätzung des tatsächlichen Therapieeffekts führen. Je weiter ein Wert vom Mittelwert abweicht, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich dieser Wert bei einer erneuten Messung, dem natürlichen Heilungsverlauf entsprechend, dem Mittelwert wieder annähert. Um den Effekt der Regression zur Mitte zu minimieren, ist es daher wichtig, dass multiple Ausgangsmessungen, sowie ein randomisiert kontrolliertes Design mit eindeutig festgelegter Vorgehensweise z.B. durch ein Studienprotokoll zugrunde liegen (Kleist, 2006). Im Rahmen der ADHS-Diagnostik werden zu Beginn meistens mehrere ADHS-Fragebögen mit Bewertung durch unterschiedliche Rater (Eltern, Lehrer, Selbst) ausgegeben, so dass anfängliche Ausreißer-Werte bei der Diagnose ADHS praktisch ausgeschlossen werden können. Bei den Kointerventionseffekten handelt es sich um kausal attribuibare Veränderungen. Insbesondere die Selbstwirksamkeit ist ein wesentlicher Wirkfaktor im Biofeedback (Rief & Birbaumer, 2011; Ray et al. 1979). Unter Selbstwirksamkeit versteht man die Erfahrung, bestimmte Körpersignale bis zu einem gewissen Grad kontrollieren und positiv beeinflussen zu können. Eine weitere Variable ist die Interozeption, d.h. eine durch die Intervention verbesserte Wahrnehmung der körpereigenen Prozesse.

Placeboeffekte sind positive Veränderungen, die unabhängig von der Intervention zum Erfolg einer Therapie beitragen wie z.B. Compliance, Motivation, eine positive Behandlungserwartung resultierend aus einer positiven Patienten-Therapeuten-Interaktion. Positive Wirkvariablen sind eine empathische Beziehungsgestaltung, ein lösungsorientiertes Vorgehen oder kongruente Persönlichkeitsmerkmale bei Patient und Therapeut (Rief & Birbaumer, 2011). Auch weitere unspezifische Faktoren wie z.B. die elterliche Unterstützung (Drechsler et al., 2007) und ein positiver Erziehungsstil (Monastra et al., 2002) spielen eine Rolle bei positiven Effekten. Diese Faktoren können und sollen nicht ausgeschlossen werden,

sondern durch ein standardisiertes Vorgehen und durch den Einsatz von entsprechenden Fragebögen möglichst gut kontrolliert werden.

Zur bestmöglichen Kontrolle aller unspezifischen Wirkvariablen ist es daher erforderlich, Neurofeedback mit einer Therapie zu vergleichen, die ein möglichst identisches Design aufweist und einen ähnlichen zeitlichen Umfang, sowie ein gleiches Maß an Zuwendung beinhaltet.

### **2.3.3.4.6 Wahl des Kontrollgruppendesigns**

Zur Kontrolle unspezifischer Effekte und zur Untersuchung spezifischer Effekte muss die Kontrollbedingung gut ausgewählt sein. Dies stellt eine besondere Herausforderung dar, denn jegliche Art der Kontrollgruppe birgt gewisse Schwierigkeiten. Eine Placebo-Kontrollgruppe wird aufgrund des identischen Designs zur Experimentalgruppe oft als Goldstandard angesehen, jedoch ist diese Methode ethisch und beim Neurofeedback methodisch problematisch (Arns et al. 2009, 2013). Eine Sham-Gruppe ist ebenso wie eine Wartelisten-Gruppe aufgrund des zumeist großen Leidensdrucks der Patienten und deren Eltern ethisch nur schwer vertretbar. In beiden Fällen muss mit Rekrutierungsschwierigkeiten, einer reduzierten Wirksamkeitserwartung und einem Selektionsbias sozial benachteiligter Personen gerechnet werden. Bei Rückmeldung von falschem Feedback besteht die Möglichkeit, dass die Patienten die Nicht-Kontingenz bemerken und dann die weitere Teilnahme verweigern oder aufgrund des noch ausbleibenden Erfolgs befürchten, in der Placebobedingung zu sein und abbrechen. Viele Drop-Outs wiederum können zu einer Verzerrung des Ergebnisses führen (Drechsler, 2011).

Mit einer Wartelistenkontrollgruppe können unspezifische Behandlungseffekte nicht kontrolliert werden. Die Teilnahme an Therapiesitzungen, der persönliche Kontakt mit dem Therapeuten und dessen Zuwendung, eine Erklärung für die Situation, Reifung, sowie positive Veränderungen in der elterlichen Einstellung beeinflussen den Patienten und führen als solche zu einem Effekt.

Aktive Kontrollgruppen mit nachgewiesener Wirksamkeit sind suboptimal im Rahmen einer Wirksamkeitsstudie, da z.B. bei einer Medikamenten-Kontrollgruppe kein vergleichbares Design vorliegt und die unspezifischen Faktoren in beiden Gruppen nicht gleichermaßen kontrolliert werden können, was wiederum Aussagen über die Spezifität der Behandlung erschwert.

Semiaktive Kontrollbedingungen mit ähnlichem Design, die zwar auch den Anspruch erheben, wirksam zu sein, deren Effektivität jedoch in klinischen Studien (noch) nicht (ausreichend) nachgewiesen werden konnte, scheinen für derartige Untersuchungen besonders geeignet zu sein. Eine gute Kontrollbedingung wäre demnach, eine weitere Biofeedbacktherapie mit identischen Durchführungsbedingungen, bei der bisherige Studien eher keine spezifischen Effekte auf die Aufmerksamkeit erbracht haben, wie z.B. bei der Durchführung eines EMG-Trainings (Cobb & Evans, 1981). Auch in Anbetracht des Leidensdrucks der Betroffenen, entspricht das EMG-Biofeedback einer ethisch vertretbaren aktiven Kontrollgruppe, deren Probanden unter Umständen auch ein wenig von der Behandlung profitieren könnten.

### **2.4 Fragestellung**

Ziel dieser Studie ist die Klärung, ob der positive Effekt von Neurofeedback auch auf spezifischen Effekten basiert. Primäres Ziel war die Beurteilung der Veränderung der Kernsymptomatik im Elternurteil. Sekundäre Maße sollen weitere mögliche Veränderungen dokumentieren und deren Mechanismen klären.

#### **2.4.1. Primäranalyse**

##### *Hypothesen Spezifität Elternurteil*

Durch ein Neurofeedbacktraining kann die Kernsymptomatik von ADHS gemäß dem Elternurteil signifikant und spezifisch reduziert werden:

- Signifikanter Unterschied im FBB-ADHS Gesamt Elternurteil in der Veränderung der Kernsymptomatik vor und nach dem Training zwischen der NFB und EMG-Gruppe.
- Kein signifikanter Einfluss von Kovariablen (Erwartungen der Eltern, Erziehungsstil, Baseline ADHS-Medikamente, Prüfzentrum, Geschlecht, Behandlung, Baseline FBB-ADHS-Punktzahl) auf die Veränderung im FBB-ADHS Gesamt Elternurteil.

#### **2.4.2 Sekundäranalyse**

##### *Hypothese 1: Spezifität Lehrerurteil*

Durch ein Neurofeedbacktraining kann die Kernsymptomatik von ADHS gemäß dem Lehrerurteil signifikant und spezifisch reduziert werden:

- Signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in der Veränderung der Kernsymptomatik im FBB-ADHS Gesamt Lehrerurteil vor und nach dem Training.

- Kein signifikanter Einfluss der Kovariablen auf die Veränderung im FBB-ADHS Lehrerurteil.

### *Hypothese 2: Spezifität Eltern- und Lehrerurteil*

Durch ein Neurofeedbacktraining kann die Kernsymptomatik (Unaufmerksamkeit, Impulsivität, Hyperaktivität) von ADHS gemäß dem Elternurteil signifikant und spezifisch reduziert werden:

- Signifikanter Unterschied auf den Subskalen Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität im FBB-ADHS Eltern- und Lehrerurteil vor und nach dem Training zwischen der NFB und EMG-Gruppe.

### *Hypothese 3: Stabilität Eltern- und Lehrerurteil*

Die Effekte in der Neurofeedbackgruppe sind nachhaltig:

- Der Unterschied zwischen den Gruppen im FBB-ADHS-Gesamtwert ist im Eltern- und Lehrerurteil auch 6 Monate nach Trainingsende stabil.

### *Hypothese 4: Veränderung weiterer sekundärer Parameter*

- Neurofeedback führt sowohl kurzfristig (nach dem Training) als auch längerfristig (Nachuntersuchung 6 Monate nach Trainingsende) zu Verbesserungen der Aufmerksamkeit, der Intelligenz, des Erkrankungsgrades, der Symptomatik komorbider Erkrankungen und der Lebensqualität.
- Die elterliche Zufriedenheit mit der Therapie hat keinen Einfluss auf das Ergebnis im FBB-ADHS.

### 3 Methode <sup>1</sup>

Die Planung und Durchführung dieser, klinischen Parallelgruppen-Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit dem „Interdisziplinären Zentrum für Klinische Studien“ (IZKS) in Mainz. Finanziert wurde diese Studie mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG HO2503 4/1). Die Studie entspricht den Richtlinien der Deklaration von Helsinki und wurde von den Ethik-Kommissionen der teilnehmenden Hochschulen genehmigt. Sie ist unter der Nummer ISRCTN76187185 ([www.controlled-trials.com/ISRCTN76187185](http://www.controlled-trials.com/ISRCTN76187185)) registriert.

#### 3.1 Studienablauf und Zeitplan

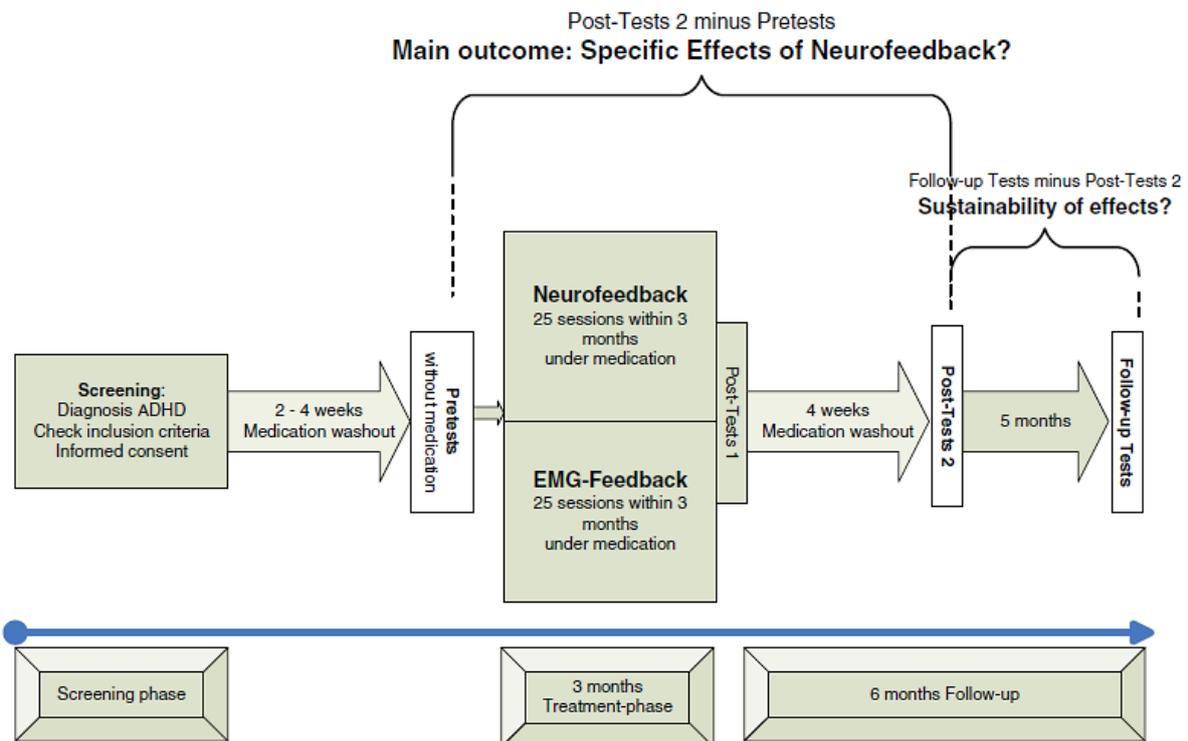


Abbildung 3: Übersicht Studienablauf

Quelle: International Standard Randomised Controlled Trial Number Register ISRCTNR

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich bestand die Studie aus mehreren Phasen: Die Screeningphase, die 3-monatige Trainingsphase und die anschließende 6-monatige Follow up-Phase. Die Screeningphase diente zur Vermittlung von Informationen über die Studie, zur Überprüfung der Einschlusskriterien, zum Einverständnis an der Studienteilnahme, zum Ausfüllen der Schweigepflichtsentbindung gegenüber Kinderarzt und Lehrer, sowie der Überprüfung vorheriger und begleitender Medikation. Die durchgeführten Fragebögen und

<sup>1</sup> Der Studienplan ist publiziert in: Holtmann et al. (2014)

Tests der jeweiligen Testphase können der Tabelle 3 entnommen werden. Eine detaillierte Beschreibung der Diagnose- und Testverfahren, sowie der Fragebögen befindet sich in Kapitel 3.6 Messinstrumente.

Nach Auswertung aller Tests und Fragebögen im Screening erfolgte die Rückmeldung an die Eltern ob das Kind in die Studie eingeschlossen wurde.

Anschließend erfolgte die Medikationsausschleichung, je nach Medikamententypus 2-4 Wochen. 2 Wochen bei Einnahme von Methylphenidat und Amphetamin und 4 Wochen für Atomoxetin (Strattera).

Die im Prätest, ohne Medikationseinfluss, durchgeführten Tests und Fragebögen lieferten die Ausgangswerte für den Vergleich nach der Intervention. Auch wurden verschiedene neurophysiologische Messungen und Tests durchgeführt, wie z.B. ein QEEG, die Messung der Error Negativity (ERN) und der Continuous Performance Test (CPT), die jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit sind. Die Kinder durften in dieser Phase zum ersten Mal eine Probesitzung Neurofeedback oder EMG-Feedback absolvieren, je nachdem welcher Gruppe sie aufgrund des Zufallgenerators zugewiesen worden waren. In dieser Phase wurde einmalig anhand des CGI-S eine Einschätzung des Erkrankungsgrades durch einen Experten vorgenommen

Nach der Prätestung erfolgte eine Medikationseinschleichung, auch wieder 2-4 Wochen je nach Medikamententyp, um dann unter Einfluss der Medikamente das Training durchzuführen.

Insgesamt fanden 25 Trainingssitzungen innerhalb von 3 Monaten statt. Die Kinder absolvierten dabei je nach Gruppenzugehörigkeit, entweder ein Neurofeedback- oder ein EMG-Training. Die Durchführungsbedingungen waren in beiden Gruppen nahezu identisch. In der letzten Trainingssitzung wurden abschließend wieder neurophysiologische Messungen und Tests durchgeführt.

Direkt im Anschluss an das Training wurde der Post-Test 1, bestehend aus verschiedenen Fragebögen und Tests, durchgeführt.

Anschließend erfolgte für alle Kinder eine 4-wöchige Medikationsausschleichung, um dann beim Post-Test 2, ohne Einfluss der Medikamente, dieselben Tests (außer CPM Parallellform) und Fragebögen (bis auf den SDQ) wie beim Prätest durchzuführen. Danach konnten die Medikamente, sofern noch nötig, eingeschlichen werden.

In der anschließenden 5-monatigen Follow up-Phase wurden die Eltern alle 4 Wochen telefonisch kontaktiert. Es wurde mündlich der FBB-ADHS abgefragt und das Auftreten

sonstiger Probleme abgeklärt. Zusätzlich wurde erfasst, ob es zu einer Änderung bzgl. der Medikation kam oder eine neue Therapie begonnen wurde.

6 Monate nach Trainingsende fand dann die letzte Untersuchung, der Follow up-Test statt, bei dem nochmals dieselben Fragebögen und Tests wie beim Prä- und Post-Test, außer dem Intelligenztest, durchgeführt wurden. Abschließend erfolgten 3 Trainingssitzungen mit neurophysiologischen Messungen und Tests.

Zu allen Testphasen wurden ungünstige Ereignisse sog. „Adverse Events“ geprüft. Darunter versteht man Symptome oder Folgeerkrankungen, die entweder in direktem Zusammenhang mit der Studienintervention stehen oder deren Auftreten unabhängig von der Studie ist. Alle ungünstigen Ereignisse (adverse events) mussten deshalb sorgfältig dokumentiert und evaluiert werden.

Insgesamt sollte die Teilnahmedauer pro Kind, je nach Medikamententyp 43 – 49 Wochen, inklusive einer 3-monatigen Trainingsphase betragen.

Tabelle 3:

*Zeitlicher Überblick der Fragebögen und Diagnose- bzw. Testverfahren der vorliegenden Arbeit*

Fragebögen	Screening	Prätest	Training	Post-Test 1	Post-Test 2	Follow up	Follow up-Test
<b>CBCL/ 4-18 E</b>	x						
<b>EFB-K E</b>	x						
<b>FB Entwicklung Schulkinder E</b>	x						
<b>Therapieerwartung E</b>	x						
<b>Kid-Kindl 8-11 K</b>		x		x	x		x
<b>FBB-ADHS E/L</b>		x E/L	xx E	x E	x E/L	xxxx E	x E/L
<b>SDQ E/L</b>		x E/L		x E			x E
<b>CGI-S KA/P</b>		x					
<b>CGI-I KA/P</b>				x	x		x
<b>Therapiezufriedenheit E</b>				x	x		x
<b>Diagnose/ Testverfahren</b>							
<b>Kiddie-SADS-PL ADHS E</b>	x						
<b>CPM klassisch K</b>	x	x					
<b>CPM Parallelform K</b>					x		
<b>TAP 2.2 K</b>		x		x	x		x

Abkürzungen: E = Eltern, K = Kind, L = Lehrer, KA = Kinderarzt, P = Psychiater

### **3.2 Studiendesign**

Mit besonderer Sorgfalt auf das Design erfolgte die Durchführung dieser klinischen Studie randomisiert und kontrolliert. Aufgrund der geplanten großen Teilnehmerzahl wurde diese Studie multizentrisch durchgeführt, um eine möglichst zeitnahe Durchführung zu realisieren. Teilnehmende Zentren waren:

- Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters der Johann Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main
- Psychosoziales Zentrum (Abteilung für Kinder- und Jugendpsychiatrie/ Psychotherapie) der Universitätsmedizin Göttingen
- Zentralinstitut für Seelische Gesundheit (Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters) der Universitätsmedizin Mannheim
- Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie des Universitätsklinikums Tübingen
- Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik der LWL-Universitätsklinik Hamm der Ruhr-Universität Bochum.

Damit alle Zentren konform arbeiten, wurde in Tübingen ein Manual mit exakten Anleitungen zur Durchführung und Auswertung aller Untersuchungen der Studie, einschließlich des Trainings erstellt. Dieses Manual enthielt auch einen genauen Zeitplan mit Checklisten für die zu erledigenden Aufgaben, sowie die Kontaktdaten von Ansprechpartnern bei Schwierigkeiten und Fragen. Ein weiterer Bestandteil dieses Manuals waren Musterbriefe an Lehrer, Kinderärzte, sowie Musterberichte über den Studienverlauf, Vorlagen für das Training, die Tests und Fragebögen, sowie dazugehörige standardisierte Instruktionen. Ebenso exakt ausgearbeitet war die Übertragung sämtlicher Daten in die elektronische Datenbank. Jedes Prüfzentrum erhielt eine CD mit allen Anleitungen und Formularen, die für die Studie benötigt wurden. Zusätzliche Treffen der Verantwortlichen dieser Studie aller Zentren dienten zum Coaching, zur Abklärung aufgekommener Fragen und zur Diskussion und gemeinsamen Problemlösung aufgetretener Schwierigkeiten. Ferner hospitierten Mitarbeiter der Zentren in Tübingen und Tübinger Mitarbeiter statteten allen Zentren einen Besuch ab, um ein möglichst identisches Vorgehen sicherzustellen.

### **3.3 Teilnehmerzahl**

Die Teilnehmerzahl von insgesamt 144 Kindern basiert auf einer Schätzung ausgehend von den Ergebnissen der Göttinger Pilotstudie von Heinrich et al. (2004), die als primäres

Veränderungsmaß ebenfalls den FBB-HKS (ADHS) verwendeten. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde bei der Planung dieser Studie davon ausgegangen, dass zum Zeitpunkt Post-Test 2 der durchschnittliche FBB-ADHS-Wert der Neurofeedbackgruppe 1,20 betragen wird und der durchschnittliche Wert der Kontrollgruppe 1,50 mit einer Standardabweichung von 0,55. Dieses Ergebnis setzt eine Stichprobengröße von 72 Teilnehmern pro Gruppe voraus um eine Power von 90% zu erreichen.

### **3.4 Ein- und Ausschlusskriterien**

Die Auswahl der Teilnehmer sollte alltagsnah und so vergleichbar wie möglich mit anderen Studien sein. Deshalb wurden Kinder eingeschlossen, die folgende Kriterien erfüllten:

- Alter 7-9 Jahre
- Diagnose ADHS-Mischtypus
- IQ > 80 sein
- unterschriebene Einverständniserklärung von Eltern und Kind
- Studieninhalt und deren Konsequenzen verstanden, d.h. es wurden ausreichende Deutschkenntnisse bei Kind und Erziehungsberechtigten vorausgesetzt
- telefonische Erreichbarkeit der Eltern

Aus diesem Grund wurde auch keine Selektion bezüglich komorbider Erkrankungen (außer Bipolare Störung, Psychose, Zwangsstörung, Tics, Tourette-Syndrom) und Medikation (außer Pharmakotherapie aufgrund von Angststörungen, depressiven Störungen oder Psychose) vorgenommen.

Weitere Ausschlusskriterien waren

- schwerwiegende neurologische oder medizinische Erkrankungen
- ein früheres Biofeedback-Training oder eine aktuelle Behandlung mit einem Konzentrationstraining z.B. Attentioner-Training nach Jacobs und Petermann (2008) oder Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern nach Lauth und Schlotke (2002)
- die Teilnahme bei anderen klinischen Studien
- die Planung einer neuen Psychotherapie (eine aktuelle Psychotherapie konnte fortgesetzt werden, sofern kein Konzentrationstraining durchgeführt wurde)
- Suizidgefährdung
- Schwangerschaft
- Rückzug der elterlichen Einverständniserklärung

### 3.5 Beschreibung der Stichprobe

Die ersten Kinder dieser Studie wurden im Januar 2010 in Tübingen eingeschlossen. Die letzten Untersuchungen fanden im November 2013 in Hamm statt.

Die Kinder wurden über Flyer (Anhang A) rekrutiert, die an Kinderärzte, Psychotherapeuten, Beratungsstellen und die jeweiligen Ambulanzen der Kliniken und Institute im jeweiligen Einzugsgebiet verteilt wurden. Ferner wurde bei Informationsveranstaltungen wie z. B. Vorträgen an Kliniken, Instituten und Selbsthilfegruppen, sowie durch Pressemitteilungen für eine Teilnahme geworben. Interessierten Eltern wurde auf Wunsch nochmals der Flyer und ein Informationsblatt (Elterninformation Anhang A) zugeschickt und sie wurden zu einem Informationsgespräch eingeladen. Bestand danach noch das Interesse zur Studienteilnahme wurde das Kind zu einem Informationsgespräch (Studieninformation Kind Anhang A) eingeladen, in dem das Trainingsgerät dem Kind gezeigt und auch ausprobiert werden durfte. Alle Fragen und evtl. bestehende Ängste und Sorgen wurden ausführlich mit dem Kind besprochen. Hatte das Kind danach noch Interesse zur Teilnahme, durfte es wie die Eltern die Einverständniserklärung zur Studie unterschreiben.

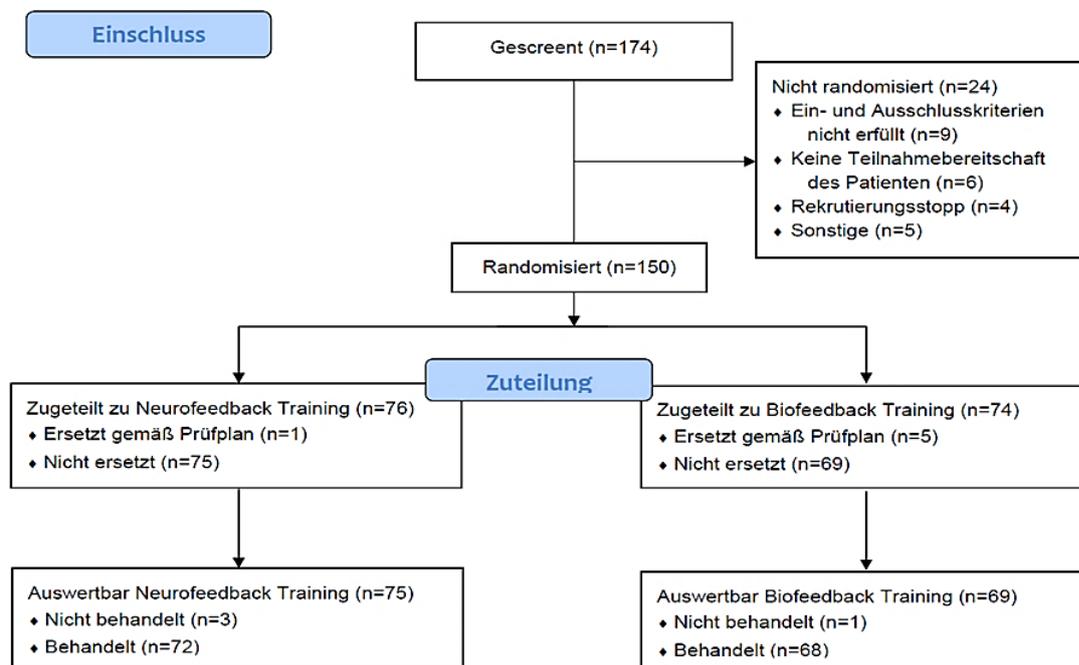


Abbildung 4: Teilnehmer im Studienverlauf

Wie aus Abbildung 4 ersichtlich wurden insgesamt 174 Kinder gescreent, davon

wurden 24 Kinder nicht randomisiert: 9 erfüllten die Ein- und Ausschlusskriterien nicht (z.B. IQ < 80, Tourette-Syndrom, etc.), bei 6 Kindern zogen die Eltern die Einverständniserklärung zurück, 4 Kinder auf der Warteliste konnten nicht mehr in die Studie eingeschlossen werden, wegen Rekrutierungsstopp und bei 5 weiteren Kindern lagen sonstige Gründe für den Nichteinschluss vor.

Insgesamt wurden 150 Kinder in allen 5 Prüfzentren eingeschlossen. Die Zuteilung zur Experimental- bzw. Kontrollgruppe erfolgte durch einen Zufallsgenerator, wobei auf eine gleichmäßige Geschlechterverteilung der beiden Gruppen (Tabelle 4) und eine gleiche Teilnehmeranzahl in beiden Gruppen pro Zentrum (Tabelle 5) geachtet wurde.

Tabelle 4: Überblick über die Teilnehmervariablen Geschlecht und Alter

		EMG	NFB	Total
<b>Teilnehmer</b>	N	69	75	144
<b>Geschlecht</b>	Weiblich	11 (15,94%)	14 (18,67%)	25 (17,36%)
	Männlich	58 (84,06%)	61 (81,33%)	119 (82,64%)
<b>Alter</b>	M (SD)	8,57 (0,88)	8,60 (0,92)	8,59 (0,90)

Tabelle 5: Anzahl der Teilnehmer in den jeweiligen Prüfzentren, getrennt nach Behandlungsgruppe

Zentrum	N (Biofeedback)	N (Neurofeedback)	N (Total)
<b>Frankfurt</b>	12	14	26
<b>Göttingen</b>	16	19	35
<b>Hamm</b>	6	7	13
<b>Mannheim</b>	18	18	36
<b>Tübingen</b>	17	17	34
<b>Summe</b>	69	75	144

6 weitere randomisierte Kinder wurden gemäß dem Prüfplan von dem zuletzt hinzugekommenen Prüfzentrum Hamm ersetzt. Diese Kinder sollten und wollten ursprünglich an der Studie teilnehmen. Nach Verzögerungen des Studienstarts zogen die Eltern dieser

Kinder jedoch die Einverständniserklärung zurück. Schließlich verblieben 144 Kinder mit der Diagnose ADHS mit einem mittleren Alter von 8,59 Jahre (Tabelle 4), die an allen 5 Zentren teilnahmen und in die Datenanalyse miteingeschlossen werden konnten.

Von den insgesamt 140 behandelten Kindern, nahmen 72 Kinder am Neurofeedbacktraining teil und 68 Kinder am Biofeedbacktraining (Abbildung 4) mit einer Trainingsquote (Anzahl wahrgenommener Sitzungen/Anzahl geplanter Sitzungen) von 99% in der NFB-Gruppe und 97,2% in der EMG-FB-Gruppe.

### **3.6 Messinstrumente**

Für eine zeitliche Übersicht der eingesetzten Messinstrumente siehe Kapitel 3.1 Studienablauf und Zeitplan Tabelle 3.

#### **3.6.1 Diagnose- und Testverfahren**

##### **3.6.1.1 K-SADS-PL (Kaufmann et al. 1996)**

Das K-SADS ist ein halbstrukturiertes Interview bei Kindern und Jugendlichen (6 – 18 Jahre) zur Erfassung gegenwärtiger (present) und zurückliegender (lifetime) Symptomatik bei folgenden Störungen: Major Depression, Bipolare Störungen, Dysthymie, Hypomanie, Manie, Zykllothymie, Schizophrenie, schizoaffektive Störungen, schizophreniforme Störung, kurze reaktive Psychose, Agoraphobie, Panikstörung, einfache und soziale Phobie, generalisierte Angststörung, Zwangsstörung, Störung mit Trennungsangst, Vermeidungsstörung im Kindes- und Jugendalter, Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung, oppositionelles Trotzverhalten, Verhaltensstörung, Enuresis, Enkopresis, vorübergehende Tic-Störung, chronische motorische oder vokale Tics, Tourette-Syndrom, Anorexia nervosa, Bulimie, Alkoholmissbrauch, Substanzmissbrauch, posttraumatische Stresstörung und Anpassungsstörungen. Das K-SADS basiert auf den Kriterien des DSM-III-R und DSM-IV.

Die vorformulierten Fragen sollen dem jeweiligen Entwicklungsstand des Kindes angepasst und entsprechend gestellt werden.

Das K-SADS besteht aus einem Eingangsinterview, zur Erhebung demographischer Rahmendaten und zum Aufbau einer therapeutischen Beziehung, aus einem Screening-Interview, zur Überprüfung vorhandener Symptome psychischer Störungen und einem Erweiterungsinterview, bestehend aus 5 diagnostischen Bereichen: affektive- und psychotische Störungen, Angst- und Verhaltensstörungen, Substanzmissbrauch und andere Störungen. Diese

Bereiche überprüfen das Vorliegen der jeweiligen Störungsbilder im Detail und müssen nur bei Auffälligkeiten aus dem Screening-Interview durchgeführt werden.

Da es sich um ein sehr genaues, aber auch zeitaufwändiges diagnostisches Interview handelt, wurde in unserer Studie zur Diagnostik nur die Diagnostische Erweiterung Nr. 4 „Verhaltensstörungen“ und daraus die Sektion „Diagnostisches Interview zu Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung“ durchgeführt.

### **3.6.1.2 Coloured Progressive Matrices (Bullheller & Häcker, 2002)**

Bei dem CPM handelt es sich um einen nichtsprachlichen und einfach durchführbaren Intelligenztest bei Kindern im Alter von 3;9 bis 11;8 Jahren. Dieser Test kann sowohl klassisch, als auch in Parallelform durchgeführt werden. Der CPM besteht aus drei Sets (A, AB, B) mit jeweils zwölf Items. Den verschiedenen Mustern im Testheft muss jeweils die richtige Antwortalternative auf dem Antwortbogen zugeordnet werden. Um sicherzustellen, dass die Aufgabe verstanden wurde, werden zu Beginn eines jeden Sets verschiedene Beispiele angeführt.

Verschiedene Untersuchungen verweisen auf eine Halbierungsreliabilität von  $r = .85$  bis  $.90$  je nach Alter des Kindes. Es ergibt sich eine etwas höhere Reliabilität für ältere Kinder. Nach Carlson & Jensen (1980) ergeben sich drei faktorielle Komponenten im CPM (abstraktes Denken Analogien, (einfache) Vervollständigung vom Muster und Vervollständigung durch Identität und Gestaltschließung).

Normen liegen für Kinder im Alter von 4-11 Jahren vor. Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer beträgt 20 bis 30 Minuten. Eine Zeitbegrenzung existiert nicht.

Dieser Intelligenztest ist nichtsprachlich, einfach und schnell durchführbar und verfügt auch über eine Parallelform.

### **3.6.1.3 Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung Version 2.2 (Zimmermann & Fimm, 2009)**

Ursprünglich wurde die TAP zur neuropsychologischen Diagnostik nach traumatischen Hirnschädigungen entwickelt, da diese häufig mit einer Beeinträchtigung der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung einhergehen. Mittlerweile wird die TAP in der Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen bei Kindern und Jugendlichen verwendet.

Die TAP umfasst zwölf Subtests und besteht aus einfachen, monotonen, nichtsprachlichen Reaktionsaufgaben, in denen der Proband selektiv durch Tastendruck auf

akustische oder optische Reize reagiert. Die mittleren Reaktionszeiten und Standardabweichungen der jeweiligen Aufgaben sind Ausdruck der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit. Die Fehlreaktionen, Auslassungen, Verlangsamungen und Antizipationen werden als Korrelat defizitärer Informationsverarbeitung erachtet.

Basierend auf der empirischen Studienlage haben wir lediglich die Subtests „Go/NoGo“ (Bedingung 1 von 2) und „Flexibilität nonverbal komplexe Bedingung“ (hieß bei früheren Versionen der TAP Reaktionswechsel) durchgeführt.

Der Untertest „Go/NoGo“ (Abbildung 5) misst die Fähigkeit, unter Zeitdruck eine angemessene Reaktion auszuführen und gleichzeitig einen inadäquaten Verhaltensimpuls zu kontrollieren bzw. diesen zu unterdrücken. Der Tastendruck soll bei der Präsentation des relevanten Reizes „x“ (Go-Bedingung) erfolgen und eine Reaktion soll bei der Darbietung des irrelevanten Stimulus „+“ (No/Go-Bedingung) unterdrückt werden. Es werden Reize präsentiert, die eine selektive Reaktion erfordern, d.h. entweder zu reagieren oder nicht zu reagieren. Eine Störung dieser Form von Verhaltenskontrolle ist insbesondere bei Patienten mit einer frontalen Symptomatik zu beobachten.

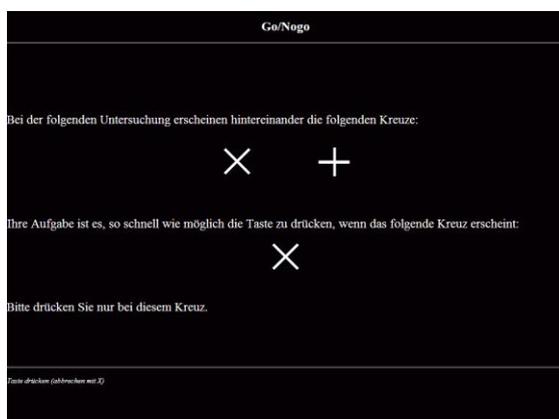


Abbildung 5: TAP Subtest „Go/NoGo“



TAP Subtest „Flexibilität“ nonverbal alternierend

Quelle: [http://www.psytest.net/index.php?page=Go-Nogo&hl=de\\_DE](http://www.psytest.net/index.php?page=Go-Nogo&hl=de_DE); [http://www.psytest.net/index.php?page=Flexibilitaet&hl=de\\_DE](http://www.psytest.net/index.php?page=Flexibilitaet&hl=de_DE)

Der Untertest „Flexibilität“ (Abbildung 5) misst die Fähigkeit, den Aufmerksamkeitsfokus auf neue, situationsrelevante Ausschnitte zu richten. Dies erfordert eine umfassende Kontrolle unseres Aufmerksamkeitsfokus, da die Aufmerksamkeit jeweils auf die Aspekte zentriert werden muss, die im entsprechenden Moment für die Umsetzung der jeweiligen Handlungsziele notwendig sind. Eine flexible Aufmerksamkeitszuwendung ist eine wichtige Voraussetzung für ein situationsangemessenes Verhalten. Es gibt eine verbale (Buchstaben und Zahlen) und eine

nonverbale Darbietungsweise (Formen). Aufgrund des jungen Alters unserer Probanden haben wir uns für die nonverbale Darbietungsweise entschieden. Bei diesem Subtest spricht man von einer „Set-Shifting-Aufgabe“, bei der gleichzeitig rechts und links von der Mitte des Bildschirms eine eckige und eine runde Form präsentiert werden. Bei der Durchführung kann entweder die einfache (immer nur auf die eckige Form reagieren) oder die komplexe Variante (wechselnder Zielreiz) gewählt werden. Beginnend mit der eckigen Form sollen die Probanden nun abwechselnd mit entsprechendem Tastendruck auf die eckige, danach auf die runde und dann wieder auf die eckige Form (eckig-rund-eckig-rund usw.) reagieren. Der Tastendruck soll auf der Seite erfolgen, auf der sich der Zielreiz befindet. Bei der Anleitung wurde explizit darauf geachtet, den Kindern nicht die entsprechende Strategie (laute Aussprache eckig-rund-eckig-rund, usw.) vorzugeben.

Nach Földényi et al. (2000b) zeigen Kinder mit ADHS signifikant mehr Fehler und Auslassungen im Untertest „Go/NoGo“. Außerdem sind im Subtest „Go/NoGo“ Reaktionszeitschwankungen signifikant größer im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne ADHS. Für den Subtest „Flexibilität“ zeigte sich in dieser Studie ein „spezifisches Aufmerksamkeitsdefizit“ bei den Kindern mit ADHS, die in der Bedingung „kein Handwechsel“ (inkompatible Bedingung) signifikant häufiger falsch reagierten als die Kinder der Kontrollgruppe ( $p < .05$ ). Das Tempo der Reizvorgabe wird in diesem Untertest nicht vom Computer bestimmt. Somit erfordert dieser Subtest mehr Struktur und Anstrengung von seitens der Testperson. Insgesamt konnten mit Hilfe der Testmaße Standardabweichung (SD) im Untertest „Go/NoGo“ und Fehler im Subtest „Flexibilität“ unter Berücksichtigung des Alters 90% der Kinder mit ADHS (Sensitivität) und 90 % der gesunden Kinder (Spezifität) richtig klassifiziert werden.

Normen liegen für den Subtest „Go/NoGo“ für den Altersbereich 6-18 Jahre vor. Für den Subtest „Flexibilität“ in der komplexen Bedingung weist das Handbuch keine Normen auf. Parallel zu unserer Studie wurden u.a. die Normen für diesen Subtest in einer weiteren Doktorarbeit ermittelt (Fritz, 2014).

### **3.6.2 Fragebögen**

Die wesentlichen Fragebögen sind dem Anhang B beigelegt.

### **3.6.2.1 Fragebogen zur Entwicklung bei Schulkindern (Anders & Bahn Müller, 2000)**

Dieser 9-seitige Fragebogen dient der Anamnese und wurde zum Screening an die Eltern ausgegeben. Er erfragt demographische Daten, den Verlauf von Schwangerschaft und Geburt, den Entwicklungsverlauf vom Säugling zum Schulkind, Stärken, Schwächen und bestehende Problembereiche des Kindes, sowie Erkrankungen und Unfälle, die evtl. zu neurologischen Ausfallerscheinungen geführt haben könnten. Da er sehr umfassend ist, wurde er nicht im Anhang aufgenommen.

### **3.6.2.2 CBCL/4-18 (Arbeitsgruppe Child Behavior Checklist, 1998)**

Die Child Behavior Checklist ist ein Fragebogen zur elterlichen Einschätzung der Kompetenzen und der Problembereiche des Kindes (Anhang B). Er umfasst 3 Skalen zu den Kompetenzen (Aktivität, Sozialbereich, Schule) und 8 störungsübergreifende Syndromskalen (sozialer Rückzug, körperliche Beschwerden, Angst/Depression, soziale Probleme, schizoid/zwanghaft, Aufmerksamkeitsstörung, dissoziales und aggressives Verhalten). Der Fragebogen zu den Syndromskalen besteht aus insgesamt 113 Items mit 3 Antwortkategorien (0 = nicht zutreffend, 1 = etwas oder manchmal zutreffend, 2 = genau oder häufig zutreffend). Bei der Beantwortung der Items muss beachtet werden, ob die Eigenschaft innerhalb der letzten 6 Monate aufgetreten ist. Durch Addition der Punktwerte der jeweiligen Skalen erhält man die Skalenwerte. Diese Werte lassen sich dann in T-Werte und Prozentränge umwandeln. Aus den Syndromskalen lässt sich zusätzlich der Gesamtwert des problematischen Verhaltens (Addition aller Skalenwerte bis auf Item 2 Allergie und Item 4 Asthma) und des internalisierenden (Skala sozialer Rückzug, körperliche Beschwerden, ängstlich/depressiv – Item 103) und externalisierenden (Skala dissoziales und aggressives Verhalten) Verhaltens bilden.

Eine Normierung getrennt nach Jungen und Mädchen liegt für den Altersbereich von 4-11 und 12-18 Jahren vor. Studien ergaben für die Skalen Gesamtauffälligkeit, internalisierendes und externalisierendes Verhalten gute bis sehr gute interne Konsistenzen ( $r > .85$ ). Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer des gesamten Fragebogens umfasst 15 Minuten.

Da der Fragebogen zum Screening komorbider Störungen verwendet wurde, kam lediglich der Fragebogen mit den 8 Syndromskalen zum Einsatz. Ergaben sich Auffälligkeiten (T-Wert  $\geq 63$ ) im Bereich Angst/Depression, dissoziales und aggressives Verhalten wurde zusätzlich zum Fremdbeurteilungsbogen einer ADHS (FBB-ADHS) je nach auffälligem Störungsbereich der Fremdbeurteilungsbogen für Angststörungen (FBB-ANZ), depressive

Störungen (FBB-DES) und/oder Störungen des Sozialverhaltens (FBB-SSV) ausgeteilt. Bei Auffälligkeiten im FBB-DES mussten die Eltern zusätzlich den Fragebogen P-YMRS zum Ausschluss einer bipolaren Störung ausfüllen. Diese Fragebögen kamen einmalig in der Screeningphase zum Einsatz.

### **3.6.2.3 DISYPS-KJ (Döpfner & Lehmkuhl, 2000)**

Das DISYPS-KJ ist ein Diagnostik-System zur Erfassung der wichtigsten psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter, bestehend aus Diagnosechecklisten (DCL), Fremdbeurteilungsbögen (FBB) für Eltern, Lehrer und Erzieher, sowie Selbstbeurteilungsbögen (SBB) von 11-18 Jahren. Das DISYPS-KJ basiert auf den Diagnosekriterien des ICD-10 und DSM-IV.

Für unsere Studie relevant waren der Fremdbeurteilungsbogen Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (FBB-ADHS), Angststörung (FBB-ANZ), depressive Störung (FBB-DES) und Störung des Sozialverhaltens (FBB-SSV).

Der Kennwert für den jeweiligen Störungsbereich (z.B. Hyperaktivität) entsteht durch Addition der Itemwerte, geteilt durch die Anzahl der Items. Dieser Stanine-Wert (standardisierter Punktwert) ermöglicht die Interpretation des jeweiligen Störungsbereichs von unauffällig (0,00 – 0,49), leicht auffällig (0,50 – 0,99), auffällig (1,00 – 1,49) bis hin zu sehr auffällig (> 1,49).

#### **3.6.2.3.1 FBB-ADHS**

Der FBB-ADHS für Eltern und Lehrer ermöglicht eine dimensionale Diagnostik von Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität, Impulsivität, sowie der Gesamtsymptomatik ADHS (Anhang B). Dieser Fremdbeurteilungsbogen wurde zu allen Testphasen außer beim Screening ausgeteilt. Die Lehrer erhielten diesen Fragebogen zusammen mit einem Informationsblatt zur Studie (Anhang A).

Die nachfolgenden Fremdbeurteilungsbögen wurden nur bei Auffälligkeiten (T-Wert  $\geq$  67) des jeweiligen Störungsbereichs im CBCL ausgeteilt.

#### **3.6.2.3.2 FBB-ANZ**

Der Fremdbeurteilungsbogen zur Angststörung erlaubt die Diagnostik der Trennungsangst, der generalisierten Angst, der sozialen und spezifischen Phobie, sowie eine Aussage zur Gesamtskala Angststörung.

### **3.6.2.3.3 FBB-DES**

Anhand des FBB-DES ist eine Gesamtbeurteilung der depressiven Symptomatik möglich.

### **3.6.2.3.4 FBB-SSV**

Der Fremdbeurteilungsbogen zur Störung des Sozialverhaltens erlaubt eine Aussage über oppositionell-aggressives und dissozial-aggressives Verhalten, sowie eine Aussage über die Gesamtproblematik.

### **3.6.2.4 P-YMRS (Parent report version of the Young Mania Rating Scale) nach Holtmann & Goth, 2006**

Bei Vorliegen einer depressiven Symptomatik (FBB-DES auffällig) erfolgt zusätzlich ein Screening anhand des Elternfragebogens zur Diagnostik einer Manie (P-YMRS), um eine evtl. vorliegende bipolare Erkrankung auszuschließen bzw. den Verdacht zu erhärten.

Der Elternfragebogen zur Manie besteht aus insgesamt 11 Items mit jeweils 5 Antwortkategorien. Die jeweilige Einstufung muss sich dabei auf die letzten 2 Tage beziehen. Bei 4 Items (Reizbarkeit, Sprechweise, Denkinhalte, aggressives Verhalten) erfolgt die Bewertung der Aussagen von 0 bis 8. Die restlichen 7 Items (gehobene Stimmung, gesteigerte motorische Aktivität/Energie, sexuelles Interesse, Schlaf, Denken, äußere Erscheinung/Aussehen, Krankheitseinsicht) bestehen aus Punktwerten von 0 bis 4. Von einer Manie spricht man bereits ab einem Wert von 12.

Der Y-MRS ist angelehnt an die Hamilton Rating Scale for Depression (HAM-D) und wurde von Holtmann & Goth (2006) ins Deutsche übersetzt und modifiziert nach Gracious et al. (1994).

### **3.6.2.5 SDQ (Goodman, 1997)**

Der Strengths and Difficulties Questionnaire ist ein Fragebogen, der sowohl die Stärken, als auch die Schwächen bei Kindern im Alter von 4 – 16 Jahren erfasst (Anhang B). Es gibt eine Eltern- und Lehrerversion, sowie eine Selbstbeurteilungsskala für Kinder ab 11 Jahren.

Der SDQ besteht aus insgesamt 25 Items, davon 5 Skalen zu den Bereichen: Emotionale- und Verhaltensprobleme, Probleme mit Gleichaltrigen, Hyperaktivität und prosoziales Verhalten.

Die Auswertung jeder Skala erfolgt durch Addition der Rohwerte der jeweiligen 5 Items. Um den Gesamtproblemwert zu erhalten, werden die Rohwerte der vier Problemskalen

aufaddiert. Die Bewertung der einzelnen Items erfolgt durch „nicht zutreffend“ (= 0), „teilweise zutreffend“ (= 1) oder „eindeutig zutreffend“ (=2). Durch Addition der jeweiligen Items lässt sich eine Aussage darüber treffen, ob der Skalen- bzw. der Gesamtwert im Normalbereich liegt oder ob er grenzwertig bzw. auffällig ist.

Dieser Fragebogen wurde im Prätest, Post-Test 1 und Follow up Test erhoben.

### **3.6.2.6 Fragebogen für Kinder Kid-Kindl-R (Ravens-Sieberer, 2003)**

Dieser Fragebogen erfasst die subjektive Lebensqualität bei 8-11-jährigen Kindern und Jugendlichen (Anhang B). Er besteht aus insgesamt 24 Items mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten (nie, selten, manchmal, oft, immer), die 6 Bereiche der Lebensqualität einschließen: Körperliches und psychisches Wohlbefinden, Selbstwert, Befindlichkeit innerhalb der Familie, im Freundeskreis und im schulischen Bereich. Die Auswertung erfolgt über Addition der angekreuzten Items pro Skala, wobei bestimmte Items umgepolt werden. Damit erhält man den Summenscore, der geteilt durch die Anzahl der Skalenitems den Skalenwert ergibt. Der Gesamtwert zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität lässt sich bestimmen, indem alle 24 Items addiert und durch die Gesamtzahl der Items dividiert werden. Die Werte werden abschließend auf eine Skala von 0-100 übertragen. Höhere Werte stehen für eine bessere gesundheitsbezogene Lebensqualität. Der mittlere Skalenwert „Total“ gesunder Kinder im Alter von 7 – 10 Jahren beträgt  $M = 79,0$  (95% KI 78,7 – 79,3) (Ravens-Sieberer et al., 2007).

Die Kinder sollten den Fragebogen in den Phasen Prätest, Post-Test 1 und 2, sowie abschließend im Follow up-Test ausfüllen.

### **3.6.2.7 CGI-S, CGI-I (Collegium Internationale Psychiatriae Salarum, CIPS, 1981)**

Die Clinical Global Impression Scale besteht aus zwei Subskalen. Die Skala „Clinical Global Impression of Severity (CGI-S)“ erfasst die Schwere der Erkrankung (Patient ist überhaupt nicht krank bis extrem schwer krank; Zusatzkategorie: nicht beurteilbar). Die Skala „Clinical Global Impression of Improvement (CGI-I)“ misst die Zustandsänderung (Zustand ist sehr viel besser bis sehr viel schlechter). Diese Fragebögen sollten möglichst von derselben Person mit entsprechendem Fachwissen über ADHS ausgefüllt werden. In unserer Studie wurden diese Fragebögen von Kinderärzten und Psychiatern ausgefüllt.

Der CGI-S wurde einmalig im Prätest und der CGI-I in Post-Test 1 und 2, sowie Follow up-Test erhoben. Die Kinderärzte und Psychiater erhielten diesen Bogen (Anhang B) zusammen mit einem Begleitschreiben (Anhang A), dass sie über die Studie informieren sollte.

### **3.6.2.8 Fragebögen zur Kontrolle unspezifischer Wirkfaktoren**

Um unspezifische Therapieeffekte zu erfassen bzw. zu kontrollieren, gelangten folgende Fragebögen zum Einsatz:

#### **3.6.2.8.1 EFB-K (Lübke et al., 2000)**

Der Elternfragebogen zum Erziehungsverhalten – Kurzform (Anhang B) ist eine deutsche Übersetzung und Reduzierung der Parenting Scale von Arnold, O'Leary, Wolff & Acker (1993). Die Modifikation des Fragebogens erfolgte innerhalb des Triple P-Projektes an der Technischen Universität und der Christoph-Dornier-Stiftung in Braunschweig. Er untersucht das elterliche Verhalten und Strategien in der Erziehung. Der Fragebogen besteht aus insgesamt 13 Items mit einer siebenstufigen Antwortskala. Das Erziehungsverhalten umfasst die Skalen Nachsichtigkeit und Überreagieren.

Die Reliabilitäten für diese beiden Skalen (Nachsichtigkeit, Überreagieren) betragen jeweils  $\alpha = .75$  und für die Gesamtskala ergibt sich eine Reliabilität von  $\alpha = .76$ . Das Ausfüllen des Fragebogens nimmt ca. 5 Minuten in Anspruch. Die Eltern werden gebeten ihr Verhalten der letzten 2 Monate auf der siebenstufigen Skala einzuordnen. Um den Fragebogen auszuwerten, müssen zuerst die Werte der siebenstufigen Skala in die Werte 1 bis 7 transformiert werden. Dabei müssen 6 Items umgepolt werden. Danach werden die Werte jeder Skala addiert und durch die jeweilige Anzahl der Items geteilt. Man erhält so einen Skalenwert für Nachsichtigkeit und Überreagieren. Der Gesamtwert ergibt sich durch Addition aller Items dividiert durch die Gesamtzahl der Items. Die cut-off-Werte für die Skala „Nachsichtigkeit“ liegen bei einem Wert ab 3,43, für die Skala „Überreagieren“ bei einem Wert ab 4,34, sowie für die Gesamtskala bei einem Wert ab 3,59. Je höher der Wert für die einzelnen Skalen ist, umso dysfunktionaler ist das vorliegende Erziehungsverhalten. Bei einem hohen Wert auf der Skala Nachsichtigkeit, lenken die Eltern schnell ein, zeigen inkonsequentes Verhalten bei Nichteinhaltung von Grenzen und Regeln und verstärken damit das problematische Verhalten des Kindes. Eltern die häufig Überreagieren sind unverhältnismäßig oft aufgebracht und reagieren selbst in erforderlichen Situationen wenig bis gar nicht ruhig und bestimmend.

Der Elternfragebogen zum Erziehungsverhalten wurde einmalig im Screening ausgegeben. Drechsler et al. (2007) fanden heraus, dass sich unspezifische Faktoren, wie z.B.

die elterliche Unterstützung bei einem NFB-Training positiv auf das Verhalten der Kinder auswirken. Elterliche Unterstützung in der Übungsphase zu Hause korreliert mit einer Verbesserung der Aufmerksamkeit (Elternurteil FBB-HKS) und einer Verbesserung des Verhaltens (Lehrerurteil Conners). Monastra et al. (2002) fanden einen positiven Erziehungsstil als weitere Einflussvariable.

### **3.6.2.8.2 Fragebogen zur Therapieerwartung und –zufriedenheit (Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, 2004)**

Bei diesen beiden Fragebögen handelt es sich um Placebofragebögen. Der Fragebogen zur Therapieerwartung wird einmalig im Screening erhoben. Der Fragebogen zur Therapiezufriedenheit wurde in den Phasen Post-Test 1 und 2 und Follow up-Test eingesetzt. Beide Fragebögen bestehen aus insgesamt 6 Items mit einer siebenstufigen Antwortskala (keine Erwartung = 0 bis hohe Erwartung = 6; überhaupt nicht zufrieden = 0 bis sehr zufrieden = 6). Die Itemscores werden addiert. Hohe Werte gehen einher mit hoher Erwartung bzw. großer Zufriedenheit. Gibt es keinen Einfluss unspezifischer Effekte auf den Therapieerfolg, dann sollte sich kein signifikanter Unterschied, zwischen der Therapieerwartung derjenigen Eltern, deren Kinder sich verbessert haben und der Beurteilung der Eltern, deren Kinder sich nicht verbessert haben, zeigen.

Gevensleben et al. (2009) fanden keine Unterschiede zwischen der NFB- und der Kontrollgruppe bezüglich elterlicher Erwartung und Zufriedenheit. Bei Leins et al. (2007) waren die Therapieerwartung und- bewertung in der LP-Gruppe signifikant größer, als in der Theta/Beta-Gruppe. Die Zufriedenheit stieg im Verlauf des Trainings in beiden Gruppen an. Da die Eltern auch die klinische Veränderung beurteilen, lassen sich Ursache und Wirkung nicht beurteilen. Diese beiden Placebofragebögen wurden der Dissertation von Leins (2004) entnommen und gering modifiziert (Anhang B).

## **3.7 Intervention**

Grundlage beider Trainingsvarianten (LP; EMG) ist das Biofeedback. Die Kinder in beiden Gruppen sollten lernen, sich selbst zu regulieren. Das Setting und die Computer-Animation waren in beiden Gruppen identisch. Sowohl in der LP- als auch der EMG-Gruppe wurde mit dem Gerät NEURO PRAX® der Firma neuroConn trainiert.

### 3.7.1 Technische Ausstattung, Versuchsanordnung und Ablauf

#### 3.7.1.1 NEURO PRAX<sup>®</sup>

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, handelt es sich bei dem Gerät NEURO PRAX<sup>®</sup> um ein DC-EEG-Feedback-System, bestehend aus 3 Komponenten: NEURO PRAX<sup>®</sup> Therapeut, NEURO PRAX<sup>®</sup> Trainer und einem 32-kanaligen DC-EEG-Verstärker. Dieser Verstärker ermöglicht die Messung langsamer kortikaler Potentiale (LP). In allen Zentren wurde dasselbe Gerät verwendet. Alle Personen, die das Training durchführten, erhielten vorab eine Einweisung am Gerät. Die Studienleitung und alle Ansprechpartner erhielten zu Beginn der Studie einen Workshop zur Einführung am Gerät der Fa. neuroConn.



Abbildung 6: li. NEURO PRAX<sup>®</sup> Therapeut mit Themenkomplex „Patienten“, Mitte DC-EEG-Verstärker; re. NEURO PRAX<sup>®</sup> Trainer

Quelle: <http://www.designlab-weimar.de/wp-content/uploads/2011/11/eldith-Laptop-Verstaerker-und-Monitor2.png>

#### 3.7.1.2 Elektroden und deren Anordnung

Niederfrequente Signale nahe 0 Hz (DC-Signale), wie sie beim LP-Training vorliegen, entstehen nicht nur im Messobjekt selbst, sondern auch durch elektrochemische Prozesse an den Übergängen zwischen Elektrode, Elektrodenpaste und Haut. Solche Signale sind bei einer DC-Messung problematisch, da sie die eigentlichen Signale überlagern und die Messung damit unbrauchbar wird. Um die Gefahr einer Elektrodendrift zu minimieren, gilt es insbesondere beim LP-Training besondere Dinge zu beachten: Sorgfältiges Anbringen und eine gute Pflege der Elektroden, sowie die Verwendung spezieller für DC-Messungen geeigneter Materialien und Elektroden. Für beide Trainingsgruppen wurden dieselben Elektroden und Materialien verwendet (Abbildung 7). Die Messungen wurden ausschließlich mit gesinterten Silber-

Silberchloridelektroden (Ag/AgCl) durchgeführt. Einige Minuten vor Trainingsbeginn wurden die Ringelektroden in 0,9%ige Natriumchloridlösung (NaCl) eingelegt, damit elektrochemische Ausgleichsprozesse stattfinden können. Danach wurden die Ringelektroden vorsichtig mit Papiertüchern abgetupft und mit der elektrisch leitenden Elektrodenpaste Ten20® versehen. Die Ableitstellen wurden zunächst mit Alkohol und dann mit dem abrasiven Gel SkinPure, zur Reduktion der Übergangsimpedanz an der Hautoberfläche, behandelt.



Abbildung 7: *Spezielle Ringelektroden und Materialien für DC-Messung*

Quelle: [http://www.easycap.de/easycap/\\_img/content/ec40.jpg](http://www.easycap.de/easycap/_img/content/ec40.jpg)

In beiden Gruppen wurden dieselben Elektroden nach dem 10-20-System angebracht (Abbildung 8).

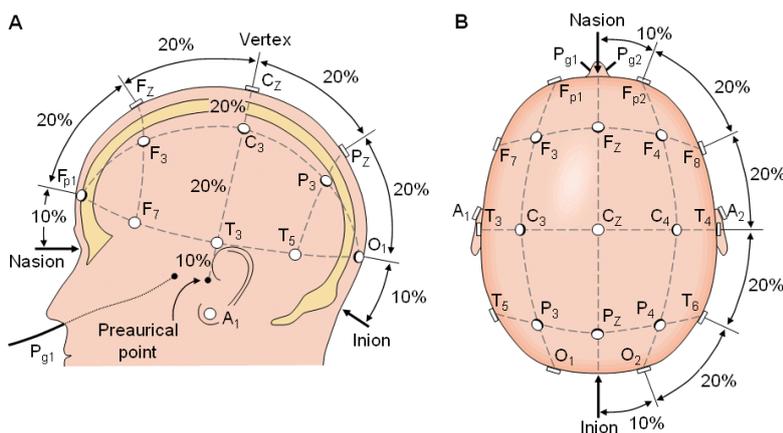


Abbildung 8: *Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10/20 System (Jasper, 1958);*

(A) *seitlich und (B) von oben*

Abkürzungen: C = central, P = parietal, F = frontal, Fp = frontal polar, O = occipital

Von allen Elektroden wurde immer zuerst die neutrale Ground Elektrode (NE) am linken Mastoid befestigt und mit dem DC-EEG-Verstärker verbunden. Das EEG wurde an Cz

(14) abgeleitet, unipolar referenziert gegen die Elektrode am rechten Mastoiden (V). Abbildung 9 zeigt wie die Position Cz, durch Mittelung der Strecke Nasion/Inion und der präaurikulären Punkte, ausgemessen wird.

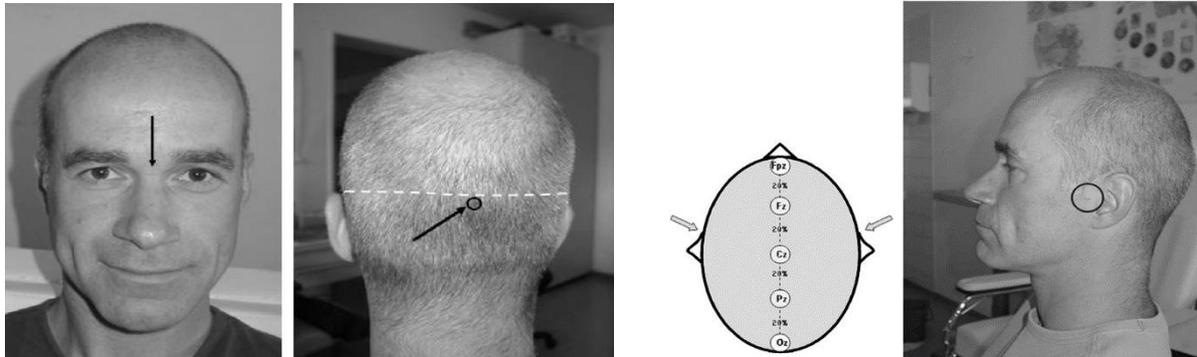


Abbildung 9: Bestimmung von Nasion und Inion

Bestimmung der präaurikulären Punkte

Quelle: Milnik, 2009

Das EMG wurde bipolar am Musculus supraspinatus rechts (Kanal A 20) und links (Kanal B 18) abgeleitet. Anhand einer bereits voreingestellten arithmetischen Verknüpfung (A/B), wurde die Differenz zwischen Kanal A und B gebildet. Die exakte Position der EMG-Elektroden ermittelt man durch aufrechtes Sitzen des Patienten, der Oberarm sollte seitlich am Körper anliegen und der Ellenbogen sollte gebeugt sein. Man tastet die Spina scapulae (Schulterblattgräte) und an ihr entlang bis etwa zwei Finger breit lateral des oberen medialen Schulterblatrandes. Das Kind wurde dann aufgefordert leicht rotierende Armbewegungen zu machen. Lateral an diesem Muskel sollten die Elektroden beidseitig angebracht werden (Abbildung 10).

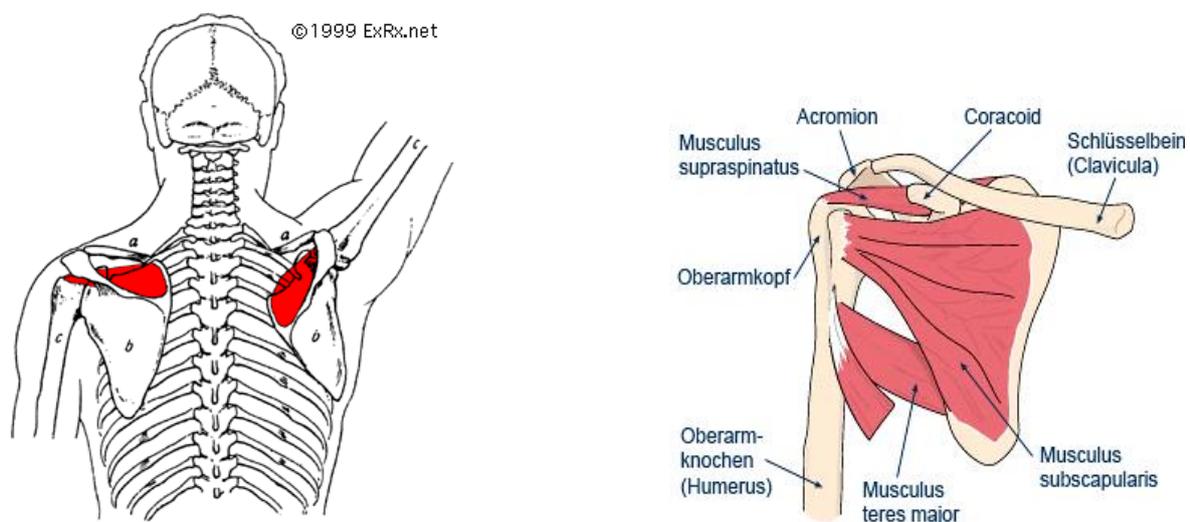


Abbildung 10: M. supraspinatus

Quelle: <http://www.exrx.net/Muscles/Supraspinatus.html>

Quelle: [http://i.onmeda.de/schulter\\_vorne.gif](http://i.onmeda.de/schulter_vorne.gif)

In beiden Trainingsvarianten (LP und EMG) war der unipolare Polygraphie-Kanal 17 (Ref. EMG) gegen Ground (NE) über einen Mehrfachverteiler miteinander verbunden. Während des EMG-Trainings wurden zusätzlich die LP erfasst. Beim Training der langsamen Potentiale war es jedoch nicht möglich, zusätzlich das EMG abzuleiten.

Abschließend wurden zur Artefaktkontrolle die vier EOG-Elektroden (VEOG I, II; HEOG I, II) befestigt. Zur Erfassung der vertikalen Augenbewegungen VEOG I wurden die Elektroden oberhalb der Augenbraue an Position I und das VEOG II unterhalb des Auges an Position II angebracht. Um die horizontalen Augenbewegungen aufzuzeichnen wurde HEOG I neben dem linken Auge auf Position III gesteckt und HEOG II neben dem rechten Auge auf Position IV befestigt (Abbildung 11).

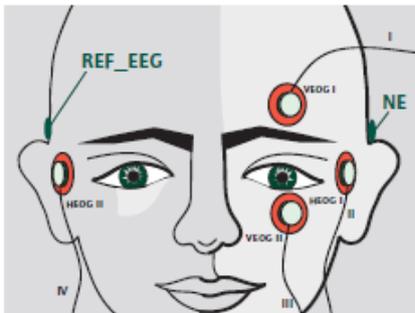


Abbildung 11: Anbringen der Elektroden für das EOG;

Quelle: eldith Neuroprax, Bedienungsanleitung, S. 27

Nach Anbringen aller Elektroden wurden deren Kabel verdreht und an Hemd oder Shirt mit Leukoplast befestigt, so dass das Kind noch einen kleinen Bewegungsspielraum hatte, ohne dass die Elektroden abfallen konnten. Zur Reduktion der Elektrodendrift wurde dann noch ca. 5 Minuten gewartet, bis mit dem Training begonnen wurde.

Die Ableitung beim LP- und EMG-Training (Sitzung 1 – 24; FU-Test Sitzung 1 + 2) erfolgte jeweils mit 9 Ringelektroden. Die Probesitzung im Prätest, die letzte Sitzung in der Trainingsphase und die letzte Trainingssitzung im Follow up-Test erfolgten jeweils mit 19 Elektroden und der Elektrodenhaube EasyCap, sowie den 4 Elektroden für VEOG und HEOG, da im Anschluss an das Training neurophysiologische Messungen durchgeführt wurden.

### 3.7.1.3 Feedback-Kreislauf

Wie aus Abbildung 12 zu erkennen ist, ist der Patient über die Elektroden mit dem DC-EEG-Verstärker verbunden. Dieser zeichnet das EEG und EMG auf und leitet es an das System Therapeut weiter. Der NEURO PRAX ® Therapeut wertet die Gehirnströme in Echtzeit, mit

einer Abtastrate wählbar von 32 bis zu 4.096 Messungen/Sekunde, aus. Er steuert den NEURO PRAX ® Trainer und gibt sofort Rückmeldung in visueller (Kugelfisch, Flugzeug, U-Boot, Mond) Form (Feedbackblock) über den Trainingserfolg. Im Transferblock entfällt die visuelle Rückmeldung. Wurde eine Aufgabe erfolgreich gemeistert, erscheint, auch im Transferblock, eine Sonne, die als Belohnung fungiert.

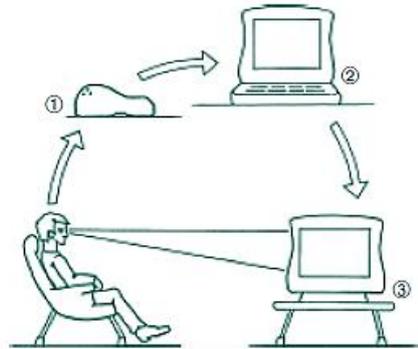


Abbildung 12: Feedback-Kreislauf: 1. DC-EEG-Verstärker, 2. NEURO PRAX ® Therapeut, 3. NEURO PRAX ® Trainer; Quelle: eldith Neuroprax Bedienungsanleitung, S. 7

### 3.7.2 Biofeedback

#### 3.7.2.1 Trainingsablauf

Insgesamt sollten beide Gruppen 25 Trainingssitzungen absolvieren, für deren Durchführung 3 Monate eingeplant waren. 6 Monate nach Trainingsende erfolgten 3 weitere Sitzungen (Abbildung 13).

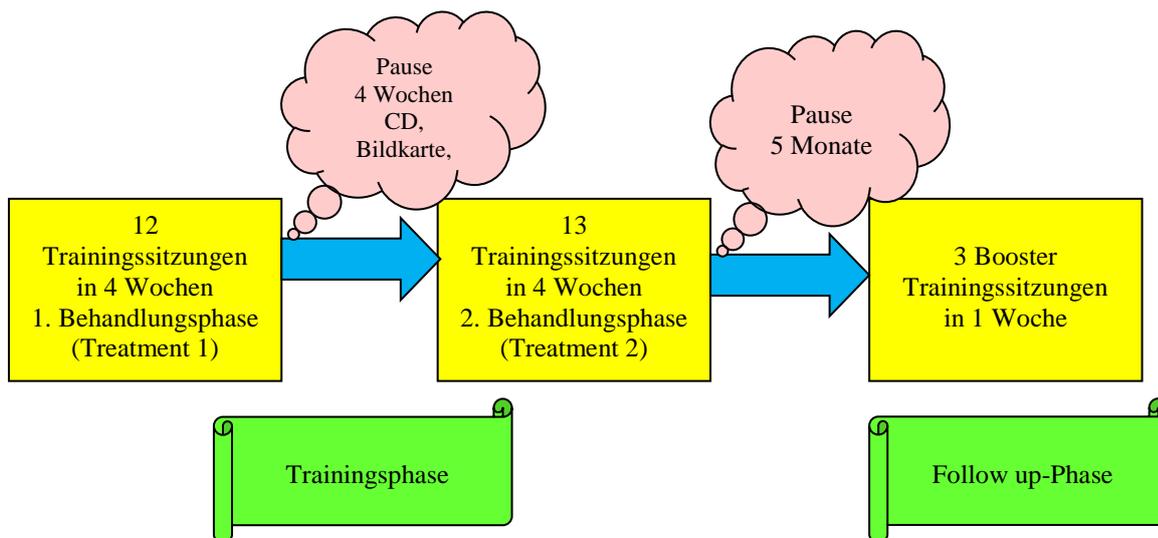


Abbildung 13: Zeitlicher Überblick über die stattgefundenen Trainingssitzungen

Die Kinder beider Gruppen sollten 2 – 3mal pro Woche für jeweils ca. 1 h trainieren. Nach den ersten 12 Sitzungen fand eine Pause von 4 Wochen statt. Zum einen sollte die Motivation der Kinder aufrechterhalten bleiben und zum anderen sollten die Kinder nach den ersten 12 Sitzungen verstärkt den Transfer üben.

Sie bekamen für die Trainingspause eine Übungs-CD und eine Bildkarte ihres Feedbackobjekts vom Training, sowie den Detektivbogen (Anhang C) zum Üben mit. Auf der Trainings-CD war ein kompletter Transferdurchgang (Abbildung 14) bestehend aus insgesamt 40 Übungen mit jeweils 20 Aufforderungen nach ▲ und nach ▼. Mit der CD sollte 1mal täglich trainiert werden. Insgesamt durften die Kinder 3mal täglich in 3 zuvor auf dem Detektivbogen festgelegten Situationen üben. Jedes Üben wurde belohnt. Für jedes Mal durfte das Kind ein Kreuz auf dem Detektivbogen (Anhang C) machen. Die Kreuze wurden dann auf eine Belohnungskarte (Anhang C) übertragen, die das Kind dann gegen eine entsprechende Belohnung eintauschen konnte.

Nach der Pause fanden dann die letzten 13 Trainingssitzungen statt. Ab der 16. Trainingssitzung bis zur Schlussitzung sollten die Kinder beider Gruppen zusätzlich zum Training Hausaufgaben mitbringen. Die Kinder wurden vom Trainer angewiesen, vor Beginn der Hausaufgaben oder einer vom Trainer bereitgestellten Übung, in der Vorstellung wie im Training das Objekt etwa 5-10-mal nach oben zu bewegen.

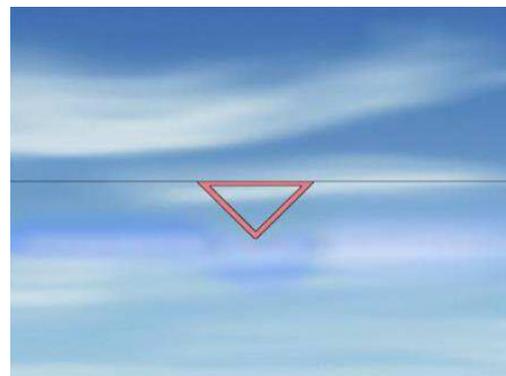


Abbildung 14:

*Transferdurchgang Aufforderung nach oben*

*Hintergrund Mond Himmel*

*Transferdurchgang Aufforderung nach unten*

*Hintergrund Flugzeug Himmel*

(mit freundlicher Genehmigung der Firma neuroConn)

Sie wurden weiter instruiert, diese Strategie zukünftig immer dann einzusetzen, wenn sie Hausaufgaben machten, in der Schule bei Klassenarbeiten, bei Müdigkeit oder nachlassender Konzentration. Kurzum, immer dann, wenn sie besonders aufmerksam sein sollten.

Ein halbes Jahr nach Trainingsende wurden 3 Booster-Trainingssitzungen durchgeführt.

### 3.7.2.2 Trainingssitzung

Jede Trainingssitzung bestand aus insgesamt 4 Blöcken á 40 Trials. Davon 3 Feedbackblöcke (Block 1, 2 und 4) und 1 Transferblock (Block 3). Ein Block dauerte ca. 8 Minuten. Trials bei denen es Artefakte gab, wurden wiederholt. Jeder Trial setzte sich zusammen aus der Baseline-Phase (2 s), einer aktiven Phase (8 s), bestehend aus einem Feedback (visuelle Rückmeldung) - oder Transferblock (keine visuelle Rückmeldung) mit den Aufgaben Negativierung (Dreieck zeigt nach ▲) oder Positivierung (Dreieck zeigt nach ▼) und der anschließenden Verstärkung in Form einer Sonne (2 s), wenn der Trial erfolgreich war (Abbildung 15). Im Falle eines Transferblocks war dies zugleich, das einzige, wenn auch verzögerte Feedback, das die Kinder erhielten. Als erfolgreich wurde ein Trial dann gewertet, wenn in der zweiten Hälfte des Trials die auf null gesetzte Baseline für mindestens 2 Sekunden überschritten bzw. unterschritten wurde.

In dieser Studie wurde eine Trialdauer von 8 s gewählt. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass es Probanden möglich ist bei einer Trialdauer von 6 – 10 Sekunden, die Kontrolle über die langsamen kortikalen Potentiale zu erlernen (Birbaumer et al., 1995; Birbaumer et al., 1994; Birbaumer et al., 1990).

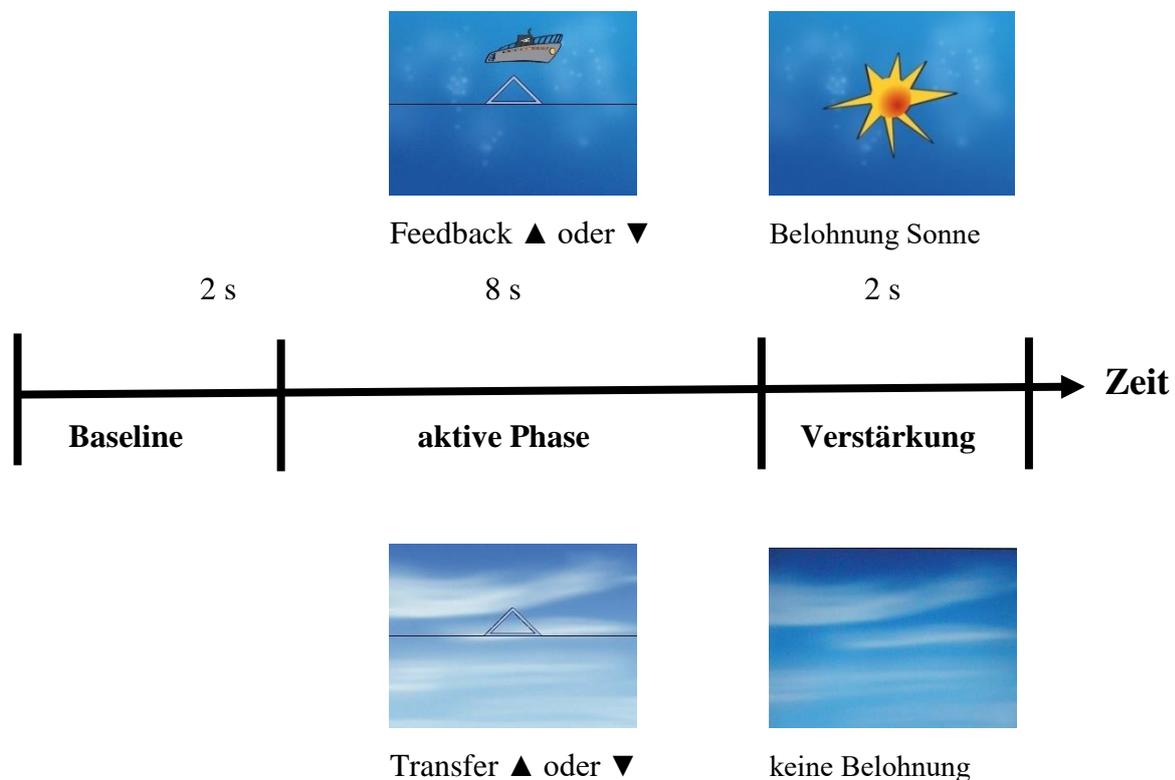


Abbildung 15: Ablauf eines Trials (mit freundlicher Genehmigung der Firma neuroConn)

### 3.7.2.3 Setting

Das Setting war für beide Gruppen identisch. Es standen ein bis zwei Räume, je nach Zentrum, zur Verfügung. Jedes Kind sollte, wenn möglich mit verschiedenen Therapeuten und bei Vorhandensein von zwei Therapieräumen in beiden trainieren D.h. konkret entweder waren Kind und Trainer in einem Raum gemeinsam anwesend (Abbildung 16) oder das Kind trainierte allein in einem Raum und der Trainer beobachtete das Kind über die Videokamera im Raum nebenan (Abbildung 17). Kommuniziert wurde dann über eine Gegensprechanlage. Auf den Trainingsprotokollen (Anhang C) wurde notiert, ob das Kind das Training alleine absolvierte und in welchem Raum das Kind trainierte. Ein Schild bitte nicht stören vor der Türe, sorgte während des Trainings für einen störungsfreien Ablauf. Die Kinder saßen entspannt ca. 1 - 1,5 m vom Bildschirm entfernt in einem bequemen Behandlungsstuhl.



Abbildung 16: Trainingsraum Kind mit Trainer



Abbildung 17: Trainingsraum Kind allein



Nebenraum Trainer beobachtet Kind über Monitor

### 3.7.2.4 Aufgaben und Instruktion

Die Kinder in beiden Gruppen sollten lernen sich selbst zu regulieren. In der LP-Gruppe ging es darum mit Hilfe von Trial und Error das Aktivierungsniveau zu steigern (Negativierung) oder zu hemmen (Positivierung). Die Kinder der EMG-Gruppe sollten lernen einen bestimmten Muskel (M. supraspinatus) der linken Körperhälfte anzuspannen und auf der rechten

Körperhälfte zu entspannen. Je nach Gruppenzugehörigkeit erhielten die Kinder spezifische Instruktionen (Anhang C), ohne ihnen jedoch explizit die Gruppenzugehörigkeit mitzuteilen. Den Kindern der LP-Gruppe wurde vorgeschlagen, sich Bilder vorzustellen oder an etwas Aufregendes oder Langweiliges zu denken. Sie sollten so durch Versuch und Irrtum herausfinden, wie sie das Feedbackobjekt nach oben oder unten bewegen konnten. Die Kinder der EMG-Gruppe wurden instruiert, einen bestimmten Muskelbereich anzuspannen und/oder zu entspannen und so das Feedbackobjekt zu steuern.

In beiden Gruppen waren die Computer-Animationen identisch. Die Kinder konnten als Feedbackobjekt zwischen einem Kugelfisch, einem Mond, einem Flugzeug und einem U-Boot wählen. Bei Aufforderung das Feedbackobjekt nach oben zu bewegen ▲ hatten die Kinder der LP-Gruppe die Aufgabe ihr Aktivierungsniveau zu steigern (Negativierung), während die EMG-Kinder die Aufgabe hatten ihren M. supraspinatus re. anzuspannen und gleichzeitig den M. supraspinatus li. zu entspannen (Abbildung 18).

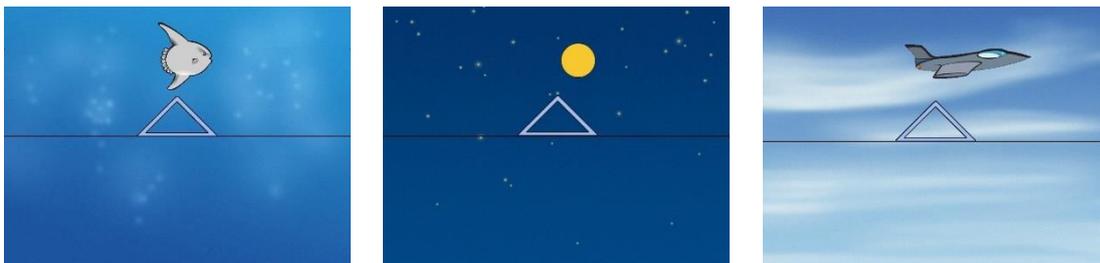


Abbildung 18: *Feedbackdurchgang*

*LP-Gruppe: Negativierung mögliche Strategie z.B. Tor schießen*

*EMG-Gruppe: Strategie M. supraspinatus re. anspannen und li. entspannen*

(mit freundlicher Genehmigung der Firma neuroConn)

Bei Aufforderung das Objekt nach unten zu bewegen ▼, sollten die LP-Kinder lernen ihr Aktivierungsniveau zu verringern. Die Aufgabe der EMG-Kinder bei Aufforderung ▼ war es gleichzeitig den M. supraspinatus links anzuspannen und den M. supraspinatus rechts zu entspannen. Es wurde bewusst eine simultan entgegengesetzte Handlung dieses Muskels links und rechts gewählt, da die Aufgaben Anspannung/Entspannung im Vergleich zu dem Schwierigkeitsgrad des LP-Trainings zu einfach gewesen wäre.

Während der ersten 12 Sitzungen wurden sowohl die Positivierungs- und Negativierungsbedingung, als auch An- und Entspannung des M. supraspinatus li. und re. gleichverteilt (50:50%) geübt. Die letzten 13 Sitzungen der LP-Gruppe bestanden aus 20% Positivierungs- und 80% Negativierungsaufgaben. D.h. die Negativierungsbedingung wurde verstärkt geübt. Auch die Gruppe der EMG-Kinder haben in den letzten 13 Sitzungen verstärkt

geübt das Objekt nach oben (80%) zu bewegen, also den M. supraspinatus re. anzuspannen und den M. supraspinatus li. zu entspannen und nur 20% der Aufgaben eines Blocks bestanden darin, das Objekt nach unten zu bewegen. Diese prozentuale Aufgabenverteilung galt sowohl für die Feedback-, als auch die Transferblöcke, die Abfolge war randomisiert. Von Anfang an trainierten die Kinder auch den Transfer. Die Kinder sollten so früh als möglich üben, sich selbst zu regulieren, ohne Rückmeldung. Damit sollte den Kindern der Übergang in den Alltag erleichtert werden, in dem sie auch kein Feedback über ihre Körperfunktionen erhalten.

### **3.7.2.5 Exemplarischer Ablauf einer Trainingssitzung**

Die Kinder erhielten vorab Informationen über Inhalt, Ablauf und Zweck der Trainingssitzungen und der Untersuchungen. Die erste Trainingssitzung diente der Kontaktaufnahme und dem Beziehungsaufbau von Kind und Trainer. Das Kind sollte außerdem das Gerät kennenlernen und evtl. bestehende Ängste abbauen. Zu Beginn einer jeden Sitzung musste jedes Kind vorab einen Motivationsfragebogen (Anhang C) ausfüllen und darauf angeben wie viel Lust es auf das heutige Training hat. Dann wurde das Kind je nach Gruppenzugehörigkeit instruiert, was es zu tun hatte.

Anschließend wurden die Elektroden in beiden Gruppen identisch angebracht und mit dem Verstärker verbunden. Danach wurde eine Impedanzkontrolle am NEURO PRAX ® durchgeführt. Bei schlechter Impedanz wurde der Elektrodensitz der entsprechenden Elektroden überprüft und evtl. noch einmal neu angebracht. Daraufhin wurden letzte Einstellungen am Gerät vorgenommen. Um Fehlerquellen zu minimieren, waren bereits für beide Trainingsvarianten entsprechende Feedback-Protokolle (LP = FB-Y40; EMG = FB-X40) voreingestellt, so dass nur noch die Eingabe ganz weniger Features möglich und auch nötig war wie z.B. die prozentuale Häufigkeit der Aufgabenverteilung (50:50 oder 80:20), Feedback- oder Transferdurchgang und das Feedbackobjekt. Voreingestellt waren bereits das diskontinuierliche Feedback (vor jedem Trial wird eine Baseline als Ausgangspunkt für das Feedback erhoben), die Trialanzahl (40) und Trialdauer (8 s), die Auflösung des Amplitudenbereichs (80  $\mu$ V), die Einstellung des Medianfilters und die Abtastrate von 512 samples pro Sekunde (sps), die einem Frequenzbereich von 0 – 150 Hertz (Hz) entspricht. Zusätzlich wurde eine Online-Artefaktkontrolle beim LP-Training aktiviert. Bei der Artefaktkontrolle aktiv I handelt es sich um eine Artefakt-Korrektur, bei der Signaländerungen, die einen Schwellenwert von 200  $\mu$ V überschreiten eliminiert werden. Dies kann z.B. durch Bewegungen des Patienten oder der Kabel entstehen. Aktiv II umfasst die Korrektur von

Augenbewegungen. Bei den Augenartefakten handelt es sich um eine Hauptfehlerquelle bei der EEG-Messung. Bewegungen der Augen bewirken eine Veränderung der Ionenkonzentration und damit eine Veränderung des elektrischen Feldes auf der Schädeloberfläche. Damit diese Augenartefakte online korrigiert werden können, muss zuvor eine Kalibrierung der horizontalen und vertikalen Augenbewegungen und dem Augenzwinkern erfolgen. Dazu wurde ein spezieller Algorithmus vom Hersteller entwickelt. In Abbildung 19 kann man erkennen, dass sich bei aktiver Artefaktkontrolle (Augenkorrektur) die vertikalen Augenbewegungen nicht im EEG auswirken.

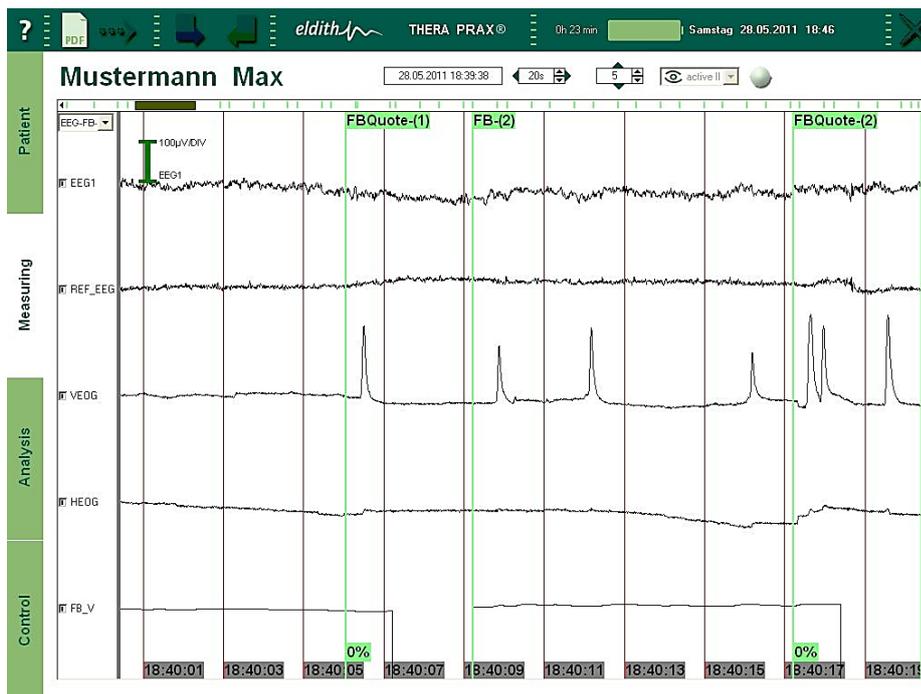


Abbildung 19: Messung eines Feedbacktrials mit Artefaktkontrolle aktiv III (mit freundlicher Genehmigung der Firma neuroConn)

In beiden Gruppen wurde kalibriert, jedoch nur in der LP-Gruppe wurde die Artefaktkontrolle aktiv III (Kombination aus aktiv I und II) eingestellt. Jedes Kind durfte sein Feedback-Objekt selbst auswählen. Vor Beginn des ersten Durchgangs wurde nochmal geklärt, ob evtl. Fragen bestehen und diese dann geklärt. Nach jedem Durchgang gab es eine kurze Pause, die der Trainer zur Rückmeldung und Optimierung des Trainingsverlaufs nutzen konnte und das Kind seinen Sticker auf die Belohnungskarte aufkleben durfte. Nach Trainingsende wurden die Elektroden abgenommen und gereinigt. Der Trainer gab dann nochmal eine Rückmeldung über den gesamten Trainingsverlauf. Ab der 16. Sitzung fanden nach dem Training zusätzlich Transferübungen statt. Das Kind durfte seinen letzten Sticker kleben und

bei voller Belohnungskarte gegen ein Geschenk aus der Belohnungskiste eintauschen. Abschließend wurde ein neuer Termin vereinbart bzw. das Kind an den nächsten Termin erinnert.

### 3.7.3 Belohnungssystem

Neben der intrinsischen Verstärkung durch das Feedback-Signal, wurden zusätzlich extrinsische Verstärker wie z.B. das Lob des Trainers bei einem erfolgreichen Trial, sowie die Verstärkung in Form der Sonne durch das Programm eingesetzt. Des Weiteren konnten die Kinder in jeder Phase der Studie, also auch in der Trainingsphase Belohnungspunkte sammeln, die sie dann gegen ein kleines Geschenk aus der Belohnungskiste oder einen Gutschein eintauschen konnten. Die Kinder erhielten Belohnungspunkte in Form von Stickern. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Punktevergabe.

Tabelle 6: Punktevergabe in der Studie

Testphase	Art der Untersuchung	Mögliche Punkte
<b>Prätest</b>	QEEG, ERN, CPT	12
<b>Training</b>	pro Trainingsdurchgang	jeweils 1
	Detektivbogen	jedes Kreuz 1 Punkt
	fürs Kommen 1-12	1 pro Woche
	fürs Kommen 13-15	2 pro Woche
	fürs Kommen 16-25	3 pro Woche
<b>Post-Test 1</b>	fürs Kommen (TAP + Fragebögen)	3
<b>Post-Test 2</b>	QEEG, ERN, CPT	12
	fürs Kommen	4
<b>Follow up-Test</b>	QEEG, ERN, CPT	12
	Booster-Session pro Durchgang	jeweils 1
	fürs Kommen	4 pro Woche

Anfangs gab es verschiedene Aufkleber (z.B. Comics, Prinzessin, Fußball) für die Kinder zur Auswahl. Gegen Mitte der Studie bekamen die Kinder ihr Feedback-Objekt als Sticker zum Aufkleben auf eine Belohnungskarte, bestehend aus 12 Feldern. Pro Training konnten die Kinder vier Sticker erwerben. Zusätzlich wurde das regelmäßige Kommen des Kindes belohnt. Je fortgeschrittener die Studienphase, umso mehr Punkte erhielten die Kinder für das regelmäßige Kommen.

Für jeden Punkt erhielten die Kinder einen Sticker für ihre Belohnungskarte. War die Karte mit 12 Stickern voll, durften die Kinder sich etwas aus der Belohnungskiste (Abbildung 20) aussuchen oder auf einen 10 Euro Gutschein (für Bücher, CD's, Spielzeug) sparen, den sie für 4 volle Karten eintauschen konnten. Die Kinder durften immer selbst entscheiden, ob sie ihre volle Karte einlösen oder auf einen Gutschein sparen.



Abbildung 20: *Belohnungskiste*



*Inhalt der Belohnungskiste*

Die Belohnung direkt nach einem erfolgreichen Trial durch die Software (Sonne), durch den Trainer (Lob), sowie das Belohnungssystem mit den Stickern soll nach dem Prinzip der operanten Konditionierung das Verhalten im Training positiv verstärken und seine Auftretenswahrscheinlichkeit erhöhen. Wichtig dabei ist, dass die Verstärker auch vom jeweiligen Kind als positiv erlebt werden. Es gab vereinzelt Kinder, die aus verschiedenen Gründen den Inhalt der Kiste nicht als belohnend empfanden. Hier musste nach anderen Verstärkern (z.B. Ausflüge, Spielzeit mit den Eltern, Geld, usw.) gesucht werden. ADHS-Kinder haben häufig Schwierigkeiten mit dem Belohnungsaufschub, d.h. die Belohnung sollte möglichst unmittelbar auf das gewünschte positive Verhalten erfolgen. Dies wurde bei der Gestaltung des Belohnungssystems berücksichtigt. Auch wenn die Kinder mal keine Lust hatten, strengten sie sich meistens doch an, da sie unbedingt in die Belohnungskiste greifen wollten. Manche Kinder hatten weniger Probleme mit dem Belohnungsaufschub und sparten ihre Belohnungskarten für die Erfüllung eines bestimmten Ziels an.

### **3.8 Datenaufbereitung und Statistische Verfahren**

Das Datenmanagementsystem des IZKS erstellte für diese Studie eine Studiendatenbank RDE (remote data entry), auf die über das Internet (e-CRF) durch

autorisierte Personen eines jeden Prüfzentrums zugegriffen werden konnte. Die Datenbank besaß aus Sicherheitsgründen ein zweistufiges Anmeldeverfahren. Die Datenbank verfügte zudem über einen Audit-Trail, d.h. eine Funktion die jeden Eintrag des jeweils angemeldeten Benutzers mit Uhrzeit und Datum aufzeichnete, da jede Änderung der Daten dokumentiert werden musste. Die Dateneingabe erfolgte, wenn möglich zeitnah zu den Untersuchungen (1-mal pro Woche) durch vor Ort autorisierte Personen der Studie (z.B. Doktoranden oder Forschungspraktikanten am jeweiligen Prüfzentrum). Jede Dateneingabe wurde von einer weiteren Person, die an der Studie mitwirkte, auf ihre Korrektheit hin überprüft. Eine zusätzliche Überprüfung der Daten auf Protokollkonformität und status quo, erfolgte durch das regelmäßige Monitoring des IZKS am jeweiligen Prüfzentrum.

In die statistische Auswertung einbezogen wurde die modifizierte Intention to treat Population (mITT), d.h. alle randomisierten Patienten (ITT), außer diejenigen, für die es zum Zeitpunkt der Randomisierung offensichtlich war, dass keine Studienteilnahme stattfindet.

Die Primäranalyse FBB-ADHS Elternurteil erfolgte an der mITT-Population. Die PP-Population umfasst alle prüfplankonformen Patienten, d.h. alle Patienten der mITT-Population, ohne schwerwiegende Protokollverletzungen (diese beinhalten: Verletzung der Ein- und/oder Ausschlusskriterien, große Abweichungen vom Studienplan, schlechte Compliance während der Feedbacksitzungen). Die PP-Population beschreibt den Effekt unter Ideal-Bedingungen, während die ITT bzw. mITT Population den Effekt unter Praxis-Bedingungen darstellt. Die Sensitivitätsanalyse FBB-ADHS Elternurteil wurde an der PP-Population, als sekundäre Analyse des primären Endpunkts, durchgeführt. Analog dazu erfolgte die Auswertung des Lehrerurteils im FBB-ADHS sowohl an der mITT, als auch an der PP-Population. Die Analyse der sekundären Parameter CGI, TAP, SDQ, CPM, Kindl-R, CBCL und Wiederaufnahme der ADHS-Medikation wurden ausschließlich an der mITT-Population durchgeführt. Die Safety-Population umfasst alle Patienten, die an mindestens einer FB-Sitzung teilgenommen haben. Die Analyse der unerwünschten Ereignisse erfolgte an der Safety-Population.

Fehlende Werte im FBB-ADHS wurden nach dem Baseline Observation Carried Forward-Prinzip (BOCF) ersetzt, d.h. existierte zum Zeitpunkt Post-Test 2 kein Gesamtwert des FBB-ADHS, dann wurde dieser durch den FBB-ADHS Gesamtwert des Prätests ersetzt, so dass der primäre Endpunkt (Veränderung im FBB-ADHS zum Zeitpunkt Post-Test 2) den Wert 0 annahm. Maximal 10% fehlende Werte (= 2 Items) wurden beim FBB-ADHS akzeptiert, ansonsten galt dieser Fragebogen als nicht auswertbar. Ausreißer wurden nicht modifiziert oder von einzelnen Analysen ausgeschlossen.

Die Auswertung der Daten erfolgte nach Abschluss der Studie mit der Software SAS 9.2 (statistical analysis system Version 9.2) durch das IZKS in Mainz.

Gemäß dem statistischen Analyseplan wurde in die Primäranalyse das Elternurteil im FBB-ADHS Gesamtwert und in die Sekundäranalyse das Lehrerurteil im FBB-ADHS Gesamtwert, die Subskalen im FBB-ADHS Eltern- und Lehrerurteil, sowie alle weiteren Fragebögen und Testmaße (Veränderungen in Aufmerksamkeitstests, der Intelligenz, der klinischen Beurteilung des Schweregrades der Erkrankung, der Lebensqualität des Kindes und der Medikamenteneinnahme) eingeschlossen. Für die Primäranalyse wurde eine Kovarianzanalyse (ANCOVA) durchgeführt unter Einbezug der Kovariaten „Baseline FBB-ADHS Punktzahl“, „Behandlung“, „Geschlecht“, „Prüfzentrum“, „Baseline ADHS-Medikamente“ (ja/nein), „Erziehungsstil“ (Mittelwert), „Erwartungen der Eltern“ (Mittelwert). Diese Analyse wurde als Sensitivitätsanalyse für die PP-Population wiederholt. Analog dazu erfolgte als Sekundäranalyse die Auswertung des „FBB-ADHS“ Lehrer-Ratings. Weitere Maße der Sekundäranalyse beinhalten binäre Variablen und Werte aus standardisierten Fragebögen (TAP PR<25, PR 25-75, PR>75; CPM Kategorien überragend intellektuell, deutlich überdurchschnittlich intellektuell, durchschnittlich intellektuell und deutlich unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit; SDQ Kategorien auffällig, grenzwertig, normal, CGI-I Responder vs. Non-Responder, Therapiezufriedenheit Rating 0-6, 0 = überhaupt nicht zufrieden, 6 = sehr zufrieden). Die Berechnung der binären Variablen erfolgte anhand absoluter und relativer Häufigkeiten mit einem 95% Konfidenzintervall. Die Analyse der Differenzen zwischen den Behandlungsgruppen erfolgte mit logistischen Regressionsmodellen. Alle stetigen Variablen (FBB-ADHS Mittelwert der Skalen, TAP-T-Werte der Testmaße, Kindl-R-Summenscore, CPM Mittelwert PR, SDQ Mittelwert Rohwert, Therapiezufriedenheit Mittelwert Rohwert) wurden anhand der Parameter N (Anzahl der Beobachtungen), Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, unteres Quartil, Median, oberes Quartil, Maximum und fehlender Werte dargestellt. Unter Annahme der Normalverteilung der Werte, erfolgte die Analyse zwischen den Behandlungsgruppen, unter Verwendung derselben Prädiktoren, wie in der Primäranalyse, anhand einer ANCOVA bzw. eines t-Tests. Einbezogen wurden zum großen Teil auch Variablen, die keine Intervallskala aufwiesen. „In diesem Zusammenhang kann auf Simulationsstudien verwiesen werden, die zu dem Schluss kamen, dass auch Daten, die mit Skalen erhoben wurden, die nicht dieselben Intervallbreiten aufweisen, die statistische Entscheidung eines t-Tests von der Skalenqualität unbeeinflusst bleibt (Bortz 1995, S. 168).“ Im Grunde genommen ist die Entscheidung für einen t-Test in einem solchen Fall, durch Verlust

an Power, konservativ. Waren die Voraussetzungen zur Durchführung einer ANCOVA nicht erfüllt, wurden angemessene nicht-parametrische Verfahren (Wilcoxon Test, McNemar Test) in der Analyse verwendet, wodurch die Interpretation der Behandlungsdifferenz jedoch erschwert wird.

Für alle Subgruppenanalysen wird das Modell der Primäranalyse, um die Subgruppe (sofern diese noch nicht im Modell berücksichtigt wurde) und den Interaktionseffekt zwischen der Subgruppe und der Behandlung erweitert.

Alle Analysen werden im Ergebnisteil noch einmal spezifiziert aufgeführt. Die Analysen wurden mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0.05$  durchgeführt. P-Werte der Sekundäranalyse wurden als explorativ betrachtet und dementsprechend interpretiert. Für Haupteffekte wurde die Effektgrößen nach *Cohens d* berechnet. Die Effektstärkenberechnung der Primäranalyse bezieht sich auf die mITT-Population. Die Varianzen wurden anhand der Baseline FBB-ADHS-Werte ermittelt. Die Effektstärke wurde nach der folgenden Formel berechnet:

$$\frac{\text{Mittelwert der intraindividuellen Prä- Post-Differenzen Neuro-/EMG-Feedback}}{\text{Standardabweichung aller Prä-Messungen (NFB + EMG-FB)}}$$

Durch das BOCF-Prinzip ist die Schätzung der Effektstärke vermutlich verzerrt. Nach Cohen ergibt sich für  $d = 0.2$  ein kleiner Effekt, für  $d = 0.5$  ein mittlerer Effekt und für  $d = 0.8$  ein starker Effekt.



## 4. Ergebnisse <sup>2</sup>

### 4.1 Analysepopulation

Die Analysepopulation setzt sich zusammen aus der mITT, der PP und der Safety-Population. Die Primäranalyse erfolgte für die mITT und die Sensitivitätsanalyse für die PP-Population. Der mITT-Population gehören insgesamt 144 Kinder an, davon 69 Kinder der Biofeedback-Gruppe und 75 Kinder der Neurofeedback-Gruppe. Abzüglich der schwerwiegenden Protokollverletzungen in beiden Gruppen setzt sich die PP-Population schließlich aus 40 Kindern (57,97%) der EMG-FB-Gruppe und 44 Kindern (58,67%) der NFB-Gruppe, also insgesamt 84 Kindern zusammen. Die Safety Population besteht aus 68 Kindern (98,55%) der EMG-FB- und 72 Kindern (96%) der NFB-Gruppe, also insgesamt 140 Kindern (Abbildung 21).

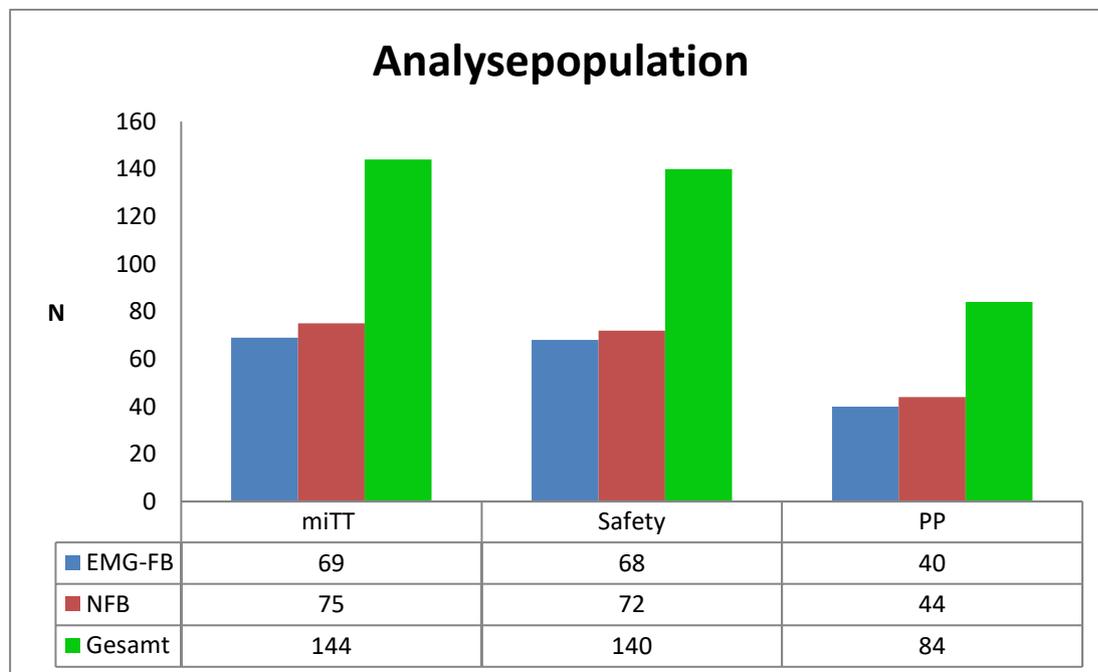


Abbildung 21: Analysepopulation

Quelle: Statistischer Bericht der klinischen Studie Neurofeedback (SBNFB), 2013

### 4.2 Beschreibung der Population

Die mITT-Population setzt sich zusammen aus 25 Mädchen und 119 Jungen mit einem mittleren Alter von 8,59 Jahren ( $SD = 0.90$ ) und einem identischen durchschnittlichem IQ-Wert in beiden Gruppen (Tabelle 7). Hinsichtlich der FBB-ADHS Gesamtwerte waren beide

<sup>2</sup> Ein Teil dieser Ergebnisse ist publiziert in: Strehl et al. (2017)

Gruppen sehr auffällig. 50 – 60% der Kinder waren hinsichtlich aggressiver (FBB-SSV), depressiver (FBB-DES) und ängstlicher (FBB-ANZ) Symptomatik leicht auffällig.

Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Ausgangsvariablen beider Gruppen in der mITT-Population

	Neurofeedback	EMG-Feedback
<b>Alter (in Jahren)</b>	8.6 (0.92)	8.57 (0.88)
<b>Weiblich</b>	14 (18,67%)	11 (15,94%)
<b>Männlich</b>	61 (81,33%)	58 (84,06%)
<b>CPM Prozentrang Prätest</b>	63.4 (28.0)	65.5 (25.7)
<b>äquivalenter IQ-Wert</b>	105	106
<b>FBB-ADHS Gesamtwert Prätest</b>	<b>1.842 (0.448)</b>	<b>1.782 (0.471)</b>
<b>FBB-SSV Gesamtwert Prätest</b>	<b>0.718 (0.282)</b>	<b>0.808 (0.360)</b>
<b>FBB-DES Gesamtwert Prätest</b>	<b>0.613 (0.319)</b>	<b>0.604 (0.278)</b>
<b>FBB-ANZ Gesamtwert Prätest</b>	<b>0.662 (0.274)</b>	<b>0.760 (0.469)</b>
<b>CBCL T-Wert Gesamt Prätest</b>	<b>63.6 (8.4)</b>	<b>63.2 (7.8)</b>
<b>Externalisierende Probleme</b>	<b>66.3 (9.4)</b>	<b>64.8 (9.4)</b>
<b>Internalisierende Probleme</b>	62.2 (9.5)	62.4 (9.3)
<b>SDQ Rohwert Gesamt Eltern Prätest</b>	<b>17.6 (6.0)</b>	<b>17.7 (5.5)</b>
<b>SDQ Rohwert Gesamt Lehrer Prätest</b>	13.3 (6.7)	12.4 (8.0)
<b>Begleitende ADHS-Medikation Behandlung</b>	34 (45%)	28 (41%)
<b>Kindl-R Prätest</b>	<b>67.5 (8.9)</b>	<b>68.6 (9.6)</b>
<b>Erwartungen an die Therapie Gesamt Prätest</b>	4.2 (1.0)	3.8 (1.0)
<b>EFB-K Erziehungsstil</b>	2.98 (0.75)	2.94 (0.86)

Anmerkungen: Auffällige Werte sind fett gedruckt

Im Hinblick auf die komorbide Symptomatik ergaben sich im CBCL in beiden Gruppen bezogen auf die Gesamtwerte und die externalisierenden Probleme mit einem T-Wert  $\geq 63$  auffällige Werte und hinsichtlich der internalisierenden Probleme unauffällige Werte. Im SDQ Gesamtwert der Eltern ergab die Auswertung in beiden Gruppen auffällige Werte (Rohwert  $\geq 16$ ), dagegen waren die Kinder beider Gruppen nach Ansicht der Lehrer im Gesamtrohwert nur grenzwertig auffällig (Rohwert 12 – 15). ADHS-Medikamente nahmen 69 (47,92%) Kinder zum Zeitpunkt des Screenings ein, davon 32 (46,38%) Kinder der EMG-FB-Gruppe und 37 (49,33%) Kinder der NFB-Gruppe. Während der Behandlungsphase waren es noch 28 Kinder in der EMG-FB-Gruppe und 34 Kinder in der NFB-Gruppe. Die Lebensqualität der Kinder in beiden Gruppen ist gleichermaßen beeinträchtigt und liegt deutlich unter dem mittleren

Skalenwert gesunder Kinder von  $M = 79$ . Die elterlichen Erwartungen an die Therapie hinsichtlich einer Verbesserung des Verhaltens in der Schule, sowie im Verhalten anderen Kindern und Erwachsenen gegenüber, beim Erledigen der Hausaufgaben, hinsichtlich Ablenkbarkeit, Hyperaktivität und Aufmerksamkeit lagen in beiden Gruppen im mittleren Bereich. Der Erziehungsstil der Eltern in beiden Gruppen ist im Normbereich. Beide Gruppen unterscheiden sich bezüglich dieser Ausgangswerte nicht signifikant. Die Mittelwerte dieser Ausgangsvariablen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Knapp 40% der Patienten der mITT-Population wurden im CGI-S als „deutlich krank“ eingestuft (Tabelle 8).

Tabelle 8: CGI-Schweregrad der Erkrankung zum Zeitpunkt (mITT-Population)

Variable	Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)
1. Wie hoch schätzen Sie den jetzigen Grad der seelischen Erkrankung des Patienten ein?			
Patient ist überhaupt nicht krank	2 ( 3.57%)	1 ( 1.67%)	3 ( 2.59%)
Patient ist ein Grenzfall psychiatrischer Erkrankung	1 ( 1.79%)	2 ( 3.33%)	3 ( 2.59%)
Patient ist nur leicht krank	11 ( 19.64%)	11 ( 18.33%)	22 ( 18.97%)
Patient ist nur mässig krank	18 ( 32.14%)	18 ( 30.00%)	36 ( 31.03%)
Patient ist deutlich krank	19 ( 33.93%)	27 ( 45.00%)	46 ( 39.66%)
Patient ist schwer krank	5 ( 8.93%)	1 ( 1.67%)	6 ( 5.17%)
Missing	13	15	28

Quelle: SBNFB, 2013

Entsprechend zeigten sich hohe Ausgangswerte der mITT-Population in der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (Tabelle 7) in der NFB-Gruppe (Mittelwert  $M = 1.842$ ,  $SD = 0.448$ ) und der EMG-FB-Gruppe ( $M = 1.782$ ,  $SD = 0.471$ ). Die klinische Interpretation dieser Kennwerte ergibt eine „sehr auffällige“ Symptomatik (ab  $>1.49$ ). Im Lehrer-Urteil wurden die Kinder der EMG-FB-Gruppe mit einem Mittelwert von  $1.381$  ( $SD = 0.709$ ) und der NFB-Gruppe mit einem Mittelwert von  $1.479$  ( $SD = 0.637$ ) als „auffällig“ beurteilt.

### 4.3 Drop-outs

Regulär erreichten 60 Kinder (80%) der NFB-Gruppe und 51 Kinder (74%) der EMG-FB-Gruppe das Studienende. Die meisten Drop-Outs ergaben sich zwischen dem Prätest und

dem 1. Behandlungszeitpunkt. Abbildung 22 zeigt den prozentualen Anteil der in der Studie verbliebenen Patienten für beide Gruppen im Verlauf.

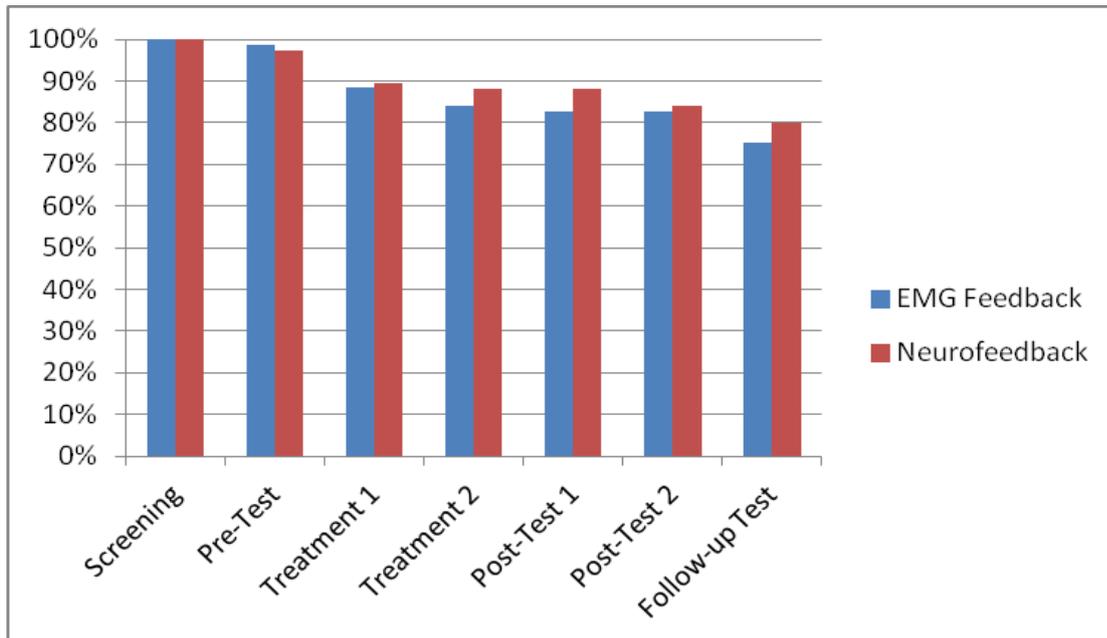


Abbildung 22: Prozentualer Anteil der Patienten im Studienverlauf, getrennt nach Gruppen

Quelle: SBNFB, 2013

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, hörten insgesamt 15 Kinder der NFB- und 18 Kinder der EMG-FB-Gruppe vorzeitig auf. Es gab verschiedene Gründe für ein vorzeitiges Studienende. Insgesamt nahmen 11 Eltern ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie zurück. Sechs Kinder erschienen zu den Follow up-Terminen nicht mehr. Bei zwei Kindern der NFB-Gruppe führte der Ausschluss durch den Therapeuten zum frühzeitigen Ende, weil der Zustand des Kindes in den folgenden 6 Monaten auf dem CGI-I Fragebogen als viel schlechter eingestuft wurde. Des Weiteren wurde ein Kind der Neurofeedbackgruppe ausgeschlossen, weil es eine neue Therapie begonnen hatte. Weitere Gründe für ein vorzeitiges Studienende lagen bei drei Kindern der NFB-Gruppe und 10 Kindern der EMG-FB-Gruppe vor: In der NFB-Gruppe führten eine Verweigerung der weiteren Teilnahme, zu große familiäre Belastungen und Medikamenteneinnahme zum Zeitpunkt Post-Test 2 zum frühzeitigen Ende. In der EMG-FB-Gruppe gab es sieben Fälle von Motivationsverlust, eine neu diagnostizierte Fehlsichtigkeit anstatt von ADHS und zwei weitere Kinder, deren Eltern die Teilnahme beendeten, weil ihr Kind der EMG-FB-Gruppe zugewiesen wurde.

Alle weiteren schwerwiegenden Protokollverletzungen führten nicht zu einem vorzeitigen Studienende. Sie bestanden vorzugsweise in einem größeren Abstand zwischen

Post-Test 1 und Post-Test 2. Insgesamt gab es 29 schwerwiegende Protokollverletzungen in der EMG-FB-Gruppe und 31 schwerwiegende Protokollverletzungen in der NFB-Gruppe.

Tabelle 9: *Studienende*

Studienende	
Neurofeedback	EMG-Feedback
Reguläres Studienende (n = 60)	Reguläres Studienende (n = 51)
Vorzeitiges Studienende (n = 15)	Vorzeitiges Studienende (n = 18)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rücknahme der Einwilligung (n=7)</li> <li>• Lost to Follow up (n=2)</li> <li>• Entscheidung Therapeut (n=2)</li> <li>• Protokollverletzung (n=1)</li> <li>• Anderer Grund (n=3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rücknahme der Einwilligung (n=4)</li> <li>• Lost to Follow up (n=4)</li> <li>• Entscheidung Therapeut (n=0)</li> <li>• Protokollverletzung (n=0)</li> <li>• Anderer Grund (n=10)</li> </ul>

#### 4.4 **Primäranalyse Elternurteil**

Die Primäranalyse wurde als Kovarianzanalyse (ANCOVA) unter Einbezug aller Kovariaten (Tabelle 10) an der mITT-Population durchgeführt. Diese Analyse wurde als Sensitivitätsanalyse für die PP-Population wiederholt. Fehlende FBB-ADHS Werte wurden nach dem „Baseline Observation Carried Forward“ Prinzip (BOCF) ersetzt. Des Weiteren wurde ein gewichtetes „Generalized estimating equations (GEE)“- Modell zum Vergleich mit den Ergebnissen der ANCOVA durchgeführt. Zusätzlich wurden Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen (NFB vs. EMG-FB) im FBB-ADHS Gesamtwert mit dem Zweistichproben-t-Test nach Satterthwaite bzw. Welch-Test für unabhängige Stichproben, der die Gleichheit der Varianzen nicht voraussetzt, analysiert. Alle Analysen wurden für die Messzeitpunkte Post-Test 2 – Prätest mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0.05$  durchgeführt.

##### 4.4.1 **Spezifität Elternurteil**

Ziel der Primäranalyse war der Nachweis der Spezifität etwaiger Effekte durch einen Vergleich der beiden Behandlungen. Der primäre Endpunkt war die Veränderung in der ADHS-Kernsymptomatik (Elternurteil im FBB-ADHS Gesamtskala) zum Zeitpunkt Post-Test 2 ggfs. nach einem Absetzen der Medikation gegenüber dem Prätest.

Im Ergebnis zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen zugunsten des Neurofeedbacks mit  $F(1) = 5.30$ ,  $p = 0.0230$  ( $p < 0.05$ ) und ein signifikanter Einfluss der Baseline ADHS-Punktzahl auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala mit

$F(1) = 11.84$ ,  $p = 0.008$  ( $p < 0.01$ ). Die Kovariablen „Geschlecht“ ( $F(1) = 1.75$ ,  $p = 0.1879$ ), „Prüfzentrum“ ( $F(4) = 0.70$ ,  $p = 0.5951$ ), „ADHS Medikation“ ( $F(1) = 1.08$ ,  $p = 0.3016$ ), „Erziehungsstil“ ( $F(1) = 0.06$ ,  $p = 0.8007$ ) und „Erwartungen der Eltern“ ( $F(1) = 0.67$ ,  $p = 0.4154$ ) hatten keinen Einfluss auf die Veränderung im FBB-ADHS (Tabelle 10). Die mittlere Effektstärke von  $d = 0.36$  (berechnet mit der adjustierten Mittelwertsdifferenz aus der ANCOVA) ist vermutlich durch die Einberechnung der Kovariaten eher unterschätzt.

Tabelle 10: ANCOVA Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (mITT-Population)  
Post-Test 2 – Prätest, BOCF

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG/ Obere 95% KG)	p-Wert
<b>EMG-Biofeedback</b>	<b>-0.1338 (-0.259/-0.008)</b>	
<b>Neurofeedback</b>	<b>-0.2987 (-0.416/-0.181)</b>	
<b>Unterschied zwischen den Behandlungen</b>	0.1649 (0.023/0.301)	
<b>Behandlung</b>		<b>0.0230</b>
<b>Baseline FBB-ADHS Punktzahl</b>		<b>0.0008</b>
<b>Geschlecht</b>		0.1879
<b>Prüfzentrum</b>		0.5951
<b>Baseline ADHS-Medikamente (ja/nein)</b>		0.3016
<b>Erziehungsstil (Mittelwert)</b>		0.8007
<b>Erwartungen der Eltern (Mittelwert)</b>		0.4154

Quelle: SBNFB, 2013

Anmerkungen: KG = Konfidenzgrenze; Anzahl auswertbarer Patienten  $N = 139$ ; max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.

Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Die Sensitivitätsanalyse anhand der PP-Population (Tabelle 11) bestätigt den signifikanten Unterschied zu Gunsten des Neurofeedbacks mit  $F(1) = 5.28$ ,  $p = 0.0245$  und den signifikanten Einfluss der Baseline ADHS-Punktzahl auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala mit  $F(1) = 8.78$ ,  $p = 0.0042$ . Die Kovariablen „Geschlecht“ ( $F(1) = 2.48$ ,  $p = 0.1199$ ), „Prüfzentrum“ ( $F(4) = 0.04$ ,  $p = 0.9972$ ), „ADHS Medikamente“ ( $F(1) = 0.09$ ,  $p =$

0.7604), „Erziehungsstil“ ( $F(1) = 0.28$ ,  $p = 0.6001$ ) und „Erwartungen der Eltern“ ( $F(1) = 0.01$ ,  $p = 0.9069$ ) hatten keinen Einfluss auf die unterschiedlichen Behandlungsergebnisse.

Tabelle 11: *Sensitivitätsanalyse: ANCOVA Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (PP-Population), Post-Test 2 – Prätest, BOCF*

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG/ Obere 95% KG)	p-Wert
<b>EMG-Biofeedback</b>	<b>-0.1074 (-0.277/-0.063)</b>	
<b>Neurofeedback</b>	<b>-0.3827 (-0.481/-0.177)</b>	
<b>Unterschied zwischen den Behandlungen</b>	0.2213 (0.029/0.413)	
<b>Behandlung</b>		<b>0.0245</b>
<b>Baseline FBB-ADHS Punktzahl</b>		<b>0.0042</b>
<b>Geschlecht</b>		0.1199
<b>Prüfzentrum</b>		0.9972
<b>Baseline ADHS-Medikamente (ja/nein)</b>		0.7604
<b>Erziehungsstil (Mittelwert)</b>		0.6001
<b>Erwartungen der Eltern (Mittelwert)</b>		0.9069

Quelle: SBNFB, 2013

Anmerkungen: KG = Konfidenzgrenze; Anzahl auswertbarer Patienten  $N = 82$ ; max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.

Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Zur Absicherung der ANCOVA, in der die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating zum Zeitpunkt Post-Test 2 – Prätest für die mITT- und PP-Population betrachtet wurde, wurde post-hoc eine verallgemeinerte Schätzgleichung, ein gewichtetes „Generalized estimating equations (GEE)“-Modell durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine semiparametrische Methode, eine Erweiterung der Quasi-Likelihood Methode auf der Analyse von Längsschnittdaten. Berücksichtigt wurden die FBB-ADHS-Gesamt Verlaufsdaten (Prätest, Behandlung Sitzungen 10-15, Sitzungen 16-24, Post-Test 1 und Post-Test 2). In dem Modell wird die Veränderung im FBB-ADHS analysiert, der sich aus der Behandlung und Zeit, sowie

der Interaktion von Behandlung und Zeit zusammensetzt. Die Gewichtung der Daten zum jeweiligen Zeitpunkt erfolgte mit der folgenden Formel:

$$\text{Gewichtung der Daten zum Zeitpunkt } j: \frac{1}{\text{Rate nicht fehlender Werte zum Zeitpunkt } j}$$

Als Ergebnis zeigt sich eine signifikante Interaktion von Behandlung und Zeit mit  $p = 0.0305$ .

Die GEE – Analyse lieferte im Vergleich zur BOCF-Auswertung stärkere Veränderungen im FBB-ADHS in beiden Behandlungsgruppen. Damit wird der Unterschied zwischen beiden Behandlungsgruppen im Vergleich zur ANCOVA deutlicher (Tabelle 12).

Tabelle 12: Vergleich der Ergebnisse aus der GEE-Analyse und der Primäranalyse (Tabelle 10)

	GEE-Analyse	ANCOVA Primäranalyse
<b>FBB-ADHS Veränderung</b>	-0.2352	-0.1338
<b>EMG-Biofeedback</b>		
<b>FBB-ADHS Veränderung</b>	-0.441	-0.2987
<b>Neurofeedback</b>		
<b>Unterschied zwischen den</b>	0.2352	0.1649
<b>Behandlungen</b>		

Anmerkungen: GEE-Analyse = Generalized estimating equations – Modell; ANCOVA = Kovarianzanalyse

Des Weiteren wurde ein t-Test für die mITT-Population im Eltern-Rating durchgeführt. Dieser lieferte als Ergebnis eine signifikante Differenz (Post-Test 2 – Prätest) von  $t(94.69) = 2.85$ ,  $p = 0,0054$  zwischen den Behandlungsgruppen. Die Berechnung der Effektstärke zum gleichen Zeitpunkt für die Veränderung im FBB-ADHS Elternrating, ausschließlich an den Probanden für die der FBB-ADHS-Wert im Post-Test 2 und Prätest komplett vorlag (Completer), ergab zwischen den Gruppen, eine entsprechend größere Effektstärke mit  $d = 0.57$  ( $> 0.5 =$  mittlere Effektstärke). Korrigiert nach dem BOCF-Prinzip ergab der t-Test (Tabelle 13) einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit  $t(135.59) = 2.57$ ,  $p = 0.0112$  und eine Effektstärke von  $d = 0.40$ .

Die Analyse mit dem t-Test an der PP-Population nach dem BOCF-Prinzip lieferte ebenfalls ein signifikantes Ergebnis der Differenz Post-Test 2 – Prätest von  $t(79.97) = 2.39$ ,  $p = 0.0193$ .

Tabelle 13: *Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (mITT-Population)*

Visite/ Variable		Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)
Gesamtskala (Mittelwert) [BOCF]				
Differenz Post-Test 2 - Pretest	N	67	72	139
	Mean (SD)	-0.165 (0.430)	-0.350 (0.417)	-0.261 (0.432)
	Min	-1.60	-1.50	-1.60
	Q1	-0.450	-0.650	-0.550
	Median	-0.020	-0.250	-0.200
	Q3	0.000	0.000	0.000
	Max	0.85	0.45	0.85
	P (t-Test)		0.0112	
	Missing	2	3	5

Max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS-Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.  
Quelle: Tabellenanhang, Tabelle 7.4

Quelle: SBNFB, 2013

Beide Gruppen wiesen vor dem Training eine „sehr auffällige Symptomatik“ ( $> 1,49$ ) auf, mit einem Mittelwert von  $M = 1,842$  ( $SD = 0,448$ ) in der NFB-Gruppe und einem Mittelwert von  $M = 1,782$  ( $SD = 0,471$ ) in der EMG-FB-Gruppe. Der FBB-ADHS-Gesamtwert betrug zum Zeitpunkt Post-Test 2 in der NFB-Gruppe im Mittelwert  $1,485$  ( $SD = 0,550$ ) und in der EMG-FB-Gruppe  $1,616$  ( $SD = 0,498$ ). Das bedeutet eine „auffällige“ Symptomatik ( $1 - 1,49 =$  auffällig) in der NFB-Gruppe und einer immer noch „sehr auffällige Symptomatik“ in der EMG-FB-Gruppe. Wie anhand der Konfidenzgrenzen aus Tabelle 10 und aus Abbildung 23 ersichtlich, verbesserten sich beide Gruppen jeweils signifikant. Die Effektstärken sind für die Neurofeedbackgruppe, korrigiert nach dem BOCF-Prinzip mittel bis hoch mit  $d = 0,78$  (Completer ES  $d = 1,09$ ) und für die EMG-FB-Gruppe klein bis mittel mit  $d = 0,35$  (Completer ES  $d = 0,48$ ).

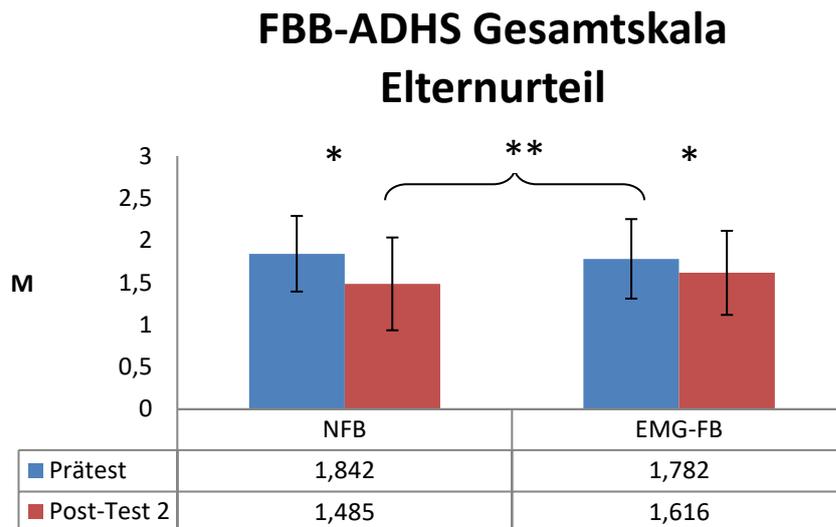


Abbildung 23: Veränderung der Kernsymptomatik im FBB-ADHS Gesamtskala Elternurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: \*\* =  $p \leq 0.01$

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich bezüglich der Differenz Post-Test 2 – Prätest die NFB-Gruppe signifikant von der EMG-FB-Gruppe unterscheidet. Die Kovariablen hatten keinen Einfluss auf die Veränderung im FBB-ADHS. Entsprechend der Hypothese ergibt sich nach dem BOCF-Prinzip für die NFB-Gruppe im Elternurteil ein stärkerer Effekt mit  $d = 0,78$  (Completer  $d = 1,09$ ), als für die EMG-FB-Gruppe mit  $d = 0,35$  (Completer  $d = 0,48$ ). Zur besseren Übersicht sind die Effektstärken der Primäranalyse nachfolgend tabellarisch dargestellt (Tabelle 14).

Tabelle 14: Überblick über die Effektstärken der Primäranalyse

Post 2 - Prätest	ES	
	zwischen den Gruppen	innerhalb der Gruppen NFB                      EMG
<b>FBB-ADHS Gesamt Eltern BOCF</b>	0.40	0.78                      0.35
<b>FBB-ADHS Gesamt Eltern Completer</b>	0.57	1.09                      0.48

Anmerkungen: ES = Effektstärke

## **4.5 Sekundäranalyse**

Die Sekundäranalyse im FBB-ADHS wurde analog zur Primäranalyse durchgeführt. Unterschiede zwischen den Gruppen in den Subskalen „Aufmerksamkeitsstörung“, „Hyperaktivität“ und „Impulsivität“ wurden mit dem Zweistichproben-t-Test nach Satterthwaite bzw. Welch-Test für unabhängige Stichproben, der die Gleichheit der Varianzen nicht voraussetzt, analysiert und interpretiert. Zusätzlich wurden post-hoc Analysen innerhalb der Gruppen mit dem t-Test für abhängige Stichproben nach Student durchgeführt. Alle Analysen wurden für die Messzeitpunkte Post-Test 2 – Prätest und Follow up Test – Post-Test 2 mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0.05$  durchgeführt.

Die weiteren sekundären Analysen (IQ, SDQ, Lebensqualität, TAP) erfolgten, analog zur Primäranalyse mit dem Zweistichproben-t-Test nach Satterthwaite bzw. Welch-Test für unabhängige Stichproben. Vergleiche innerhalb der Gruppen wurden deskriptiv anhand der Konfidenzgrenzen vorgenommen. Zusätzlich wurden alle TAP-Testmaße im Bereich  $PR < 25$  und  $PR > 75$  deskriptiv anhand der prozentualen Häufigkeit, in Anlehnung an die Pilotstudie von Leins et al. (2006), dargestellt. Die binären Variablen im CGI wurden mit dem McNemar-Test für abhängige Stichproben auf Unterschiede innerhalb der Gruppen und mit dem Chi-Quadrat-Test für unabhängige Stichproben auf Unterschiede zwischen den Gruppen für die verschiedenen Testzeitpunkte analysiert.

### **4.5.1 Hypothese 1: Spezifität Lehrerurteil**

Die Kovarianzanalyse nach dem BOCF-Prinzip für die Post 2 minus Prä- Lehrer-Ratings in der FBB-ADHS Gesamtskala (mITT-Population) ergab mit  $F(1) = 0.25$ ,  $p = 0.6204$  keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen, jedoch zeigte sich in der ANCOVA eine signifikante Verbesserung innerhalb der NFB-Gruppe (Konfidenzgrenzen Tabelle 15). Die Baseline ADHS-Punktzahl wirkte sich signifikant auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala mit  $F(1) = 19.87$ ,  $p < .0001$  aus. Die Kovariablen „Geschlecht“ ( $F(1) = 0.00$ ,  $p = 0.9686$ ), „Prüfzentrum“ ( $F(4) = 1.46$ ,  $p = 0.2200$ ), „ADHS Medikation“ ( $F(1) = 0.04$ ,  $p = 0.8498$ ), „Erziehungsstil“ ( $F(1) = 0.23$ ,  $p = 0.6290$ ) und „Erwartungen der Eltern“ ( $F(1) = 0.28$ ,  $p = 0.5949$ ) hatten keinen Einfluss auf die Veränderung im FBB-ADHS.

Tabelle 15: ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (mITT-Population), Post-Test 2 – Prätest, BOCF

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG/ Obere 95% KG)	p-Wert
EMG-Biofeedback	-0.1134 (-0.263/0.036)	
Neurofeedback	<b>-0.1549 (-0.295/-0.015)</b>	
Unterschied zwischen den Behandlungen	0.0415 (-0.124/0.207)	
Behandlung		0.6204
Baseline FBB-ADHS Punktzahl		<b>0.0001</b>
Geschlecht		0.9686
Prüfzentrum		0.2200
Baseline ADHS-Medikamente (ja/nein)		0.8498
Erziehungsstil (Mittelwert)		0.6290
Erwartungen der Eltern (Mittelwert)		0.5949

Quelle: SBNFB, 2013

Anmerkungen: KG = Konfidenzgrenze; Anzahl auswertbarer Patienten  $N=124$ ; max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar. Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Die Analyse der PP-Population nach dem BOCF-Prinzip ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen mit  $F(1) = 0.10$ ,  $p = 0.7519$  (Tabelle 16). Die Baseline FBB-ADHS-Punktzahl wirkte sich signifikant auf die Veränderung der FBB-ADHS-Gesamtskala im Lehrer-Rating aus mit  $F(1) = 15.72$ ,  $p = 0.0002$ . Die Kovariablen „Geschlecht“ ( $F(1) = 3.57$ ,  $p = 0.0631$ ), „Prüfzentrum“ ( $F(4) = 2.32$ ,  $p = 0.0660$ ), „ADHS Medikamente“ ( $F(1) = 0.53$ ,  $p = 0.4678$ ), „Erziehungsstil“ ( $F(1) = 0.07$ ,  $p = 0.7877$ ) und „Erwartungen der Eltern“ ( $F(1) = 0.21$ ,  $p = 0.6482$ ) hatten keinen Einfluss auf die Behandlungsergebnisse.

Tabelle 16: ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (PP-Population)  
 Post-Test 2 –Prätest, BOCF-Prinzip

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG/ Obere 95% KG)	p-Wert
<b>EMG-Biofeedback</b>	-0.067 (-0.263/0.129)	
<b>Neurofeedback</b>	-0.0321 (-0.207/0.143)	
<b>Unterschied zwischen den Behandlungen</b>	-0.0351 (-0.256/0.185)	
<b>Behandlung</b>		0.7519
<b>Baseline FBB-ADHS Punktzahl</b>		<b>0.0002</b>
<b>Geschlecht</b>		0.0631
<b>Prüfzentrum</b>		0.0660
<b>Baseline ADHS-Medikamente (ja/nein)</b>		0.4678
<b>Erziehungsstil (Mittelwert)</b>		0.7877
<b>Erwartungen der Eltern (Mittelwert)</b>		0.6482

Quelle: SBNFB, 2013

Anmerkungen: KG = Konfidenzgrenze; Anzahl auswertbarer Patienten  $N=76$ ; max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar. Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Im Lehrer-Rating war die Differenz Post-Test 2 – Prätest für die mITT-Population mit  $t(83.99) = 0.8$ ,  $p = 0,4287$  statistisch nicht signifikant. Entsprechend ergab der BOCF-korrigierte t-Test an der mITT-Population mit  $t(119.19) = 0.92$ ,  $p = 0.3606$  keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Lehrer-Rating (mITT-Population)

Visite/ Variable		Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)
Gesamtskala (Mittelwert) [BOCF]				
Differenz Post-Test 2 - Pretest	N	60	65	125
	Mean (SD)	-0.071 (0.413)	-0.149 (0.538)	-0.112 (0.482)
	Min	-1.20	-2.10	-2.10
	Q1	-0.220	-0.360	-0.260
	Median	0.000	0.000	0.000
	Q3	0.035	0.000	0.000
	Max	0.86	1.00	1.00
	P (t-Test)		0.3606	
	Missing	9	10	19

Max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS-Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.

Quelle: SBNFB, 2013

Post-hoc durchgeführte t-Tests (BOCF) innerhalb der Gruppen ergaben für die Differenz Post-Test 2 – Prätest mit  $t(64) = -2.24$ ,  $p = 0.0288$  eine statistisch signifikante Verbesserung für die NFB-Gruppe und keinen bedeutsamen Unterschied für die EMG-FB-Gruppe mit  $t(59) = -1.33$ ,  $p = 0.1896$ . Der FBB-ADHS Gesamtwert zum Zeitpunkt Post-Test 2 betrug in der NFB-Gruppe im Mittelwert 1,342 („SD“ = 0,683) und in der EMG-FB-Gruppe 1,319 („SD“ = 0,646), was in beiden Gruppen einer auffälligen Symptomatik entspricht (Abbildung 24).

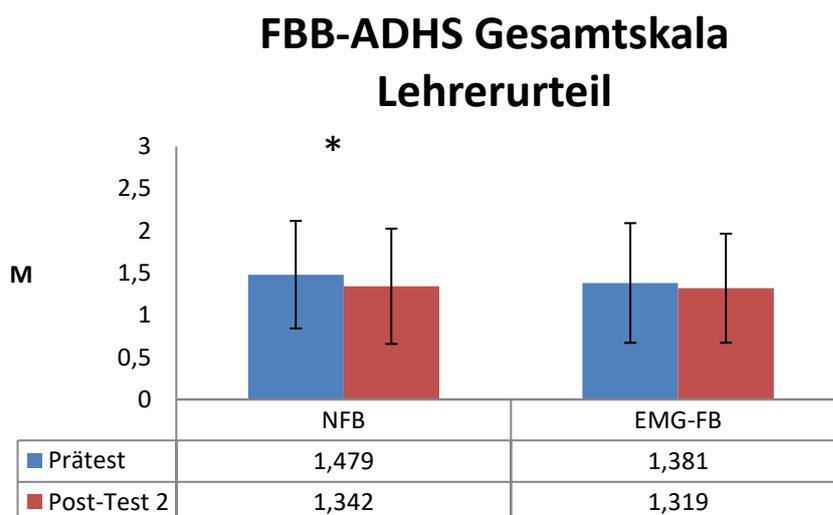


Abbildung 24: Veränderung der Kernsymptomatik FBB-ADHS Lehrerurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0.05$

Der t-Test an der PP-Population nach dem BOCF-Prinzip ergab für die Differenz Post-Test 2 – Prätest keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit  $t(74.48) = 0.31$ ,  $p = 0.7578$  und auch nicht innerhalb der Gruppen (Konfidenzgrenzen Tabelle 16).

Insgesamt ergaben sich im Lehrerurteil (Tabelle 18) auch nur geringe Effektstärken verglichen mit dem Elternurteil (Tabelle 14).

Tabelle 18: *Überblick über die Effektstärken im Lehrerurteil*

Post 2 - Prätest	ES zwischen den Gruppen	ES innerhalb der Gruppen NFB	ES EMG
<b>FBB-ADHS Gesamt Lehrer BOCF</b>	0.12	0.23	0.10
<b>FBB-ADHS Gesamt Lehrer Completer</b>	0.14	0.31	0.15

Anmerkungen: ES = Effektstärke

#### 4.5.2 Hypothese 2: Spezifität im Eltern- und Lehrerurteil

Die Kovarianzanalyse nach dem BOCF-Prinzip der Subskalen im FBB-ADHS Elternurteil ergab für die Veränderung Post-Test 2 – Prätest einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen für die Skala „Unaufmerksamkeit“ und „Impulsivität“ und keinen bedeutsamen Unterschied für die Skala „Hyperaktivität“ mit insgesamt kleinen Effektstärken (Tabelle 19).

Tabelle 19: ANCOVA Veränderung FBB-ADHS Subskalen Elternrating (mITT-Population)  
 Post-Test 2 – Prätest, BOCF

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG/ Obere 95% KG)	p - Wert	ES
<b>Unaufmerksamkeit</b>			
EMG-Biofeedback	-0.129 (-0.267/0.008)		
Neurofeedback	<b>-0.310 (-0.438/-0.181)</b>		
Unterschied zwischen den Behandlungen	0.1803 (0.025/0.356)		
Behandlung		<b>0.0233</b>	0.40
<b>Impulsivität</b>			
EMG-Biofeedback	-0.090 (-0.248/0.068)		
Neurofeedback	<b>-0.301 (-0.449/-0.153)</b>		
Unterschied zwischen den Behandlungen	0.211 (0.033/0.389)		
Behandlung		<b>0.0208</b>	0.34
<b>Hyperaktivität</b>			
EMG-Biofeedback	<b>-0.172 (-0.326/-0.018)</b>		
Neurofeedback	<b>-0.278 (-0.421/-0.134)</b>		
Unterschied zwischen den Behandlungen	0.1058 (-0.068/0.279)		
Behandlung		0.2295	0.18

Anmerkungen: Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Entsprechend der Ergebnisse der ANCOVA ergab sich auch im t-Test ein signifikanter Unterschied im Elternurteil zwischen den Gruppen für die Subskalen (mITT Differenz Post-Test 2 – Prätest) „Unaufmerksamkeit“ mit  $t(98.58) = 2.73$ ,  $p = 0.0075$  und für die Skala „Impulsivität“ mit  $t(93.38) = 2.68$ ,  $p = 0.0087$ . Korrigiert nach dem BOCF-Prinzip bleiben die Veränderungen für die Skala „Aufmerksamkeitsstörung“  $t(136.98) = 2.5$ ,  $p = 0.0137$  und für die Skala „Impulsivität“  $t(132.26) = 2.57$ ,  $p = 0.0114$  signifikant (Abbildung 25 und 26).

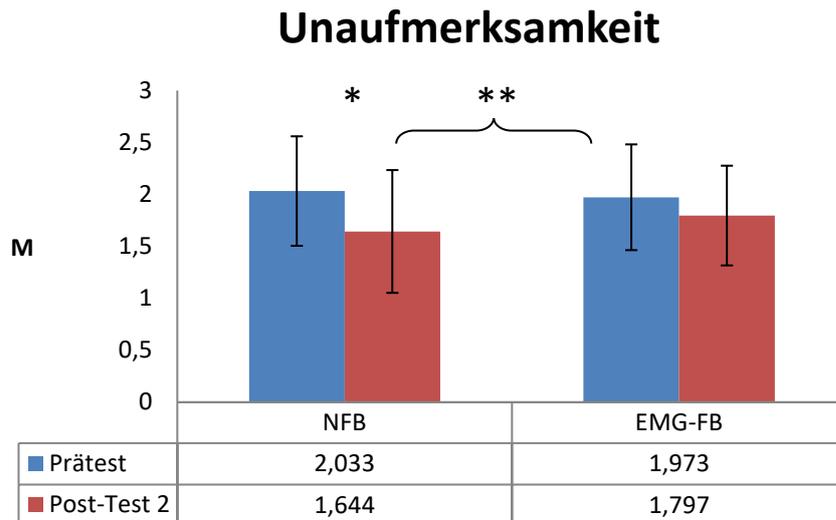


Abbildung 25: Mittelwert der Subskala „Unaufmerksamkeit“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0.05$ , \*\* =  $p \leq 0.01$

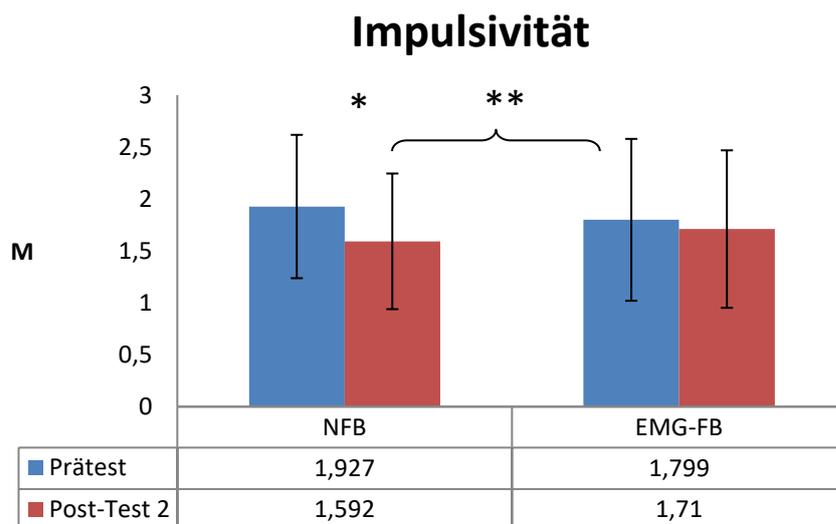


Abbildung 26: Mittelwert der Subskala „Impulsivität“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0.05$ , \*\* =  $p \leq 0.01$

Die Differenz Post-Test 2 – Prätest auf der Subskala „Hyperaktivität“ ergibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen mit  $t(91.21) = 1.39$ ,  $p = 0.1673$  (Abbildung 27).

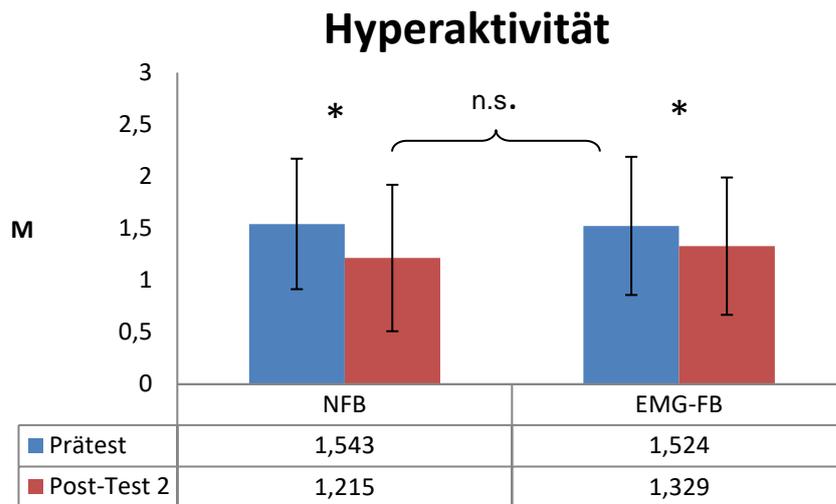


Abbildung 27: Mittelwert der Subskala „Hyperaktivität“ im FBB-ADHS Elternurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0.05$ , n.s. = nicht signifikant

Innerhalb der Gruppen zeigt sich im Elternurteil nur für die Neurofeedbackgruppe eine signifikante Verbesserung auf den Skalen „Unaufmerksamkeit“, „Impulsivität“ und „Hyperaktivität“. Die EMG-FB-Gruppe verbessert sich lediglich auf der Skala „Hyperaktivität“ (Konfidenzgrenzen Tabelle 19 und Abbildung 25, 26, 27).

Im Lehrerurteil zeigt sich anhand post hoc durchgeführter t-Tests kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen auf den Skalen „Unaufmerksamkeit“, „Impulsivität“ und „Hyperaktivität“ (Tabelle 20).

Innerhalb der Gruppen (Tabelle 20) liefert die post-hoc durchgeführte Analyse ein signifikantes Ergebnis für die NFB-Gruppe auf der Skala „Unaufmerksamkeit“ mit  $t(67) = -2.05$ ,  $p = 0.0444$  und auf der Skala „Impulsivität“ mit  $t(67) = -2.30$ ,  $p = 0.0248$ . Die Differenz Post-Test 2 – Prätest auf der Subskala „Hyperaktivität“ ergibt keine signifikante Verbesserung der NFB-Gruppe mit  $t(67) = -1.25$ ,  $p = 0.2157$ . Innerhalb der EMG-FB-Gruppe sehen die Lehrer auf allen Subskalen keine statistisch bedeutsame Verbesserung mit  $t(62) = -1.42$ ,  $p = 0.1607$  für die Skala „Unaufmerksamkeit“, mit  $t(62) = -0.17$ ,  $p = 0.8637$  für die Skala „Hyperaktivität“ und mit  $t(62) = -0.76$ ,  $p = 0.4513$  für die Skala „Impulsivität“.

Tabelle 20: Differenz FBB-ADHS Subskalen Lehrerrating (mITT-Population)

Post-Test 2 – Prätest, BOCF

Analyse								
Skalen	innerhalb der Gruppen						zwischen den Gruppen	
	NFB M (SD)	p	ES	EMG M (SD)	p	ES	p	ES
<b>Unaufmerksamkeit</b>	-0.132 (0.530)	<b>0.0444</b>	0.189	-0.077 (0.429)	0.1607	0.106	0.5129	0.19
<b>Impulsivität</b>	-0.199 (0.713)	<b>0.0248</b>	0.208	-0.060 (0.623)	0.4513	0.062	0.2362	0.15
<b>Hyperaktivität</b>	-0.106 (0.699)	0.2157	0.130	-0.012 (0.563)	0.8637	0.014	0.3981	0.11

Anmerkungen: Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Entgegen der Hypothese zeigt sich im Lehrerurteil zwar kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, jedoch eine statistisch signifikante Verbesserung innerhalb der NFB-Gruppe auf den Subskalen „Aufmerksamkeitsstörung“ und „Impulsivität“ (Abbildung 28) für die mITT-Population (BOCF) mit insgesamt kleinen Effektstärken.

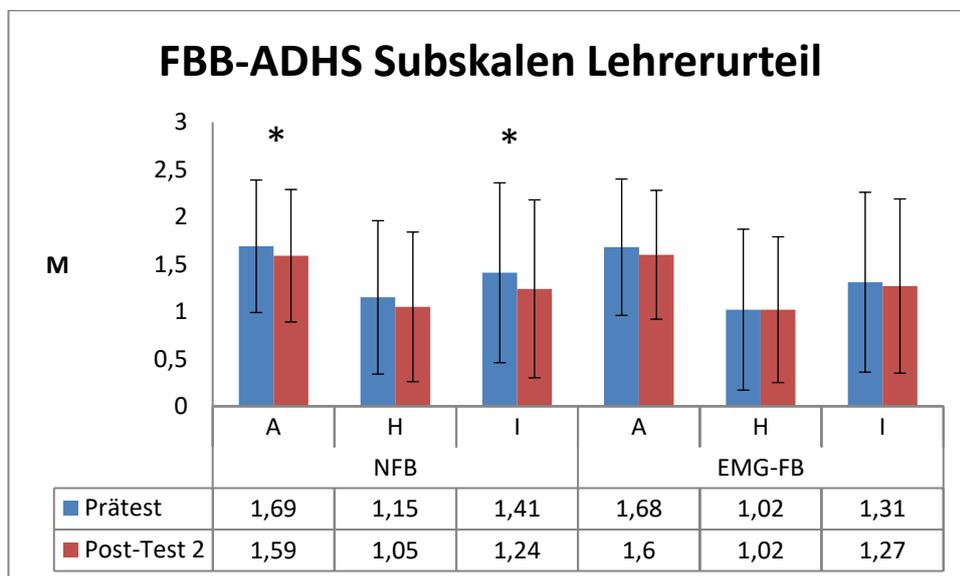


Abbildung 28: Mittelwert der Subskalen im FBB-ADHS Lehrerurteil BOCF (mITT-Population)

Anmerkungen: M = Mittelwert, A = Aufmerksamkeit, H = Hyperaktivität, I = Impulsivität; \* = p ≤ 0.05.

### 4.5.3 Hypothese 3: Stabilität im Eltern- und Lehrerurteil

Ein weiteres Ziel war die Untersuchung der Stabilität der Effekte zum Zeitpunkt Follow up-Test. Der FBB-ADHS-Gesamtwert im Elternurteil hat sich zum FU-Test nochmals verbessert (EMG-FB) bzw. ist stabil geblieben (NFB). Der FBB-ADHS-Wert im Eltern-Rating der mITT Population zum Zeitpunkt FU-Test betrug in der NFB-Gruppe im Mittelwert 1.329 (SD = 0.567) und in der EMG-FB-Gruppe 1.367 (SD = 0.470), was immer noch einer auffälligen Symptomatik entspricht. Die Differenz FU-Test – Post-Test 2 in der FBB-ADHS-Gesamtskala Eltern-Rating in der mITT-Population unterschied sich zwischen den Behandlungsgruppen signifikant mit  $t(90.85) = -2.04$ ,  $p = 0.0441$  (Abbildung 29). Über einen längeren Zeitraum (FU-Test – Prätest) betrachtet, ergibt sich nach dem BOCF-Prinzip sowohl für die Neurofeedbackgruppe mit  $d = 0,74$  (Completer  $d = 1,03$ ), als auch für die EMG-FB-Gruppe mit  $d = 0,63$  (Completer  $d = 0,91$ ) ein mittlerer bis starker Effekt. Hypothesenkonform zeigt sich in der NFB-Gruppe ein stabiler Wert zum Zeitpunkt FU-Test.

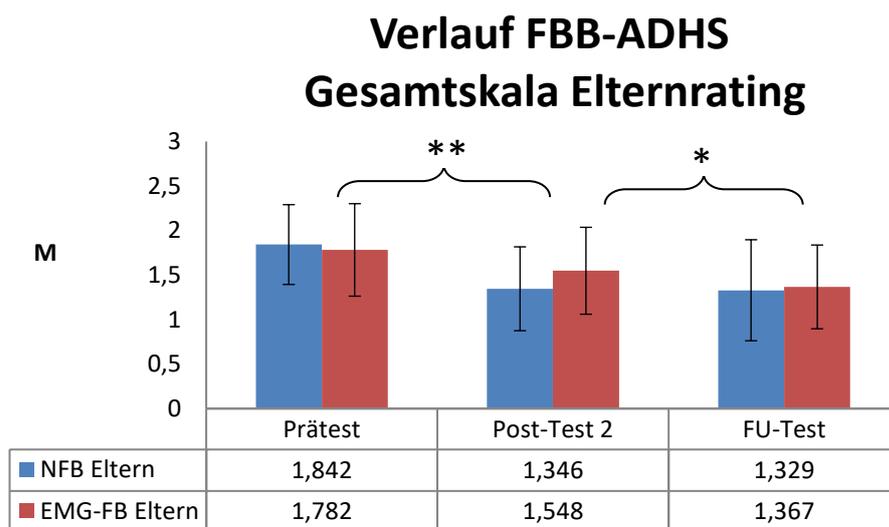


Abbildung 29: Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala zu den Messzeitpunkten Prätest, Post-Test 2, FU-Test im Elternurteil (mITT-Population)

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0.05$ , \*\* =  $p \leq 0.01$

Analog zum Eltern-Rating wurde auch bezüglich des Lehrerurteils ein stabiles Ergebnis im FU-Test der NFB-Gruppe erwartet.

In Abbildung 30 ist die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala für beide Gruppen im Lehrerurteil über die verschiedenen Zeitpunkte hinweg dargestellt.

## Verlauf FBB-ADHS Gesamtskala Lehrerrating

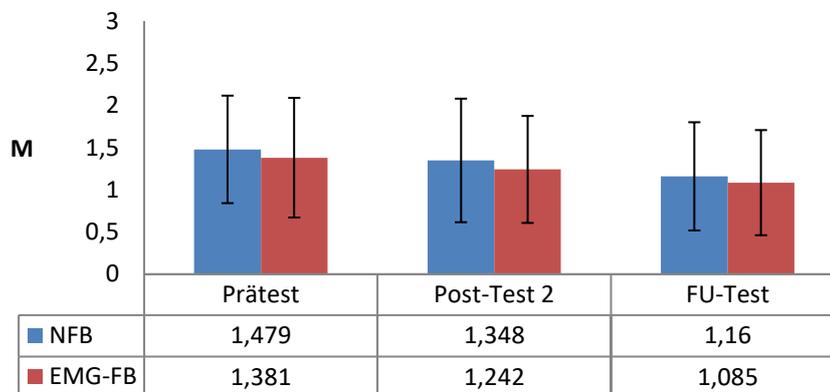


Abbildung 30: Veränderung FBB-ADHS Gesamtskala zu verschiedenen Zeitpunkten im Lehrerurteil (mITT-Population)

Deskriptiv hat sich der FBB-ADHS-Gesamtwert im Lehrerurteil zum FU-Test verbessert. Die Gruppen unterscheiden sich in der FBB-ADHS-Gesamtskala FU-Test – Post-Test 2 im Lehrer-Rating BOCF für die mITT-Population mit  $t(51.64) = 0.5$ ,  $p = 0.6221$  nicht signifikant. Auch innerhalb der Gruppen zeigt sich für den Messzeitpunkt FU-Test kein signifikanter Unterschied im FBB-ADHS Gesamtwert BOCF für die NFB-Gruppe mit  $t(66) = -1.00$ ,  $p = 0.3205$  und für die EMG-FB-Gruppe mit  $t(60) = 0.03$ ,  $p = 0.9795$ . Betrachtet man die Effektstärken für die Veränderung vom FU-Test – Prätest, so erhält man für die NFB-Gruppe kleine (BOCF) bis mittel große Werte mit  $d = 0,34$  (Completer  $d = 0,52$ ) und für die EMG-FB-Gruppe geringe Werte mit  $d = 0,12$  (Completer  $d = 0.23$ ).

Der FBB-ADHS-Wert im Lehrerurteil für die mITT-Population zum Zeitpunkt FU-Test entsprach in der NFB-Gruppe mit einem Mittelwert von 1.160 (SD 0.641) und in der EMG-FB-Gruppe mit einem Mittelwert von 1.085 (SD 0.623) einer auffälligen Symptomatik.

Hypothesenkonform zeigt sich zum Zeitpunkt FU-Test ein stabiles Ergebnis mit entsprechend größeren Effektstärken innerhalb der NFB-Gruppe (Tabelle 21).

Tabelle 21: Überblick über die Effektstärken im Eltern- und Lehrerurteil

FU - Prätest		ES innerhalb	
		NFB	EMG
<b>FBB-ADHS Gesamt Eltern</b>	<b>BOCF</b>	0.74	0.63
<b>FBB-ADHS Gesamt Eltern</b>	<b>Completer</b>	1.03	0.91
<b>FBB-ADHS Gesamt Lehrer</b>	<b>BOCF</b>	0.34	0.12
<b>FBB-ADHS Gesamt Lehrer</b>	<b>Completer</b>	0.52	0.23

#### 4.5.4 Hypothese 4: Veränderung weiterer sekundärer Parameter

Die Auswertung der nachfolgenden sekundären Parameter erfolgte explorativ und ausschließlich an der mITT-Population.

##### 4.5.3.1 Aufmerksamkeitsleistung

Die Tabellen 22 und 23 geben einen Überblick über die T-Werte der Mediane, den Mittelwert, die Standardabweichungen, die Interquartilabstände und die fehlenden Werte für die Leistungsmaße beider Subtests („Go/NoGo“, „Flexibilität“) der TAP, getrennt nach den Gruppen. Eine Zunahme des T-Wertes bedeutet für den Median eine Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit, für die Standardabweichung eine gleichmäßigere Reaktion, für die Fehler eine Abnahme der Fehleranzahl und für die Auslassungen ebenfalls eine Abnahme der fehlenden Reaktion. Zur genaueren grafischen Darstellung wurde ein Boxplot-Diagramm gewählt.

Tabelle 22: TAP „Go/NoGo“ T-Werte der mITT Population

	EMG-FB Gruppe N= 69			NFB-Gruppe N = 75		
	Prätest	Post-Test 2	FU-Test	Prätest	Post-Test 2	FU-Test
<b>Median</b>	Mdn = 61,0	Mdn = 44,0	Mdn = 50,0	Mdn = 53,5	Mdn = 41,0	Mdn = 46,5
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 57,0</i>	<i>M = 44,3</i>	<i>M = 48,8</i>	<i>M = 53,6</i>	<i>M = 42,0</i>	<i>M = 46,3</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 15,0</i>	<i>SD = 10,8</i>	<i>SD = 10,5</i>	<i>SD = 15,5</i>	<i>SD = 11,4</i>	<i>SD = 10,7</i>
IQA	68,0 - 45,0	51,5 - 36,0	57,0 - 38,0	65,5 - 42,0	52,0 - 35,0	57,0 - 37,5
Missing	1	13	18	3	12	15
<b>SD</b>	Mdn = 45,0	Mdn = 47,5	Mdn = 54,0	Mdn = 45,0	Mdn = 46,0	Mdn = 49,0
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 45,8</i>	<i>M = 48,4</i>	<i>M = 50,3</i>	<i>M = 45,2</i>	<i>M = 45,1</i>	<i>M = 48,2</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 12,2</i>	<i>SD = 10,6</i>	<i>SD = 10,8</i>	<i>SD = 11,7</i>	<i>SD = 12,1</i>	<i>SD = 11,3</i>

IQA	54,0 - 38,0	54,5 - 41,0	57,0 - 42,0	52,5 - 38,0	51,0 - 38,0	54,0 - 42,5
Missing	1	13	18	3	12	15
<b>Fehler</b>	Mdn = 36,0	Mdn = 57,0	Mdn = 57,0	Mdn = 46,0	Mdn = 58,0	Mdn = 57,0
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 41,1</i>	<i>M = 56,8</i>	<i>M = 57,6</i>	<i>M = 44,6</i>	<i>M = 59,7</i>	<i>M = 57,1</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 13,7</i>	<i>SD = 12,1</i>	<i>SD = 12,1</i>	<i>SD = 14,1</i>	<i>SD = 12,0</i>	<i>SD = 11,1</i>
IQA	47,0 - 30,5	70,0 - 48,0	68,0 - 51,0	53,0 - 31,0	71,0 - 51,0	68,0 - 50,5
Missing	1	13	18	3	12	15
<b>Auslassungen</b>	Mdn = 41,0	Mdn = 42,0				
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 38,5</i>	<i>M = 40,9</i>	<i>M = 40,6</i>	<i>M = 39,1</i>	<i>M = 40,6</i>	<i>M = 40,5</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 5,9</i>	<i>SD = 3,0</i>	<i>SD = 3,1</i>	<i>SD = 5,0</i>	<i>SD = 3,2</i>	<i>SD = 3,6</i>
IQA	42,0 - 38,0	42,0 - 41,0	42,0 - 41,0	42,0 - 39,0	42,0 - 41,0	42,0 - 41,0
Missing	1	13	18	3	12	15

Anmerkungen: Reaktionszeitangaben in Millisekunden, *Mdn* = Median, *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *IQA* = Interquartilabstand, *Missing* = fehlende Werte

Die Analyse der T-Werte ergab keine statistisch bedeutsamen Unterschiede im „Go/NoGo“-Test zwischen den Behandlungsgruppen für die Veränderung Post-Test 2- Prätest für alle Testmaße mit kleinen Effektstärken für den „Median“ mit  $d = -0,08 [-0,44; 0,28]$ , die „SD“ mit  $d = -0,28 [-0,64; 0,08]$ , die „Fehler“ mit  $d = -0,13 [-0,49; 0,23]$  und für die „Auslassungen“ mit  $d = -0,33 [-0,69; 0,03]$ . Die Analyse im FU-Test ergab ebenfalls statistisch nicht bedeutsame Unterschiede für alle Testmaße.

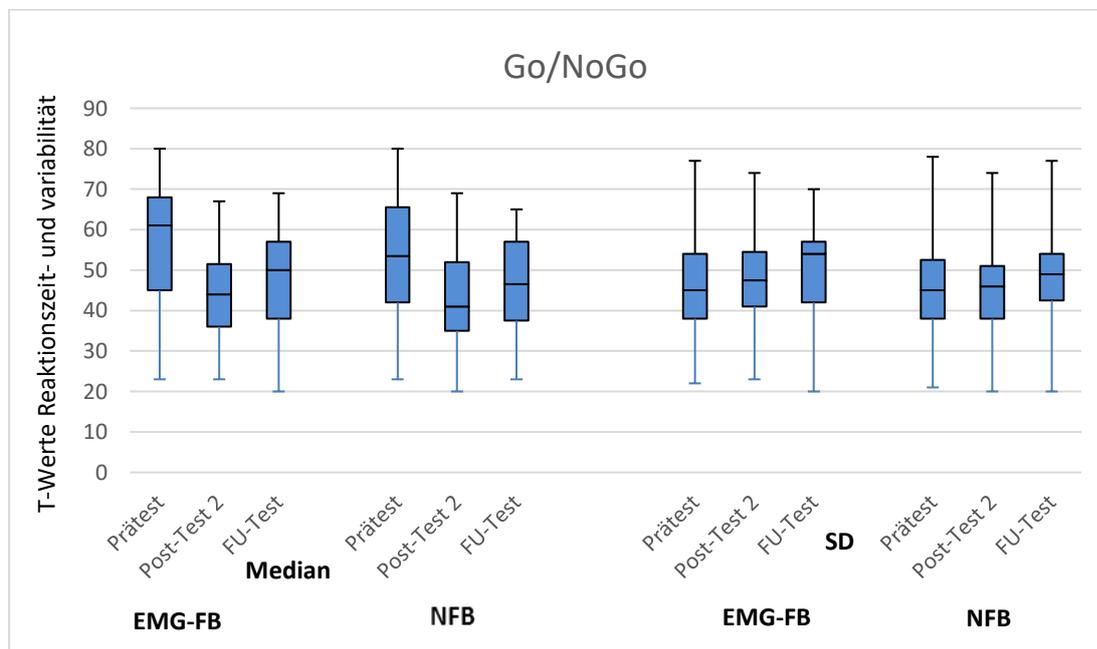


Abbildung 31: T-Werte der Reaktionszeiten und Standardabweichungen im TAP „Go/NoGo“-Test der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte

Anmerkungen: (waagrechte Linien = *Mdn*, Box = *IQA*, Fehlerbalken = Minimum bzw. Maximum)

Deskriptiv lässt sich in Abbildung 31 eine Abnahme der T-Werte der Reaktionszeit und eine Erhöhung der T-Werte der Reaktionszeitvariabilität in beiden Gruppen im Zeitverlauf erkennen. Das bedeutet, dass die Kinder beider Gruppen langsamer und gleichmäßiger reagieren.

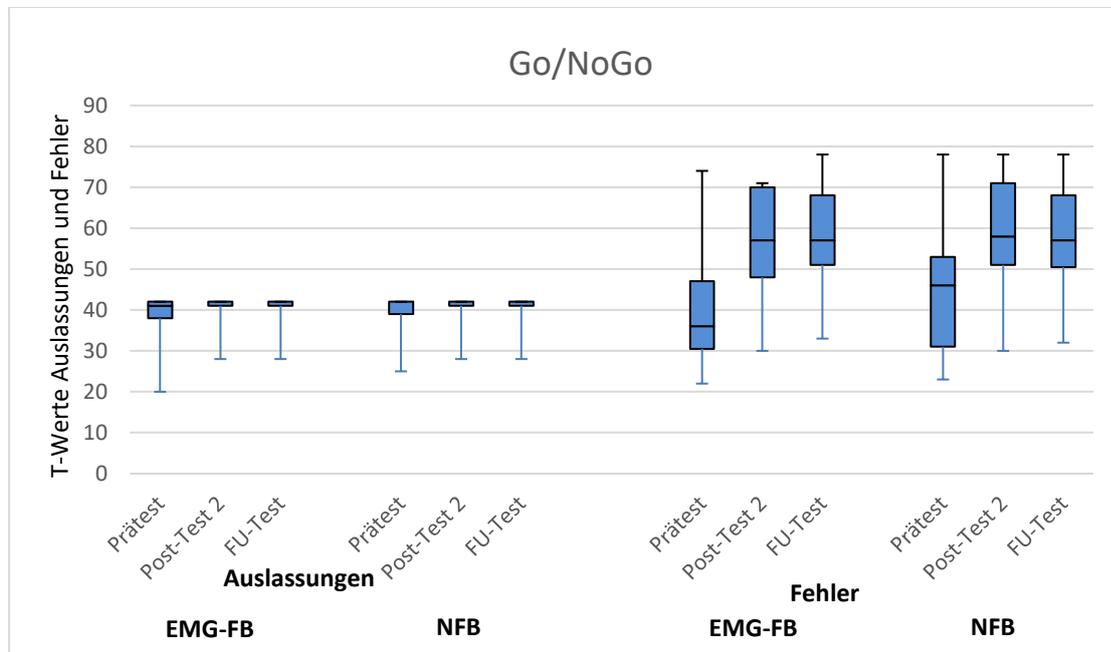


Abbildung 32: T-Werte der Auslassungen und Fehler im TAP „Go/NoGo“-Test der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte

Anmerkungen: (waagrechte Linien = Mdn, Box = IQA, Fehlerbalken = Minimum bzw. Maximum)

Abbildung 32 zeigt, dass es keine Verbesserung bezüglich der Auslassungen, sowie eine Zunahme der T-Werte der Fehler und damit eine Abnahme der Fehleranzahl in beiden Gruppen im Zeitverlauf gibt.

Innerhalb der Gruppen zeigte sich, durch Betrachtung der Konfidenzgrenzen für die Veränderung Post-Test 2- Prätest, im Subtest „Go/NoGo“ für alle Maße, kein statistisch signifikanter Unterschied. Die Analyse ergab hohe Effektstärken für die „Fehler“ mit  $d = 0,83$  (NFB-Gruppe) und  $d = 0,93$  (EMG-FB-Gruppe), mittlere Effektstärken für den „Median“ mit  $d = 0,55$  (NFB-Gruppe) und  $d = 0,67$  (EMG-FB-Gruppe) und kleine Effektstärken für die „SD“ und die „Auslassungen“ in beiden Gruppen. Hohe Effektstärken ergaben sich für den Zeitraum FU-Test – Prätest für die „Fehler“ der NFB-Gruppe mit  $d = 0,80$  und der EMG-FB-Gruppe mit  $d = 0,93$ .

In Anlehnung an Leins et al. (2006) wurden post hoc zusätzlich die Leistungen anhand der Prozentränge im Bereich  $PR < 25$  und  $PR > 75$  für die beiden Subtests betrachtet. Wegen

der hohen Anzahl fehlender Werte im FU-Test „Go/NoGo“ (fehlende Werte FU-Test N=33) und „Flexibilität“ (fehlende Werte N=35), wird die Abnahme der PR < 25 und die Zunahme der PR > 75 prozentual dargestellt. In beiden Gruppen lässt sich eine prozentuale Abnahme der PR < 25 zum Zeitpunkt FU-Test (Ausnahme Testmaß „Median“), erkennen (Abbildung 33). „Auslassungen“ sind in der Grafik nicht abgebildet, da sich für die EMG-FB-Gruppe keine Veränderung (100%) und für die NFB-Gruppe nur eine minimale Veränderung (von 98,61% im Prätest auf 100% im Post-Test 1) im Zeitverlauf ergibt.

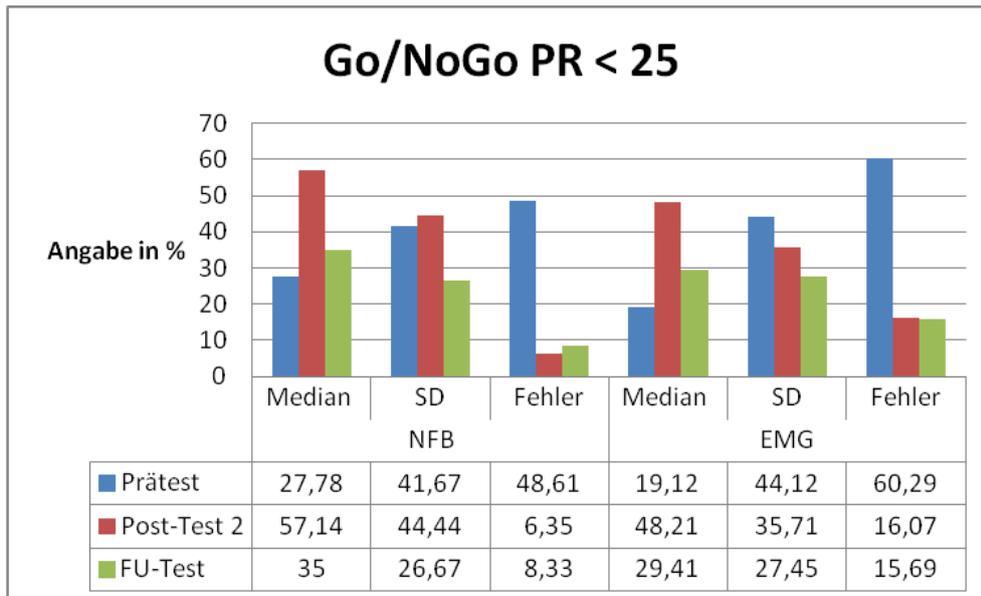


Abbildung 33: Prozentuale Verteilung der Testmaße „Go/NoGo“ PR < 25

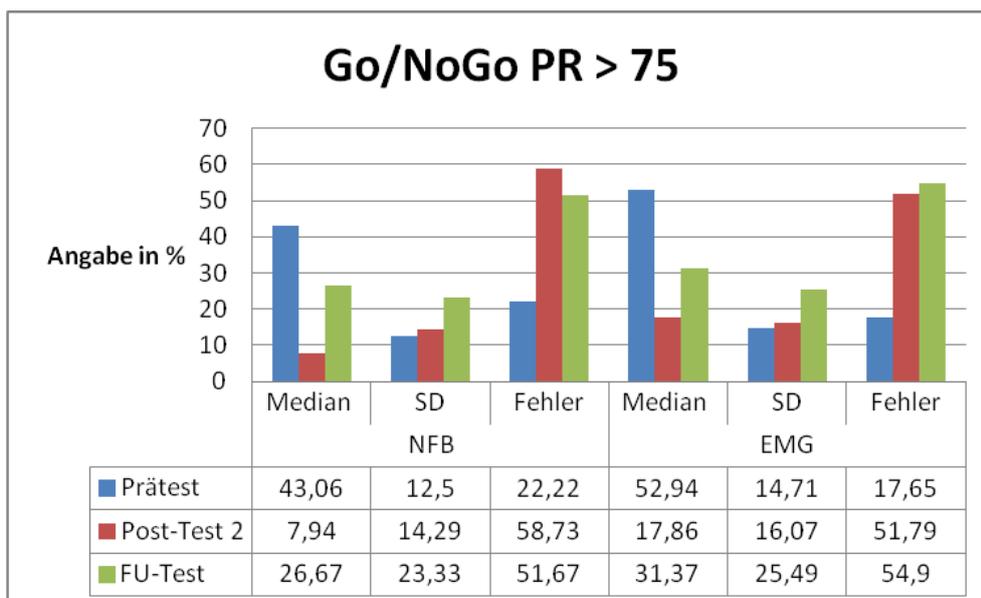


Abbildung 34: Prozentuale Verteilung der Testmaße „Go/NoGo“ PR > 75

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich, wenn man die prozentuale Verteilung der PR > 75 betrachtet (Abbildung 34). In beiden Gruppen lässt sich mit Ausnahme der Reaktionszeit eine Zunahme der PR > 75 erkennen. Entsprechend der deskriptiven Auswertung der T-Werte, ist bei der deskriptiven Auswertung der Prozenträge ersichtlich, dass die Kinder in beiden Gruppen tendenziell langsamer und gleichmäßiger reagieren sowie weniger „Fehler“ machen. Auch hier sind die „Auslassungen“ grafisch nicht dargestellt, da sich keine Veränderungen (0%) ergeben, bis auf eine minimale anfängliche Veränderung in der NFB-Gruppe von 1,39% (Prätest) auf 0% (Post-Test 1).

In Tabelle 23 sind die Leistungsmaße des Subtests „Flexibilität“, analog zum Subtest „Go/NoGo“ im Überblick dargestellt. Entsprechend zum „Go/NoGo“-Test muss auch hier eine Zunahme des T-Wertes folgendermaßen interpretiert werden: Für den Median bedeutet dies eine Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit, für die Standardabweichung eine gleichmäßigere Reaktion, für die Fehler eine Abnahme der Fehleranzahl und für die Auslassungen ebenfalls eine Abnahme der fehlenden Reaktionen.

Tabelle 23: TAP „Flexibilität“ T-Werte der mITT Population

	EMG-FB Gruppe, N = 69			NFB-Gruppe, N = 75		
	Prätest	Post-Test 2	FU-Test	Prätest	Post-Test 2	FU-Test
<b>Mdn HW</b>	Mdn = 49	Mdn = 56	Mdn = 56	Mdn = 47	Mdn = 51	Mdn = 56
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 50,8</i>	<i>M = 54,5</i>	<i>M = 56,1</i>	<i>M = 49,7</i>	<i>M = 52,8</i>	<i>M = 56,0</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 12,3</i>	<i>SD = 11,3</i>	<i>SD = 11,9</i>	<i>SD = 13,8</i>	<i>SD = 11,7</i>	<i>SD = 13,1</i>
IQA	57,0 - 44,0	61,0 - 45,0	64,0 - 46,0	59,0 - 37,0	58,0 - 45,0	64,0 - 47,0
Missing	2	12	18	2	12	17
<b>Mdn kein HW</b>	Mdn = 49	Mdn = 60	Mdn = 59	Mdn = 49	Mdn = 56	Mdn = 60
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 50,4</i>	<i>M = 58,3</i>	<i>M = 59,9</i>	<i>M = 50,2</i>	<i>M = 56,9</i>	<i>M = 60,2</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 12,7</i>	<i>SD = 11,7</i>	<i>SD = 13,5</i>	<i>SD = 13,7</i>	<i>SD = 14,9</i>	<i>SD = 14,0</i>
IQA	57,0 - 41,0	65,0 - 50,0	71,0 - 48,0	59,0 - 40,0	66,0 - 45,0	71,0 - 49,0
Missing	2	12	18	2	12	17
<b>SD HW</b>	Mdn = 45	Mdn = 47	Mdn = 52	Mdn = 45	Mdn = 45	Mdn = 47,5
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 45,0</i>	<i>M = 49,3</i>	<i>M = 53,1</i>	<i>M = 45,5</i>	<i>M = 48,5</i>	<i>M = 51,4</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 10,0</i>	<i>SD = 10,7</i>	<i>SD = 13,5</i>	<i>SD = 10,4</i>	<i>SD = 12,0</i>	<i>SD = 13,0</i>
IQA	49,5 - 38,5	53,0 - 42,0	61,0 - 42,0	50,0 - 37,0	54,0 - 40,0	60,0 - 43,0
Missing	1	12	18	2	12	17
<b>SD kein HW</b>	Mdn = 45,5	Mdn = 47	Mdn = 52	Mdn = 46	Mdn = 47	Mdn = 52,5
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 47,1</i>	<i>M = 49,9</i>	<i>M = 56,2</i>	<i>M = 47,5</i>	<i>M = 50,9</i>	<i>M = 54,7</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 11,4</i>	<i>SD = 11,0</i>	<i>SD = 12,5</i>	<i>SD = 12,6</i>	<i>SD = 14,3</i>	<i>SD = 14,4</i>
IQA	56,0 - 39,5	55,0 - 42,0	64,0 - 48,0	56,0 - 37	59,0 - 42,0	64,0 - 44,0
Missing	1	12	18	2	12	17

<b>Fehler HW</b>	Mdn = 43	Mdn = 45	Mdn = 49	Mdn = 43,5	Mdn = 48	Mdn = 50
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 42,7</i>	<i>M = 45,0</i>	<i>M = 48,3</i>	<i>M = 42,4</i>	<i>M = 46,3</i>	<i>M = 50,8</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 10,1</i>	<i>SD = 8,4</i>	<i>SD = 11,7</i>	<i>SD = 10,3</i>	<i>SD = 9,6</i>	<i>SD = 12,5</i>
<b>IQA</b>	50,0 - 34,0	51,0 - 41,0	53,0 - 38,0	49,0 - 34,0	51,0 - 39,0	56,0 - 41,0
<b>Missing</b>	0	12	18	1	12	17
<b>Fehler kein HW</b>	Mdn = 38	Mdn = 47	Mdn = 54	Mdn = 41	Mdn = 50	Mdn = 52
<i>Mittelwert</i>	<i>M = 41,0</i>	<i>M = 47,6</i>	<i>M = 50,8</i>	<i>M = 42,3</i>	<i>M = 49,8</i>	<i>M = 52,0</i>
<i>SD</i>	<i>SD = 10,6</i>	<i>SD = 9,7</i>	<i>SD = 10,8</i>	<i>SD = 10,0</i>	<i>SD = 11,4</i>	<i>SD = 10,0</i>
<b>IQA</b>	47,0 - 33,0	54,0 - 40,0	59,0 - 41,0	50,0 - 34,0	59,0 - 38,0	60,0 - 45,0
<b>Missing</b>	0	12	18	1	12	17

Anmerkungen: Reaktionszeitangaben in Millisekunden, *Mdn* = Median, *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *IQA* = Interquartilabstand, *Missing* = fehlende Werte

Beim Untertest „Flexibilität“ ergab die Analyse der T-Werte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen für die Veränderung Post-Test 2 – Prätest für alle Testmaße mit einer kleinen Effektstärke für die „Fehler Handwechsel“ mit  $d = 0.20$  [- 0.16; 0.56] und für die weiteren Testmaße Effektstärken mit  $d = < 0.2$ . Ebenso zeigten sich im FU-Test für alle Testmaße keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen.

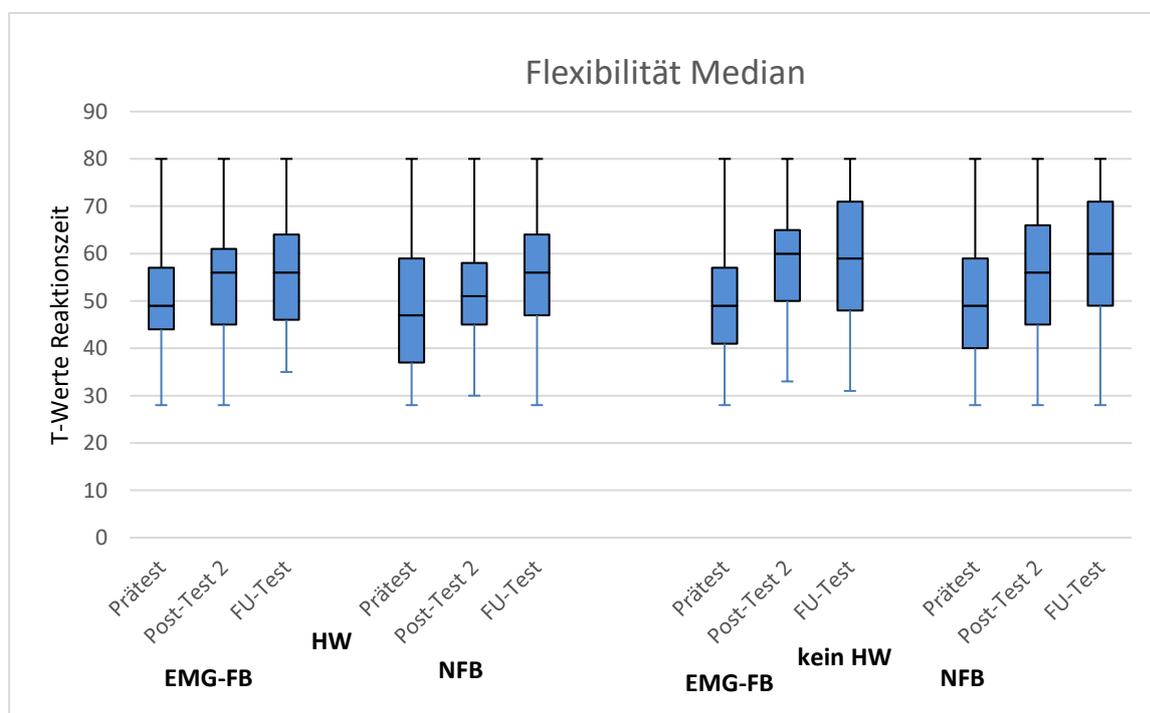


Abbildung 35: T-Werte der Reaktionszeiten in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte

Anmerkungen: (waagrechte Linien = *Mdn*, Box = *IQA*, Fehlerbalken = Minimum bzw. Maximum)

Die deskriptive Analyse der Grafik 35 zeigt eine Erhöhung der T-Werte und damit eine Abnahme der Reaktionszeit mit und ohne Handwechsel in beiden Gruppen im Zeitverlauf. Das bedeutet die Kinder reagieren schneller.

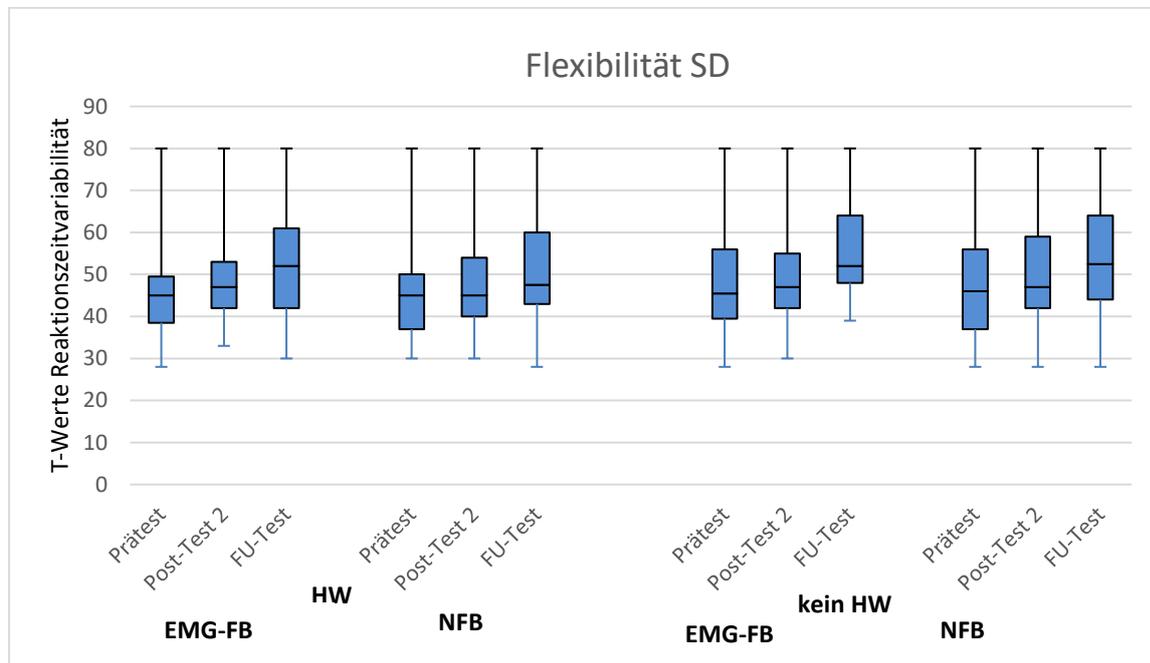


Abbildung 36: T-Werte der Standardabweichungen in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte

Anmerkungen: (waagrechte Linien = Mdn, Box = IQA, Fehlerbalken = Minimum bzw. Maximum)

Die deskriptive Auswertung in Abbildung 36 zeigt eine Zunahme der T-Werte Reaktionszeitvariabilität und damit eine gleichmäßigere Reaktion im Zeitverlauf in beiden Gruppen, sowohl in der Bedingung mit, als auch ohne Handwechsel.

In Abbildung 37 lässt sich deskriptiv eine Zunahme der T-Werte und damit eine Abnahme der Fehleranzahl in beiden Gruppen im Zeitverlauf in der Bedingung mit und ohne Handwechsel erkennen.

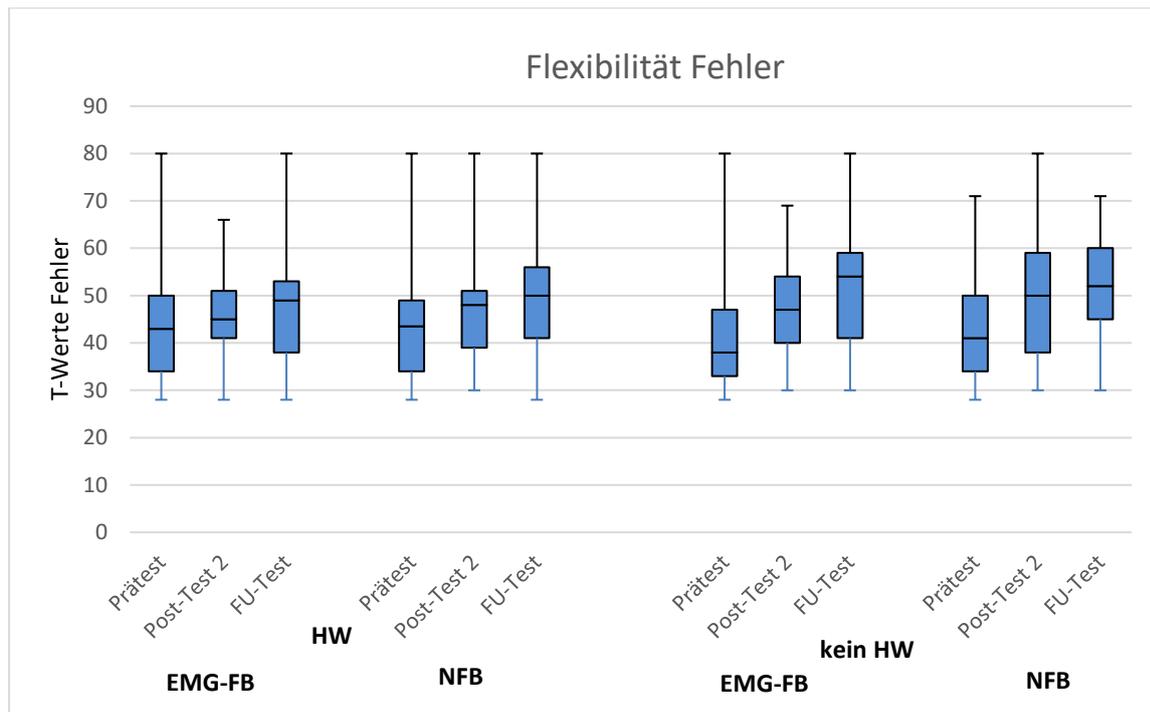


Abbildung 37: T-Werte der Fehleranzahl in der TAP Subtest „Flexibilität“ mit und ohne Handwechsel der EMG-FB und NFB-Gruppe für alle Messzeitpunkte

Anmerkungen: (waagrechte Linien = Mdn, Box = IQA, Fehlerbalken = Minimum bzw. Maximum)

Innerhalb der Behandlungsgruppen zeigt sich, durch Betrachtung der Konfidenzgrenzen für die Differenz Post-Test 2 – Prätest, kein statistisch signifikanter Unterschied aller Testmaße im Subtest „Flexibilität“ mit kleinen Effektstärken für den „Median Handwechsel“ mit  $d = 0,35$  (NFB-Gruppe), für die „Fehler Handwechsel“, sowie für die „SD Handwechsel“ und „SD kein Wechsel“, mit mittleren Effektstärken für den „Median Handwechsel“ mit  $d = 0,53$  (EMG-FB-Gruppe), für den „Median kein Handwechsel“ in beiden Gruppen (NFB  $d = 0,5$ ; EMG-FB  $d = 0,76$ ), für die „Fehler kein Handwechsel“ mit  $d = 0,58$  für die NFB-Gruppe und mit  $d = 0,70$  für die EMG-FB-Gruppe. Über einen längeren Zeitraum FU-Test – Prätest ergeben sich mittlere bis hohe Effektstärken für die „Fehler kein Handwechsel“ (NFB  $d = 0,76$ ; EMG-FB  $d = 0,82$ ), für den „Median Handwechsel“ (NFB  $d = 0,61$ ; EMG  $d = 0,59$ ) und „Median kein Handwechsel“ (NFB  $d = 0,72$ ; EMG  $d = 0,85$ ), sowie für die „SD kein Handwechsel“ (NFB  $d = 0,62$ ; EMG  $d = 0,84$ ).

Betrachtet man die prozentuale Prozentrangverteilung im unteren ( $PR < 25$ ) und oberen ( $PR > 75$ ) Bereich ergibt sich ein differenziertes Bild. Sowohl in der Bedingung mit „Handwechsel“, als auch in der Bedingung „kein Handwechsel“ kann in beiden Gruppen für alle Testmaße eine Abnahme der prozentualen Prozentrangverteilung  $< 25$  beobachtet werden (Abbildung 38 und 39).

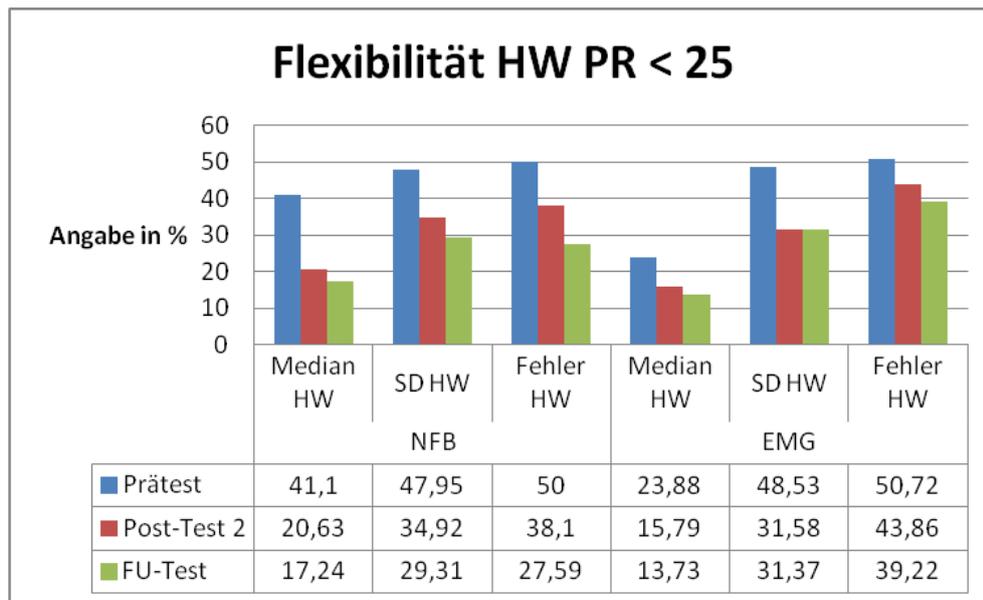


Abbildung 38: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ HW PR < 25

Anmerkungen: HW = Handwechsel

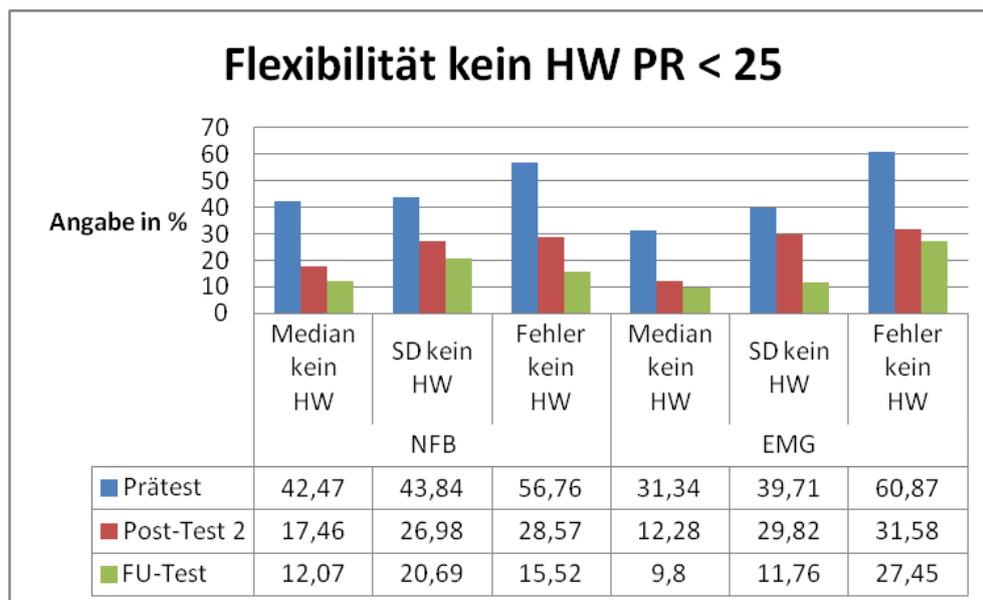


Abbildung 39: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ kein HW PR < 25

Anmerkungen: kein HW = kein Handwechsel

Entsprechend ergibt sich für die prozentuale Prozentrangverteilung > 75 eine Zunahme in beiden Gruppen für die Bedingung mit und ohne Handwechsel (Abbildung 40 und 41). Das bedeutet, dass die Kinder beider Gruppen über den Zeitverlauf schneller und gleichmäßiger reagieren und weniger „Fehler“ machen.

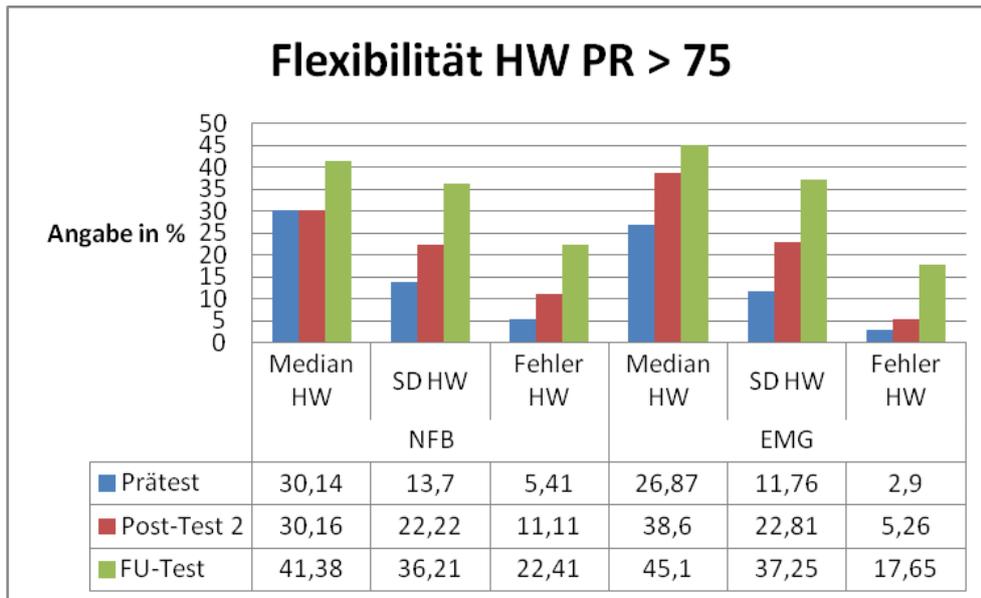


Abbildung 40: prozentuale Verteilung der Testmaße „Flexibilität“ PR > 75

Anmerkungen: HW = Handwechsel

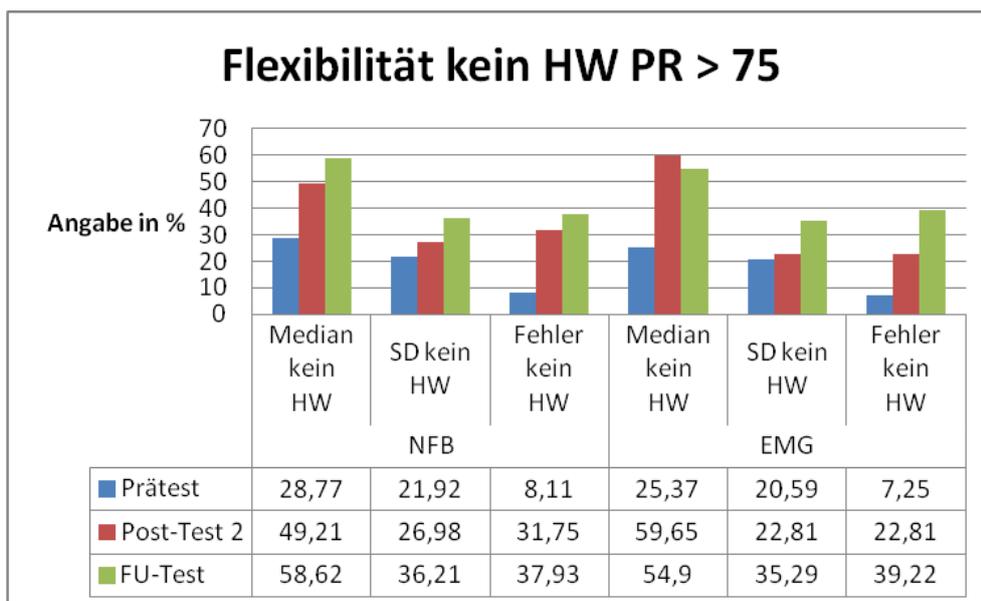


Abbildung 41: prozentuale Verteilung der PR > 75 der Testmaße im Gruppenvergleich

Anmerkungen: kW = kein Handwechsel

Zwar liefert die Analyse mit dem t-Test für die TAP-Testmaße in beiden Subtests keine statistisch signifikanten Unterschiede, aber die deskriptive Auswertung der T-Werte und der prozentualen Verteilung der Testmaße im Bereich PR < 25 und PR > 75 zeigt Verbesserungen in allen Testmaßen bei beiden Subtests in beiden Gruppen.

### 4.5.3.2 IQ

Die Analyse der Prozentränge im CPM mit dem t-Test für unabhängige Stichproben für die Veränderung Post-Test 2 – Prätest ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit  $t(114,5) = -2,11$ ,  $p = 0,0373$  (Abbildung 42). Ausschließlich die Neurofeedbackgruppe weist zum Post-Test 2 eine Verbesserung im IQ auf. In beiden Gruppen liegt zu allen Zeitpunkten ein durchschnittlicher Intelligenzquotient vor.

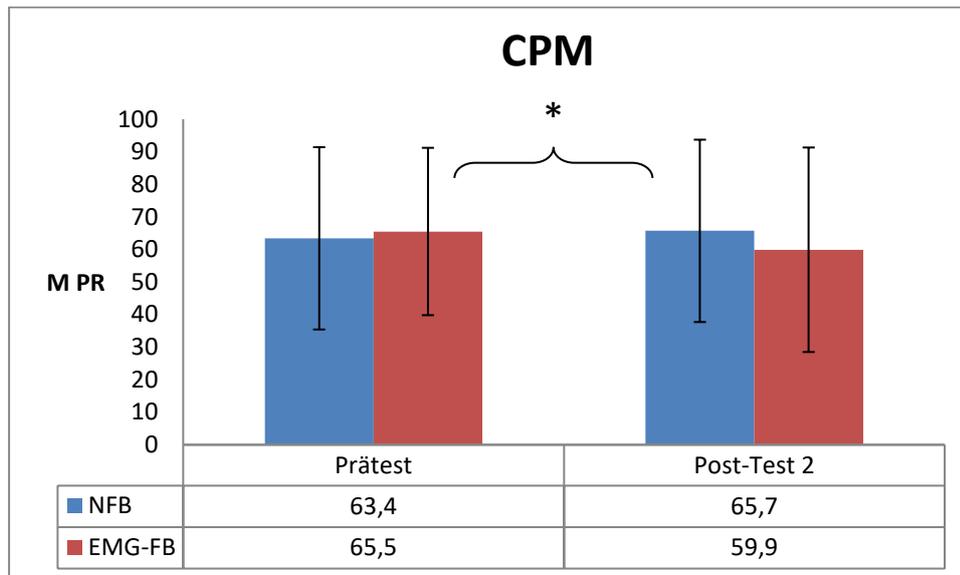


Abbildung 42: CPM-Prozentränge der beiden Gruppen zu verschiedenen Zeitpunkten

Anmerkungen: \* =  $p \leq 0,05$

### 4.5.3.3 Responder-Status

Im CGI zeigt sich in der NFB-Gruppe im Gegensatz zur EMG-FB-Gruppe eine leichte Zunahme an Respondern (Kategorien „Zustand ist sehr viel besser“, „Zustand ist besser“) und eine Abnahme der Non-Responder (Kategorien „Zustand ist nur wenig besser“, „Zustand ist unverändert“, „Zustand ist etwas schlechter“). Der Chi-Quadrat-Test ergab für die verschiedenen Testzeitpunkte keine relevanten Gruppenunterschiede (Tabelle 24).

Tabelle 24: CGI-Responderstatus im Vergleich zum Prätest (mITT-Population)

Visite/ Variable		Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)	
CGI-I Responderstatus					
Post - Test 1	Responder	11 ( 26.19%)	9 ( 21.95%)	20 ( 24.10%)	P (Chi-Square) = 0.6516
	Non-Responder	31 ( 73.81%)	32 ( 78.05%)	63 ( 75.90%)	
	Missing	27	34	61	
Post - Test 2	Responder	11 ( 26.19%)	12 ( 27.27%)	23 ( 26.74%)	P (Chi-Square) = 0.9098
	Non-Responder	31 ( 73.81%)	32 ( 72.73%)	63 ( 73.26%)	
	Missing	27	31	58	
Follow - up - Test	Responder	8 ( 21.05%)	12 ( 32.43%)	20 ( 26.67%)	P (Chi-Square) = 0.2652
	Non-Responder	30 ( 78.95%)	25 ( 67.57%)	55 ( 73.33%)	
	Missing	31	38	69	
Quelle: Tabellenanhang, Tabelle 9.1.2					

Quelle: SBNFB, 2013

#### 4.5.3.4 Komorbide Verhaltensauffälligkeiten

Im SDQ Eltern-Rating zeigten sich für die Differenz zwischen Post-Test 1 und Prätest keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf den Subskalen „Verhaltensprobleme“ ( $t(115.2) = 0.52, p = 0.6051$ ), „Hyperaktivität“ ( $t(114.5) = -0.12, p = 0.9052$ ), „Emotionale Probleme“ ( $t(121.8) = 0.16, p = 0.8750$ ) sowie dem „Gesamtproblemwert“ ( $t(118.1) = -0.06, p = 0.9488$ ). Die Differenz Follow up-Test - Prätest unterschied sich für keine der Skalen zwischen den Gruppen signifikant („Verhaltensprobleme“  $t(101.1) = 0.79, p = 0.4288$ ; „Hyperaktivität“  $t(107.9) = 0.10, p = 0.9169$ ; „Emotionale Probleme“  $t(109.3) = 0.76, p = 0.4517$ ; „Gesamtskala“  $t(109.5) = -0.04, p = 0.9667$ ). In der grafischen Darstellung lässt sich jedoch eine tendenzielle Verbesserung beider Gruppen erkennen (Abbildung 43, 44, 45, 46).

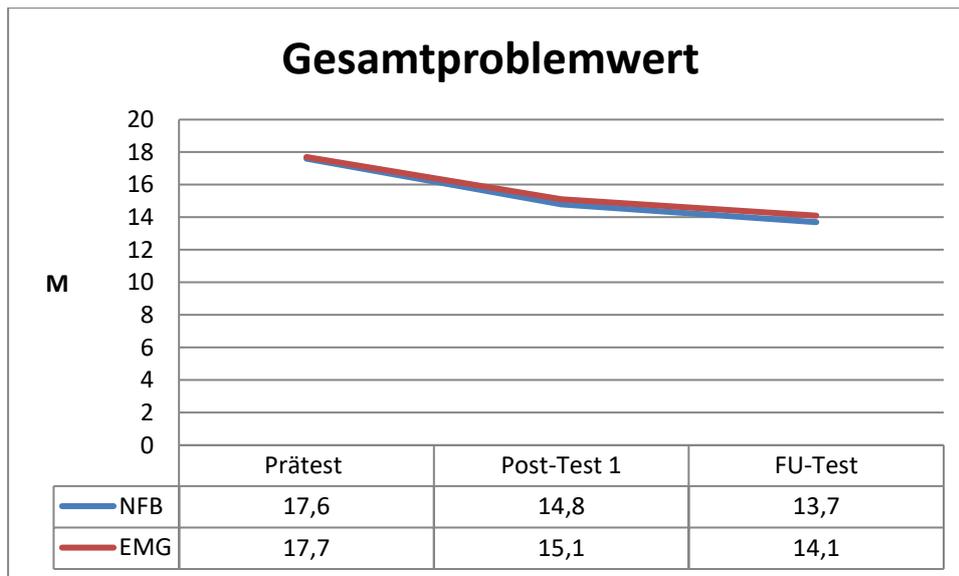


Abbildung 43: *SDQ Mittelwert Subskala „Gesamtproblemwert“, Eltern-Rating*

Für beide Gruppen ergibt sich eine Verbesserung im „Gesamtproblemwert“ vom auffälligen ( $\geq 16$ ) in den grenzwertigen (13-15) Bereich. Die Effektstärken der Veränderung Post-Test 1 – Prätest im Gesamtproblemwert liegen im mittleren Bereich (NFB  $d = 0,50$ ; EMG  $d = 0,55$ ). Die Effektstärken der Veränderung FU-Test – Prätest liegen für die NFB-Gruppe ebenfalls im mittleren ( $d = 0,69$ ) und für die EMG-Gruppe im hohen Bereich ( $d = 0,87$ ).

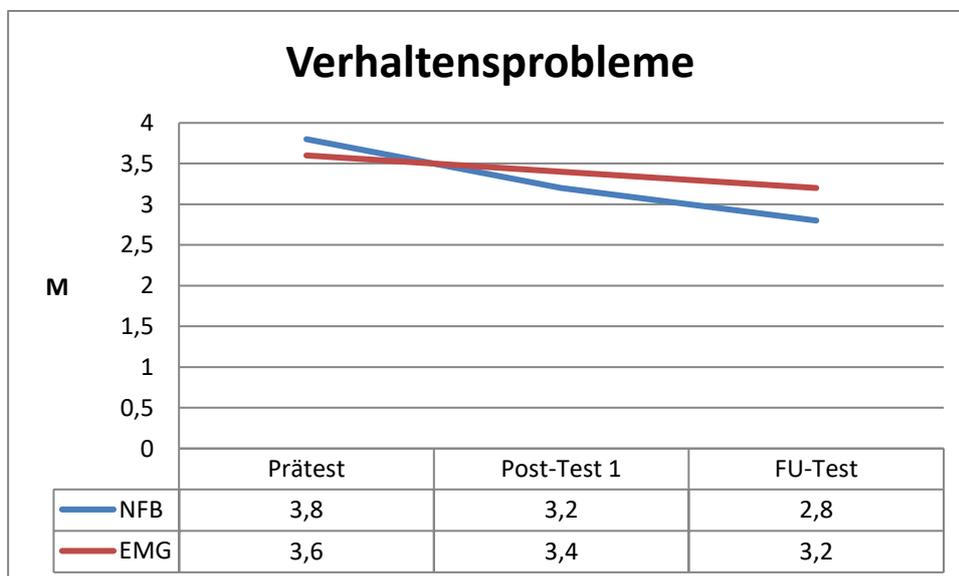


Abbildung 44: *SDQ Mittelwert Subskala „Verhaltensprobleme“ Eltern-Rating*

Es zeigt sich für beide Gruppen eine Verbesserung auf dieser Skala, tendenziell für die NFB-Gruppe etwas größer, wobei der durchschnittliche Ausgangswert beider Gruppen bereits im unauffälligen Bereich (0-3; grenzwertig ab 4) lag.

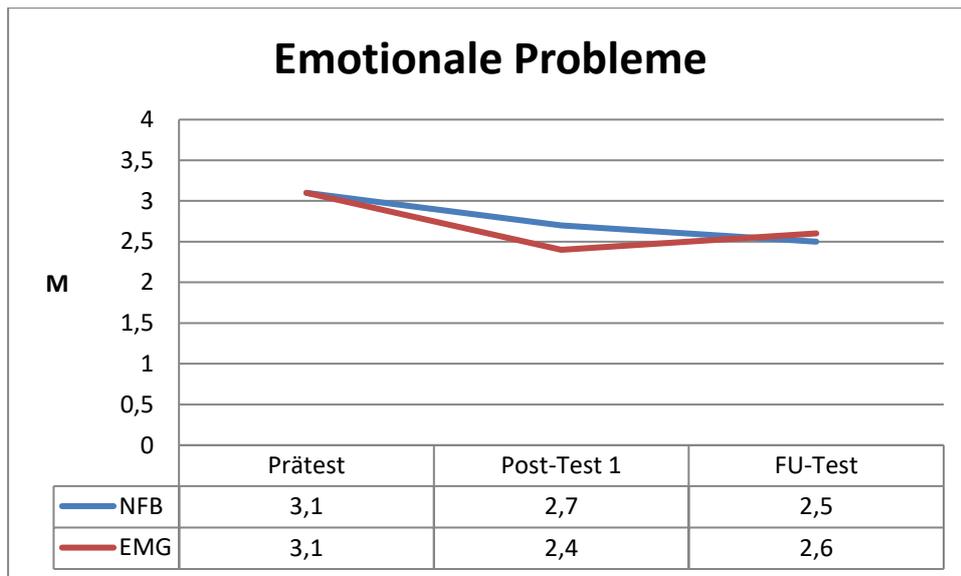


Abbildung 45: SDQ Mittelwert Subskala „Emotionale Probleme“, Eltern-Rating

Die NFB-Gruppe zeigt über den Zeitverlauf eine stetige Verbesserung, die EMG-FB-Gruppe dagegen eine Verbesserung zu Post-Test 1 und dann eine leichte Verschlechterung zum FU-Test. Auch hier lag der durchschnittliche Ausgangswert beider Gruppen im unauffälligen Bereich (0-3; grenzwertig ab 4).

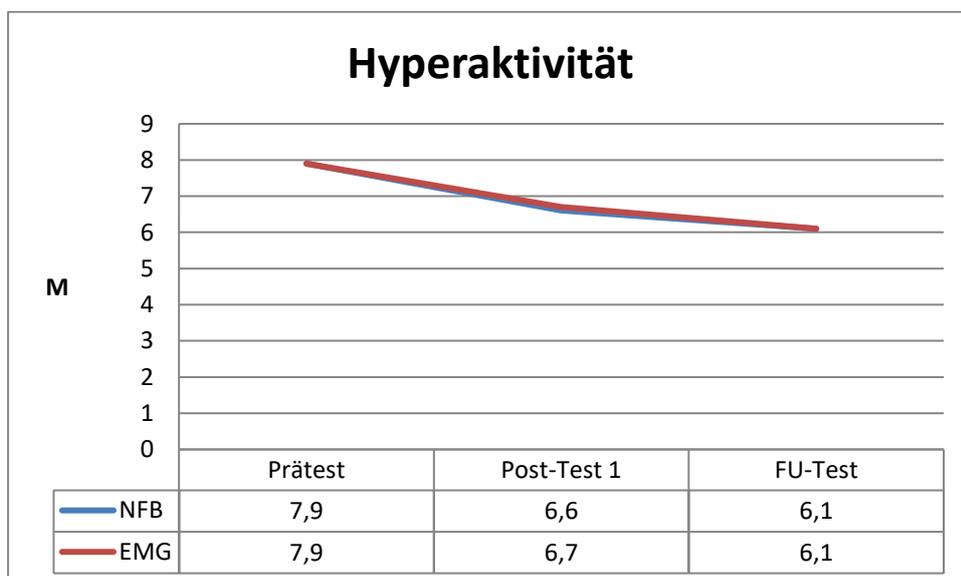


Abbildung 46: SDQ Mittelwert Skala „Hyperaktivität“ Eltern-Rating

In beiden Gruppen ergibt sich eine Verbesserung auf der Skala „Hyperaktivität“ vom durchschnittlich auffälligen ( $\geq 7$ ) in den grenzwertigen Bereich (= 6).

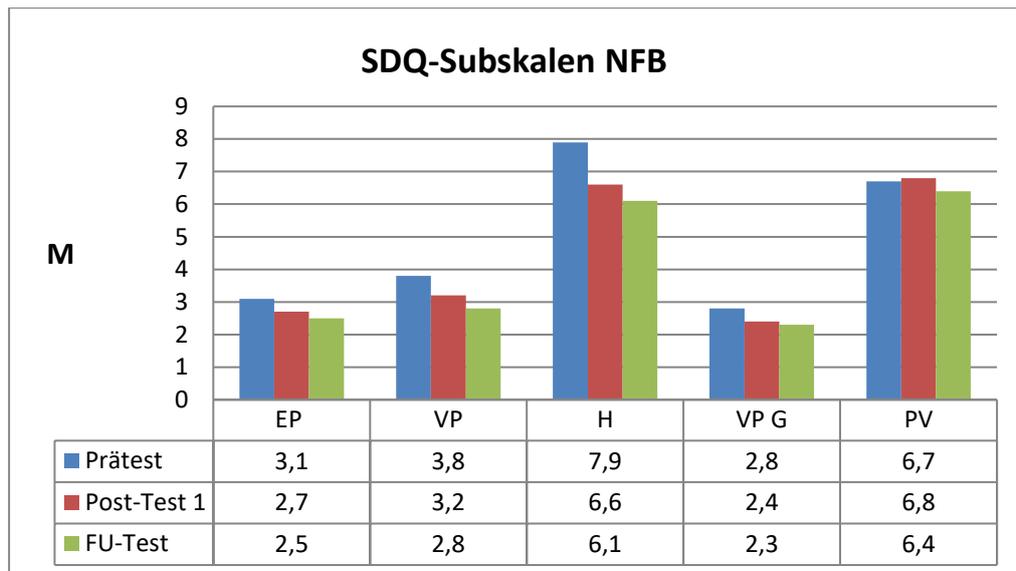


Abbildung 47: Mittelwert Rohwerte Subskalen SDQ im Eltern-Rating NFB-Gruppe

Anmerkungen: EP = Emotionale Probleme; VP = Verhaltensprobleme, H = Hyperaktivität, VP G = Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen; PV = Prosoziales Verhalten

Insgesamt ergaben sich auf allen Subskalen im SDQ Verbesserungen der NFB-Gruppe (Abbildung 47), wobei lediglich der durchschnittliche Ausgangswert der Skala „Hyperaktivität“ und der durchschnittliche Gesamtproblemwert zum Prätest im auffälligen Bereich lagen. Auf diesen Skalen zeigte sich zum FU-Test eine Verbesserung in den grenzwertigen Bereich.

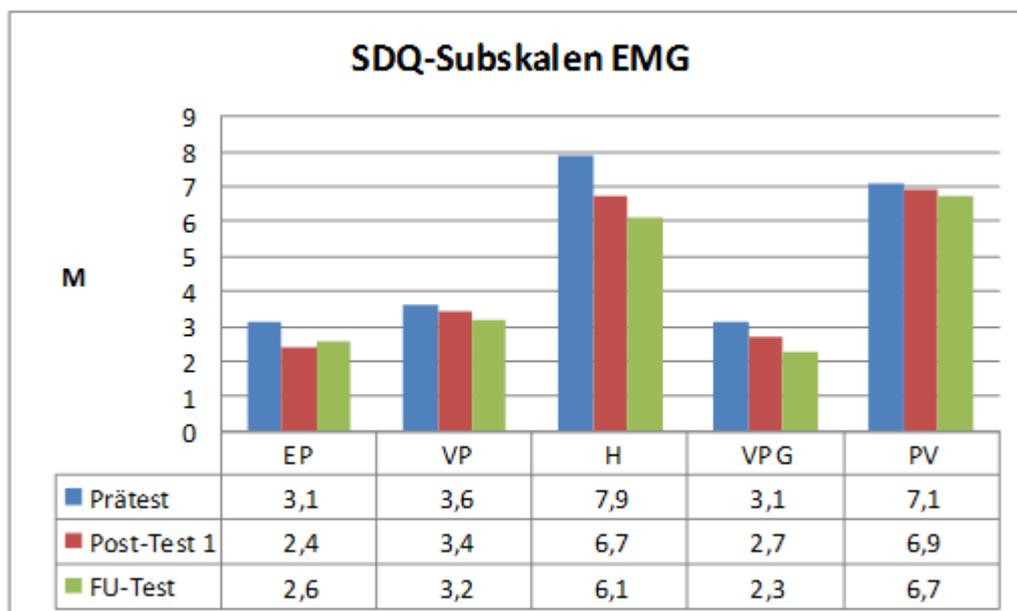


Abbildung 48: Mittelwert Rohwerte Subskalen SDQ im Eltern-Rating EMG-Gruppe

Anmerkungen: EP = Emotionale Probleme; VP = Verhaltensprobleme, H = Hyperaktivität, VP G = Verhaltensprobleme mit Gleichaltrigen; PV = Prosoziales Verhalten

Auch bei den EMG-Kindern ergaben sich auf allen Subskalen im SDQ Verbesserungen (Abbildung 48) und auch hier waren lediglich im Prätest die durchschnittlichen Ausgangswerte der Subskalen „Hyperaktivität“ und der „Gesamtproblemwert“ im auffälligen Bereich.

Die Lehrer bewerten die Kinder insgesamt weniger auffällig als die Eltern im Prätest. Die Lehrerbeurteilung der Skala „Verhaltensprobleme“ liegt im Durchschnitt 1.4 Punkte niedriger als das entsprechende Elternurteil (95% Konfidenzintervall: [-1.8;-1.0],  $p < 0.0001$ ), die Skala „Gesamtproblemwert“ ist durchschnittlich 4.8 Punkte niedriger (95% Konfidenzintervall: [-6.3;-3.3],  $p < 0.0001$ ), die Skala „Emotionale Probleme“ liegt im Durchschnitt 1,04 Punkte niedriger (95% Konfidenzintervall: [-1.56;-0.53],  $p < 0.0001$ ), und die Skala „Hyperaktivität“ ist im Durchschnitt 2.2 Punkte niedriger als das entsprechende Elternurteil (95% Konfidenzintervall: [-2.8;-1.6],  $p < 0.0001$ ). Die Lehrerbeurteilungen erfolgten nur zum Prätest, so dass keine weiteren Vergleichswerte vorliegen.

#### 4.5.3.5 Lebensqualität

Die Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der Veränderung der Lebensqualität im Kid-Kindl-R Post-Test 2 – Prätest mit  $t(117.8) = 1.58$ ,  $p = 0.1164$  statistisch nicht signifikant, allerdings mit einer mittleren Effektstärke von  $d = -0.42$  [-0.77; -0.06]. Die Veränderung FU-Test - Post-Test 2 ist ebenso nicht bedeutsam mit  $t(93.9) = -0.76$ ,  $p = 0.4467$ .

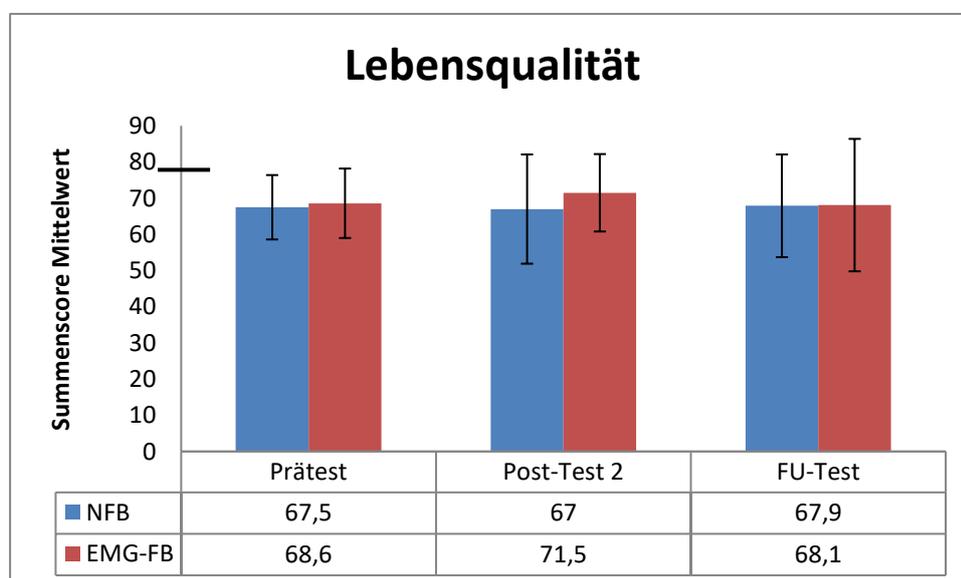


Abbildung 49: Mittelwert Summenscore Kid-Kindl-R zu verschiedenen Zeitpunkten in beiden Gruppen

Anmerkungen: Strich vertikale Achse: gesunde Kinder  $M = 79,0$

Die Lebensqualität in der NFB-Gruppe verbessert sich deskriptiv zum Zeitpunkt FU-Test nur minimal, während sie sich in der EMG-FB-Gruppe zu Post-Test 2 zunächst verbessert, dann zum FU-Test jedoch unter den Ausgangswert abfällt (Abbildung 49).

## 4.6 Zusatzanalysen

Im Folgenden werden weitere, bereits vorab festgelegte zusätzliche Analysen vorgestellt. Zur Untersuchung des Einflusses des Baseline FBB-ADHS-Wertes auf die Veränderung der Gesamtsymptomatik wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Die ADHS-Medikation im Studienverlauf und aufgetretene unerwünschte Ereignisse wurden deskriptiv anhand der Anzahl und der Häufigkeit interpretiert. Die Analyse des Fragebogens „Bewertung der Therapie“ erfolgte mit dem Chi-Quadrat Test nach McNemar für abhängige Stichproben und dem Wilcoxon-Test für unabhängige Stichproben. Mittels Kovarianzanalyse wurde zusätzlich der Einfluss der elterlichen Zufriedenheit auf die Veränderung der „FBB-ADHS Gesamtskala“ im Elternrating untersucht.

### 4.6.1 Einfluss ADHS-Score auf Veränderung der Gesamtsymptomatik

Eine Regressionsanalyse zur Untersuchung des Einflusses des Baseline ADHS-Scores auf die vorhergesagte Veränderung der Gesamtsymptomatik zeigt einen negativen Zusammenhang ( $r = -0.73724$ ) zwischen dem Ausgangswert und der Symptomveränderung im FBB-ADHS (Abbildung 50).

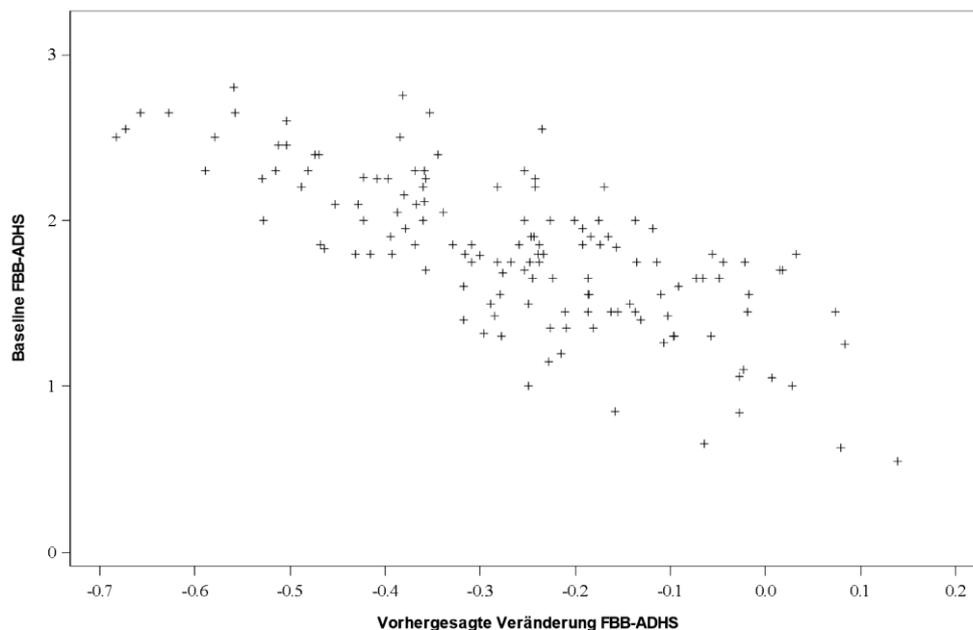


Abbildung 50: Einfluss des ADHS Ausgangswerts auf die Symptomveränderung für beide Gruppen

Quelle: SBNFB, 2013

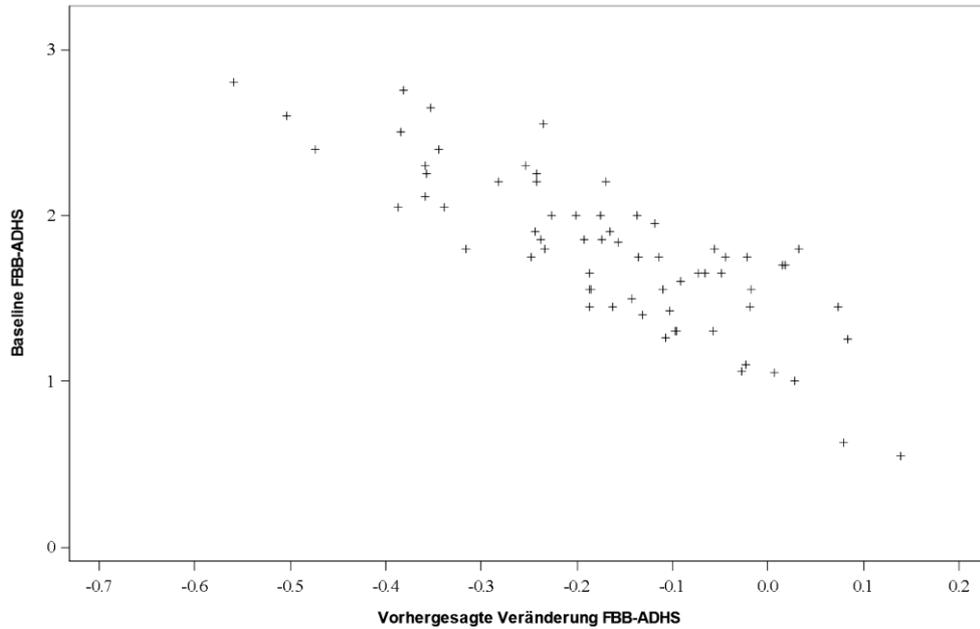


Abbildung 51: Einfluss des ADHS Ausgangswerts für die EMG-FB-Gruppe  
Quelle: SBNFB, 2013

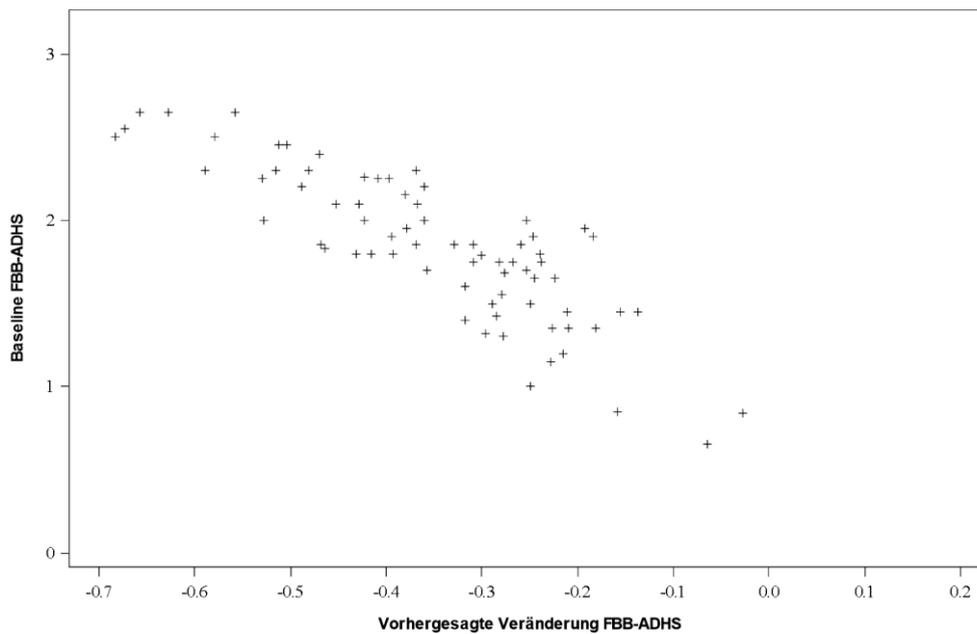


Abbildung 52: Einfluss des ADHS Ausgangswerts für die Neurofeedback Gruppe  
Quelle: SBNFB, 2013

Für die EMG-FB-Gruppe wurde ein Korrelationskoeffizient von  $r = -0.82445$  (Abbildung 51) und für die NFB-Gruppe ein Korrelationskoeffizient von  $r = -0.84643$  (Abbildung 52) ermittelt.

#### 4.6.2 ADHS-Medikation im Studienverlauf

In der NFB-Gruppe hatten zum FU-Test insgesamt sechs Kinder die Medikamente abgesetzt und in der EMG-FB-Gruppe fünf Kinder (Abbildung 53).

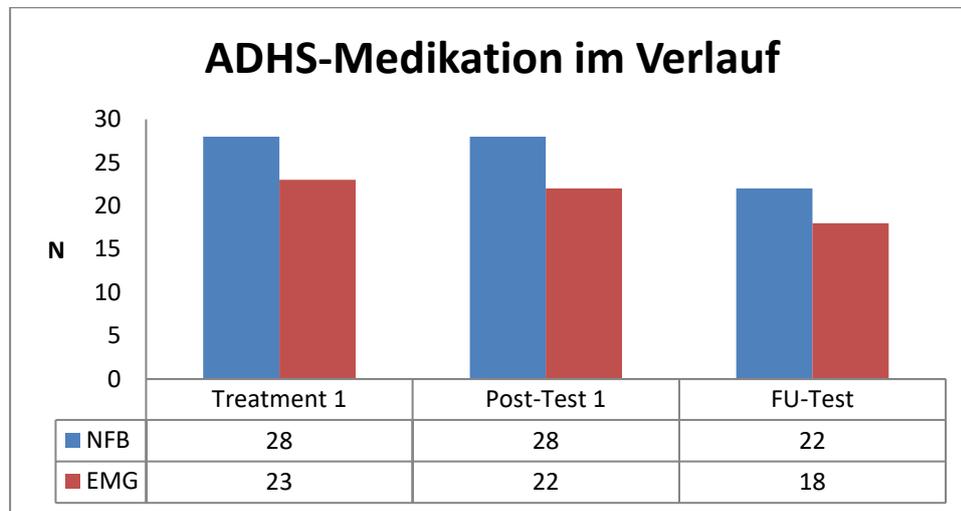


Abbildung 53: ADHS-Medikation der beiden Gruppen im Verlauf

Anmerkungen: N = Anzahl der Kinder mit Medikamenten

Es gab 18 Kinder, die im Verlauf der Behandlung neu Medikamente erhielten. Tabelle 25 dokumentiert den Verlauf für alle Kinder, die Medikamente einnahmen, beginnend von der ersten Behandlungsphase (Treatment 1), bestehend aus den ersten 12 Trainingssitzungen, bis zur letzten Testung, 6 Monate nach Behandlungsende (FU-Test).

Tabelle 25: „Alt- und neuemedizierte“ Kinder im Studienverlauf (mITT-Population)

Visite	Medikation	Neurofeedback (N = 75)		EMG-Feedback (N = 69)	
		Medikation	Screening	Medikation	Screening
		ja	nein	ja	nein
<b>Treatment 1</b>	ja	28	0	23	1
	nein	0	31	0	33
<b>Post-Test 1</b>	ja	28	1	22	0
	nein	0	33	0	32
<b>Follow up</b>	ja	22	3	20	4
	nein	3	33	2	30
<b>Follow up-Test</b>	ja	22	5	18	4
	nein	0	27	3	24

Zum Follow up-Test sind in der NFB-Gruppe insgesamt fünf Kinder und in der EMG-FB-Gruppe vier Kinder mit neu verordneter Medikation hinzugekommen. Durch Addition der „alt – und neuemedizierten“ Kinder ergeben sich zum Follow up-Test insgesamt 27 Kinder in der NFB-Gruppe und 22 Kinder der EMG-FB-Gruppe, die ADHS-Medikamente einnehmen. Damit kann die vorab aufgestellte Hypothese, dass die Kinder der NFB-Gruppe zum Zeitpunkt FU-Test weniger ADHS-Medikamente einnehmen als die EMG-FB-Gruppe, nicht bestätigt werden.

#### 4.6.3 Unerwünschte Ereignisse und Zusammenhang zur Studienbehandlung

In einer weiteren Analyse wurde anhand der Safety Population untersucht, wie viele unerwünschte Ereignisse mit Kausalzusammenhang zur Studienbehandlung bei den Studienkindern aufgetreten sind (Tabelle 26). Es wurde festgehalten, wie viele Kinder insgesamt ein unerwünschtes Ereignis aufwiesen und keine weitere Maßnahme erhielten und wie viele Kinder das Training aufgrund schwerwiegender unerwünschter Ereignisse abbrachen (Tabelle 27).

Bei insgesamt fünf Kindern der EMG-FB und vier Kindern der NFB-Gruppe gab es einen Kausalzusammenhang des unerwünschten Ereignisses zur Studienbehandlung. Bei zwei Kindern der EMG-FB-Gruppe musste das Training unterbrochen werden. In Tabelle 26 werden die unerwünschten Ereignisse mit einem direkten Kausalzusammenhang zur Studienbehandlung getrennt nach Behandlungsgruppen aufgeführt. In sehr seltenen Fällen können demnach nach einem Biofeedbacktraining Kopfschmerzen, Hautreaktionen und Hautausschlag auftreten.

Tabelle 26: Anzahl unerwünschter Ereignisse mit Kausalzusammenhang zur Studienbehandlung

Unerwünschtes Ereignis (AE)	EMG-FB (N = 68)	NFB (N = 72)	Gesamt (N = 140)
<b>Kopfschmerzen</b>	3 (4,41%)	1 (1,39%)	4 (2,86%)
<b>Hautreaktionen (Rötung)</b>		2 (2,78%)	2 (1,43%)
<b>Übelkeit</b>	1 (1,47%)		1 (0,71%)
<b>Pustulöser Hautausschlag</b>		1 (1,39%)	1 (0,71%)
<b>Muskelschmerz</b>	1 (1,47%)		1 (0,71%)

Etwa jedes dritte Kind hatte mindestens ein unerwünschtes Ereignis (Tabelle 27). In beiden Gruppen wurden zwei (2,86%) schwerwiegende unerwünschte Ereignisse innerhalb der Safety Population beobachtet. In der EMG-FB-Gruppe wurde über einen Hodenhochstand und einer starken Verschlechterung der ADHS-Symptomatik bei jeweils einem Kind berichtet. In der NFB-Gruppe wurde ein psychisches Trauma nach einem Autounfall und eine Appendizitis bei jeweils einem Kind diagnostiziert. Diese Ereignisse wurden als schwerwiegend eingestuft, da sie eine stationäre Behandlung erforderten.

Tabelle 27: Patienten mit unerwünschtem Ereignis(AE), getrennt nach Gruppen

Unerwünschte Ereignisse (AE)	Anzahl Patienten		
	EMG-FB (N = 68)	NFB (N = 72)	Gesamt (N = 140)
<b>mindestens 1 AE</b>	24 (35,29%)	24 (33,33%)	48 (34,29%)
<b>AE Kausalzusammenhang mit Studie</b>	5 (7,35%)	4 (5,56%)	9 (6,43%)
<b>Schwerwiegende AE (SAE)</b>	2 (2,94%)	2 (2,78%)	4 (2,86%)
<b>keine Maßnahme</b>	20 (29,41%)	20 (27,78%)	40 (28,57%)
<b>Training unterbrochen</b>	9 (13,24%)	9 (12,5%)	18 (12,86%)
<b>Kausalzusammenhang und keine Maßnahmen</b>	3 (4,41)	4 (5,56%)	7 (5%)
<b>Kausalzusammenhang und Training unterbrochen</b>	2 (2,94%)	0	2 (1,43%)

#### 4.6.4 Bewertung der Therapie

Der Fragebogen „Bewertung der Therapie“, der die Eltern-Zufriedenheit erfasst, wurde zur Kontrolle eines Placeboeffektes ausgegeben.

Die Analyse mit dem Chi-Quadrat-Test nach McNemar (basierend auf der Häufigkeitsverteilung) für abhängige Stichproben ergab für alle sechs Skalen zu den Messzeitpunkten Post-Test 1, Post-Test 2 und Follow up-Test keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen. In der Analyse mit dem Wilcoxon-Test (basierend auf dem Mittelwert des Rohwertes) für unabhängige Stichproben unterschieden sich die Gruppen über alle Skalen zu den verschiedenen Testzeitpunkten (Post-Test 1, Post-Test 2, FU-Test) nicht signifikant. In

Tabelle 28 sind die Ergebnisse für den Fragebogen „Bewertung der Therapie“ mit den einzelnen Skalen, getrennt nach Gruppen, zum Zeitpunkt FU-Test anhand des gemittelten Rohwertes dargestellt.

Tabelle 28: *Bewertung der Therapie zum Zeitpunkt FU-Test (mITT-Population)*

Skalen	NFB	EMG	NFB	EMG	NFB	EMG	p-Wert
	N		Mittelwert (SD)		Missings (N)		Wilcoxon
<b>Therapiezufriedenheit</b>	51	44	4.4 (1.4)	4.1 (1.6)	24	25	0.5659
<b>Zufriedenheit mit Therapeutin</b>	50	43	5.5 (0.7)	5.5 (0.9)	25	26	0.6155
<b>Verständnis für Probleme</b>	50	43	5.3 (0.8)	5.0 (1.1)	25	26	0.2097
<b>Therapievertrauen</b>	51	44	4.5 (1.2)	4.5 (1.6)	24	25	0.5226
<b>Kompetenz Therapeutin mit Erkrankung</b>	50	41	5.3 (0.9)	5.2 (0.9)	25	28	0.5951
<b>Weiterempfehlung Therapie</b>	50	44	4.8 (1.3)	4.5 (1.8)	25	25	0.6109

Die Eltern beider Gruppen hatten Vertrauen in die Therapie und würden diese auch weiterempfehlen. Mit der Therapeutin bzw. dem Therapeuten waren die Eltern zufrieden bis sehr zufrieden, beurteilten das Verständnis für die Probleme ihres Kindes und die Kompetenz hinsichtlich der Aufmerksamkeitsstörung als gut bis sehr gut ein.

Die Ergebnisse der ANCOVA ergaben einen signifikanten Einfluss der Elternzufriedenheit auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala im Elternurteil Post-Test 2 – Prätest, jedoch keine signifikante Interaktion zwischen der Behandlung und der Eltern-Zufriedenheit (Tabelle 29). Die Eltern beider Gruppen waren gleich zufrieden mit der Therapie, infolgedessen ist auch der mögliche Einfluss der Zufriedenheit auf die Beurteilung des Behandlungsergebnisses gleich.

Tabelle 29: *Effekt der Eltern-Zufriedenheit (Mittelwert Post-Test 1) auf die Veränderung der FBB-ADHS Gesamtskala Eltern-Rating (mITT Population), Post-Test 2 – Prätest (BOCF)*

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG / Obere 95% KG)	p-Wert (F-Test)	F-Wert	Freiheitsgrade
<b>Biofeedback</b>	<b>-0.1879 (-0.2985 / -0.0774)</b>			
<b>Neurofeedback</b>	<b>-0.3903 (-0.4941 / -0.2866)</b>			
<b>Unterschied zwischen den Behandlungen</b>	0.2024 (0.0507 / 0.3541)			
<b>Eltern-Zufriedenheit (Mittelwert, Post-Test 1)</b>		<b>0.0073</b>	7.48	1
<b>Behandlung</b>		0.8503	0.04	1
<b>Baseline FBB-ADHS Punktzahl</b>		0.0001	16.12	1
<b>Interaktionseffekt zwischen Behandlung und Elternzufriedenheit (Mittelwert, Post-Test 1)</b>		0.7155	0.13	1

Anmerkungen: KG = Konfidenzgrenze; Anzahl auswertbarer Patienten: 109; max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.

#### 4.7 Subgruppenanalysen

Für diese Analyse wurde das Modell der Primäranalyse zum Zeitpunkt Post-Test 2 - Prätest an der mITT-Population (BOCF) um die jeweilige Subgruppe und den Interaktionseffekt zwischen der Subgruppe und der Behandlung erweitert. Konkret wurden folgende Subgruppen in die Analyse mit einbezogen: „Baseline ADHS-Medikation“, „Geschlecht“, „CBCL-Skala EXT T-Wert  $\geq 64$  vs.  $< 64$ “, „CBCL-Skala INT T-Wert  $\geq 64$  vs.  $< 64$ “ und „FBB-SSV Gesamtskala“ unauffällig vs. sonstige Kategorien.

In allen Subgruppen ergab sich kein signifikanter Interaktionseffekt auf die Veränderung im „FBB-ADHS Gesamt“ Eltern-Rating, bis auf die Subgruppe „Geschlecht“. Hier lieferte die Analyse einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Behandlung und dem Geschlecht mit  $F(1,1) = 3.95$ ,  $p = 0.0491$  (Tabelle 30).

Tabelle 30: Subgruppenanalyse Geschlecht (mITT-Population), Post-Test 2 – Prätest (BOCF)

Effekt	Mittelwert (Untere 95% KG / Obere 95% KG)	p-Wert (F-Test)	F-Wert	Freiheits- grade
<b>Biofeedback</b>	-0.0652 (-0.2069 / 0.0766)			
<b>Neurofeedback</b>	<b>-0.3502 (-0.4771 / -0.2233)</b>			
<b>Unterschied zwischen den Behandlungen</b>	0.2850 (0.1007 / 0.4694)			
<b>Baseline-FBB- ADHS Punktzahl</b>		<b>0.0004</b>	13.21	1
<b>Behandlung</b>		<b>0.0027</b>	9.36	1
<b>Geschlecht</b>		0.1354	2.26	1
<b>Prüfzentrum</b>		0.6549	0.61	4
<b>Baseline ADHS Medikamente (Ja/Nein)</b>		0.3013	1.08	1
<b>Erziehungsstil (Mittelwert)</b>		0.6867	0.16	1
<b>Erwartungen der Eltern (Mittelwert)</b>		0.3921	0.74	1
<b>Interaktionseffekt zwischen Behandlung und Geschlecht</b>		<b>0.0491</b>	3.95	1

Anmerkungen: Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

In Tabelle 30 kann man sehen, dass es zwar insgesamt keinen signifikanten Effekt des Geschlechts auf den FBB-ADHS Gesamtwert im Elternurteil, jedoch eine signifikante Interaktion zwischen der Behandlungsgruppe und dem Geschlecht, gibt. Eine Analyse von der Gruppe, dem Geschlecht und den adjustierten M-Differenzen im FBB-ADHS Gesamt Eltern-Rating, bringt genaueren Aufschluss (Tabelle 31).

Tabelle 31: *Adjustierte M-Differenzen und Konfidenzintervall von Gruppe und Geschlecht*

Gruppe	Geschlecht	adjustierte M-Differenz FBB-ADHS	95% Konfidenzintervall	
<b>EMG-FB</b>	<b>männlich</b>	<b>-0.227904</b>	<b>-0.339250</b>	<b>-0.116558</b>
EMG-FB	weiblich	0.097587	-0.157101	0.352275
<b>NFB</b>	<b>männlich</b>	<b>-0.329087</b>	<b>-0.437868</b>	<b>-0.220306</b>
<b>NFB</b>	<b>weiblich</b>	<b>-0.371316</b>	<b>-0.598571</b>	<b>-0.144061</b>

Anmerkungen: Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt.

Anhand der Konfidenzgrenzen (Tabelle 31) kann gesagt werden, dass sich bei den Mädchen der EMG-FB-Gruppe, im Vergleich mit den Jungen der EMG-FB-Gruppe, sowie den Jungen und Mädchen der Neurofeedback-Gruppe, keine Verbesserung im FBB ADHS zeigt.

## 5. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Spezifität von Neurofeedback bei ADHS zu untersuchen. Bisherige Studien konnten zeigen, dass Neurofeedback bei ADHS zu signifikanten und anhaltenden Verbesserungen der Kernsymptomatik und von kognitiven Variablen führt. Primäre Fragestellung war die Veränderung der Kernsymptomatik im Elternurteil. Die Spezifität des NFB sollte durch den Vergleich mit einer semi-aktiven Kontrollgruppe erfasst werden. Sekundär wurden die Veränderung der Kernsymptomatik im Lehrerurteil, die Subskalen im Eltern- und Lehrerurteil zu Post-Test 2 und die Stabilität im Eltern- und Lehrerurteil im Follow up erfasst. Als weitere sekundäre Maße wurden Veränderungen in Aufmerksamkeitstests, der Intelligenz, der klinischen Beurteilung des Schweregrades der Erkrankung, der Lebensqualität des Kindes und der Medikamenteneinnahme erhoben.

Insgesamt wurden 150 Kinder im Alter von 7 bis 10 Jahren mit der Diagnose ADHS-Mischtyp in die Studie eingeschlossen und in eine der 5 Prüfzentren im Verhältnis 1:1 randomisiert entweder der Gruppe mit dem Training der langsamen kortikalen Potentiale oder der Gruppe mit dem Biofeedbacktraining des M. supraspinatus zugeordnet. Bei der Randomisierung wurde auf eine gleichmäßige Geschlechterverteilung der beiden Gruppen pro Zentrum geachtet. 144 Kinder nahmen an dem Training teil. Die Trainingsbedingungen und das Setting waren in beiden Gruppen identisch. Die Kinder durchliefen insgesamt 25 Trainingssitzungen, davon 12 Sitzungen in der 1. Behandlungsphase mit einer anschließenden 4-wöchigen Pause und weiteren 13 Trainingssitzungen in der 2. Behandlungsphase. Vor dem Training (Prätest), direkt nach dem Training (Post-Test 1) und 4 Wochen nach der letzten Trainingssitzung (Post-Test 2) fanden Untersuchungen statt. Die Ergebnisse der Untersuchungen des Prätests und des Post-Test 2 wurden miteinander verglichen, um eine Aussage bezüglich spezifischer Effekte von Neurofeedback im direkten Vergleich mit dem EMG-Biofeedback treffen zu können. 6 Monate nach Beendigung des Trainings fand eine Abschlussuntersuchung (Follow up-Test) statt. Die Ergebnisse der Untersuchungen im Post-Test 2 und dem Follow up-Test wurden verglichen, um eine Aussage bezüglich der Stabilität der Effekte treffen zu können. Regulär erreichten 60 Kinder (80%) der NFB-Gruppe und 51 Kinder (74%) der EMG-FB-Gruppe das Studienende.

### **5.1 Primäranalyse: Spezifität im Elternurteil: FBB-ADHS-Gesamtwert**

Die Hypothese der Primäranalyse war, dass sich das NFB hinsichtlich der Veränderungen in der Symptomatik gemäß dem Elternurteil als überlegen erweisen würde und es sollte geprüft werden, ob ein signifikanter Einfluss von Kovariablen besteht.

Hypothesenkonform zeigte sich im Post-Test 2 ein signifikanter Behandlungseffekt zugunsten des Neurofeedbacks. Sowohl die ANCOVA und der t-Test (korrigiert nach dem BOCF-Prinzip) an der mITT-Population, als auch die Sensitivitätsanalyse und der t-Test (korrigiert nach dem BOCF-Prinzip) an der PP-Population lieferten einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (NFB vs. EMG-FB) mit einer kleinen bis mittleren Effektstärke von  $d = 0,40$  (Completer  $d = 0,57$ ) und einem mittleren bis starken Effekt innerhalb der NFB-Gruppe mit  $d = 0,78$  (Completer  $d = 1,09$ ), sowie einem kleinen bis mittleren Effekt mit  $d = 0,35$  (Completer  $d = 0,48$ ) innerhalb der EMG-FB-Gruppe.

Der direkte Vergleich der GEE-Analyse mit der ANCOVA (Tabelle 12) ergab nochmals stärkere Differenzen im FBB-ADHS Gesamtwert der beiden Behandlungsgruppen. Die GEE-Analyse unterstützt damit die Aussage der Primäranalyse.

Entsprechend der Hypothese lieferte sowohl die Analyse an der mITT-Population, als auch die Sensitivitätsanalyse an der PP-Population, verglichen mit der EMG-FB-Gruppe, eine signifikante und spezifische Reduktion der Kernsymptomatik in der NFB-Gruppe. Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen damit die Befunde früherer Studien zum Feedback der langsamen Potentiale (Leins et al., 2006, 2007; Strehl et al., 2006) sowie von kontrollierten Neurofeedbackstudien mit standardisiertem Trainingsprotokoll und standardisiertem Design (Linden et al., 1996; Heinrich et al., 2004; Gevensleben et al., 2009, 2010; Steiner et al., 2011). Erstmals verglich Bakshayesh (2007) Neurofeedback mit EMG-Biofeedback (M. frontalis) und fand ebenfalls eine Überlegenheit des Neurofeedbacks. Die Befunde der vorliegenden Arbeit bestätigen die Überlegenheit von Neurofeedback gegenüber semiaktiven Kontrollbedingungen.

Hypothesenkonform zeigte sich kein Einfluss der Kovariablen „Geschlecht“, „Prüfzentrum“, „Medikation ja / nein“, „Erziehungsstil“ und „Erwartungen der Eltern“ auf die unterschiedlichen Behandlungsergebnisse. Auch Gevensleben et al. (2009) hatten keinen Einfluss der Therapieerwartung auf die unterschiedlichen Ergebnisse in beiden Gruppen beobachtet. Ebenso berichteten Leins et al. (2007), dass die Therapieerwartung der Eltern keinen Einfluss auf das Ergebnis hat.

Als weitere Kovariable wurde in dieser Arbeit der „elterliche Erziehungsstil“ mit den

Subskalen „Nachsichtigkeit“ und „Überreagieren“ untersucht. Insgesamt wiesen die Eltern im Durchschnitt einen positiven Erziehungsstil auf, was für wenig Variation im Erziehungsstil spricht. In der Studie von Leins et al. (2007) zeigte sich ebenso kein signifikanter Einfluss des elterlichen Erziehungsstils auf die Ergebnisse. Diese Befunde stehen nicht im Einklang mit den Ergebnissen von Monastra et al. (2002), die eine signifikante Reduktion der Kernsymptomatik bei einem positiven Erziehungsstil (konsequenter Einsatz von Belohnung und Bestrafung) der Eltern, verglichen mit einem inkonsequenten Belohnungs- und Bestrafungssystem der Eltern gefunden haben. Dieser Unterschied kann dadurch erklärt werden, dass bei geringer bis fehlender Abweichung im Erziehungsstil, wie in dieser Arbeit und der Studie von Leins et al. (2007), sich auch kein Einfluss auf weitere Variablen wie z.B. die Kernsymptomatik bestimmen lässt. Des Weiteren berichten Drechsler et al. (2007), dass die elterliche Unterstützung in der Übungsphase zu Hause ebenso einen positiven Verhaltenseffekt bewirkt. Die elterliche Unterstützung wurde in dieser Arbeit nicht zusätzlich erfasst und somit kann keine vergleichende Aussage getroffen werden.

Ein weiteres Ergebnis dieser Arbeit war ein negativer Zusammenhang zwischen dem Ausgangswert im FBB-ADHS und der vorhergesagten Symptomveränderung. Das bedeutet, je höher die anfängliche Symptomausprägung ist, desto größer soll die erzielte Veränderung ausfallen (= desto niedriger der FBB-ADHS Gesamtwert). Diese Schätzung wurde für beide Gruppen, mit vergleichbaren Korrelationskoeffizienten, ermittelt. In beiden Gruppen lag ein hoher Baseline ADHS-Ausgangswert vor. Im Behandlungsergebnis zeigte sich, trotz guter Prognose in beiden Gruppen, ein signifikanter Unterschied zugunsten der Neurofeedbackgruppe, was für die Wirksamkeit von Neurofeedback spricht.

Über eine deutliche Veränderung der Symptomatik nach einem Neurofeedbacktraining, unabhängig vom Ausgangswert, berichten Leins et al. (2007) und Gani et al. (2008). Insgesamt erfüllten 7 Kinder nach 6 Monaten nicht mehr die Diagnosekriterien einer ADHS nach DSM-IV (Leins et al., 2007). Nach 2 Jahren waren 11 Kinder remittiert (Gani et al., 2008).

Insgesamt gibt es nur wenige Studien, die den Zusammenhang von Symptomausprägung und Symptomveränderung bei ADHS untersucht haben. Das Ergebnis dieser Studien ist, dass bei einer anfänglichen größeren Ausgangssymptomatik mit einem längerfristigen geringeren Behandlungserfolg zu rechnen ist (Hechtmann, 1999; Buitelaar et al., 2009; Molina et al., 2009). In einer Studie von Owens et al. (2003) wurden verschiedene Moderatoren des Behandlungserfolgs bei ADHS identifiziert: anfängliche Symptomschwere, depressive Symptomatik der Eltern und kindlicher IQ. Die dabei untersuchten

Behandlungsmethoden waren Medikamentengabe, Verhaltenstherapie und Kombinationen dieser beiden Therapieformen. Generell muss bei initialen Extremwerten bei einer Wiederholungsmessung mit einer Tendenz der Werte zur Mitte gerechnet werden. Auch ist bei allen Studienteilnehmern mit initial höheren Ausgangswerten von einem insgesamt höheren Leidensdruck auszugehen (Nachtigall & Suhl, 2002), so dass bei all diesen Studien von einem vergleichbaren Regressionseffekt ausgegangen werden kann. Der kindliche IQ war in der vorliegenden Arbeit im durchschnittlichen Bereich und die elterliche depressive Symptomatik wurde nicht erfasst. Generelle Unterschiede zwischen dieser Arbeit und den bisherigen Studien liegen in den durchgeführten Behandlungsmethoden, die vermutlich zu den unterschiedlichen Ergebnissen zwischen dieser Arbeit und den bisherigen Befunden geführt haben. Die gute Prognose von Neurofeedback, auch bei initial höherem Ausgangswert, bedeutet, dass auch längerfristig mit einem besseren Behandlungserfolg bei Neurofeedback gerechnet werden kann. Diese Annahme wurde bereits von Gani et al. (2008) bestätigt, in der die Kinder auch noch nach 2 Jahren eine stabile signifikante Reduktion der Kernsymptomatik aufwiesen.

## **5.2 Sekundäranalysen**

### **5.2.1 Spezifität im Lehrerurteil: FBB-ADHS Gesamtwert**

Die Hypothesen bezogen auf das Lehrerurteil im Fragebogen „FBB-ADHS Gesamt“ waren analog zum Elternurteil eine signifikante und stärkere Reduktion der Kernsymptomatik nach NFB im Vergleich zum EMG-FB. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob ein signifikanter Einfluss der Kovariablen besteht.

Entgegen der Hypothese zeigt sich im Post-Test 2, sowohl für die mITT als auch für die PP-Population kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in der Veränderung des FBB-ADHS Gesamtwerts. Innerhalb der Gruppen liefert die post-hoc Analyse mittels t-Test an der mITT-Population (BOCF) jedoch eine signifikante Verbesserung nur in der NFB-Gruppe und nicht in der EMG-FB-Gruppe (Abbildung 24). Übereinstimmend zu diesem Ergebnis wurde in anderen Studien ebenso kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen im Lehrerurteil gefunden (Leins et al., 2007; Meisel et al., 2014). Abweichend dazu ergaben sich in diesen Studien, jedoch signifikante Verbesserungen innerhalb beider Gruppen. Dieser Unterschied kann dadurch erklärt werden, dass Neurofeedback in diesen Studien mit ähnlich aktiven Kontrollbedingungen verglichen wurde. Dagegen fanden Gevensleben et al. (2009) einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (NFB vs. Aufmerksamkeitstraining) im Lehrerurteil. Mögliche Erklärungen für den im Lehrerurteil fehlenden Unterschied zwischen

den Gruppen dieser Arbeit werden in Kapitel 5.2.3 genauer diskutiert. In den Studien von Bakshayesh et al. (2011) und Steiner et al. (2011) wurde keine signifikante Verbesserung im Lehrerurteil zum Post-Test gefunden. Erwähnenswert ist, dass in einer Reihe von Studien das Lehrerurteil nicht erhoben (Linden et al., 1996; Heinrich et al., 2004; Lansbergen et al., 2011; Duric et al., 2012) wurde.

Analog zum Elternurteil zeigte sich kein Einfluss der untersuchten Kovariablen „Geschlecht“, „Prüfzentrum“, „Baseline ADHS-Medikamente“, „Erziehungsstil“ und „Erwartungen der Eltern“ auf das Ergebnis.

### **5.2.2 Spezifität im Elternurteil: Subskalen**

Eine weitere Annahme der Sekundäranalyse war, dass sich die Kernsymptomatik auf den Subskalen „Unaufmerksamkeit“, „Hyperaktivität“ und „Impulsivität“ im FBB-ADHS im Eltern- und Lehrerurteil vor und nach dem Training zwischen der NFB und EMG-FB-Gruppe signifikant unterscheidet. Die Auswertung der Subskalen im Elternurteil ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in der Hyperaktivität mit einer kleinen Effektstärke von  $ES = 0.18$ , aber es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen in der Impulsivität und der Unaufmerksamkeit zugunsten der Neurofeedbackgruppe mit einem jeweils stärkeren Effekt für die Impulsivität  $ES = 0.34$  und die Unaufmerksamkeit  $ES = 0.40$ . Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen der Metaanalyse von Arns et al. (2014), die im Gruppenvergleich ebenfalls einen stärkeren Effekt für die „Unaufmerksamkeit“ ( $ES = 0.81$ ) und die „Impulsivität“ ( $ES = 0.69$ ), gegenüber der „Hyperaktivität“ ( $ES = 0.40$ ) gefunden haben. Entsprechend berichten die meisten Originalarbeiten keinen signifikanten Unterschied zwischen der NFB- und der Kontrollgruppe bezüglich der „Hyperaktivität“ im Elternurteil (Linden et al., 1996; Gevensleben et al. 2010; Drechsler et al., 2007; Bakshayesh et al., 2011; Meisel et al., 2014; Duric et al., 2012, 2014). Lediglich Steiner et al. (2011) sowie Gevensleben et al. (2009) beobachteten einen signifikanten Unterschied bezüglich der „Hyperaktivität“, wobei in beiden Studien die Hyperaktivität nicht isoliert, sondern zusammen mit der Impulsivität betrachtet wurde, was den Unterschied zu den anderen Befunden erklären könnte. Betrachtet man die Konfidenzintervalle der Subskalen (Tabelle 19) getrennt nach beiden Gruppen fällt auf, dass sich auf der Subskala „Unaufmerksamkeit“ und „Impulsivität“ lediglich die NFB-Gruppe signifikant verbessert hat. Dagegen hat sich auf der Skala „Hyperaktivität“ sowohl die NFB-Gruppe, als auch die EMG-FB-Gruppe gleichermaßen signifikant verbessert, was den nicht signifikanten Unterschied bezüglich der „Hyperaktivität“

zwischen den Gruppen erklärt. Läge ein spezifischer Effekt von Neurofeedback vor, dann gäbe es auf dieser Skala einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, was nicht der Fall ist. Die signifikante Verbesserung der Hyperaktivität in beiden Gruppen spricht somit für einen unspezifischen Effekt. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Kinder beider Gruppen in diesen vielen Trainingssitzungen gelernt haben, stillzusitzen. Das deckt sich auch mit dem Ergebnis der Meta-Analyse von Arns et al. (2014), in der ein kleiner Effekt für die Hyperaktivität gefunden wurde.

### 5.2.3 Spezifität im Lehrerurteil: Subskalen

Die post-hoc Analyse der Subskalen im FBB-ADHS Lehrerurteil für die Veränderung Post-Test 2 – Prätest (BOCF), zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, jedoch innerhalb der NFB-Gruppe eine signifikante Verbesserung auf der Skala „Aufmerksamkeitsstörung“ ( $p = 0.0444$ ) und auf der Skala „Impulsivität“ ( $p = 0.0248$ ). Die Differenz Post-Test 2 – Prätest auf der Subskala „Hyperaktivität“ lieferte keine signifikante Verbesserung der NFB-Gruppe. Innerhalb der EMG-FB-Gruppe sehen die Lehrer auf allen Subskalen keine signifikante Verbesserung. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen im Elternurteil, das eine Verbesserung innerhalb der NFB-Gruppe bezüglich der Unaufmerksamkeit und der Impulsivität sieht. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, wie im Elternurteil, konnte jedoch nicht gefunden werden.

Verschiedene Erklärungen für den im Lehrerurteil fehlenden Unterschied zwischen den Gruppen kommen in Frage. Nachfolgend wird dazu die Anzahl der fehlenden Werte im Lehrerurteil, ein geringerer Ausgangswert im Lehrerurteil und die Übereinstimmung zwischen dem Eltern- und Lehrerurteil anderer Studien diskutiert.

Vergleicht man die fehlenden Werte im Eltern- und Lehrerurteil im FBB-ADHS-Gesamtwert, so ergeben sich im Lehrerurteil 15 fehlende Werte mehr, als im Elternurteil, die durch das BOCF-Prinzip ersetzt werden. Dieses Prinzip ersetzt fehlende Werte im Post-Test 2 mit dem Wert vom Prätest, so dass sich in der Differenz dieser Werte keine Veränderung der Symptomatik ergibt, es sei denn, es wird eine Verschlechterung unterstellt.

In der post-hoc Analyse ergibt sich im Prätest für den FBB-ADHS Gesamtwert beider Gruppen ein signifikanter Unterschied zwischen dem Lehrer- und dem Elternurteil (Mittelwertsdifferenz Lehrer minus Eltern von  $-0.3664$ ; 95% KI  $-0.5045/-0.2282$ ,  $p < 0.0001$ ), der zum Post-Test 2 nicht mehr signifikant ist (Mittelwertsdifferenz Lehrer minus Eltern von  $-0.1403$ ; 95% KI  $-0.3160/0.0355$ ,  $p = 0.1163$ ). Die Lehrer beurteilen die Kinder hinsichtlich

ihrer Symptomatik im Prätest als deutlich geringer beeinträchtigt als die Eltern und sehen möglicherweise infolgedessen zum Zeitpunkt Post-Test 2 auch eine geringere Verbesserung.

Eine post-hoc durchgeführte Spearman-Korrelation der Eltern- und Lehrerurteile ergab für alle Zeitpunkte keinen Zusammenhang mit  $r = .12$  für den Prätest, mit  $r = .08$  für Post-Test 2 und  $r = .11$  für den Follow up-Test. Dies entspricht den Befunden anderer Studien aus unterschiedlichen Kulturen, die ebenso erhebliche Unterschiede zwischen dem Eltern- und Lehrerurteil gefunden haben (Papageorgiou et al. 2008; Mitsis et al., 2000; Wolraich et al., 2004, Burns et al., 2013; Sollie et al., 2012;). O'Neill et al. (2014) stellen in einer Studie mit 6-jährigen Kindern fest, dass die elterliche und klinische Beurteilung, nicht aber das Lehrerurteil signifikante unabhängige Prädiktoren für die Diagnosestellung einer ADHS und dessen Schweregrades sind. Sie argumentieren weiter, dass das elterliche Urteil den besten Prädiktor für den späteren Schweregrad einer ADHS darstellt, da die Eltern die meiste Zeit mit ihren Kindern verbringen und dadurch in der Lage sind, die Breite und Chronizität dieser Schwierigkeiten am besten zu beurteilen. Dagegen sehen die Lehrer die Kinder nur über eine begrenzte Zeit des Tages in einem bestimmten Kontext. Die Kinder mit stärkerer Symptomatik sind meistens mit Medikamenten so eingestellt, dass sie über die Schulzeit gut funktionieren und angepasster sind, als das zu Hause der Fall ist.

Es ist nicht zu sagen, welche und wie viele der genannten möglichen Ursachen zum Verfehlen des signifikanten Gruppenunterschiedes im Lehrerurteil beitragen: die höhere Anzahl der fehlenden Werte im Lehrerurteil und damit die höhere Anzahl der ersetzten Werte durch das BOCF-Prinzip, die vermutlich zu einer Unterschätzung des Effektes geführt haben, der signifikant geringere Ausgangswert im Lehrerurteil und damit einhergehend eine geringere Spanne der Verbesserungsmöglichkeit oder eine insgesamt geringere reliablere Einschätzung der Symptomatik im Lehrerurteil.

### **5.2.4 Stabilität im Eltern- und Lehrerurteil**

Es wurde angenommen, dass der Unterschied zwischen den Gruppen im FBB-ADHS Gesamtwert Eltern- und Lehrerurteil auch 6 Monate nach Trainingsende noch stabil ist. Zwar zeigt sich in der Differenz des Elternurteils FU-Test – Post-Test 2 weiterhin ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen, der allerdings auf eine Verbesserung der EMG-Gruppe zurückzuführen ist. In der NFB-Gruppe zeigt sich weiterhin ein stabiles Ergebnis (Abbildung 29). Das stabile Ergebnis zum FU-Test entspricht den Befunden bisheriger NFB-Studien mit Follow up-Untersuchungen (Leins et al., 2007; Strehl et al., 2006; Gani et al., 2008; Steiner et

al., 2014; Gevensleben et al., 2010). Die Studien von Strehl und Kollegen lieferten stabile Ergebnisse für beide Neurofeedbackprotokolle (LP vs. Theta/Beta) in der Follow up-Untersuchung. In der Studie von Steiner et al. (2014) zeigten sich anhaltende signifikante Verbesserungen der Neurofeedbackgruppe auch 6 Monate nach Ende der Intervention, verglichen mit der Kontrollgruppe und der Gruppe an Kindern, die ein computerisiertes Aufmerksamkeitstraining erhielten.

Bei Gevensleben et al. (2010) ergab sich im Follow up ein signifikanter Gruppenunterschied zugunsten der NFB-Gruppe. Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit dem Befund in unserer Studie, in der im Follow up zwar ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden wurde, allerdings zugunsten der EMG-Gruppe. Die Veränderung der NFB-Gruppe ist weiterhin stabil, allerdings verbessert sich die EMG-Gruppe, verglichen mit der NFB-Gruppe, von Post-Test 2 zum Follow up signifikant. Die NFB-Gruppe profitiert besonders nach dem Training, wobei dieser Effekt stabil ist. Der bedeutsame Gruppenunterschied nach dem Training spricht für die Wirksamkeit der Intervention. Bei den Kindern der EMG-Gruppe zeigt sich 6 Monate nach Trainingsende ein signifikanter Gruppenunterschied. Es stellt sich nun die Frage, warum sich die Kinder der EMG-Gruppe, im Unterschied zur NFB-Gruppe, zu diesem Zeitpunkt deutlich verbessert haben? In dieser Zeit haben 21 von 69 Kindern der EMG-Gruppe und 16 von 75 Kindern der NFB-Gruppe eine neue Psychotherapie oder sonstige Therapie (z.B. Ergotherapie) begonnen. Bei 29 Kindern der EMG-Gruppe und 38 Kindern der NFB-Gruppe gab es Änderungen bezüglich der Medikation. Die Änderungen beziehen sich auf das Präparat und die Dosierung. Möglicherweise wurden bei mehr Kindern der NFB-Gruppe aufgrund der deutlichen Verbesserung der Symptomatik nach der Intervention die Medikamente runterdosiert, während sie in der EMG-Gruppe aufgrund der geringeren Verbesserung und der höheren Anzahl gravierender Probleme hochdosiert wurden. In den Telefonprotokollen wurde die Art der Änderung handschriftlich vermerkt und könnte im Rahmen einer weiteren Arbeit genaueren Aufschluss darüber geben. Die Zahl der neumedizierten Kinder (NFB-Gruppe 5 Kinder; EMG-Gruppe 4 Kinder) ist 6 Monate nach Trainingsende in beiden Gruppen ungefähr gleich.

In beiden Studien wurden semiaktive Kontrollgruppen verwendet. In unserer Studie waren die Durchführungsbedingungen und das Design des Trainings nahezu identisch zur Neurofeedbackgruppe. Bei Gevensleben et al. (2010) gab es deutliche Unterschiede zwischen dem Trainingsprogramm von Kontrollgruppe und Experimentalgruppe. In der NFB-Gruppe wurde das System „SAM“ und in der Kontrollgruppe die Software „Skillies“ verwendet, die

unterschiedliche Aufgabenstellungen beinhalteten. Damit sind die unspezifischen Anteile weniger gleich als in unserer Studie, was eine mögliche Ursache für den Unterschied zu unseren Ergebnissen im Follow up sein könnte.

Ein weiteres Ergebnis ist ein nicht signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen im FBB-ADHS-Gesamtwert Lehrerurteil zum FU-Test (Abbildung 30). Bei Marx et al. (2014) ergab sich zum Follow up ebenso keine signifikante Verbesserung der NIRS-Gruppe im Lehrerurteil. Auch bei Steiner et al. (2014) ergab sich im Lehrerurteil keine signifikante Verbesserung der Neurofeedbackgruppe, verglichen mit der Gruppe, die ein computerisiertes Aufmerksamkeitstraining erhielt. Diese Befunde stehen nicht im Einklang mit der Arbeit von Leins et al. (2007), die sowohl für die Theta/Beta-Gruppe, als auch für die LP-Gruppe zum Follow up weiterhin signifikante Verbesserungen im Lehrerurteil beobachtet haben. In weiteren Studien wurden im Follow up-Test entweder keine Lehrerurteile erhoben (Gani et al., 2008; Gevensleben et al., 2010), keine FU-Ergebnisse publiziert (Bakshayesh et al., 2011) oder kein Follow up durchgeführt (Van Dongen-Boomsma, 2013). Die möglichen Ursachen für den fehlenden Unterschied im Lehrerurteil zum FU-Test wurde bereits ausführlich in Kapitel 5.2.3 Spezifität im Lehrerurteil: Subskalen diskutiert.

### **5.2.5 Veränderung weiterer sekundärer Parameter**

Die Hypothesen waren, dass sich sowohl eine kurzfristige, als auch eine längerfristige Verbesserung der Aufmerksamkeit, dem IQ, des Erkrankungsgrades, der komorbiden Verhaltensauffälligkeiten und der Lebensqualität in der NFB-Gruppe im Vergleich zur EMG-FB-Gruppe zeigen sollten. Entgegen der Hypothesen ergaben sich hinsichtlich dieser Variablen außer für den IQ keine signifikanten Gruppenunterschiede. Ebenso wurde angenommen, dass die Anzahl der Kinder, die Medikamente einnehmen, nach dem NFB-Training, weniger wird.

#### **5.2.5.1 Intelligenz**

Im nichtsprachlichen Intelligenztest CPM war der Unterschied für die Veränderung Post-Test 2 minus Prätest signifikant, da sich die die NFB-Gruppe leicht verbessert und die EMG-Gruppe verschlechtert hatte (Abbildung 42). Über eine Verbesserung im IQ nach NFB berichteten auch Gevensleben et al. (2009; 2010) in der Post- und Follow up-Untersuchung. Andere Studien mit aktiven Kontrollgruppen fanden signifikante Verbesserungen im Gesamt- und Handlungs-IQ nach einem Neurofeedbacktraining in beiden Gruppen (Leins et al., 2006; Leins et al., 2007; Strehl et al., 2006; Fuchs et al., 2003). Ebenso signifikante Verbesserungen im IQ beobachteten Monastra et al. (2002) sowie Linden et al. (1996) nur für die NFB-Gruppe.

Die Verschlechterung des IQ innerhalb der EMG-Gruppe deutet auf einen Motivationsverlust bei der abschließenden Testung hin, wobei zu fragen ist, warum sich dieser Effekt nicht in der NFB-Gruppe zeigt. Aufgrund der bisherigen Studienlage ist davon auszugehen, dass ein Neurofeedbacktraining mit standardisiertem Protokoll zu einer Verbesserung von Aufmerksamkeitsprozessen bzw. kognitiven Ressourcen führt (Monastra et al., 2002; Heinrich et al., 2004; Levesque, Beaugard & Mensour, 2006; Wangler et al., 2011), dass sich in direkter Folge auch positiv auf das Ergebnis von Leistungstests auswirkt (Lubar 1995; Holtmann et al., 2009; Meisel et al., 2014).

### **5.2.5.2 Klinische Beurteilung (CGI)**

In der klinischen Beurteilung des Responder-Status ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Anzahl an Respondern innerhalb der NFB-Gruppe nahm von Post-Test 2 (27%) zum FU-Test (32%), zu während sie in der EMG-FB-Gruppe von Post-Test 2 (26%) zum FU-Test (21%) abnahm (Tabelle 24). Insgesamt deuten die Ergebnisse im CGI zwar auf einen Vorteil der NFB-Gruppe hin, aber so deutlich wie erwartet, werden die Unterschiede nicht. Dies mag zum einen an der hohen Anzahl der fehlenden Werte liegen. Für Post-Test 1 fehlen insgesamt 61, für Post-Test 2 insgesamt 58 und für FU-Test insgesamt 69 Werte. Dies führt zu einer Verzerrung der Ergebnisse und erschwert die Interpretation. Zum anderen ist die Validität des Messinstruments fraglich. Der CGI wurde für die vorliegende Studie gewählt, weil er im klinischen Alltag der Kinder- und Jugendpsychiatrie und bei pharmakologischen Studien sehr verbreitet ist. Im Rahmen von Neurofeedbackstudien wurde er lediglich von Lansbergen et al. (2011) und Van Dongen-Boomsma et al. (2013) verwendet. Die Autoren fanden ebenfalls keinen Unterschied, aber da diese Studien kein evaluiertes, standardisiertes Protokoll verwendeten, ist ein Vergleich nicht sinnvoll.

Trotz der verbreiteten Anwendung gibt es nur wenige Studien zur Validität dieses Messinstruments (Forkmann et al., 2011). Guy (2000) kritisiert, dass die abschließende Beurteilung im CGI einen Gedächtnistest für den Beurteiler darstellt. Unsere Beobachtungen stützen die Kritik an der Validität des Instruments. Die Eltern unserer Patienten wurden des Öfteren vom Arzt nach deren Meinung gefragt und der Fragebogen dann entsprechend ausgefüllt. Die Kritik von Guy (2000) wird gestützt durch die Ergebnisse von Busner et al. (2009), wonach die klinische Beurteilung durch schwerwiegende ungünstige Ereignisse im Krankheitsverlauf beeinflusst wird, an die der Kliniker sich bei der abschließenden Beurteilung eher erinnert. Generell ist fraglich, ob bei dieser Form der klinischen Beurteilung

Beobachtungs- und Beurteilungsfehler auszuschließen sind. Mögliche Fehler die bei dieser Beurteilungsform unterlaufen können, liegen in einer generellen Einschätzung in den Extrembereichen (Milde-Härtefehler) oder im mittleren Bereich (Tendenz zur Mitte), einer Urteilsverzerrung aufgrund einer hervorstechenden Merkmalsausprägung (Halo-Effekt) oder basierend auf dem ersten (Primacy-Effekt) bzw. letzten Eindruck (Recency-Effekt), logischen Fehlern basierend auf impliziten Persönlichkeitstheorien oder eigenen (Ähnlichkeitsfehler) bzw. gegensätzlichen (Kontrastfehler) Merkmalen (Rater-Ratee-Interaktionen) des Beobachters (Trautner, 1997). Forkmann et al. (2011) fanden einen moderaten Zusammenhang des Therapeutenurteils ( $r = 0.51$ ) im CGI mit dem Urteil aus Sicht des Patienten und kommen zu dem Schluss, dass zusätzlich zum CGI noch weitere Messinstrumente zur Dokumentation der klinischen Veränderung und des Schweregrades zum Einsatz gelangen sollten.

### 5.2.5.3 Aufmerksamkeit

Die Analyse der T-Werte ergab keine signifikanten Gruppenunterschiede aller Testmaße im Subtest „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ für die Veränderung Post-Test 2 – Prätest und Follow up-Test – Post-Test 2. Betrachtet man die kategoriale Prozentrangverteilung der Aufmerksamkeitsleistung für beide Gruppen im Subtest „Go/NoGo“, lässt sich eine prozentuale Abnahme der  $PR < 25$  und eine prozentuale Zunahme der  $PR > 75$  für alle Testmaße, abgesehen vom Median, feststellen. Die Kinder beider Gruppen reagierten im Subtest „Go/NoGo“ tendenziell langsamer, gleichmäßiger und machten weniger Fehler. Allerdings wiesen sie insgesamt viele Auslassungen ( $PR < 25 = 100\%$ ) auf, was sich auch beim Post-Test 2 und FU-Test nicht mehr änderte. Die Ergebnisse im Subtest „Flexibilität“ wurden getrennt nach „Handwechsel“ und „kein Handwechsel“ betrachtet, da nach Földényi et al. (2000b) die Kinder mit ADHS in der inkompatiblen Bedingung (kein Handwechsel) signifikant häufiger falsch reagierten als die gesunden Kinder der Kontrollgruppe. Die Analyse der kategorialen Prozentrangverteilung im Subtest „Flexibilität“ mit und ohne „Handwechsel“ ergab für alle Testmaße eine prozentuale Abnahme der  $PR < 25$  und eine prozentuale Zunahme der  $PR > 75$ . Die Kinder beider Gruppen reagierten im Zeitverlauf schneller, gleichmäßiger und machten weniger Fehler. Insgesamt zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen und innerhalb der Gruppen, aber beide Behandlungsgruppen verbesserten sich deskriptiv anhand aller Testmaße (bis auf die Auslassungen). Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Drechsler et al. (2007). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Neurofeedback und kognitive Gruppenverhaltenstherapie), jedoch eine deskriptive Verbesserung der

Aufmerksamkeitsleistung in den Subtests. Lediglich innerhalb der NFB-Gruppe zeigte sich dort nach dem Training ein signifikanter Trend ( $p = 0.054$ ) bezüglich der Fehleranzahl im Subtest „Go/NoGo“, wobei diese Gruppe bereits vor dem Training signifikant mehr Fehler ( $p = 0.004$ ) aufwies als die Kontrollgruppe. Marx (2014) berichtete über eine signifikante Verbesserung der Leistungen in der TAP nach einem NIRS-Training. In der Studie von Leins et al. (2006) und Strehl et al. (2006) wurde analog zu dieser Arbeit ebenso eine Auswertung anhand der Prozenträge vorgenommen. Übereinstimmend zeigte sich in beiden Subtests „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ eine Abnahme im unteren Prozentrangbereich ( $PR < 25$ ) und eine Zunahme im oberen Prozentrangbereich ( $PR > 75$ ) bezüglich aller Testmaße, wobei sich im Unterschied zu dieser Arbeit beide Interventionsgruppen (LP vs. Theta/Beta) signifikant bezüglich aller Testmaße verbesserten.

Aufgrund der heterogenen Ergebnisse stellt sich die Frage nach der psychometrischen Qualität der TAP in der Testdiagnostik. Die TAP erhebt den Anspruch einer heterogenen Testbatterie, d.h. jeder Subtest sollte somit einen anderen Aspekt der Aufmerksamkeit (Homogenität) erfassen. Földényi et al. (2000a) fanden jedoch mittlere bis teilweise hohe Korrelationen zwischen den Tempomassen und der Leistungsgüte der Subtests, was den Eigenschaften einer heterogenen Testbatterie nicht entspricht. Eine weitere Einschränkung stellt die niedrige Retest-Reliabilität der TAP dar. Besonders groß sind dabei die Übungseffekte bei initial schlechter Ausgangsleistung und bei kürzeren Intervallen. Bei den beiden Untertests „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ handelt es sich um Subtests von kürzerer Dauer. Ebenso war die Ausgangsleistung beider Gruppen vergleichbar schlecht, was wiederum größere Übungseffekte in beiden Gruppen bei der Zweittestung erklären würde. Für die Parameter der Leistungsgüte wurden Werte im Bereich von 0.22 bis 0.74 und für die Reaktionszeiten Werte im Bereich von 0.33 bis 0.80 ermittelt (Földényi et al., 2000a). Renner (2012) warnt davor, Reliabilitäten mit Werten unter .80 als mittel bis hoch einzustufen.

Ebenso stellt sich die Frage nach der Validität des Messinstrumentes. Bisherige Validationsstudien (Földényi et al., 2000; Kaller, 2006; Dreisörner & Georgiadis, 2011) zur TAP umfassten nur jeweils kleine Stichproben ( $N < 50$ ), was deren Aussagekraft erheblich reduziert. In diesen Studien konnten zwar Unterschiede zwischen der ADHS- und Kontrollgruppe aufgezeigt werden, die gefundenen Parameter stimmten jedoch nicht durchgängig hinsichtlich der bedeutsamsten Leistungsmaße überein. In einer Studie von Kirf et al. (2013) wurde erstmals die Validität der TAP in der Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen, an einer großen Stichprobe ( $N = 1022$ ) an Kindern und

Jugendlichen untersucht. Als Ergebnis zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den TAP-Parametern der Subtests „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ und dem Elternurteil der FBB-ADHS Skala „Aufmerksamkeit“, sowie keine signifikante Korrelation zwischen den TAP-Parametern und dem Fragebogen CBCL auf der Skala „Aufmerksamkeit“. Zwar zeigen sich innerhalb beider Gruppen Verbesserungen, die jedoch nicht zu bedeutsamen Gruppenunterschieden führen. Diese Ergebnisse stimmen mit anderen Studien, die ebenso eine Heterogenität bezüglich des Gruppenunterschiedes festgestellt haben, überein. Diese Problematik ist möglicherweise zurückzuführen auf die geringe klinische Validität der TAP in der Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen (Kirf et al., 2013), sowie der geringen Messgenauigkeit bei wiederholter Messung (Földényi et al., 2000a). Damit scheint die TAP als Testinstrument in der Diagnostik von ADHS weniger gut geeignet zu sein.

### **5.2.5.4 Komorbidität (SDQ)**

Im SDQ zeigten sich im Elternurteil keine signifikanten Gruppenunterschiede bezüglich der Veränderung der komorbiden Symptomatik zwischen dem Prätest und Post-Test 1, sowie zwischen dem Prätest und der Follow up-Untersuchung, 6 Monate nach Beendigung des Trainings. Beide Gruppen verbesserten sich auf der Skala „Gesamtproblemwert“ (Abbildung 43) und „Hyperaktivität“ (Abbildung 46) vom durchschnittlich auffälligen Wertebereich im Prätest zum grenzwertigen Bereich im Post-Test 1 und Follow up-Test. Auf allen übrigen Skalen wurden die Kinder als durchschnittlich unauffällig bzw. durchschnittlich grenzwertig auf der Skala „Verhaltensprobleme“ eingestuft. Dagegen zeigte sich bei Gevensleben et al. (2009) ein signifikanter Gruppenunterschied im Elternurteil auf der Skala „Gesamtproblemwert“ und „Hyperaktivität.“ Auf den anderen Skalen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Veränderung der komorbiden Symptomatik. Im Lehrerurteil zeigte sich lediglich auf der Skala „Hyperaktivität“ ein signifikanter Gruppenunterschied. Bei Marx et al. (2015) ergaben sich im prä-post Vergleich innerhalb der NIRS-Gruppe keine signifikanten Unterschiede. Sechs Monate nach dem Training berichten die Eltern im Trend über weniger komorbide Symptome im SDQ. Im Lehrerurteil zeigte sich innerhalb der NIRS-Gruppe keine signifikante Veränderung der komorbiden Symptomatik.

Die Ursache für den Unterschied zu den anderen Studien könnte darin liegen, dass unsere Eltern die Kinder bereits im Prätest auf allen Skalen, bis auf die Skala „Gesamtproblemwert“ und „Hyperaktivität“ durchschnittlich als unauffällig bis grenzwertig

einstufen und somit keine große Veränderung zum FU-Test zu erwarten war.

Die Lehrer beurteilten im Prätest die Kinder auf den Skalen „Gesamtproblemwert“, „Verhaltensprobleme“, „Emotionale Probleme“ und „Hyperaktivität“ signifikant niedriger ( $p < 0.0001$ ) als die Eltern. Auf den Unterschied zwischen der Eltern- und Lehrerbeurteilung, der sich auch in anderen Studien findet, wurde bereits ausführlich eingegangen.

### **5.2.5.5 Lebensqualität**

Es zeigt sich keine signifikante Veränderung der Lebensqualität zwischen den Gruppen zum Post-Test 2 und zum FU-Test. Der durchschnittliche Wertebereich der Lebensqualität der Kinder beider Gruppen liegt zwischen 67,5 und 71,5 und ist damit unter dem mittleren Skalenwert gesunder 7-10jähriger Kinder mit  $M = 79,0$  (95% KI 78,7 – 79,3). Das entspricht in etwa dem Skalenmittelwert von Kindern mit Adipositas ( $M = 68,93$ ) (Ravens-Sieberer et al., 2007; Ravens-Sieberer & Bullinger, 2000). Dieses Ergebnis entspricht den Befunden anderer Studien (Strehl et al., 2006; Leins et al., 2006; 2007; Marx et al., 2015). Im Elternurteil beobachteten Klassen et al. (2004) sowie Matza et al. (2004) mittlere negative Korrelationen zwischen der Lebenszufriedenheit und der Symptomausprägung bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS. Je stärker die Symptomatik war, umso geringer wurde die psychosoziale Lebensqualität eingeschätzt. Selbst die signifikante Verbesserung der Symptomatik der NFB-Kinder nach dem Training, führt nicht zu einer bedeutsamen Veränderung in der Einschätzung der Lebensqualität. Das kann damit erklärt werden, dass eine Verbesserung der Kernsymptomatik noch nicht zwangsläufig zu Verbesserungen im Alltag führt. Eine stark ausgeprägte ADHS-Symptomatik bringt in vielen Fällen negative Umwelterfahrungen wie z.B. Ablehnung durch andere Kinder und deren Eltern, sowie Ausgrenzung mit sich. Je stärker die Symptomatik ist, umso festgefahrener ist häufig die Situation, in der sich das Kind befindet. Damit dass Kind eine spürbare Verbesserung der Lebensqualität wahrnimmt, muss außer der Verbesserung der Symptomatik auch eine Adaption der Umwelt an die neue Situation stattfinden, die sich erfahrungsgemäß nicht so schnell einstellt.

### **5.2.5.6 Einnahme von Medikamenten**

Bezüglich der Medikamenteneinnahme nach Abschluss des Trainings zeigte sich in der NFB-Gruppe ein heterogenes Bild. Zwar konnten zum Follow up drei Kinder der NFB-Gruppe ihre Medikamente absetzen. Allerdings sind in der NFB-Gruppe auch Kinder mit neuer Medikation hinzugekommen: Ein Kind zu Post-Test 1, drei Kinder während der Follow up-

Phase und ein weiteres Kind zum Follow up-Test, so dass insgesamt fünf Kinder in der NFB-Gruppe neu medikamentös eingestellt wurden (Tabelle 25). In der EMG-FB-Gruppe haben drei Kinder die Medikamente abgesetzt und vier neumedizierte Kinder sind bis zum Follow up-Test hinzugekommen. Übereinstimmend berichten Gevensleben et al. (2010), dass elf Kinder der NFB-Gruppe und sechs Kinder der Kontrollgruppe mit einer Medikation nach dem Training begonnen haben. Diese Ergebnisse stehen jedoch nicht im Einklang mit den Ergebnissen der Studie von Leins et al. (2006; 2007) und Strehl et al. (2006). In der FU-Untersuchung dieser Studien von Gani et al. (2008) konnte von den drei Kindern mit Medikation beim Screening in der LP-Gruppe je ein Kind die Medikamente absetzen bzw. die Dosis reduzieren. In der Theta/Beta-Gruppe konnten von den vier Kindern mit Medikation ein Kind das Medikament komplett absetzen und zwei Kinder ihre Dosis reduzieren. Bei Li et al. (2013) zeigte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikante Reduktion der Medikamente in der NFB-Gruppe zur Post- und FU-Untersuchung. Diese Befunde stehen im Gegensatz zu dem Ergebnis dieser Arbeit und den Befunden von Gevensleben et al. (2010). Eine mögliche Ursache für diese Unterschiede könnte darauf beruhen, dass in der Arbeit von Li et al. (2013) die Dosisveränderung der Kinder erfasst und mit der Kontrollgruppe verglichen wurde, während bei Gevensleben et al. (2010) und in unserer Studie lediglich ausgewertet wurde, ob die Kinder weiterhin Medikamente nahmen oder nicht. Wie schon in Kapitel 5.2.4 beschrieben, gab es in dieser Arbeit bei beiden Gruppen Änderungen bezüglich der Medikation. Diese Änderungen umfassen das Präparat und Dosisveränderungen, die nicht in die Auswertung miteinbezogen, jedoch in den Telefonprotokollen festgehalten wurden. Denkbar wäre, dass in der NFB-Gruppe aufgrund der deutlichen Verbesserung der Kernsymptomatik die Medikamente runterdosiert und in der EMG-Gruppe hochdosiert wurden. Aufschluss darüber könnte in einer weiteren Arbeit eine Auswertung dieser Telefonprotokolle liefern. Des Weiteren konnte in unserer Studie beobachtet werden, dass die Bereitschaft der Eltern, aber auch der Kinder, vermutlich aufgrund des stets steigenden schulischen Leistungsdrucks, zum Ausschleichen bzw. Absetzen der Medikamente eher zurückhaltend war. Möglicherweise ist bei einer geringeren Medikamentendosis die Bereitschaft zum Absetzen der Medikamente größer.

### **5.3 Nebenwirkungen**

Erstmals wurde die Sicherheit und Verträglichkeit von Neurofeedback nach international gültigem Standard erhoben. Im Ergebnis zeigten sich im direkten Zusammenhang mit dem Training nur sehr geringe Nebenwirkungen, die reversibel waren (Tabelle 26): in sehr

seltene Fälle (<3%) traten nach dem Neurofeedbacktraining Kopfschmerzen (1,39%), Hautreaktionen z.B. Rötungen (2,78%) und ein pustulöser Hautausschlag (1,39%) auf. Lansbergen et al. (2011) berichten über seltene Fälle mit Hautjucken und Reizbarkeit nach einem Neurofeedbacktraining. Demzufolge kann gesagt werden, dass es sich beim Neurofeedback um eine sichere und gut verträgliche Interventionsform handelt.

### **5.4            *Unspezifische Einflüsse auf die Veränderung der Kernsymptomatik***

Unspezifische Effekte sind Bestandteil einer jeden Therapie und beeinflussen das Ergebnis einer jeden Behandlung, unabhängig davon, ob die Behandlung spezifische Effekte erzielt oder nicht (Oken, 2008). Zur bestmöglichen Kontrolle unspezifischer Variablen eignet sich ein möglichst identisches Design mit identischen Durchführungsbedingungen in der Kontroll- und Experimentalgruppe. Dieser Anspruch konnte in dieser Arbeit durch den Vergleich eines LP-FB- Trainings mit einem EMG-FB-Training im Hinblick auf die Darstellung der Aufgabe, den Zeitplan und das therapeutische Setting mit identischer Durchführung realisiert werden. Bei der Planung der Studie wurden bisherige methodische Mängel früherer NFB-Studien berücksichtigt, so dass ein multizentrisches, randomisiertes, kontrolliertes Design umgesetzt werden konnte. Das anfangs geplante einfach-blinde Versuchsdesign wurde aufgegeben, um unnötige Verzögerungen am Anfang der Lernphase zu vermeiden und in dessen Folge nicht den Lernprozess, aufgrund der insgesamt nur 25 Trainingssitzungen, zu gefährden. Die Eltern der Kinder erhielten keine explizite Information über die Gruppenzugehörigkeit, außer bei Nachfrage. Die Kinder wurden jedoch explizit instruiert. Für den erfolgreichen Erwerb von Selbstkontrolle über die Hirnaktivität ist neben weiteren Faktoren auch ein zielgerichtetes Verhalten notwendig, der Patient benötigt eine klare Information darüber, was er tun soll (Birbaumer et al., 1990).

Die insgesamt 140 behandelten Kinder beider Gruppen wiesen eine gute Compliance auf. Die Trainingsquote (Anzahl wahrgenommener Sitzungen/Anzahl geplanter Sitzungen) betrug 99% in der NFB-Gruppe und 97,2% in der EMG-FB-Gruppe. Die Motivation wurde durch dieselben Belohnungsanreize möglichst konstant gehalten. Zusätzliche Schulungen und ein Studienmanual sollten eine einheitliche positive Patienten-Therapeuten Interaktion gewährleisten. Mögliche konfundierende Variablen, die einen Einfluss auf das Ergebnis haben könnten, wurden berücksichtigt.

Die Behandlungen in beiden Gruppen waren sicher und verträglich. Ungünstige

Ereignisse, die in einem direkten Zusammenhang mit der Studienintervention standen, wurden nur bei sehr wenigen Kindern beobachtet.

Die Drop-Out-Rate der beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant und war vergleichbar mit früheren Neurofeedbackstudien mit ähnlicher Behandlungsdauer. Die meisten Drop-Outs wurden zwischen dem Prätest und der ersten Behandlungsphase beobachtet.

Hypothesenkonform zeigte sich in dieser Arbeit kein Einfluss der untersuchten Kovariablen „Geschlecht“, „Prüfzentrum“, „Baseline ADHS-Medikamente“, „Erziehungsstil“ und „Erwartungen der Eltern“ auf das Ergebnis im Gruppenvergleich an der mITT- und PP-Population.

Die Therapiezufriedenheit in beiden Gruppen war vergleichbar, trotz signifikant unterschiedlichem Behandlungsergebnis. Demzufolge müssen hier unspezifische Effekte (siehe auch Kapitel 2.3.3.4.5) in beiden Gruppen zur gleichen Therapiezufriedenheit beigetragen haben. Leins et al. (2007) berichten über einen signifikanten Unterschied in der Therapiezufriedenheit. Die elterliche Zufriedenheit in der LP-Gruppe war stärker als in der Theta/Beta-Gruppe. In der Verringerung der Symptome unterschieden sich die Gruppen jedoch nicht signifikant. Gevensleben et al. (2009) fanden keinen Unterschied zwischen der NFB- und der Kontrollgruppe bezüglich der elterlichen Erwartung und Zufriedenheit und damit auch keinen Einfluss auf die Veränderung der Symptomatik.

Die zusätzlich durchgeführten Subgruppenanalysen für die Variablen „Baseline ADHS-Medikation“, „Geschlecht“, „CBCL-Skalen Externalisierung und Internalisierung unauffällig (t-Wert < 64) vs. auffällig (t-Wert  $\geq$  64)“ und „FBB-SSV Gesamtskala unauffällig vs. sonstige Kategorien“ ergaben bis auf die Variable „Geschlecht“ keinen bedeutsamen Einfluss auf die Veränderung im FBB-ADHS Gesamtwert Eltern-Rating. Die Analyse des Geschlechts lieferte innerhalb der Subgruppe einen klinisch relevanten Interaktionseffekt mit der Behandlung. Die deskriptive Analyse anhand der Konfidenzgrenzen (Tabelle 31), ergab für die Jungen und Mädchen der NFB-Gruppe und die Jungen der EMG-FB-Gruppe eine signifikante Verbesserung im FBB-ADHS Gesamtwert. Während in der NFB-Gruppe beide Geschlechter von der Behandlung profitieren, gilt dies, wenn auch signifikant geringer ausgeprägt, bei der EMG-Gruppe nur für die Jungen. Es gibt wenig Grund zur Annahme, dass eine Behandlung, deren Wirkung an das Geschlecht gebunden ist, spezifisch wirksam ist, sondern allenfalls geschlechtsspezifisch!

Alle unspezifischen positiven Veränderungen im Verlauf einer Therapie bezeichnet man als Placeboresponse. Darunter sind alle Verbesserungen zu verstehen, die in beiden Gruppen

gleichermaßen auftreten. Sowohl in der NFB-, als auch in der EMG-FB-Gruppe zeigen sich nach der Behandlung gleichermaßen Verbesserungen in der „Hyperaktivität“ im FBB-ADHS, in den Parametern der Subtests „Go/NoGo“ und „Flexibilität“ der TAP und in den komorbiden Verhaltensauffälligkeiten im SDQ. Im klinischen Urteil ergibt sich nach der Behandlung eine Responderanzahl von 27% für beide Gruppen. Die Therapiezufriedenheit in beiden Gruppen nach der Behandlung ist gleich, trotz signifikant unterschiedlichem Behandlungsergebnis.

Verschiedene unspezifische Wirkvariablen kommen hier vermutlich zum Tragen. Eine kontingente Verstärkung der Regulation physiologischer Vorgänge führt zu einer Erhöhung der Selbstwirksamkeit und der Stressbewältigung (Holroyd et al., 1984). Die Selbstwirksamkeit ist ein wesentlicher Wirkfaktor im Biofeedback (Rief & Birbaumer, 2011, Ray et al., 1979). Durch direkte Rückmeldung und Verstärkung (Sonne bei erfolgreichem Trial) des Trainers (Lob) wird die körpereigene Wahrnehmung verbessert (Rief & Birbaumer, 2011). Für einen reibungslosen Ablauf des Trainings war es notwendig, dass die Kinder ruhig sitzen, ansonsten erfolgte ein Abbruch des Trials. Auch besonders unruhigen Kindern ist es mit der Zeit gelungen, ruhiger zu sitzen. Dieser Nebeneffekt, konnte auch schon in weiteren Studien beobachtet werden (Potashkin & Beckles, 1990; Dunn & Howels, 1982). Durch insgesamt mehr erfolgreiche Trials, Stolz über die erzielten Ergebnisse, sowie mehr Lob des Trainers, konnten die Kinder unserer Studie positive Erfahrungen sammeln. Kontinuierliche Rückmeldung der Körpersignale, Selbstbeobachtung bzw. Kontrolle des eigenen Verhaltens, sowie zusätzliche Verstärkung können zu einer Erhöhung der Selbstwirksamkeit und damit möglicherweise auch zu einem positiven Behandlungsergebnis führen. Eine weitere Überlegung ist, dass die regelmäßige, längerfristige Teilnahme an einer strukturierten Lernsituation mit ständigem, unmittelbarem Feedback zu positiven Veränderungen der Strukturierung des Kindes und damit zu Verbesserungen der Symptomatik führt. Weitere mögliche Wirkvariablen sind eine positive Patienten-Therapeuten-Interaktion. Die positive verbale Verstärkung des Kindes während der Trainingssitzungen und die Belohnungen (Belohnungskiste) für gute Mitarbeit können ebenso zum Erfolg der Therapie beigetragen haben, wie die Konzentration auf die Aufgaben am Bildschirm, die auch zu strukturellen und funktionellen Veränderungen geführt haben können. In welchem Ausmaß die Placebo-Response zu Verbesserungen in beiden Gruppen beigetragen hat, lässt sich nicht bestimmen. Nach Meisner & Linde (2013) beträgt die Placebo-Response bei ADHS 21%. Studien zufolge scheint eine geringere Symptomschwere zu Beginn ein starker Prädiktor für eine hohe Placebo Response zu sein (Weimer et al., 2015). Basierend auf dieser Annahme trägt die anfänglich hohe Ausgangssymptomatik (Baseline FBB-ADHS sehr

auffällig), sowie multiple Ausgangsmessungen (verschiedene Fragebögen im Eltern- und Lehrerurteil) und ein randomisiert kontrolliertes Design mit festgelegter Vorgehensweise (Studienmanual) dazu bei, die Placebo Response in dieser Arbeit zu kontrollieren (Kleist, 2006).

### **5.5 Spezifität von Neurofeedback?**

Unter Therapieresponse versteht man die spezifische Wirksamkeit einer Behandlung, die man nach Abzug der Placeboresponse erhält. Da sich das Ausmaß der Placebo-Response aber nicht quantitativ bestimmen lässt, wird die Aussage über die spezifische Wirksamkeit einer Therapie erschwert. Um die Aussagekraft zu erhöhen, wurden die unspezifischen Anteile in beiden Behandlungsgruppen möglichst gleich gehalten. Ebenso wurde zur Anpassung an die duale Aufgabe (Positivierung / Negativierung) Neurofeedback, kein klassisches EMG-Biofeedback gewählt, sondern ein anspruchsvolleres Design, bei dem ausschließlich eine gleichzeitige Anspannung des M. supraspinatus der einen Seite und eine Entspannung des M. supraspinatus der anderen Seite, zu einem Erfolg führte.

Im direkten Vergleich mit der EMG-FB-Gruppe ergab sich nach der Behandlung in der NFB-Gruppe ein signifikanter Vorteil bezüglich der Gesamtproblematik, der Unaufmerksamkeit und der Impulsivität im FBB-ADHS Elternurteil. Diese Ergebnisse stimmen mit den Befunden früherer Studien zum Feedback der langsamen Potentiale (Leins et al., 2006, 2007; Strehl et al., 2006) und kontrollierten Neurofeedbackstudien mit standardisiertem Trainingsprotokoll und Design überein (Linden et al., 1996; Heinrich et al., 2004; Gevensleben et al., 2009, 2010; Steiner et al., 2011).

Die Analyse der Gesamtsymptomatik im Lehrerurteil FBB-ADHS lieferte zwar keinen signifikanten Gruppenunterschied, aber dafür in der post-hoc Analyse signifikante Verbesserungen nur innerhalb der NFB-Gruppe. Dieses Ergebnis steht nicht im Einklang mit der Studie von Gevensleben et al. (2009), der einen signifikanten Gruppenunterschied im Lehrerurteil gefunden hat. Die post-hoc Analyse der Subskalen ergab ebenso keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen, jedoch innerhalb der NFB-Gruppe eine signifikante Verbesserung bezüglich der „Aufmerksamkeit“ und der „Impulsivität“.

Die Ergebnisse innerhalb der NFB-Gruppe verweisen auf einen signifikanten Vorteil bezüglich der „Gesamtsymptomatik“, der „Unaufmerksamkeit“ und der „Impulsivität“. Weitere Variablen wie z.B. das Geschlecht, das Alter, das Prüfzentrum, die Medikation, der elterliche Erziehungsstil und die Erwartung der Eltern an die Therapie hatten keinen Einfluss auf die

Veränderung im FBB-ADHS. In der Subgruppenanalyse „Geschlecht“ ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt mit der Behandlung. Innerhalb der EMG-FB-Gruppe zeigten sich nur für die Jungen Verbesserungen im FBB-ADHS Gesamtwert, während sich innerhalb der NFB-Gruppe sowohl die Jungen als auch die Mädchen verbessern. Die generelle Verbesserung in der NFB-Gruppe kann mit einer spezifischen Wirksamkeit von NFB interpretiert werden. Bezüglich der Hyperaktivität verbessern sich beide Gruppen gleichermaßen, was daher eher für einen unspezifischen Effekt spricht.

Warum sich im Gegensatz zu früheren Neurofeedbackstudien bezüglich der komorbiden Verhaltensauffälligkeiten und teilweise auch bezüglich der Aufmerksamkeit keine signifikanten Gruppenunterschiede gezeigt haben, wurde bereits in den vorangegangenen Abschnitten ausführlich diskutiert. Eine weitere Ursache könnte in der vergleichsweise geringen Anzahl von Sitzungen mit  $N = 25$  liegen, die möglicherweise nicht ausgereicht haben, um eine etwaige Spezifität stärker zur Wirkung zu bringen. Es ist bislang nicht geklärt, wie viele Sitzungen für einen stabilen Erwerb der Selbstkontrolle im Neurofeedback und damit verbunden stabile klinische Ergebnisse notwendig sind. So konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass ein Faktor für das erfolgreiche Erlernen der Kontrolle über die langsamen kortikalen Potentiale die Zahl der Sitzungen ist (Strehl et al., 2006). In der Studie von Strehl konnte eine erfolgreiche Selbstregulation erst in der dritten Trainingsphase (Sitzung 21 – 30) erreicht werden. Übereinstimmend dazu konnten Takahashi et al. (2014) erst nach 16 - 20 Sitzungen eines Trainings der langsamen kortikalen Potentiale stabile Veränderungen im EEG und eine Erhöhung der CNV, jedoch keine signifikanten Verbesserungen im Verhalten, nachweisen. Die Autoren gehen davon aus, dass für die Veränderung physiologischer Parameter weniger Sitzungen nötig sind als für Veränderungen im Verhalten. Dieser Befund kann auch, neben weiteren einschränkenden Faktoren erklären, weshalb sich in der Studie von Logemann et al. (2010) nach 16 Sitzungen kein signifikanter Trend zugunsten der NFB-Gruppe im Verhalten gezeigt hat.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse auf einen spezifischen Effekt von Neurofeedback im Vergleich zum EMG-Feedback hinweisen. Befunde bisheriger NFB-Studien, insbesondere hinsichtlich der spezifischen Wirkung von NFB auf die Unaufmerksamkeit, die Impulsivität und die Ausprägung der Gesamtsymptomatik wurden bestätigt.

## **5.6            *Einschränkungen und Ausblick***

Einschränkungen dieser Arbeit liegen in dem nicht verblindeten Design, der Anzahl der durchgeführten Trainingssitzungen, dem nicht „klassischem“ EMG-Feedback als Kontrollgruppe, der Anzahl fehlender Werte, insbesondere im klinischen Urteil und dem Mangel der statistischen Power im Lehrerurteil.

Das zuerst geplante einfach verblindete Design, ließ sich mit einer allgemeingültigen Instruktion aufgrund der begrenzten Sitzungsanzahl nicht durchführen. Aus diesem Grund musste die Anweisung vor Studienbeginn in eine spezifische Instruktion abgeändert werden. Die Kinder erhielten eine spezifische Anweisung, um unnötige Verzögerungen des Lernprozesses zu vermeiden. Die Eltern bekamen keine explizite Information bezüglich der Gruppenzugehörigkeit, jedoch konnten sie aufgrund der spezifischen Instruktion der Kinder die Gruppenzugehörigkeit errahnen oder erfragen. Ein möglicher Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse ist zumindest bei den „eingelesenen“ Eltern, die einen Vorteil der Trainingsprotokolle durch entsprechende Literaturrecherche oder sonstige Fachkenntnisse errahnen konnten, nicht auszuschließen. Demgegenüber steht jedoch das Urteil der Lehrer, die als mögliche blinde Beurteiler die Validität der Ergebnisse zumindest tendenziell sichern. Die Untersuchung standardisierter Trainingsprotokolle mit verblindetem standardisiertem Versuchsdesign lässt sich nur schwer realisieren und konnte in der Praxis bislang nur mit nicht evaluierten, individualisierten Trainingsprotokollen bzw. nicht standardisiertem Design umgesetzt werden (Lansbergen et al., 2011; Van Dongen-Boomsma, 2013; Vollebregt et al., 2014; DeBeus & Kaiser, 2011; Arnold et al., 2013; Li et al., 2013).

Unklar ist, ob die vorgesehene Zahl von 25 Sitzungen ausreicht, um auch bezüglich der sekundären Parameter stabile Veränderungen erwarten zu können. In bisherigen ADHS-Studien schwankt die Anzahl der durchgeführten Trainingssitzungen zwischen 17 und 50 mit einer unterschiedlichen wöchentlichen Trainingsfrequenz (Arns et al., 2009). In dieser Meta-Analyse von Arns und Kollegen zeigte sich eine positive Korrelation zwischen der Zahl der Sitzungen und der Verbesserung der Aufmerksamkeit.

Eine weitere Einschränkung stellt die Wahl einer semiaktiven Kontrollgruppe mit möglichst identischem Design dar, in der ein nicht klassisches EMG-Feedback gewählt wurde. Die Teilnehmer der Kontrollbedingung sollten ebenfalls die Möglichkeit haben, Selbstkontrolle über physiologische Vorgänge zu erwerben (Lernerfolg als unspezifischer Wirkfaktor).

Ein weiterer Nachteil ist in der Anzahl der vielen fehlenden Werte, insbesondere in der

Erfassung des möglicherweise blinden Urteils durch die Lehrer und die Kliniker zu sehen. Auch in anderen Studien wird über diese Problematik berichtet (Bakshayesh et al., 2011) und als Konsequenz daraus teilweise auf deren Erhebung verzichtet (Gevensleben et al., 2010; Linden et al., 1996; Heinrich et al., 2004; Lansbergen et al., 2011; Duric et al., 2012). Für die Zukunft sollte überlegt werden, ob und wie man Compliance der Beurteiler und Validität dieser wichtigen Urteile zum Beispiel durch standardisierte Beobachtungen verbessern kann.

Auch anzumerken ist die mangelnde statistische Power im Lehrerurteil. Der Fokus dieser Arbeit war die Ermittlung von Unterschieden zwischen der EMG-FB- und der Neurofeedbackgruppe. Im Lehrerurteil zeigte sich kein signifikanter Gruppenunterschied. Eine post-hoc durchgeführte Analyse innerhalb der Gruppen, lieferte schließlich Aufschluss über einen signifikanten Vorteil zugunsten der NFB-Gruppe.

### **5.7 Zusammenfassende Schlussfolgerung**

Ziel dieser Studie war es die Wirksamkeit und Spezifität von LP- Neurofeedback zu untersuchen. Umgesetzt wurde dieses Forschungsvorhaben mit der bislang größten Teilnehmerzahl, einer semi-aktiven Kontrollgruppe mit identischem Setting zur Kontrolle unspezifischer Effekte, dem wissenschaftlich fundierten Training der langsamen kortikalen Potentiale in der Neurofeedbackgruppe und einer konservativen statistischen Auswertung, dem Baseline Observation Carried Forward-Prinzip (BOCF).

Primäres Ergebnis dieser Arbeit war ein signifikanter Unterschied in der Veränderung der Gesamtsymptomatik zwischen den Gruppen im Elternurteil. Als sekundäre Ergebnisse zeigten sich ein signifikanter Unterschied innerhalb der Gruppen im Lehrerurteil zugunsten der Neurofeedbackgruppe sowie für die Skalen „Unaufmerksamkeit“ und „Impulsivität“ ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen im Elternurteil sowie innerhalb der NFB-Gruppe im Lehrerurteil. Die Kovariablen „Geschlecht“, „Prüfzentrum“, „ADHS Medikation“, „Erziehungsstil“ und „Erwartungen der Eltern“ hatten keinen Einfluss auf das Ergebnis. Diese Befunde sprechen für eine spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback. Bezüglich der „Hyperaktivität“ verbesserten sich beide Gruppen im Elternurteil was auf unspezifische Effekte, die in beiden Gruppen gleichermaßen wirksam waren, schließen lässt. Im Intelligenzquotienten unterschieden sich die Gruppen signifikant, durch eine leichte Verbesserung der Neurofeedbackgruppe und eine Verschlechterung der EMG-Biofeedbackgruppe. In allen weiteren sekundären Maßen verbesserten sich beide Gruppen, jedoch ohne signifikante Differenz zwischen den Gruppen. Ein weiteres Ergebnis dieser Arbeit

ist, dass Neurofeedback in sehr seltenen Fällen zu reversiblen Nebenwirkungen führen kann und somit eine gut verträgliche Intervention ist.

Zur weiteren Abklärung der gefundenen Effekte müssen die klinischen Ergebnisse der Primäranalyse mit den elektrophysiologischen Daten aus dem Training sowie den neurophysiologischen Tests im Zusammenhang betrachtet werden (Gevensleben et al., 2010; Drechsler, 2011; Zuberer et al., 2015). Diese Analysen werden genaueren Aufschluss über die Wirkmechanismen liefern. Zukünftige Studien sollten darauf fokussieren, Prädiktoren für den Therapieerfolg zu identifizieren, um frühzeitig eine differentielle Zuweisung von Patienten zu den unterschiedlichen Therapieangeboten zu ermöglichen.



## 6. Literaturverzeichnis

- Adler, L. & Cohen, J. (2004). Diagnosis and evaluation of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatric Clinics of North America* 27 (2), 187 - 201.
- Amer, D., A., Rakhawy, M. Y., & El Kholly, S. H. (2010). Quantitative EEG in children with attention deficit hyperactivity disorder. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry, and Neurosurgery*, 47 (1), 399 - 406. Verfügbar unter <http://www.ejnnpn.org/Articles/583/2010473009.pdf>
- Anders, A., & Bahn Müller, H. (2000). *Fragebogen zur Entwicklung bei Schulkindern* (unpubliziert).
- Antalis, C. J., Stevens, L. J., Campbell, M., Pazdro, R., Ericson, K. & Burgess, J. R. (2006). Omega-3 fatty acid status in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Prostaglandins, leukotrienes, and essential fatty acids*, 75 (4-5), 299 – 308.
- Arbeitsgemeinschaft ADHS der Kinder- und Jugendärzte e. V. (2014). *Leitlinie ADHS bei Kindern und Jugendlichen (Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung)*. Verfügbar unter <http://www.ag-adhs.de/uploads/Leitlinie2014mr.pdf>
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, Arbeitsgruppe der Kinder, Jugend und Familiendiagnostik Köln (1993). *Lehrerfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen*; deutsche Bearbeitung der Teacher's Report Form der Child Behavior Checklist (TRF). Einführung und Anleitung zur Handauswertung, bearbeitet von Döpfner, M. & Melchers, P.
- Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist (2. Auflage), Arbeitsgruppe der Kinder, Jugend und Familiendiagnostik Köln (1998). *Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (CBCL/4-18)*. Göttingen: Hogrefe.
- Arnold, D. S., O'Leary, S. G., Wolff, L.S. & Acker, M. M. (1993). The Parenting Scale: A measure of dysfunctional parenting in discipline situations. *Psychological Assessment*, 5 (2), 137 - 144.
- Arnold, L. E., Lofthouse, N., Hersch, S., Pan, X., Hurt, E., Bates, B., Kassouf, K., Moone, S. & Grantier, C. (2013). EEG Neurofeedback for ADHD: Double- Blind Sham-Controlled Randomized Pilot Feasibility Trial. *Journal of Attention Disorders*, 17 (5), 410 – 419.
- Arns, M. (2011). *Personalized Medicine in ADHD and Depression: A Quest for EEG Treatment Predictors*. PhD thesis. Utrecht University. Amsterdam: Ipskamp Drukkers.

- Arns, M., Conners, C. K. & Kraemer, H. C. (2013). A Decade of EEG Theta/Beta Ratio Research in ADHD: A Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 17 (5), 374 – 383.
- Arns, M., De Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M. & Coenen, A. (2009). Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the Effects of Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis. *Clinical EEG and neuroscience* 40 (3), 180 – 189.
- Arns, M., Drinkenburg, W., and Kenemans, J. L. (2012). The effects of QEEG-informed neurofeedback in ADHD: an open-label pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 37, 171 – 180.
- Arns, M., Feddema, I. & Kenemans, J. L. (2014b). Differential effects of theta/beta and SMR neurofeedback in ADHD on sleep onset latency. *Frontiers in Human Neuroscience*, 1019 (8). Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4274876/pdf/fnhum-08-01019.pdf>
- Arns, M., Gunkelmann, J., Breteler, M. & Spronk, D. (2008). EEG phenotypes predict treatment outcome to stimulants in children with ADHD. *Journal of integrative neuroscience*, 7 (3), 421 – 438.
- Arns, M., Heinrich, H. & Strehl, U. (2014a). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychiatry*, 95, 108 – 115.
- Arns, M. & Strehl, U. (2013). Evidence for efficacy of neurofeedback in ADHD. Letters to the editor. *American Journal of Psychiatry*, 170 (7), 799 – 800.
- Baker, J., & Burkholder, R. (1976). *The F.A.R.A.R.I. Behavioral Rating Scale for Children*. Behavior Associates, Tucson, Arizona.
- Baker, H. & Leland, B. (1967). *Detroit Tests of Learning Aptitude - I*. Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill.
- Bakshayesh, A. R., Hänsch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J. & Esser, G. (2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European child and adolescent psychiatry*, 20 (9), 481 – 491.
- Banaschewski, T., Coghill, D., Santosh, P., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, J., Danckaerts, M., Döpfner, M., Faraone, S.V., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H.C., Sonuga-Barke, E. & Taylor, E. (2006). Long acting medications for the hyperkinetic disorders. A systematic

- review and European treatment guideline. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 15 (8), 476 – 495.
- Banaschewski, T., Coghill, D., Paramala, S., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, J., Danckaerts, M., Döpfner, M., Faraone, S.V., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H.C., Sonuga-Barke, E. & Taylor, E. (2008 a). Langwirksame Medikamente zur Behandlung der hyperkinetischen Störungen. Eine systematische Übersicht und europäische Behandlungsleitlinien. Teil I: Übersicht und Empfehlungen. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 36, 81 – 96.
- Banaschewski, T., Brandeis, D., Heinrich, H., Albrecht, B., Brunner, E. & Rothenberger, A. (2003). Association of ADHD and conduct disorder brain electrical evidence for the existence of a distinct subtype. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44 (3), 356 – 376.
- Banaschewski, T., Coghill, D., Paramala, S., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, J., Danckaerts, M., Döpfner, M., Faraone, S.V., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H.C., Sonuga-Barke, E. & Taylor, E. (2008b). Langwirksame Medikamente zur Behandlung der hyperkinetischen Störungen. Eine systematische Übersicht und europäische Behandlungsleitlinien. Teil II: Ein quantitativer Vergleich der langwirksamen Präparate. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 36, 97 – 107.
- Banaschewski, T., Roessner, V., Dittmann, R. W., Janardhanan, S. R. & Rothenberger, A. (2004). Non-stimulant medication in the treatment of ADHD. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 13 (1), 102 – 116.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65 – 94.
- Barkley, R. A., & Murphy, K. R. (1998). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A clinical workbook*. New York: Guilford Press.
- Barry, R. J., Clarke, A. R. & Johnstone, S. J. (2003a). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology*, 114 (2), 171 – 183.
- Barry, R. J., Johnstone, S. J. & Clarke, A. R. (2003b). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II Event-related potentials. *Clinical Neurophysiology*, 114 (2), 184 – 198.

- Bauer, H. (2013). Quantitative Elektroenzephalographie (QEEG) und Neurofeedback. In U. Strehl (Hrsg.), *Neurofeedback – Theoretische Grundlagen - Praktisches Vorgehen – Wissenschaftliche Evidenz*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Baving, L., Laucht, M. & Schmidt, M. H. (1999). Atypical frontal brain activation in ADHD: preschool and elementary school boys and girls. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38 (11), 1363 – 1371.
- Beck, M. (1998). Therapiebaukasten oder Trainingsprogramm? In: *Evaluation als Maßnahme der Qualitätssicherung. Pädagogisch psychologische Interventionen auf dem Prüfstand*. Tübingen: dgvt Verlag.
- Bender, L. (1938): *A visual motor Gestalt-Test and its clinical use*. Research Monograph No. 3, American Orthopsychiatric Association. New York.
- Biederman, J. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: a selective overview. *Biological Psychiatry*, 57, 1215 – 1220.
- Biederman, J., Heiligenstein, J. H., Faries, D. E., Galil, N. Dittmann, R., Emslie, G. J., Kratochvil, C. J., Laws, H. F. & Schuh, K. J. (2002). Efficacy of atomoxetine versus placebo in school-age girls with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 110 (6), e75.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Canavan, A. G. & Rockstroh, B. (1990). Slow potentials of the cerebral cortex and behavior. *Physiological reviews*, 70 (1), 1 – 41.
- Birbaumer, N., Flor, H., Lutzenberger, W. & Elbert, T. (1995). Chaos and order in the human brain. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 44, 450-459.
- Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Elbert, T. & Trevorrow, T. (1994). Threshold variations in cortical cell assemblies and behavior. In Heinze, H. - J., Münte, T. F. & Mangun, G. R. (Eds.). *Cognitive Electrophysiology*, Kapitel 11, 248-264. Boston: Birkhäuser.
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie*. (7ed.). Heidelberg, Berlin, New York: Springer-Verlag.
- Boonstra, A. M., Oosterlaan, J., Sergeant, J. A. & Buitelaar, J. K. (2005). Executive functioning in adult adhd: a meta-analytic review. *Psychological Medicine*, 35 (8), 1097 – 1108.

- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer-Verlag.
- Braud, L. W. (1978). The Effects of Frontal EMG Biofeedback and Progressive Relaxation upon Hyperactivity and Its Behavioral Concomitants. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3 (1), 69 – 89.
- Breidert, M. & Hofbauer, K. (2009). Placebo: Missverständnisse und Vorurteile. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106 (46), 751 – 755.
- Brickenkamp, R. (2002). *d2 Aufmerksamkeits-Belastungstest* (9th ed.). Göttingen: Hogrefe
- Brown, C. R., Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M. & Magee, C. (2005). Event-related potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder of the predominantly inattentive type: an investigation of EEG-defined subtypes. *International Journal of Psychophysiology*, 58 (1), 94 – 107.
- Bruxel, E. M., Akutagava-Martins, G. C., Salatino-Oliveira, A., Contini, V., Kieling, C., Hutz, M. H. & Rohde, L. A. (2014). ADHD Pharmacogenetics across the life cycle: new findings and perspectives. *American Journal of Medical Genetics, Part B*, 165, 263 – 282.
- Budzynski, T. H. (2009). *Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback: Advanced Theory and Applications*, 2 ed. Academic Press, New York.
- Buitelaar, J. K., Sobanski, E., Stieglitz, R. D., Dejonckheere, J., Waechter, S. & Schäuble, B. (2012). Predictors of placebo response in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: data from 2 randomized trials of osmotic-release oral system methylphenidate. *Journal of Clinical Psychiatry*, 73, 1097 – 1102.
- Buitelaar, J. K., Wilens, T. E., Zhang, S., Ning, Y. & Feldman, P. D. (2009). Comparison of symptomatic versus functional changes in children and adolescents with ADHD during randomized, double-blind treatment with psychostimulants, atomoxetine or placebo. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50 (3), 335 -342.
- Bullheller, S. & Häcker, H. O. (Hrsg.) (2002). *Coloured Progressive Matrices (CPM)*. Deutsche Bearbeitung und Normierung nach J. C. Raven. Frankfurt. Pearson Assessment.
- Bundesärztekammer (2005). *Stellungnahme zur „Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)*. Verfügbar unter [www.bundesaerztekammer.de/page.asp?his=0.7.47.3161](http://www.bundesaerztekammer.de/page.asp?his=0.7.47.3161)

- Burns, G. L., Walsh, J. A., Servera, M., Lorenzo-Seva, U., Cardo, E. & Rodriguez-Fornells, A. (2013). Construct validity of ADHD/ODD Rating Scales: Recommendations for the evaluation of forthcoming DSM-V ADHD/ODD Scales. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *41*, 15 – 26.
- Busner, J., Targum, S. D. & Miller, D. S. (2009). The Clinical Global Impressions scale: errors in understanding and use. *Comprehensive psychiatry*, *50* (3), 257 – 262.
- Buyck, I. & Wiersema, J. R. (2014). Resting electroencephalogram in attention deficit hyperactivity disorder: Developmental course and diagnostic value. *Psychiatry Research*, *216*, 391 – 397.
- Cao, X., Cao, Q., Long, X., Sun, L., Sui, M., Zhu, C., Zuo, X., Zang, Y. & Wang, Y. (2009). Abnormal resting-state functional connectivity patterns of the putamen in medication-naïve children with attention deficit hyperactivity disorder. *Brain Research*, *1303*, 195 – 206.
- Carlson, J. S. & Jensen, C. M. (1980). The Factorial Structure of the Raven Coloured Progressive Matrices Test: a Reanalysis. *Educational and Psychological Measurement*, *40*, 1111 – 1116.
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*, 617 – 628.
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Milham, E. P. & Tannock, R. (2006). Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction. *Trends in cognitive sciences*, *10* (3), 117 – 123.
- Collegium Internationale Psychiatriae Salarum (CIPS). *Clinical Global Impression Scale (CGI)* (1981). Internationale Skalen für die Psychiatrie. Weinheim: Beltz-Verlag.
- Chabot, J. R., & Serfontein, G. (1996). Quantitative Electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder. *Biological Psychiatry*, *40*, 951 - 963.
- Childress, R. N. (1978). *The effectiveness of EMG Biofeedback training compared to Ritalin (Methylphenidate) in the Management of Hyperkinesis*. Dissertation an der Texas Tech University.
- Claes, M. (1996). *Auswirkungen des Marburger Konzentrationstrainings auf das Verhalten von Mutter und Kind*. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Universität Marburg.

- Clarke, A. R., Barry, R. J., Dupuy, F. E., McCarthy, R., Selikowitz, M. & Heaven, P. C. L. (2011). Childhood EEG as a predictor of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *122*, 73 – 80.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (1998). EEG analysis in attention-deficit/hyperactivity disorder: a comparative study of two subtypes. *Psychiatry Research*, *81*, 19–29.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2001). Electroencephalogram differences in two subtypes of Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Psychophysiology*, *38*, 212 – 221.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2001a). Age and sex effects in the EEG: differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *112*, 815 – 826.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2001b). Excess beta activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: an atypical electrophysiological group. *Psychiatry Research*, *103*, 205 – 218.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M. (2001c). EEG-defined subtypes of children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Clinical Neurophysiology*, *112*, 2098 – 2105.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2002). EEG differences between good and poor responders to methylphenidate and dexamphetamine in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *113* (2), 194 – 205.
- Clarke, A. R., Barry, R.J, McCarthy, R., Selikowitz, M. (2002a). EEG evidence for a new conceptualisation of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Clinical Neurophysiology*, *113*, 1036 – 1044.
- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., Selikowitz, M., Clarke, D. C. & Croft, R. J. (2003). Effects of stimulant medications on children with attention-deficit/hyperactivity disorder and excessive beta activity in their EEG. *Clinical Neurophysiology*, *114*, (9), 1729 – 1737.
- Clavenna, A. & Bonati, M. (2014). Safety of medicines used for ADHD in children: a review of published prospective clinical trials. *Archives of disease in childhood*, *99* (9), 866 – 872.

- Cobb, D. E. & Evans, J. R. (1981). The use of biofeedback techniques with school-aged children exhibiting behavioral and/or learning problems. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 9 (2), 251 – 281.
- Coghill, D.R., Seth, S. & Matthews, K. (2014b). A comprehensive assessment of memory, delay aversion, timing, inhibition, decision making and variability in attention deficit hyperactivity disorder: advancing beyond the three pathway-models. *Psychological Medicine*, 44, 1989 – 2001.
- Coghill, D. R., Seth, S., Pedroso, S., Usala, T., Currie, J. & Gagliano, A. (2014a). Effects of methylpheniate on cognitive functions in children and adolescents with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: evidence from a systematic review and a meta-analysis. *Biological Psychiatry*, 76 (8), 603 – 615.
- Conners, C. K., Goyette, C. H., Southwick, D. A., Lees, J. M. & Andrulonis, P. A. (1976). Food additives and hyperkinesis: a controlled double-blind experiment. *Pediatrics*, 58 (2), 154 – 166.
- Conners, C. K. (1969). A teacher rating scale for use in drug studies with children. *American Journal of Psychiatry*, 126 (6), 152 – 156.
- Conners, C. K. (1973). Rating scales for use in drug studies with children. *Psychopharmacological Bulletin Special Issue*, 24 - 29.
- Conners, C. K., Sitarenios, G., Parker, J. D., & Epstein, J. N. (1998a). The revised Conners' Parent Rating Scale (CPRS-R): Factor structure, reliability, and criterion validity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 26 (4), 257 – 268.
- Conners, C. K., Sitarenios, G., Parker, J. D., & Epstein, J. N. (1998b). Revision and restandardization of the Conners Teacher Rating Scale (CTRS-R): Factor structure, reliability, and criterion validity. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 26 (4), 279 – 291.
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Holtmann, M., Aggensteiner, P., Daley, D., Santosh, P., Simonoff, E., Stevenson, J., Stringaris, A. & Sonuga-Barke, E. J. S. (2016). Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 55 (6), 444 - 455.

- Cowgill, M., Friedland, S. & Shapiro, R. (1973). Predicting learning disabilities from kindergarten reports. *Journal of Learning Disabilities*, 6 (9), 50 – 55.
- Cubillo, A., Halari, R., Ecker, C., Giampietro, V., Taylor, E. & Rubia, K. (2010). Reduced activation and inter-regional functional connectivity of fronto-striatal networks in adults with childhood Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and persisting symptoms during tasks of motor inhibition and cognitive switching. *Journal of psychiatric research*, 44 (10), 629 – 639.
- Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Taylor, E. & Rubia K. (2012). A review of fronto-striatal and fronto-cortical brain abnormalities in children and adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and new evidence for dysfunction in adults with ADHD during motivation and attention. *Cortex*, 48, 194 – 215.
- Curatolo, P., Paloscia, C., D'Agati, E., Moavero, R. & Pasini, A. (2009). The neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *European Journal of Pediatric Neurology*, 13, 299 – 304.
- Dauids, A. (1971). An objective instrument for assessing hyperkinesis in children. *Journal of Learning Disabilities*, 4 (9), 35 – 37.
- DeBeus, R., & Kaiser, D. (2011). Neurofeedback with children with attention deficithyperactivity disorder: A randomized double-blind placebo-controlled study. In R. Coben, & J. Evans (Eds.), *Neurofeedback and neuromodulation: Techniques and applications* (Volume 1 Neurofeedback and Neuromodulation: Techniques and Applications (pp. 127–152). San Diego: Elsevier.
- Denkowski, K. M., Denkowski, G. C. & Omizo, M. M. (1983). The Effects of EMG-Assisted Relaxation Training on the Academic Performance, Locus of Control, and Self-Esteem of Hyperactive Boys. *Biofeedback and Self-Regulation*, 8 (3), 363 – 375.
- Denkowski, K. M., Denkowski, G. C. & Omizo, M. M. (1984). Predictors of Success in the EMG Biofeedback Training of Hyperactive Male Children. *Biofeedback and Self-Regulation*, 9 (2), 253 – 264.
- Denkowski, K. M. & Denkowski, G. C. (1984). Is Group Progressive Relaxation Training as Effective with Hyperactive Children as Individual EMG Biofeedback Treatment? *Biofeedback and Self-Regulation*, 9 (3), 353 – 364.

- De Sonneville, L. (1999). Amsterdam neuropsychological tasks: A computer-aided assessment program. *Computers in Psychology*, 6, 187–203.
- Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie u.a. (Hrsg.): *Leitlinien zu Diagnostik und Therapie psychischer Störungen im Säuglings-, Kindes- und Jugendalter*, Deutscher Ärzteverlag, 3. überarbeitete. Auflage 2007, S. 239 – 254.
- Dimoska, A., Johnstone, S. J., Barry, R. J. & Clarke, A. R. (2003). Inhibitory motor control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: event related potentials in the stop-signal paradigm. *Biological Psychiatry*, 54 (12), 1345 – 1354.
- Döhnert, M., Brandeis, D., Straub, M., Steinhausen, H.-C. & Drechsler, R. (2008). Slow cortical potential neurofeedback in attention deficit hyperactivity disorder: is there neurophysiological evidence for specific effects? *Journal of neural transmission*, 115, 1445 – 1456.
- Döpfner, M., Breuer, D., Schürmann, S., Metternich, T. W., Rademacher, C. & Lehmkuhl, G. (2004). Effectiveness of an adaptive multimodal treatment in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder–global outcome. *European child and adolescent psychiatry* 13 (1), 117 – 129.
- Döpfner, M., Frölich, J. & Lehmkuhl, G. (2000a). *Hyperkinetische Störungen*. Göttingen; Bern; Toronto; Seattle: Hogrefe.
- Döpfner, M., Görtz, D. & Lehmkuhl, G. (2008). *Diagnostik System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV*. (2 ed.). Bern: Huber-Verlag.
- Döpfner, M., Ise, E., Wolff Metternich-Kaizman, T., Schürmann, S., Rademacher, C. & Breuer, D. (2015). Adaptive multimodal treatment for children with attention-deficit-/hyperactivity disorder: an 18-month follow-up. *Child psychiatry and human development*, 46 (1), 44 – 56.
- Döpfner, M., & Lehmkuhl, G. (2000b). *DISYPS-KJ Diagnostik-System für psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter nach ICD-10 und DSM-IV*. (2 ed.). Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Döpfner, M., Lehmkuhl, G., Schepker, R. & Frölich, J. (2007a). Hyperkinetische Störungen (F90). In Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie, Bundesarbeitsgemeinschaft leitender Klinikärzte für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie & Berufsverband der Ärzte für Kinder- und

- Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie (Hrsg.), *Leitlinien zur Diagnostik und Therapie von psychischen Störungen im Säuglings- Kindes- und Jugendalter* (3. überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 239 – 254). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Döpfner, M., Schürmann, S. & Frölich, J. (2007b). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten*. 4. vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz.
- Dolch, W. E. (1948). *Problems in Reading*. Champaign, IL: The Garrard Press.
- Drechsler, R. (2011). Ist Neurofeedbacktraining eine wirksame Therapiemethode zur Behandlung von ADHS? Ein Überblick über aktuelle Befunde. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 22 (2), 131 – 146.
- Drechsler, R., Straub, M., Doehnert, M., Heinrich, H., Steinhausen, H. C. & Brandeis, D. (2007). Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions* 3 (35).
- Drechsler, R., Rizzo, P. & Steinhausen, H. C. (2010). The impact of instruction and response cost on the modulation of response-style in children with ADHD. *Behavioral and Brain functions*, 6 (1): 31
- Dreisörner, T. (2004). *Zur Wirksamkeit von Trainings bei Kindern mit Aufmerksamkeitsstörungen*. Unveröffentlichte Dissertation an der Universität Göttingen.
- Dröge, C. (1996). *Evaluation des Marburger Verhaltenstrainings für überaktive Kinder anhand einer systematischen Verhaltensbeobachtung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Universität Marburg.
- Dunn, L. M. (1959). *Peabody picture vocabulary test*. American Guidance Service, Inc.
- Dunn, F. M. & Howell, R. J. (1982). Relaxation training and its relationship to hyperactivity in boys. *Journal of Clinical Child Psychology*, 38 (1), 92 – 100.
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D. & Reid, R. (1998). *ADHD Rating Scale-IV. Checklists, norms and clinical interpretations*. Guilford Press, New York

- Dupuy, F. E., Barry, R. J., Clarke, A. R., McCarthy, R. & Selikowitz, M. (2013). Sex differences between the combined and inattentive types of attention-deficit/hyperactivity disorder: an EEG perspective. *International Journal of Psychophysiology*, 89 (3), 320 – 327.
- Duric, N. S., Assmus, J. & Elgen, I. B. (2014). Self reported efficacy of neurofeedback treatment in a clinical randomized controlled study of ADHD children and adolescents. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 10, 1645 – 1654.
- Duric, N. S., Assmus, J., Gundersen, D. & Elgen, I. B. (2012). Neurofeedback for the treatment of children and adolescents with ADHD: a randomized and controlled clinical trial using parental reports. *BMC Psychiatry*, 12, 107. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1186%2F1471-244X-12-107>
- Egger, J. (2000). Möglichkeiten von Diätbehandlungen bei hyperkinetischen Störungen. In Steinhausen H. C. (Hrsg.). *Hyperkinetische Störungen bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen*, 2. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.
- Fallgatter, A. J., Ehlis, A. C., Rösler, M., Strik, W. K., Blocher, D. & Herrmann, M. J. (2005). Diminished prefrontal brain function in adults with psychopathology in childhood related to attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Research*, 138 (2), 157 – 169.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., Posner, M.I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 340–347.
- Faraone, S. V., Biederman, J. & Mick, E. (2006). The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies. *Psychological Medicine* 36 (2), 159 – 165.
- Faraone, S. V. & Buitelaar, J. (2010). Comparing the efficacy of stimulants for ADHD in children and adolescents using meta-analysis. *European child and adolescent psychiatry*, 19, 353 – 364.
- Fayad, J., De Graaf, R., Kessler, R., Alonso, J., Angermeyer, M., Demyttenaere, K., De Girolamo, G., Haro, J. M., Karam, E. G., Lara, C., Lépine, J.-P., Ormel, J., Posada-Villa, J., Zaslavsky, A. M. & Jin, R. (2007). Cross-national prevalence and correlates of adult attention-deficit/hyperactivity disorder. *British Journal of Psychiatry* 190, 402 – 409.
- Finniss, D. G., Kaptchuk, T. J., Miller, F. & Benedetti, F. (2010). Biological, clinical, and ethical advances of placebo effects. *Lancet*, 375 (9715), 686 – 695.

- Food and Drug Administration (2005). *Atomoxetine (Strattera)*. Verfügbar unter <http://www.fda.gov/safety/medwatch/safetyinformation/safetyalertsforhumanmedicalproducts/ucm152628.htm>
- Földényi, M., Giovanoli, A., Tagwerker-Neuenschwander, F., Schallberger, U. & Steinhausen, H.-C. (2000a). Reliabilität und Retest-Stabilität der Testleistungen von 7-10jährigen Kindern in der computerunterstützten TAP. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11, 1-11.
- Földényi, M., Imhof, K. & Steinhausen, H. C. (2000b). Klinische Validität der computerunterstützten TAP bei Kindern mit Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11 (3), 154-167.
- Forkmann, T., Scherer, A., Boecker, M., Pawelzik, M., Jostes, R. & Gauggel, S. (2011). The Clinical Global Impression Scale and the influence of patient or staff perspective on outcome. *BMC Psychiatry*, 11, 83.
- Fritz, C. E. (2014). *Erfassung von Aufmerksamkeitsleistungen mit der TAP – eine Normierungsstudie für 7-10-jährige Kinder*. Dissertation Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Verfügbar unter <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/53936>
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, J. H., Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: a comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiological Biofeedback* 28, 1–12.
- Gani, C., Birbaumer, N. & Strehl U. (2008). Long term effects after feedback of slow cortical potentials and of theta- beta-amplitudes in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *International Journal of Bioelectromagnetism*, 10 (4), 209 – 232.
- Gates, A. I. & MacGinitie, W. H. (1965). *Gates-MacGinitie reading tests*. New York: Teachers College Press.
- Gaub, M. & Carlson, C. (1997). Gender differences in ADHD: a meta analysis and critical review. *Journal of American academy of child and adolescent psychiatry* 36, 1036 - 1045.
- Gemeinsamer Bundesausschuss GBA (2010). *Beschluss über Änderung der Arzneimittel-Richtlinie: Anlage III Nummer 44, Stimulantien*. Verfügbar unter <https://www.g-ba.de/informationen/beschluesse/1185/>

- Gershon, J. (2002). A meta analytic review of gender differences in ADHD. *Journal of attentional disorders*, 5, 143 - 154.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. H & Heinrich, H. (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50, (7), 780-789.
- Gevensleben, H., Moll, G. H. & Heinrich, H. (2010). Neurofeedback-Training bei Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS). *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 38 (6), 409-420.
- Gilbert, D. L., Ridel, K. R., Sallee, F. R., Zhang, J., Lipps, T. D. & Wassermann, E. M. (2006). Comparison of the inhibitory and excitatory effects of ADHD medications methylphenidate and atomoxetine on motor cortex. *Neuropsychopharmacology*, 31, 442 – 449.
- Goodman, R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire. A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* (38), 581-586. *SDQ-deu* (Strengths and Difficulties Questionnaire-deutsch). Fragebogen zu Stärken und Schwächen. Verfügbar unter [www.sdqinfo.com](http://www.sdqinfo.com)
- Gracious, B. L., Holmes, W. D., Ruppap, N., Burke, K. C. & Hurt, J. (1994). *Mania rating scale reliability in children and adolescents*. Presented at the First Annual International Conference on Bipolar Disorders, Pittsburgh, June.
- Guy, W. (2000). Clinical Global Impressions Scale (CGI). In *Handbook of Psychiatric Measures*. Rush, A. J. (Editor). Washington, DC: American Psychiatric Association, S. 100 - 102.
- Hallowell E & Ratey J (1994). *Driven to distraction*. New York: Pantheon Books.
- Hafer, H. (1978). *Nahrungsmittelphosphat als Ursache für Verhaltensstörungen und Jugendkriminalität*. Kriminalistik Verlag: Heidelberg.
- Haight, J. M., Irvine, A. B. & Jampolsky, G. G. (1976). *The response of hyperkinesis to EMG-biofeedback*. Annual Meeting of the Biofeedback Research Society (7th.), Colorado Springs.
- Harley, J. P., Ray, R. S., Tomasi, L., Eichman, P. L., Matthews, C.G., Chun, R., Cleeland, C. S. & Traisman, E. (1978). Hyperkinesis and food additives: testing the Feingold hypothesis. *Pediatrics*, 61 (6), 818 – 828.

- Hechtman, L. (1999). Predictors of long-term outcome in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatric clinics of North America*, 46 (5), 1039 - 1052.
- Hechtman, L., Weiss, G., Perlman, T. & Amsel, R. (1984). Hyperactives as young adults: initial predictors of adult outcome. *Journal of American Academy and Child Psychiatry*, 23, 250 –260.
- Heinrich, H., Gevensleben, H., Freisleder, F. J., Moll, G. H. & Rothenberger, A. (2004). Training of slow cortical potentials in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for positive behavioral and neurophysiological effects. *Biological Psychiatry*, 55, 772 - 775.
- Heiser, P., Friedel, S., Dempfle, A., Konrad, K., Smidt, J., Grabarkiewicz, J., Herpertz-Dahlmann, B., Remschmidt, H., Hebebrand, J. (2004). Molecular genetic aspects of attentiondeficit/hyperactivity disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 28 (6), 625 - 641.
- Hieronymous, D. & Lindquist, R. (1964). *Manual for administrators, supervisors and counselors. Iowa Test of Basic Skills*. Boston: Houghton Mifflin.
- Himmelstein et al. (2001). The neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Bioscience* 5, 461 – 478.
- Holroyd, K. A., Penzien, D. B., Hursey, K. G., Tobin, D. L., Rogers, L., Holm, J. E., Marcille, P. J., Hall, J. R. & Chila, A. G. (1984). Change mechanisms in EMG biofeedback training: cognitive changes underlying improvements in tension headache. *Journal of consulting and clinical psychology*, 52 (6), 1039 – 1053.
- Holtmann, M. & Goth, K. (2006). *Elternfragebogen zu Manie YMRS-P deutsch FFM*. Verfügbar unter <http://kjp-gr.ch/wp-content/uploads/2010/01/YMRS-P-deutsch-FFM.pdf>
- Holtmann, M., Pniewski, B., Wachtlin, D., Wörz, S. & Strehl, U. (2014). Neurofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) – a controlled multicenter study of non-pharmacological treatment approach. *BMC Pediatrics*, 14, 202.
- Holtmann, M., Stadler, S., Zepf, F., Hager, V., Panzner, N. & Poustka, F. (2007). Specific effects of neurofeedback on impulsivity in ADHD: evidence from a prospective randomized pilot study. *Journal of Neural Transmission* 114: LIX.

- Holtmann, M., Grasmann, D., Cionek-Szpak, E., Hager, V., Panzner, N., Beyer, A., Poustka, F., Stadler, C. (2009). Spezifische Wirksamkeit von Neurofeedback auf die Impulsivität bei ADHS. *Kindheit und Entwicklung, 18* (2), 95 – 204.
- Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie (2004). *Fragebogen zur Erfassung der Therapiezufriedenheit* (unveröffentlichter Fragebogen). Tübingen: Eberhard-Karls-Universität.
- Jacobs, C & Petermann, F. (2008). *Training für Kinder mit Aufmerksamkeitsstörungen. Das neuropsychologische Gruppenprogramm ATTENTIONER* (2. überarbeitete Auflage). Hogrefe Verlag.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 10*, 371 - 375.
- Jensen, P. S., Arnold, L. E., Swanson, J. M., Vitiello, B., Abikoff, H. B., Greenhill, L. L., Hechtman, L., Hinshaw, S. P., Pelham, W. E., Wells, K. C., Conners, C. K., Elliott, G. R., Epstein, J. N., Hoza, B., March, J. S., Molina, B. S. G., Newcorn, J. H., Severe, J. B., Wigal, T., Gibbons, R. D. & Hur, K. (2007). 3-Year Follow-up of the NIMH MTA Study. *Journal of American Academy and Child Adolescent Psychiatry, 46* (8), 989 – 1002.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J. & Anderson, J. W. (2001). Topographic distribution and developmental timecourse of auditory event-related potentials in two subtypes of attention-deficit hyperactivity disorder. *International Journal of Psychophysiology, 42* (1), 73 – 94.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J., Markovska, V., Dimoska, A. & Clarke, A. R. (2009). Response inhibition and interference control in children with AD/HD: a visual ERP investigation. *International Journal of Psychophysiology, 72* (2), 145 – 153.
- Johnstone, S. J. & Clarke, A. R. (2009). Dysfunctional response preparation and inhibition during a visual Go/No-go task in children with two subtypes of attention-deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry research, 166* (2-3), 223 – 237.
- Kagan, J., Rosman, B., Day, D., Albert, J., & Phillips, W. (1964). Information processing in the child: Significance of analytic and reflective attitudes. *Psychological Monographs, 578*, 1 - 37.

- Kaufmann, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U. & Ryan, N. (1996). *Diagnostic Interview. Kiddie-Sads-Present- and Lifetime Version (K-SADS-PL)*. 1 ed., University of Pittsburgh, School of Medicine: Departement of Psychiatry.
- Kaufmann, A. & Kaufmann, N. (1990). *K-BIT: Kaufmann-Brief Intelligence Manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Kahn, R. S., Khoury, J., Nichols, W. C., Lanphear, B.P. (2003). Role of dopamine transporter genotype and maternal prenatal smoking in childhood hyperactive-impulsive, inattentive, and oppositional behaviors. *The Journal of pediatrics*, 143 (1), 104 – 110
- Kentfield, C. A., Child Center (1974). *Hyperactive Rating Questionnaire*. Observational Assessment Tool.
- Kessler, R. C., Adler, L., Barkley, R., Biederman, J., Conners, C. K., Demler, O., Faraone, S.V., Greenhill, L. L., Howes, M. J., Secnik, K., Spencer, T., Ustun, T. B., Walters, E. E. & Zaslavsky, A. M. (2006). The prevalence and correlates of adult ADHD in the United States: results from the National Comorbidity Survey Replication. *American Journal of Psychiatry*, 163 (4), 716 - 723.
- Kierfeld, F. & Döpfner, M. (2006). Bibliothherapie als Behandlungsmöglichkeit bei Kindern mit externalen Verhaltensstörungen. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 34, 377 – 386.
- Kierfeld, F., Hanisch, C. & Döpfner, M. (2010). *Bibliotherapy: Efficacy of a self-help program for parents of hard to manage preschool children: a randomized control group trial* (in press).
- Kirf, J., Heinzl-Gutenbrunner, M., Gerber, G., Becker, K. & Kamp-Becker, I. (2013). *Überprüfung der klinischen Validität der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) in der Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen*. Philipps-Universität Marburg. Posterpräsentation auf dem DGKJP Kongress, Rostock.
- Kirk, S. A., McCarthy, J. J. & Kirk, W. D. (1967). *The Illinois Test of Psycholinguistic Abilities*. Urbana, IL: University of Illinois Press, 136.
- Klassen, A. F., Miller, A. & Fine, S. (2004). Health-related quality of life in children and adolescents who have a diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 114 (5), 541 - 547.

- Kleist, P. (2006). Vier Effekte, Phänomene und Paradoxe in der Medizin. Ihre Relevanz und ihre historischen Wurzeln. *Swiss Medical Forum*, 6, 1023 – 1027.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (1998). *NEPSY a developmental neuropsychological assessment*. Manual. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Kotwal, D. B., Burns, W. J. & Montgomery, D. D. (1995). Computer-Assisted Cognitive Training for ADHD: A Case Study. *Behavior Modification*, 20 (1), 85 – 96.
- Kratochvil, C. J., Heiligenstein, J. H., Dittmann, R., Spencer, T. J., Biederman, J., Wernicke, J., Newcorn, J. H., Casat, C., Milton, D. & Michelson, D. (2002). Atomoxetine and methylphenidate treatment in children with ADHD: a prospective, randomized, open-label trial. *Journal of American Child and Adolescent Psychiatry*, 41 (7), 776 – 784.
- Krause, J. & Krause, K.-H. (2005). *ADHS im Erwachsenenalter* (2. Auflage). Stuttgart: Schattauer-Verlag.
- Krowatschek, D., Krowatschek, G. & Reid, C. (2011). *Marburger Konzentrationstraining (MKT) für Schulkinder*. 8. Auflage. Borgmann, Dortmund.
- Krowatschek, G. (1996). *Evaluation des Marburger Konzentrationstrainings und des Marburger Verhaltenstrainings für überaktive Kinder unter besonderer Berücksichtigung der Elternarbeit*. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Universität Marburg.
- Kuntsi, J., Oosterlaan, J., Stevenson, J. (2001). Psychological mechanisms in hyperactivity: I. Response inhibition deficit, working memory impairment, delay aversion, or something else? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42 (2), 199 - 210.
- Lansbergen, M. M., Van Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J. K. & Slaats-Willemse, D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: a double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *Journal of Neural Transmission* 118, 275 – 284.
- Lauth, G. W. (1996). Effizienz eines metakognitiv-strategischen Trainings bei lern- und aufmerksamkeitsbeeinträchtigten Grundschulern. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 25, 21 – 32.
- Lauth, G. W., Kausch, T. W. E. & Schlotzke, P. F. (2005). Effekte von eltern- und kindzentrierten Interventionen bei Hyperkinetischen Störungen (2005). *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 34 (4), 248 – 257.

- Lauth, G. W., Naumann, K., Roggenkämper, A. & Heine, A. (1996). Verhaltensmedizinische Indikation und Evaluation einer kognitiv behavioralen Therapie mit aufmerksamkeitsgestörten/hyperaktiven Kindern. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 24, 164 – 175.
- Lauth, G. W. & Schlotzke, P. F. (2002). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern* (5 ed.). Weinheim: Beltz Verlag.
- La Vaque, T. J., Hammond, D. C., Trudeau, D., Monastra, V. J., Perry, J. & Lehrer, P. (2002). Template for developing guidelines for the evaluation of the clinical efficacy of psychophysiological interventions. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27 (4), 273 – 281.
- Leins, U. (2004). *Train your brain. Neurofeedback für Kinder mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)*. Dissertation an der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- Leins, U., Goth, G., Hinterberger, T., Klinger, C., Rumpf, N. & Strehl, U. (2007). Neurofeedback for children with ADHD: a comparison of SCP and Theta/Beta protocols. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32, 73 – 88.
- Leins, U., Hinterberger, T., Kaller, S., Schober, F., Weber, C. & Strehl, U. (2006). Neurofeedback der langsamen kortikalen Potenziale und der Theta/Beta-Aktivität für Kinder mit einer ADHS: ein kontrollierter Vergleich. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie* 55 (5), 384 - 407.
- Levesque, J., Beauregard, M. & Mensour, B. (2006). Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 394, 216 – 221.
- Li, L., Yang, L., Zhuo, C.-J. & Wang, Y.-F. (2013). A randomised controlled trial of combined EEG feedback and methylphenidate therapy for the treatment of ADHD. *Swiss Medical Weekly*, 143: w13838.
- Liechti, M. D., Maurizio, S., Heinrich, H., Jäncke, L., Meier, L., Steinhausen, H.-C., Walitza, S., Drechsler, R. & Brandeis, D. (2012). First clinical trial of tomographic neurofeedback in attention-deficit/hyperactivity disorder: Evaluation of voluntary cortical control. *Clinical Neurophysiology*, 123, 1989 – 2005.

- Liechti, M. D., Valko, L., Müller, U. C., Döhnert, M., Drechsler, R., Steinhausen, H.-C. & Brandeis, D. (2013). Diagnostic value of resting electroencephalogram in attention-deficit/hyperactivity disorder across lifespan. *Brain Topography*, 26, 135 – 151.
- Linden, M., Habib, T. & Radojevic, C. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback and Self Regulation*, 21 (1), 35 – 49.
- Liotti, M., Pliszka, S. R., Perez, R., Luus, B., Glahn, D. & Semrud-Clikeman, M. (2007). Electrophysiological correlates of response inhibition in children and adolescents with ADHD: influence of gender, age, and previous treatment history. *Psychophysiology*, 44 (6), 936 – 948.
- Liotti, M., Pliszka, S. R., Higgins, K., Perez, R. & Semrud-Clikeman, M. (2010). Evidence for specificity of ERP abnormalities during response inhibition in ADHD children: a comparison with reading disorder children without ADHD. *Brain and Cognition*, 72 (2), 228 – 237.
- Lofthouse, A., Arnold, E., Hersch, S., Hurt, E. & DeBeus, R. (2012). Review of neurofeedback treatment for pediatric ADHD. *Journal of Attention Disorders* 16 (5), 351 – 372.
- Logemann, H. N. A., Lansbergen, M. M., Van Os, T. W. D. P., Böcker, K. B. E. & Kenemans, J. L. (2010). The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: A sham feedback controlled study. *Neuroscience Letters*, 479 (1), 49 – 53.
- Loiselle, D. L., Stamm, J. S., Maitinsky, S., & Whipple, S. C. (1980). Evoked potentiation and behavioral signs of attentive dysfunctions in hyperactive boys. *Psychophysiology*, 17, 193 - 201.
- Loo, S. K. & Makeig, S. (2012). Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: a research update. *Neurotherapeutics*, 9 (3), 569 – 587.
- Lubar, J. F., Swartwood, M. O., Swartwood, J. N., & O'Donnell, P. H. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self Regulation*, 20, 83 – 99.
- Lübke, A., Miller, Y., Köppe, E., Kuschel, A. & Hahlweg, K. (2000). *Braunschweiger Kindergartenstudie*. Braunschweig: Technische Universität, Institut für Psychologie.

- Lupin, M, Braud. L. W., Braud, W. G. & Duer, W. F. (1976). Children, parents and relaxation tapes. *Academic Therapy*, 12 (1), 105 – 113.
- Marx, A. M. (2014). *Neurofeedback mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie als Behandlungsmöglichkeit für Kinder mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung*. Dissertation der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- Marx, A. M., Ehlis, A. C., Furdea, A., Holtmann, M., Banaschewski T., Brandeis, D., Rothenberger, A., Gevensleben, H., Freitag, C. M., Fuchsengerger, Y., Fallgatter, A. J. & Strehl, U. (2015). Near-infrared spectroscopy (NIRS) neurofeedback as a treatment for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) – a pilot study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1038.
- Matza, L. S., Rentz, A. M., Secnik, K., Swensen, A. R., Revicki, D. A., Michelson, D. et al. (2004). The link between health-related quality of life and clinical symptoms among children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 25 (3), 166-174.
- Maurizio, S., Liechti, M. D., Brandeis, D., Jäncke, L. & Drechsler, R. (2013). Differential EMG Biofeedback for Children with ADHD: A Control Method for Neurofeedback Training with a Case Illustration. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38, 109 – 119.
- Maurizio, S., Liechti, M. D., Heinrich, H., Jäncke, L., Steinhausen, H.-C., Walitza, S., Brandeis, D. & Drechsler, R. (2014). Comparing tomographic EEG neurofeedback and EMG biofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychology*, 95, 31 - 44.
- Mayer, K. (2013). *Neurofeedback of Slow Cortical Potentials for Adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder*. Dissertation der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Verfügbar unter <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/49903>
- Mayer, K., Wyckoff, S. N. & Strehl, U. (2013). One size fits all? Slow cortical potentials neurofeedback: a review. *Journal of attention disorders*, 17 (5), 393 – 409.
- Mc Nab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H. & Klingberg, T. (2009). Changes in Cortical Dopamine D1 Receptor Binding Associated with Cognitive Training. *Science*, 323, 800 – 802.

- Meisel, V., Servera, M., Garcia-Banda, C., Cardo, E. & Moreno, I. (2013). Neurofeedback and standard pharmacological intervention in ADHD: a randomized controlled trial with six-month follow-up. *Biological Psychology*, *94* (1), 12 - 21.
- Meisel, V., Servera, M., Garcia-Banda, C., Cardo, E. & Moreno, I. (2014). Reprint of “Neurofeedback and standard pharmacological intervention in ADHD: A randomized controlled trial with six-month follow up.” *Biological Psychology*, *95*, 116 – 125.
- Meissner, K. & Linde, K. (2013). *Expertise für die BÄK –Krankheitsspezifische Ausprägung von Krankheitseffekten*.
- Melchers, P. & Preuß, U. (2009). *Kaufman Assessment Battery for Children*. 8., unveränderte Auflage. Pearson Assessment, Frankfurt/Main.
- Michelson, D., Fairies, D., Wernicke, J., Kelsy, D. Kendrick, K. Sallee, R. Spencer, T. (2001). Atomoxetine ADHD Study Group. Atomoxetine in the treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized, placebo-controlled, dose-response study. *Pediatrics*. *108* (5), e 83.
- Micoulaud-Franchi, J. A, Geoffroy, P. A, Fond, G., Lopez, R., Bioulac, S., Philip, P. (2014). EEG neurofeedback treatments in children with ADHD: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13* (8): 906.
- Milnik, V. (2009). Anleitung zur Elektrodenplatzierung des internationalen 10–20-Systems. *Neurophysiology Lab.*, *31*, 1 – 35.
- Mitsis, E., McKay, K., Schulz, K. P., Newcorn, J. & Halperin, J. (2000). Parent – Teacher Concordance for DSM-IV Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in a clinic-referred sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *39* (3), 308 – 313.
- Molina, B. S. G., Hinshaw, S. P., Swanson, J. M., Arnold, L. E., Vitiello, B., Jensen, P. S., Epstein, J. N., Hoza, B., Hechtman, L., Abikoff, H. B., Elliott, G. R., Greenhill, L. L., Newcorn, J. H., Wells, K. C., Wigal, T., Gibbons, R. D., Hur, K., Houck, P. R. & The MTA Cooperative Group (2009). The MTA at 8 Years: Prospective Follow-up of Children Treated for Combined-Type ADHD in a Multisite Study. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *48* (5), 484 – 500.

- Monastra, V. J., Monastra, D. M. & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiological Biofeedback*, 27, 231 – 249.
- MTA Cooperative Group (1999). 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. *Archives of general psychiatry*, 56 (12), 1073 – 1086.
- Nachtigall, C. & Suhl, U. (2002). Der Regressionseffekt Mythos und Wirklichkeit. *Methevalreport*, 4 (2), 1 - 9.
- Newcorn, J. H., Sutton, V. K., Zhang, S., Wilens, T., Kratochvil, C., Emslie, G. J., D'souza, D. N., Schuh, L. M. & Allen, A. J. (2009). Characteristics of placebo responders in pediatric clinical trials of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 48, 1165 – 1172.
- Nowak, C. & Heinrichs, N. (2008). A comprehensive Meta-Analysis of Triple P-Positive Parenting Program using hierarchical Linear Modeling: Effectiveness and Moderating Variables. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 11, 114 - 144.
- Nowicki, S. & Strickland, B. (1973). A locus of control scale for children. *Journal of Clinical and Consulting Psychology*, 40, 148 – 154.
- Oades, R. D., Dittmann-Balcar, A., Schepker, R., Eggers, C. & Zerbin, D. (1996). Auditory event-related potentials (ERPs) and mismatch negativity (MMN) in healthy children and those with attention-deficit or tourette/tic symptoms. *Biological Psychology*, 43 (2), 163 - 185.
- O'Doherty, J., Dayan, P., Schultz, J., Deichmann, R., Friston, K., & Dolan, R.J. (2004). Dissociable roles of ventral and dorsal striatum in instrumental conditioning. *Science*, 304, 452 – 454.
- Ogrim, G. Kropotov, J. & Hestad, K. (2012). The quantitative EEG theta/beta ratio in attention deficit/hyperactivity disorder and normal controls: Sensitivity, specificity, and behavioral correlates. *Psychiatry Research*, 198, 482 – 488.
- Oken, B. S. (2008). Placebo effects: Clinical aspects and neurobiology. *Brain*, 131 (11), 2812–2823. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1093/brain/awn116>

- Omizo, M. M., Cubberly, W. E., Semands, S. G. & Omizo, S. A. (1986). The Effects of Biofeedback and Relaxation Training on Memory Tasks Among Hyperactive Boys. *The Exceptional Child*, 33 (1), 56 – 64.
- Omizo, M. M. & Michael, W. B. (1982). Biofeedback-induced relaxation training and impulsivity, attention to task and locus of control among hyperactive boys. *Journal of Learning Disabilities*, 15 (7), 414 – 416.
- Omizo, M. M. & Williams, R. E. (1982). Biofeedback-Induced Relaxation Training as an Alternative for the Elementary School Learning-Disabled Child. *Biofeedback and Self-Regulation*, 7 (2), 139 – 148.
- O'Neill, S., Schneiderman, R. L., Rajendran, K., Marks, D. J. & Halperin, J. M. (2014). Reliable ratings or reading tea leaves: Can parent, teacher, and clinician behavioral ratings of preschoolers predict ADHD at age six? *Journal of abnormal child psychology*, 42 (4), 623 – 634.
- Owens, E. B., Hinshaw, S. P., Kraemer, H. C., Arnold, L. E., Abikoff, H. B., Cantwell, D. P., Conners, C. K., Elliott, G., Greenhill, L. L., Hechtman, L., Hoza, B., Jensen, P. S., March, J. S., Newcorn, J. H., Pelham, W. E., Severe, J. B., Swanson, J. M., Vitiello, B., Wells, K. C. & Wigal, T. (2003). Which treatment for whom for ADHD? Moderators of treatment response in the MTA. *Journal of consulting and clinical psychology*, 71 (3), 540 – 552.
- Papageorgiou, V., Kalyva, E., Dafoulis, V. & Vostanis, P. (2008). Differences in parents and teachers ratings of ADHD symptoms and other mental health problems. *European Journal of Psychiatry*, 22 (4), 200 - 210.
- Perreau-Linck, E., Lessard, N., Levesque, J. & Beauregard, M. (2010). Effects of Neurofeedback Training on Inhibitory Capacities in ADHD Children: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. *Journal of Neurotherapy*, 14 (3), 229 – 242.
- Pessiglione, M., Seymour, B., Flandin, G., Dolan, R.J., & Frith, C.D. (2006). Dopamine-dependent prediction errors underpin reward-seeking behaviour in humans. *Nature*, 442, 1042 – 1045.
- Petermann, F. & Petermann, U. (2010). *HAWIK-IV* (3. erweiterte Auflage). Bern: Huber.
- Petermann, F., Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik bei Kindern mit ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83 - 94.

- Pliszka et al. (1996). Catecholamines in attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 35 (3), 264 – 272.
- Pliszka, S. R., Liotti, M., Bailey, B. Y., Perez, R., Glahn, D. & Semrud-Clikeman, M. (2007). Electrophysiological effects of stimulant treatment on inhibitory control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, 17 (3), 356 – 366.
- Pliszka, S. R., Liotti, M. & Woldorff, M. G. (2000). Inhibitory control in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: event-related potentials identify the processing component and timing of an impaired right-frontal response-inhibition mechanism. *Biological Psychiatry*, 48 (3), 238 – 246.
- Polanczyk, G. & Rohde, L. A. (2007). Epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder across the lifespan. *Current Opinion in Psychiatry*, 20 (4), 386 - 392.
- Potashkin, B. D. & Beckles, N. (1990). Relative Efficacy of Ritalin and Biofeedback Treatments in the Management of Hyperactivity. *Biofeedback and Self-Regulation*, 15 (4), 305 – 315.
- Quinn, P. Q. & Madhoo, M. (2014). A Review of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Women and Girls: Uncovering This Hidden Diagnosis. *The Primary Care Companion for CNS Disorders*, 16 (3), PCC.13r01596. Verfügbar unter <http://doi.org/10.4088/PCC.13r01596>
- Ravens-Sieberer, U. (2003). Der Kindl-R Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen – Revidierte Form. In J. Schuhmacher, A. Klaberg, & E. Brähler (Eds.), *Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden*. (pp. 184 - 188). Göttingen: Hogrefe.
- Ravens-Sieberer, U. & Bullinger, M. (2000). *KINDL-R – Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen*. Unveröffentlichtes Manual.
- Ravens-Sieberer, U., Ellert, U. & Erhart M. (2007). Gesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland Eine Normstichprobe für Deutschland aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KIGGS). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 50, 784 – 793.

- Ray, W. J., Raczynski, J. N., Rogers, T. & Kimball, W. H. (1979). *Evaluation of Clinical Biofeedback*. New York: Plenum Press.
- Remschmidt, H. & Heiser, P. (2004). Differenzierte Diagnostik und multimodale Therapie hyperkinetischer Störungen. *Deutsches Ärzteblatt, Jahrgang 101 (37)*, 2457 – 2466.
- Renner, G., Lessing, T., Krampen, G. & Irblich, D. (2012). Reliabilität und Retest-Stabilität der "Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder" (KITAP) bei 6- bis 7-jährigen Kindern. *Zeitschrift für Neuropsychologie, 23*, 27 – 36.
- Reynolds, C. & Kamphaus, R. (1992). *Behavior Assessment Scale for Children Manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Rief, W. & Birbaumer, N. (2011). *Biofeedback: Grundlagen, Indikationen, Kommunikation, Vorgehen*. 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. Schattauer-Verlag: Stuttgart.
- Rivera, E. & Omizo, M. M. (1980). The effects of relaxation and biofeedback on attention to task and impulsivity among male hyperactive children. *The Exceptional Child, 27 (1)*, 41 – 51.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N., & Lutzenberger, W. (1990). Biofeedback-produced hemispheric asymmetry of slow cortical potentials and its behavioral effects. *International Journal of Psychophysiology, 9 (2)*, 151 - 165.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Lutzenberger, W., & Birbaumer, N. (1990). Biofeedback: Evaluation and Therapy in Children with Attentional Dysfunctions. In A. Rothenberger (Ed.), *Brain and Behavior in Child Psychiatry*, 345 - 355. Berlin: Springer.
- Rodrak, S. & Wongsawat, Y. (2013). *EEG brain mapping and brain connectivity index for subtypes classification of attention deficit hyperactivity disorder children during the eye-opened period*. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 7400 – 7403.
- Rommelse, N.N., Oosterlaan, J., Buitelaar, J., Faraone, S.V., & Sergeant, J.A. (2007). Time reproduction in children with ADHD and their nonaffected siblings. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 46*, 582 – 590.
- Rubia, K. (2011). "Cool" Inferior Frontostriatal Dysfunction in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Versus "Hot" Ventromedial Orbitofrontal-Limbic Dysfunction in Conduct Disorder: A Review. *Biological Psychiatry, 69*, 69 – 87.

- Rubia, K., Halari, R., Mohammad, A-M., Taylor, E. & Brammer, M. (2011). Methylphenidate normalizes frontocingulate underactivation during error-processing in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 70, 255 – 262.
- Salbach, H., Lenz, K., Huss, M., Vogel, R., Felsing, D. & Lehmkuhl, U. (2005). Die Wirksamkeit eines Gruppentrainings für Eltern hyperkinetischer Kinder. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 33, 59 – 68.
- Sagvolden, T., Johansen, E. B., Aase, H. & Russell, V. A (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Science*, 28, 397 - 419.
- Santosh, P. J. & Taylor, E. (2000). Stimulant drugs. *European Child and Adolescent Psychiatry* 9 (1), 27 – 43.
- Satterfield, J. H., Schell, A. M. & Nicholas, T. (1994). Preferential neural processing of attended stimuli in attention-deficit/hyperactivity disorder and normal boys. *Psychophysiology*, 31, 1 – 10.
- Saß, H., Wittchen, H.-U. & Zaudig, M. (1996). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen DSM-IV*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe-Verlag.
- Schlack, R., Kurth, B.-M. & Hölling, H. (2008). Die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Daten aus dem bundesweit repräsentativen Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). *Umweltmedizin in Forschung und Praxis*, 13 (4), 245 – 260.
- Schlotke, P. F. (1984). *Psychologische Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen bei Kindern*. Tübingen: Unveröffentlichte Habilitationsschrift.
- Sergeant, J. A. (2000). The cognitive-energetic model: an empirical approach to Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24 (1), 7 – 12.
- Sergeant, J. A. (2005). The dynamic developmental theory of ADHD: Reflections from a cognitive energetic model standpoint. *Behavioral Brain Science*, 28, 442 - 443.
- Sergeant, J.A., Geurts, H., Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit / hyperactivity disorder? *Behavioural Brain Research*, 130 (1-2), 3 - 28.

- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., Clasen, L., Evans, A., Giedd, J. & Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 104 (49), 19649 – 19654.
- Shaw, P., Gilliam, M., Liverpool, M., Weddle, C., Malek, M., Sharp, W., Greenstein, D., Evans, A., Rapoport, J.L. & Giedd, J. (2011). Cortical development in typically developing children with symptoms of hyperactivity and impulsivity: support for a dimensional view of attention deficit hyperactivity disorder. *The American journal of psychiatry*, 168 (2), 143 – 151.
- Sollie, H., Larsson, B. & Morch, W.-T. (2012). Comparison of mother, father, and teacher reports of ADHD core symptoms in a sample of child psychiatric outpatients. *Journal of Attention Disorders*, 17 (8), 699 – 710.
- Sonuga-Barke, E. J. (1994). On dysfunction and function in psychological theories of childhood disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35, 801 – 815.
- Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29 – 36.
- Sonuga-Barke, E. J. S., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Ferrin, M., Holtmann, M., Stevenson, J., Danckaerts, M., Van der Oord, S., Döpfner, M., Dittmann, R. W., Simonoff, E., Zuddas, A., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Hollis, C., Konofal, E., Lecendreux, M., Wong, I. C. K. & Sergeant, J. (2013). Nonpharmacological interventions for ADHD: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Dietary and Psychological Treatments. *American Journal of Psychiatry*, *AiA*, 1 - 15.
- Stadler, C. & Döpfner, M. (2004). Aufmerksamkeitsdiagnostik bei psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter. In G. Büttner & L. Schmidt-Atzert (Hrsg.), *Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit. Tests und Trends*, N.F. Band 3, S. 249 - 270. Göttingen: Hogrefe.
- Statistischer Bericht der klinischen Studie „*Neurofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) – a controlled multicenter study of a non-pharmacological treatment approach – ISRCTN76187185*“, Ruhr - Universität Bochum, 2013 (unpublished data).

- Steinhausen, H. C., Rothenberger, A. & Döpfner, M. (2010). *Handbuch ADHS. Grundlagen, Klinik, Therapie und Verlauf der Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan, R. T. & Perrin, E. C. (2014). In-School Neurofeedback Training for ADHD: Sustained Improvements from a Randomized Control Trial. *Pediatrics*, 133 (3), 483 – 492.
- Steiner, J. N., Sheldrick, R. C., Gotthelf, D. & Perrin, E. C. (2011). Computer-based attention training in the schools for children with Attention deficit/hyperactivity disorder: a preliminary trial. *Clinical Pediatrics*, 50 (7), 615 – 622.
- Stieglitz, R. D., Nyberg, E. & Hofecker-Fallahpour, M. (2012). *ADHS im Erwachsenenalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Strehl, U. (2013). *Neurofeedback Theoretische Grundlagen – Praktisches Vorgehen – Wissenschaftliche Evidenz*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Strehl, U., Aggensteiner, P., Wachtlin, D., Brandeis, D., Albrecht, B., Bach, C., Banaschewski, T., Bogen, T., Flaig-Röhr, A., Freitag, C. M., Fuchsengerger, Y., Gest, S., Gevensleben, H., Herde, L., Hohmann, S., Legenbauer, T., Marx, A. M., Millenet, S., Pniewski, B., Rothenberger, A., Ruckes, C., Wörz, S. & Holtmann, M. (2017). Neurofeedback of slow cortical potentials in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a multicenter randomized trial controlling for unspecific effects. *Frontiers in Human Neuroscience (accepted)*.
- Strehl, U., Leins, U., Goth, G., Klinger, C., Hinterberger, T. & Birbaumer, N. (2006). Self-regulation of Slow Cortical Potentials: A New Treatment for Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Pediatrics*, 118, 1530 – 1540.
- Sutarto, A. P., Whahab, M. N. & Zinn, M. N. (2013). Effect of biofeedback training on operator's cognitive performance. *Work*, 44 (2), 231 – 242.
- Swanson, J., & Carlson, C. (1994). *DSM-IV Rating Scale of ADHD and ODD*. Unpublished manuscript.
- Swanson, J. & Kinsbourne, M. (1980). Food dyes impair performance of hyperactive children on a laboratory learning test. *Science*, 207 (4438), 1485 – 1487.

- Swanson, J., Nolan, W. & Pelham, W. (1981). *The SNAP rating scale*. Resources in Education.
- Takahashi, J., Yasumara, A., Nakagawa, E. & Inagaki, M. (2014). Changes in negative and positive EEG shifts during slow cortical potential training in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: a preliminary investigation. *NeuroReport*, 25, 618 – 624.
- Taylor, E., Döpfner, M., Sergeant, J., Asherson, P., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Danckaerts, M., Rothenberger, A., Sonuga-Barke, E., Steinhausen, H.C. & Zuddas, A. (2004). European clinical guidelines for hyperkinetic disorder – first upgrade. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 13 (1), 17 – 30.
- Trautner, H. M. (1992). *Lehrbuch der Entwicklungspsychologie. Band 1 Grundlagen und Methoden*. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Verlag Hogrefe: Göttingen.
- Turner, A. & Sandford, J. A. (1995). *A normative study of IVA: Integrated visual and auditory continuous performance test*. Presented at the Annual Convention of the American Psychological Association, New York, USA.
- Valko, L., Doehnert, M., Mueller, U., Schneider, G., Drechsler, R., Maechler, M., Steinhausen, H. C. & Brandeis, D. (2009). Differences in neurophysiological markers of inhibitory and temporal processing deficits in children and adults with ADHD. *Journal of Psychophysiology*, 23, (4), 235 – 246.
- Van den Burg, W., & Kingma, A. (1999). Performance of 225 Dutch school children on Rey's auditory verbal learning test (AVLT): Parallel test-retest reliabilities with an interval of 3 months and normative data. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14, 545 – 559.
- Van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Slaats-Willems, D. & Buitelaar, J. K. (2013). A randomized placebo-controlled trial of electroencephalographic (EEG) neurofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Journal of clinical Psychiatry*, 74 (8), 821 – 827.
- Van-Leeuwen, T. H., Steinhausen, H. C., Overtom, C. C. E., Pascual-Marqui, R. D., V'ant Klooster, B., Rothenberger, A., Sergeant, J. A. & Brandeis, D. (1998). The continuous performance test revisited with neuroelectric mapping: impaired orienting in children with attention deficits. *Behavioural Brain Research* 94, 97 – 110.

- Van Meel, C.S., Oosterlaan, J., Heslenfeld, D.J., & Sergeant, J.A. (2005). Motivational effects on motor timing in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 451 – 460.
- Vollebregt, M. A., Van Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J. K. & Slaats-Willemse, D. (2014). Does EEG-neurofeedback improve neurocognitive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? A systematic review and a double-blind placebo-controlled study. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 55 (5), 460 – 472.
- Wangler, S., Gevensleben, H., Albrecht, B., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. H. & Heinrich, H. (2011). Neurofeedback in children with ADHD: Specific event-related potential findings of a randomized controlled trial. *Clinical Neurophysiology*, 122, 942 – 950.
- Waxmonsky, J. G., Waschbusch, D. A., Glatt, S. J. & Faraone, S. V. (2011). Prediction of placebo response in 2 clinical trials of lisdexamfetamine dimesylate for the treatment of ADHD. *Journal of Clinical Psychiatry*, 72, 1366 – 1375.
- Wechsler, D. (1949). *The Wechsler Intelligence Scale for Children*. New York: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1991). *WISC-III: Wechsler intelligence scale for children*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Weimer, K., Colloca, L. & Enck, P. (2015). Placebo effects in psychiatry: mediators and moderators. *Lancet Psychiatry*, 2, 246 – 257.
- Weiß, R. H. (2006). *Grundintelligenztest Skala 2 – Revision. CFT-20-R*. Göttingen: Hogrefe.
- Wiersema, R., Van der Meere, J., Antrop, I. & Roeyers, H. (2006). State regulation in adult ADHD: an event-related potential study. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 28 (7), 1113 - 1126.
- Wietecha L., Williams D., Shaywitz S., Shaywitz B., Hooper S.R., Wigal S.B., Dunn, D. & McBurnett, K. (2013). Atomoxetine improved attention in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder and dyslexia in a 16 week, acute, randomized, double-blind trial. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, 23, 605 - 613.

- Wolraich, M. L., Lambert, E. W., Bickman, L., Simmons, T., Doffing, M. A. & Worley, K. A. (2004). Assessing the impact of parent and teacher agreement on diagnosing attention-deficit hyperactivity disorder. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 25 (1), 41 – 47.
- Yousfi, S. & Steyer, R. (2006). Klassische Testtheorie. In F. Petermann & M. Eid (Hrsg.), *Handbuch der Psychologischen Diagnostik*, S. 288–303. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2009). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*, Version 2.2  
Herzogenrath: PsyTest.
- Zuberer, A., Brandeis, D. & Drechsler, R. (2015). Are treatment effects of neurofeedback training in children with ADHD related to the successful regulation of brain activity? A review on the learning of regulation of brain activity and a contribution to the discussion on specificity. *Frontiers in human neuroscience*, 9: 135. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.3389%2Ffnhum.2015.00135>
- Zukow, P., Zukow, A. & Bentler, P. (1978). Rating scales for the identification and treatment of hyperkinesis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 213 – 222.

## **7. Anhang**

### ***Anhang A: Studieninformation***

- + Flyer Studie
- + Studieninformation für Kinderärzte, Psychotherapeuten, Beratungsstellen, Ambulanzen
- + Elterninformation und Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme
- + Studieninformation Kind
- + Begleitschreiben Lehrer/ Kinderarzt

### ***Anhang B: Fragebögen***

- + Child Behavior Checklist (CBCL/4-18), Arbeitsgruppe CBCL (1998)
- + Fremdbeurteilungsbogen Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (FBB-ADHS), Döpfner & Lehmkuhl (2000)
- + Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), Goodman (1997)
- + Fragebogen zur Lebensqualität von Kindern (Kid-Kindl-R), Ravens-Sieberer (2003)
- + Clinical Global Impression of Severity/Improvement (CGI-S/I), CIPS (1981)
- + Elternfragebogen zum Erziehungsverhalten – Kurzform (EFB-K), Lübke et al. (2000)
- + Fragebogen zur Therapieerwartung Eltern, Leins (2004)
- + Fragebogen zur Therapiezufriedenheit Eltern, Leins (2004)

### ***Anhang C: Trainingsmaterialien***

- + Abmachung
- + Detektivbogen
- + Belohnungskarte
- + Trainingsprotokoll Sitzung 1-12, 13-25, Fu-Test
- + Instruktion Neurofeedback
- + Instruktion EMG-Feedback
- + Motivationsfragebogen

### ***Anhang D: Tabellen***

- + Elterndaten
- + Lehrerdaten

### Ablauf einer Sitzung

Da wir zwei verschiedene Feedback-Methoden vergleichen wollen, werden die Kinder den beiden Gruppen nach dem Zufallsprinzip zugeordnet. Der Ablauf des Trainings ist in beiden Gruppen gleich.

Das Kind sitzt in unserem Labor vor einem Bildschirm. Zur Messung der Körpersignale (EMG und EEG) werden insgesamt neun Elektroden angebracht. Dies tut nicht weh!



Auf dem Bildschirm sieht das Kind dann die verschiedenen Aufgaben. Die mittels einer Computeranimation dargestellten Körpersignale lernt das Kind durch Versuch und Irrtum in die gewünschte Richtung zu beeinflussen. Für erfolgreiche Durchgänge erhält das Kind von uns kleine Belohnungen.

### Biofeedback -

#### Was bedeutet das?

Allgemein versteht man unter Biofeedback die Rückmeldung körperlicher Zustände in einer für uns wahrnehmbaren Form. Mit dem EMG

(Elektromyogramm)- Feedback wird beispielsweise die Muskelspannung, mit dem EEG (Elektroenzephalogramm)- Feedback die Hirnaktivität sichtbar gemacht. Man kann lernen, diese Körperfunktionen gezielt zu regulieren. Auf diese Weise können bestimmte Ursachen von problematischem Verhalten beeinflusst werden.

#### Warum Biofeedback bei Aufmerksamkeitsstörungen?

Mit Biofeedback kann man eine Verbesserung der Selbststeuerungsfähigkeit und der Aufmerksamkeitsleistung erlangen. Wenn die im Training erlernte Kontrolle über die Körperfunktionen in den Alltag übertragen werden kann, stellt sich eine Besserung der ADHS-Problematik ein. Dies konnte schon in einigen Studien gezeigt werden.

### Ansprechpartner

Sonja Kaller, Dipl.-Psych.,  
Privatdozentin Dr. Ute Strehl,  
Dipl.-Psych.

Institut für Medizinische Psychologie und  
Verhaltensneurobiologie

Gartenstr. 29  
72074 Tübingen  
Tel. 07071/2973236

Email:  
sonja.kaller@medizin.uni-tuebingen.de  
ute.strehl@uni-tuebingen.de

### Ziel der Studie

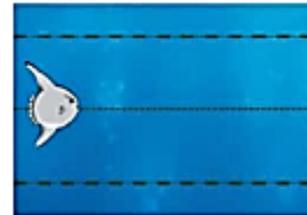
Im Rahmen dieser Studie möchten wir die Wirksamkeit zweier verschiedener Behandlungsmethoden (EMG- und EEG-Feedback) bei Kindern mit ADHS überprüfen und sehen, ob sich die beiden Methoden voneinander unterscheiden. Ziel ist es, eine Verringerung der ADHS-Problematik zu erreichen und unter Umständen auf eine medikamentöse Behandlung verzichten zu können.

### Ablauf der Studie

In einer ersten Phase führen wir einige Tests durch, in denen wir untersuchen, ob tatsächlich eine Aufmerksamkeitsproblematik vorliegt. Wird dies bestätigt, so wird das Kind in die Studie aufgenommen. Es werden dann einige Voruntersuchungen (Fragebögen, Tests und neurophysiologische Messungen) durchgeführt. Im Anschluss beginnt das Training. Es umfasst 25 Sitzungen, die innerhalb von drei Monaten durchgeführt werden.

## Studie

Biofeedback-Training für  
Kinder mit einer  
Aufmerksamkeitsdefizit-  
/Hyperaktivitätsstörung



Institut für  
Medizinische Psychologie  
und Verhaltensneurobiologie

Gartenstraße 29  
72074 Tübingen

Vier Wochen nach Ende des Trainings werden Nachuntersuchungen durchgeführt, um die Wirkung des Trainings zu erfassen. Fünf Monate später wird die Stabilität der Effekte in einer erneuten Untersuchung getestet.

### Einnahme von Medikamenten während der Studie

Wenn ein Kind medikamentös behandelt wird, müssen die Medikamente für die erste Testung und die erneute Messung 4 Wochen nach Ende des Trainings vorübergehend abgesetzt werden. Das Training kann mit oder ohne Medikamente erfolgen. Wichtig ist nur, dass die Dosierung bis zum Ende des Trainings konstant bleibt. Danach ist es bei manchen Kindern unter Umständen möglich, die Medikamente abzusetzen.

### Wer kann mitmachen?

Teilnehmen können Kinder zwischen 7 und 9 Jahren mit hyperaktiven und unaufmerksamen Merkmalen von ADHS.

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

Universität Tübingen · Gartenstr. 29 · 72074 Tübingen

Telefon: +49 7071 29-73236

Telefax: +49 7071 29-5956

E-Mail: [ute.strehl@uni-tuebingen.de](mailto:ute.strehl@uni-tuebingen.de)

[sonja.kaller@medizin.uni-tuebingen.de](mailto:sonja.kaller@medizin.uni-tuebingen.de)



Institut für Medizinische Psychologie und  
Verhaltensneurobiologie

Prof. Dr. Dr. hc. Niels Birbaumer  
Institutsleitung

Kontakt: Dr. Ute Strehl  
Dipl.-Psych. Sonja Kaller

### Projekt

#### „Biofeedback-Training für Kinder mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung“

Sehr geehrte Damen und Herren,

seit Januar bieten wir an unserem Institut ein Training für Kinder mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung an (siehe beiliegenden Flyer).

Teilnehmen können Kinder zwischen 7 und 9 Jahren mit hyperaktiven und unaufmerksamen Merkmalen einer ADHS, sowie Kinder mit Verdacht auf ADHS.

Die Teilnahme an der Studie ist komplett kostenfrei.

Wir würden uns freuen, Patienten von Ihnen mit entsprechendem Alter und Diagnose in unserer Studie begrüßen zu dürfen. Sollten Sie weitere Flyer benötigen, senden wir Ihnen diese gern zu.

Mit herzlichem Dank für Ihre Mithilfe und mit freundlichen Grüßen

---

Sonja Kaller (Dipl.-Psych.)



## Elterninformation zur Studie

### „FEEDBACK“

Liebe Eltern,

wir freuen uns über Ihr Interesse an unserem Forschungsprojekt, mit dem wir die Wirksamkeit von zwei verschiedenen nichtmedikamentösen Behandlungsmethoden bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) prüfen möchten. Das Ziel besteht darin zu zeigen, dass eine Verringerung der ADHS-Problematik erreicht werden kann. Unter Umständen ist es möglich, dass diese Behandlungsmethoden dazu führen, dass Kinder, die bisher Medikamente für die Behandlung der ADHS eingenommen haben, zukünftig keine Medikamente mehr brauchen.

Wir werden zwei verschiedene Methoden anbieten, wobei die Kinder nach dem Zufallsprinzip einer der beiden Gruppen zugeordnet werden. Die Dauer des Trainings ist in beiden Gruppen mit 25 einstündigen Sitzungen, verteilt über drei Monate (das entspricht etwa zwei einstündigen Sitzungen pro Woche), gleich. Beide Behandlungen beruhen auf der Erfahrung, dass Kinder lernen können, die Aktivität ihres Gehirns und ihrer Muskulatur gezielt zu verändern und zu kontrollieren. Dazu wird in der einen Gruppe über Klebeelektroden die Aktivität des Gehirns gemessen und dem Kind als Computerspiel „verkleidet“ zurückgemeldet. Im Spiel Punkte zu sammeln, bedeutet für das Kind dann, dass es die Aktivität des Gehirns in der gewünschten Form verändert hat. Die andere Gruppe trainiert mit einem Computerprogramm Konzentration und Entspannung; auch diese Kinder bekommen für richtig gelöste Aufgaben Punkte. Ihr Kind kann gesammelte Punkte gegen eine kleine Belohnung eintauschen.

Da das Training sehr spielerisch aufgebaut ist, macht es Kindern meistens großen Spaß und sie kommen gerne zu uns. Insbesondere am Anfang kann es aber auch anstrengend oder frustrierend sein. Das Training wird in der Regel am Nachmittag durchgeführt, so dass die Kinder keinen Unterrichtsausfall haben. In den Ferien und auf Wunsch können auch Termine am Vormittag vereinbart werden. Insgesamt erfordert die Teilnahme von Ihrem Kind und Ihnen einen starken Willen und Bereitschaft zur Mitarbeit. Vor allem, wenn Sie nicht vor Ort wohnen, bedenken Sie bitte, dass die Fahrten zum Training eine Belastung für die gesamte Familie bedeuten können.

Bei der Behandlung werden keine neuen Medikamente eingeführt oder sonstige Eingriffe vorgenommen. Sollte Ihr Kind ein Medikament bekommen, wird das bisherige Medikament zunächst für eine Voruntersuchung kurz vorübergehend abgesetzt, während der Trainingsphase jedoch beibehalten. Vielleicht können einige Kinder ihre Medikamente sogar nach der Behandlung reduzieren oder ganz absetzen; dies werden wir nach Abschluss des Trainings untersuchen, indem wir einen Auslassversuch durchführen, während und nach dem wir Ihr Kind weiter untersuchen. Eine Änderung der Medikamenteneinnahme während des Trainings sollten Sie nicht vornehmen. Sprechen Sie eine von Ihnen dennoch gewünschte Medikamentenänderung bitte mit Ihrem behandelnden Arzt und uns ab. Schädliche Nebenwirkungen des Trainings haben wir bislang nicht beobachten können, auch aus der Literatur ist nichts darüber bekannt.

Parallel zum eigentlichen Training benötigen wir Informationen über Ihr Kind, die uns bei der Beurteilung der Wirksamkeit des Programms helfen sollen. Wir werden dazu vor und nach dem Training einige Untersuchungen von Konzentration und Aufmerksamkeit mit dem Kind durchführen, ein Hirnstrombild (EEG) ableiten und Ihnen eine Reihe von Fragebögen vorlegen. Zur besseren Einschätzung der schulischen Situation werden wir Sie auch bitten, einen Fragebogen an die Lehrerin oder den Lehrer auszugeben, dessen Bearbeitung etwa 15 Minuten erfordert. Die Ergebnisse der Tests und Befragungen werden wir mit Ihnen besprechen. Die Begleituntersuchung findet zu vier Zeitpunkten statt: vor dem Beginn der Therapie („Prätest“), nach Abschluss der Therapiephase („Post-Test 1“), sowie ein („Post-Test 2“) und weitere fünf Monate („Abschlussuntersuchung“) danach; sie dauert jeweils etwa 2 Stunden. Für den Prätest und den Post-Test 2 ist es erforderlich, dass Kinder, die ADHS-Medikamente bekommen, diese absetzen.

Die Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig. Ihre Entscheidung, auch eine Ablehnung, wird sich in keiner Weise nachteilig auf die weitere Behandlung oder die Beziehung zum behandelnden Arzt auswirken. Sollte es medizinisch geboten sein, kann auch der behandelnde Arzt die Teilnahme eines Patienten an der Studie beenden. Alle im Rahmen der Studie durchgeführten Untersuchungen und die Behandlung selbst sind selbstverständlich kostenfrei. Nach Durchführung der beschriebenen Untersuchungen ist die Studie für Sie abgeschlossen.

Selbstverständlich stehen wir Ihnen für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Untersuchung zur Verfügung. Sie können jederzeit Ihr Einverständnis zur Mitwirkung ohne Angaben von Gründen und ohne irgendwelche Nachteile wieder zurückziehen.

**Einwilligungserklärung  
zur Teilnahme an der Studie  
„FEEDBACK“**

Ich/Wir habe(n) die Aufklärung über diese Untersuchung gelesen. Es erfolgte eine persönliche Aufklärung über die beschriebene Untersuchung und deren Bedeutung.

Mir/Uns ist bekannt, dass die Teilnahme freiwillig ist und dass die Zustimmung zur Teilnahme jederzeit ohne irgendwelche Nachteile für die Behandlung zurückgezogen werden kann.

Ich/Wir, \_\_\_\_\_ (Name, Vorname),

wohnhaft in \_\_\_\_\_,

erkläre mich/erklären uns damit einverstanden, dass ich/wir und mein/unser Kind

\_\_\_\_\_ (Name d. Kindes), geb. am \_\_\_\_\_

an der vorgenannten Studie teilnehmen.

INFORMATION ZUM DATENSCHUTZ

Ihre im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung erhobenen Daten werden vertraulich behandelt und ausschließlich in verschlüsselter Form weitergegeben. Die für die wissenschaftliche Untersuchung wichtigen Daten werden in verschlüsselter (pseudonymisiert, ohne Namensnennung) Form in einen gesonderten Dokumentationsbogen eingetragen.

Die Zuordnung der verschlüsselten Daten zu Ihrer Person ist nur anhand einer Patientenliste möglich, die in einem verschlossenen Schrank, getrennt von den Studienunterlagen aufbewahrt wird und nur dem Studienleiter und dem Ärztlichen Direktor der Abteilung zugänglich ist. Die Daten werden für die Dauer von mindestens 10 Jahren im Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie aufbewahrt.

Sollten Sie von der Studie zurücktreten, können Sie entscheiden, ob die bereits vorliegenden Daten vernichtet werden müssen oder weiterverwendet werden dürfen.

## Einwilligungserklärung

**Ich erkläre mich der Verwendung der im Rahmen der Studie „FEEDBACK“ erhobenen Daten in der oben beschriebenen Weise einverstanden. Ich kann jeder Zeit meine Daten beim Studienleiter einsehen.**

Eine Kopie der Elterninformation und der Einwilligungserklärung habe(n) ich/wir erhalten.

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift gesetzlicher Vertreter/  
**Mutter**)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift gesetzlicher Vertreter/  
**Vater**)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Kind)

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung des/der gesetzlichen Vertreter und des Kindes eingeholt.

\_\_\_\_\_  
Name Prüfer in Druckbuchstaben

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift aufklärender Prüfer



## Information für Kinder zur Studie „FEEDBACK“

Am Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie helfen wir Kindern, die beispielsweise Probleme haben, sich zu konzentrieren, in der Schule aufzupassen oder sich selbst zu steuern. Wir versuchen auch, die Behandlung für Kinder mit einer sogenannten „Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung“ immer mehr zu verbessern. Deshalb führen wir an der Uniklinik wissenschaftliche Untersuchungen durch. Mit diesem Brief wollen wir Dich fragen, ob Du bereit wärest, an einer solchen Studie mitzumachen.

Es geht darum zu untersuchen, wie gut eine neue Behandlung wirkt. Diese Behandlung wird wie ein Training durchgeführt und soll Kindern helfen, die Probleme haben, aufmerksam und konzentriert zu arbeiten, zum Beispiel bei den Schulaufgaben oder bei Klassenarbeiten. Da das Training noch relativ neu ist, muss noch sehr viel untersucht werden.

Du kennst das wahrscheinlich, dass Du Dich manchmal nicht richtig konzentrieren kannst und sehr zappelig bist. Das kann daran liegen, dass das Gehirn nicht richtig „mitspielt“ oder aber auch, dass Dein Körper sehr unruhig ist. Wir haben deshalb zwei verschiedene Trainingsmethoden entwickelt, mit denen Du mit Hilfe einer Art Computerspiel lernen kannst, das Gehirn oder den Körper besser zu kontrollieren. Während des Trainings ist es sehr wichtig, dass Du ganz ruhig sitzt und so konzentriert wie möglich dem Computerspiel folgst. Wenn Du erfolgreich bist, erhältst Du Punkte, die Du dann gegen eine kleine Belohnung eintauschen kannst.

Bevor wir mit dem Training beginnen können, ist es wichtig, dass wir Dich zuerst richtig kennenlernen. Dazu geben wir Deinen Eltern Fragebögen und führen mit Dir einige Tests durch. Das Training dauert drei Monate, in denen Du 25 Mal (jede Woche etwa 2 Mal) für eine Stunde zu uns kommst. Mit Hilfe von Tests und Fragebögen vor und nach dem Training überprüfen wir mehrmals, ob Dir das Training geholfen hat. Die

Informationen aus den Fragebögen und Tests erfahren nur Eure Trainer, Eure Eltern und Ihr selbst. Wenn Du ein Medikament einnimmst, sollst Du es während der drei Monate weiternehmen. Bei drei der Testtermine möchten wir Dich so untersuchen, wie Du ohne Medikamente bist. Deshalb wirst Du dann für eine Zeit lang keine Medikamente nehmen.

Manchmal lernen es Kinder sehr schnell, Kontrolle in dem Training zu bekommen. Manchmal dauert es aber auch viele Trainingssitzungen lang, bis man den richtigen Weg gefunden hat. Deshalb kann das Training ab und zu auch sehr enttäuschend und anstrengend sein. Wenn Du dann aber die ersten Erfolge siehst, wird Dir das Training sicher wieder großen Spaß bereiten. Wenn sich zeigt, dass Dir das Training bei Deinen Schwierigkeiten hilft, brauchst Du später vielleicht keine Medikamente mehr oder weniger davon einzunehmen.

Du hast das Recht, das Training jederzeit abubrechen.

Falls Dir noch etwas unklar ist, kannst Du uns jederzeit fragen



Telefon: +49 7071 29-73236  
Telefax: +49 7071 29-5956  
E-Mail: ute.strehl@uni-tuebingen.de  
sonja.kaller@medizin.uni-tuebingen.de

Kontakt: Dr. Ute Strehl  
Dipl.-Psych. Sonja Kaller

Projekt  
„Biofeedback-Training für Kinder mit einer  
Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung“  
Informationsbrief für Lehrer

Sehr geehrte(r) Lehrer(in),

wir wenden uns an Sie mit der Bitte um Ihre Mithilfe.

An unserem Institut bieten wir ein Training für Kinder mit Aufmerksamkeitsproblemen an. Die Eltern eines Ihrer Schüler(innen) haben bei uns angefragt, ob ihr Kind an diesem Training teilnehmen kann.

Während und nach dem Training wird eine umfangreiche Diagnostik durchgeführt. Im Rahmen der diagnostischen Abklärung und der Nachuntersuchungen benötigen wir auch Informationen aus dem schulischen Bereich. Aus diesem Grund übersenden wir Ihnen beiliegend einen Fragebogen.

Wir möchten Sie bitten, diesen Bogen auszufüllen und ihn anschließend in dem beiliegenden Umschlag an uns zurückzusenden. Informationen darüber, wie der Fragebogen auszufüllen ist, finden sich auf der ersten Seite des Bogens.

Falls Sie zu dem Fragebogen oder zu dem Training noch Fragen haben, können Sie sich gern jederzeit an uns wenden – wir freuen uns über ihr Interesse.

Mit herzlichem Dank für Ihre Mithilfe und mit freundlichen Grüßen

---

Sonja Kaller (Dipl.-Psych.)



Projekt  
„Biofeedback-Training für Kinder mit einer  
Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung“  
Informationsbrief für Ärzte

Sehr geehrte(r) Kinderarzt(ärztin),

wir wenden uns an Sie mit der Bitte um Ihre Mithilfe.

An unserem Institut bieten wir ein Training für Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung an. Die Eltern eines Ihrer Patienten haben bei uns angefragt, ob ihr Kind an dem Biofeedback-Training teilnehmen kann.

Während und nach dem Training wird eine umfangreiche Diagnostik durchgeführt. Im Rahmen der diagnostischen Abklärung und der Nachuntersuchungen benötigen wir auch Informationen aus dem medizinisch-psychologischen Bereich. Beurteilt werden soll der psychische Gesundheitszustand im Hinblick auf Symptomschwere, Veränderung der Symptome und Effektivität der Therapie.

Wir möchten Sie deshalb bitten, den beiliegenden Bogen auszufüllen und ihn anschließend in dem bereits frankierten Umschlag an uns zurückzusenden.

Informationen darüber, wie der Fragebogen auszufüllen ist, finden sich auf der ersten Seite des Bogens.

Falls Sie zu dem Fragebogen oder zu dem Training noch Fragen haben, können Sie sich gern jederzeit an uns wenden – wir freuen uns über ihr Interesse.

Mit herzlichem Dank für Ihre Mithilfe und mit freundlichen Grüßen

---

Sonja Kaller (Dipl.-Psych.)

# Anhang B: Fragebögen

<b>Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen –CBCL/4-18</b>	
<b>Name (des Kindes):</b>	<b>Tätigkeit der Eltern:</b> (auch wenn zur Zeit nicht ausgeübt) bitte genaue Bezeichnung, z.B. Autoschlosser, Realschullehrer, Hausfrau, Dreher, Arbeiter, Schuhverkäufer, Bundeswehrhauptmann)
<b>Geschlecht:</b> <input type="checkbox"/> Mädchen <input type="checkbox"/> Junge	<b>Alter:</b>
<b>Geburtsdatum:</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> (des Kindes)      Tag      Monat      Jahr	<b>Tätigkeit des Vaters:</b>
<b>Datum heute:</b> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Tag      Monat      Jahr	<b>Tätigkeit der Mutter:</b>
<b>Fragebogen ausgefüllt von:</b> <input type="checkbox"/> Mutter <input type="checkbox"/> Vater <input type="checkbox"/> Anderen (z.B. Oma, Erzieher):	
Bitte füllen Sie diesen Fragebogen danach aus, wie <u>Sie</u> das Verhalten Ihres Kindes einschätzen, auch wenn andere Menschen vielleicht nicht damit übereinstimmen. Sie können zusätzliche Bemerkungen dazu schreiben, wenn es Ihnen erforderlich erscheint.	

**I. Nennen sie bitte die Sportarten, die Ihr Kind am liebsten ausübt,**  
z.B. Fußball, Radfahren, Schwimmen, Tischtennis usw.

keine

- a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

Wieviel Zeit verbringt Ihr Kind mit dieser Sportart, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie gut beherrscht Ihr Kind diese Sportart, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**II. Nennen Sie bitte die Lieblingsaktivitäten, Hobbys oder Spiele Ihres Kindes,** z.B. Klavierspielen, Briefmarkensammeln, Singen, Lesen, mit Puppen oder Autos spielen, usw. (außer Sport, Radiohören, Fernsehen)

keine

- a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

Wieviel Zeit verbringt Ihr Kind damit, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie gut beherrscht Ihr Kind diese Aktivität, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**III. Gehört Ihr Kind irgendwelchen Organisationen, Vereinen oder Gruppen an?**

keine

- a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

Wie aktiv ist Ihr Kind dort, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**IV. Welche Arbeiten oder Pflichten übernimmt Ihr Kind innerhalb oder außerhalb des Haushalts,** z.B. Spülen, Kinderhüten, Zeitungen austragen usw.?

keine

- a. \_\_\_\_\_  
b. \_\_\_\_\_  
c. \_\_\_\_\_

Wie gut verrichtet Ihr Kind diese Arbeit oder Pflichten, verglichen mit Gleichaltrigen?

Ich weiß es nicht	weniger	gleich viel	mehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anhang B: Fragebögen

---

V. 1. **Wieviele Freunde hat Ihr Kind?**  keine  einen  zwei bis drei  vier oder mehr  
(bitte Geschwister nicht mitzählen)

2. **Wie oft pro Woche unternimmt Ihr Kind etwas mit seinen Freunden außerhalb der Schulstunden?**  
(bitte Geschwister nicht mitzählen)

weniger als einmal  ein- bis zweimal  dreimal oder häufiger

VI. **Verglichen mit Gleichaltrigen:**

schlechter etwa gleich besser

- |   |                          |                          |                          |                                     |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| a. Wie verträgt sich Ihr Kind mit den Geschwistern?             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Einzelkind |
| b. Wie verträgt sich Ihr Kind mit anderen Kindern/Jugendlichen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| c. Wie verhält sich Ihr Kind gegenüber den Eltern?              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |
| d. Wie spielt oder arbeitet Ihr Kind alleine?                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                                     |

VII. 1. **Gegenwärtige Schulleistungen (für Kinder ab 6 Jahren):**

besucht keine Schule

	ungenügend	unterdurchschnittlich	durchschnittlich	überdurchschnittlich
a. Lesen, Deutsch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Sachkunde, Geschichte oder Sozialkunde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Rechnen oder Mathematik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Naturwissenschaften (falls zutreffend)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
andere Fächer e. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(wie Erdkunde, Fremdsprachen, nicht f. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fächer wie Kunst, Musik, Sport usw. g. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. **Besucht Ihr Kind eine Sonderschule bzw. hat es eine besondere Art der Beschulung (z.B. Integrationskind)?**

nein  ja, bitte genaue Beschreibung:

3. **Hat Ihr Kind eine Klasse wiederholt?**  nein  ja, welche und warum:

4. **Sind bei Ihrem Kind schon einmal Lernschwierigkeiten oder andere Probleme in der Schule aufgetreten?**

nein  ja, bitte beschreiben:

Wann fingen die Probleme an?

Haben diese Probleme aufgehört?  nein  ja, wann:

IIX. **Hat Ihr Kind eine Krankheit, körperliche oder geistige Beeinträchtigung oder Behinderung?**  nein  ja

wenn ja, bitte beschreiben:

IX. **Worüber machen Sie sich bei Ihrem Kind am meisten Sorgen?**

(evtl. weiteres Blatt beifügen)

X. **Was gefällt Ihnen an ihrem Kind am besten?**

## Anhang B: Fragebögen

Es folgt eine Liste von Eigenschaften und Verhaltensweisen, die bei Kindern und Jugendlichen auftreten können. Nach jeder Eigenschaft finden Sie die Ziffern 0, 1, 2. Beantworten Sie bitte für jede Eigenschaft, ob sie jetzt oder innerhalb der letzten 6 Monate bei Ihrem Kind zu beobachten war. Wenn diese Eigenschaft genau so oder häufig zu beobachten war, kreuzen Sie die Ziffer 2 an, wenn die Eigenschaft etwas oder manchmal auftrat, die Ziffer 1, wenn Sie für Ihr Kind nicht zutrifft, die Ziffer 0. Beantworten Sie bitte alle Fragen, so gut Sie können, auch wenn Ihnen einige für Ihr Kind unpassend erscheinen.

0 = nicht zutreffend (soweit bekannt)	1 = etwas oder manchmal zutreffend	2 = genau oder häufig zutreffend
1. Verhält sich zu jung für sein/ihr Alter ..... 0 1 2		
2. Leidet unter Heuschnupfen oder anderen Allergien; bitte beschreiben: _____ .. 0 1 2		
3. Streitet oder widerspricht viel..... 0 1 2		
4. Hat Asthma ..... 0 1 2		
5. Bei Jungen: verhält sich wie ein Mädchen Bei Mädchen: verhält sich wie ein Junge..... 0 1 2		
6. Entleert den Darm außerhalb der Toilette, kotet ein ..... 0 1 2		
7. Gibt an, schneidet auf ..... 0 1 2		
8. Kann sich nicht konzentrieren, kann nicht lange aufpassen..... 0 1 2		
9. Kommt von bestimmten Gedanken nicht los; bitte beschreiben _____ .. 0 1 2		
10. Kann nicht stillsitzen, ist unruhig oder hyperaktiv..... 0 1 2		
11. Klammert sich an Erwachsene oder ist zu abhängig ..... 0 1 2		
12. Klagt über Einsamkeit ..... 0 1 2		
13. Ist verwirrt oder zerstreut ..... 0 1 2		
14. Weint viel..... 0 1 2		
15. Ist roh zu Tieren oder quält sie ..... 0 1 2		
16. Ist roh oder gemein zu anderen oder schüchtert sie ein ..... 0 1 2		
17. Hat Tagträume oder ist gedankenverloren ..... 0 1 2		
18. Verletzt sich absichtlich oder versucht Selbstmord ..... 0 1 2		
19. Verlangt viel Beachtung ..... 0 1 2		
20. Macht seine/ihre eigenen Sachen kaputt..... 0 1 2		
21. Macht Sachen kaputt, die den Eltern, Geschwistern oder anderen gehören..... 0 1 2		
22. Gehorcht nicht zu Hause..... 0 1 2		
23. Gehorcht nicht in der Schule..... 0 1 2		
24. Isst schlecht ..... 0 1 2		
25. Kommt mit anderen Kindern/Jugendlichen nicht aus ..... 0 1 2		
26. Scheint sich nicht schuldig zu fühlen, wenn er/sie sich schlecht benommen hat..... 0 1 2		
27. Ist leicht eifersüchtig..... 0 1 2		
28. Isst oder trinkt Dinge, die nicht zum Essen oder Trinken geeignet sind; bitte beschreiben: (keine Süßigkeiten angeben) _____ .. 0 1 2		
29. Fürchtet sich vor bestimmten Tieren, Situationen oder Plätzen (Schule ausgenommen); bitte beschreiben _____ .. 0 1 2		
30. Hat Angst, in die Schule zu gehen..... 0 1 2		
31. Hat Angst, etwas Schlimmes zu denken oder zu tun ..... 0 1 2		
32. Glaubt, perfekt sein zu müssen ..... 0 1 2		
	33. Fühlt oder beklagt sich, dass niemand ihn/sie liebt..... 0 1 2	
	34. Glaubt, andere wollen ihm/ihr etwas antun ..... 0 1 2	
	35. Fühlt sich wertlos oder unterlegen ..... 0 1 2	
	36. Verletzt sich häufig ungewollt, neigt zu Unfällen... 0 1 2	
	37. Gerät leicht in Raufereien, Schlägereien ..... 0 1 2	
	38. Wird viel gehänselt..... 0 1 2	
	39. Hat Umgang mit anderen, die in Schwierigkeiten geraten ..... 0 1 2	
	40. Hört Geräusche oder Stimmen, die nicht da sind; bitte beschreiben _____ .. 0 1 2	
	41. Ist impulsiv oder handelt, ohne zu überlegen..... 0 1 2	
	42. Ist lieber allein als mit anderen zusammen ..... 0 1 2	
	43. Lügt, betrügt oder schwindelt ..... 0 1 2	
	44. Kaut Fingernägel ..... 0 1 2	
	45. Ist nervös oder angespannt..... 0 1 2	
	46. Hat nervöse Bewegungen oder Zuckungen (betrifft nicht die unter 10 erwähnte Zappeligkeit); bitte beschreiben: _____ .. 0 1 2	
	47. Hat Alpträume ..... 0 1 2	
	48. Ist bei anderen Kindern/Jugendlichen nicht beliebt ..... 0 1 2	
	49. Leidet an Verstopfung ..... 0 1 2	
	50. Ist zu furchtsam oder ängstlich..... 0 1 2	
	51. Fühlt sich schwindelig ..... 0 1 2	
	52. Hat zu starke Schuldgefühle ..... 0 1 2	
	53. Isst zu viel..... 0 1 2	
	54. Ist immer müde..... 0 1 2	
	55. hat Übergewicht ..... 0 1 2	
	56. Hat folgende Beschwerden ohne bekannte körperliche Ursachen: a) Schmerzen (außer Kopf- oder Bauchschmerzen) ..... 0 1 2 b) Kopfschmerzen ..... 0 1 2 c) Übelkeit..... 0 1 2 d) Augenbeschwerden (ausgenommen solche, die durch Brille korrigiert sind); bitte beschreiben: _____ .. 0 1 2 e) Hautausschläge oder andere Hautprobleme ..... 0 1 2 f) Bauchschmerzen oder Magenkrämpfe ..... 0 1 2 g) Erbrechen..... 0 1 2 h) andere Beschwerden; bitte beschreiben..... 0 1 2	

## Anhang B: Fragebögen

0 = nicht zutreffend (soweit bekannt)	1 = etwas oder manchmal zutreffend	2 = genau oder häufig zutreffend
57. Greift andere körperlich an ..... 0 1 2		91. Spricht davon, sich umzubringen ..... 0 1 2
58. Bohrt in der Nase, zupft oder kratzt sich an Körperstellen; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		92. Redet oder wandelt im Schlaf; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2
59. Spielt in der Öffentlichkeit an den eigenen Geschlechtsteilen ..... 0 1 2		93. Redet zuviel ..... 0 1 2
60. Spielt zu viel an den eigenen Geschlechtsteilen ..... 0 1 2		94. Hänzelt andere gern ..... 0 1 2
61. Ist schlecht in der Schule ..... 0 1 2		95. Hat Wutausbrüche oder hitziges Temperament .. 0 1 2
62. Ist körperlich unbeholfen oder ungeschickt ..... 0 1 2		96. Denkt zuviel an Sex ..... 0 1 2
63. Ist lieber mit älteren Kindern oder Jugendlichen als mit Gleichaltrigen zusammen ..... 0 1 2		97. Bedroht andere ..... 0 1 2
64. ist lieber mit Jüngeren als mit Gleichaltrigen zusammen ..... 0 1 2		98. Lutscht am Daumen ..... 0 1 2
65. Weigert sich zu sprechen ..... 0 1 2		99. Ist zu sehr auf Ordentlichkeit oder Sauberkeit bedacht ..... 0 1 2
66. Tut bestimmte Dinge immer und immer wieder, wie unter einem Zwang; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		100. hat Schwierigkeiten mit dem Schlafen; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2
67. Lläuft von zu Hause weg ..... 0 1 2		101. Schwänzt die Schule (auch einzelne Schulstunden) ..... 0 1 2
68. Schreit viel ..... 0 1 2		102. Zeigt zu wenig Aktivität, ist zu langsam oder träge ..... 0 1 2
69. Ist verschlossen, behält Dinge für sich ..... 0 1 2		103. Ist unglücklich, traurig oder niedergeschlagen ..... 0 1 2
70. Sieht Dinge, die nicht da sind; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		104. Ist ungewöhnlich laut ..... 0 1 2
71. Ist befangen oder wird leicht verlegen ..... 0 1 2		105. Trinkt Alkohol, nimmt Drogen oder missbraucht Medikament; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2
72. Zündelt gerne oder hat schon Feuer gelegt ..... 0 1 2		106. Richtet mutwillig Zerstörungen an ..... 0 1 2
73. Hat sexuelle Probleme; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		107. Nässt bei Tag ein ..... 0 1 2
74. Produziert sich gern oder spielt den Clown ..... 0 1 2		108. Nässt im Schlaf ein ..... 0 1 2
75. Ist schüchtern oder zaghaft ..... 0 1 2		109. Quengelt oder jammert ..... 0 1 2
76. Schläft weniger als die meisten Gleichaltrigen .... 0 1 2		110. Bei Jungen: Möchte lieber ein Mädchen sein Bei Mädchen: Möchte lieber ein Junge sein ..... 0 1 2
77. Schläft tagsüber und/oder nachts mehr als die meisten Gleichaltrigen; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		111. Zieht sich zurück, nimmt keinen Kontakt zu anderen auf ..... 0 1 2
78. Schmiert oder spielt mit Kot ..... 0 1 2		112. Macht sich zuviel Sorgen ..... 0 1 2
79. Hat Schwierigkeiten beim Sprechen; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		113. Bitte beschreiben Sie hier Probleme Ihres Kindes, die bisher noch nicht erwähnt wurden: _____ ..... 0 1 2
80. Starrt ins Leere ..... 0 1 2		_____ ..... 0 1 2
81. Stiehlt zu Hause ..... 0 1 2		_____ ..... 0 1 2
82. Stiehlt anderswo ..... 0 1 2		_____ ..... 0 1 2
83. Hortet Dinge, die er/sie nicht braucht; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		_____ ..... 0 1 2
84. Verhält sich seltsam oder eigenartig; bitte beschreiben : _____ ..... 0 1 2		
85. Hat seltsame Gedanken oder Ideen; bitte beschreiben: _____ ..... 0 1 2		→ Bitte überprüfen Sie, ob sie alle Fragen beantwortet haben.
86. Ist störrisch, mürrisch oder reizbar ..... 0 1 2		→ Unterstreichen Sie bitte diejenigen Probleme, die Ihnen Sorgen machen.
87. Zeigt plötzliche Stimmungs- oder Gefühlswechsel ..... 0 1 2		
88. Schmolzt viel oder ist leicht eingeschnappt ..... 0 1 2		
89. Ist misstrauisch ..... 0 1 2		
90. Flucht oder gebraucht obszöne (schmutzige) Wörter ..... 0 1 2		

**Vielen Dank !**



	Wie zutreffend ist die Beschreibung?			
	gar nicht	ein wenig	weitgehend	besonders
A1. Die beschriebenen Verhaltensprobleme sind insgesamt sehr belastend. (Falls keine Probleme, bitte 0 ankreuzen.)	0	1	2	3
A2. Bei <b>Schulkindern</b> und <b>berufstätigen Jugendlichen</b> : Die beschriebenen Verhaltensprobleme beeinträchtigen die schulische oder berufliche Leistungsfähigkeit erheblich. Bei <b>Vorschulkindern</b> : Die beschriebenen Verhaltensprobleme beeinträchtigen die Fähigkeit des Kindes erheblich, intensiv und ausdauernd zu spielen oder sich selbst zu beschäftigen. (Falls keine Probleme, bitte 0 ankreuzen.)	0	1	2	3
A3. Die beschriebenen Verhaltensprobleme beeinträchtigen die Beziehungen zu Erwachsenen (Eltern, Erziehern, Lehrern) erheblich. (Falls keine Probleme, bitte 0 ankreuzen.)	0	1	2	3
A4. Die beschriebenen Verhaltensprobleme beeinträchtigen die Beziehungen zu anderen Kindern bzw. Jugendlichen erheblich. (Falls keine Probleme, bitte 0 ankreuzen.)	0	1	2	3
<b>Beantworten Sie bitte zusätzlich folgende Fragen (B1 bis B5), wenn zumindest eines der beschriebenen Verhaltensprobleme für das Kind bzw. die/den Jugendliche/-n zutrifft.</b>				
B1. Die beschriebenen Verhaltensprobleme treten in der Familie auf.	0	1	2	3
B2. Die beschriebenen Verhaltensprobleme treten im Kindergarten bzw. in der Schule auf.	0	1	2	3
B3. Die beschriebenen Verhaltensprobleme treten außerhalb der Familie und des Kindergartens bzw. der Schule auf (z. B. Freizeitgruppen oder wenn das Kind zu Besuch ist).	0	1	2	3
B4. Die beschriebenen Verhaltensprobleme haben vor dem Alter von 7 Jahren begonnen.	0 = stimmt nicht 1 = stimmt			
B5. Die beschriebenen Verhaltensprobleme bestehen seit mindestens 6 Monaten.	0 = stimmt nicht 1 = stimmt			
<b>Bitte beantworten Sie abschließend noch die folgenden 6 Fragen.</b>				
K1. Achtet bei Hausaufgaben auf die Details. Ist sehr exakt und genau.	0	1	2	3
K2. Kann sich gut in etwas festbeißen bis es erledigt ist.	0	1	2	3
K3. Hat Spaß an Beschäftigungen, bei denen sie/er sich konzentrieren muss.	0	1	2	3
K4. Bringt ihre/seine Aufgaben zügig zu Ende.	0	1	2	3
K5. Kann sich ruhig, intensiv und lange mit einer Sache beschäftigen.	0	1	2	3
K6. Überlegt, bevor sie/er handelt.	0	1	2	3

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

**Fragebogen zu Stärken und Schwächen (SDQ-Deu)**

Bitte markieren Sie zu jedem Punkt "Nicht zutreffend", "Teilweise zutreffend" oder "Eindeutig zutreffend". Beantworten Sie bitte alle Fragen so gut Sie können, selbst wenn Sie sich nicht ganz sicher sind oder Ihnen eine Frage merkwürdig vorkommt. Bitte berücksichtigen Sie bei der Antwort das Verhalten des Kindes in den letzten sechs Monaten beziehungsweise in diesem Schuljahr

Name des Kindes .....

männlich/weiblich

Geburtsdatum .....

	Nicht zutreffend	Teilweise zutreffend	Eindeutig zutreffend
Rücksichtsvoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unruhig, überaktiv, kann nicht lange stillsitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klagt häufig über Kopfschmerzen, Bauchschmerzen oder Übelkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teilt gerne mit anderen Kindern (Süßigkeiten, Spielzeug, Buntstifte usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat oft Wutanfälle; ist aufbrausend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einzelgänger; spielt meist alleine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im allgemeinen folgsam; macht meist, was Erwachsene verlangen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat viele Sorgen; erscheint häufig bedrückt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilfsbereit, wenn andere verletzt, krank oder betrübt sind	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ständig zappelig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat wenigstens einen guten Freund oder eine gute Freundin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Streitet sich oft mit anderen Kindern oder schikaniert sie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oft unglücklich oder niedergeschlagen; weint häufig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im allgemeinen bei anderen Kindern beliebt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leicht ablenkbar, unkonzentriert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nervös oder anklammernd in neuen Situationen; verliert leicht das Selbstvertrauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liebt zu jüngeren Kindern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lügt oder mogelt häufig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird von anderen gehänselt oder schikaniert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilft anderen oft freiwillig (Eltern, Lehrern oder anderen Kindern)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Denkt nach, bevor er/sie handelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stiehlt zu Hause, in der Schule oder anderswo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommt besser mit Erwachsenen aus als mit anderen Kindern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hat viele Ängste; fürchtet sich leicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Führt Aufgaben zu Ende; gute Konzentrationsspanne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Unterschrift .....

Datum .....

Vater/Mutter/Lehrer/Sonstige (nicht Zutreffendes bitte streichen)

**Vielen Dank für Ihre Hilfe**

# Fragebogen für Kinder

Kid-KINDL<sup>®</sup>



Hallo,

wir möchten gerne wissen, wie es dir zur Zeit geht. Dazu haben wir uns einige Fragen ausgedacht und bitten dich um deine Antwort.

- ⇒ Lies bitte jede Frage durch,
- ⇒ überlege, wie es in der letzten Woche war,
- ⇒ kreuze in jeder Zeile die Antwort an, die am besten zu dir passt.

**Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten.**

**Wichtig ist uns deine Meinung.**

<b>Ein Beispiel:</b> 	nie	selten	manchmal	oft	Immer
In der letzten Woche habe ich gerne Musik gehört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bogen ausgefüllt am:

\_\_\_\_\_  
Tag/Monat/Jahr

**Bitte sage uns zunächst etwas zu dir. Kreuze an oder trage ein !**



- Ich bin ein  Mädchen  Junge
- Ich bin \_\_\_\_\_ Jahre alt
- Wieviele Geschwister hast du?  0  1  2  3  4  5  über 5
- Welche Schule besuchst du?  Grundschule  Hauptschule  Realschule  
 Gesamtschule  Gymnasium  Sonderschule  
 privater Unterricht

**1. Zuerst möchten wir etwas über deinen Körper wissen, ...**

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... habe ich mich krank gefühlt	<input type="checkbox"/>				
2. ... hatte ich Kopfschmerzen oder Bauchschmerzen	<input type="checkbox"/>				
3. ... war ich müde und schlapp	<input type="checkbox"/>				
4. ... hatte ich viel Kraft und Ausdauer	<input type="checkbox"/>				

**2. ... dann etwas darüber, wie du dich fühlst ...**

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... habe ich viel gelacht und Spaß gehabt	<input type="checkbox"/>				
2. ... war mir langweilig	<input type="checkbox"/>				
3. ... habe ich mich allein gefühlt	<input type="checkbox"/>				
4. ... habe ich Angst gehabt	<input type="checkbox"/>				

**3. ... und was du selbst von dir hältst.**

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... war ich stolz auf mich	<input type="checkbox"/>				
2. ... fand ich mich gut	<input type="checkbox"/>				
3. ... mochte ich mich selbst leiden	<input type="checkbox"/>				
4. ... hatte ich viele gute Ideen	<input type="checkbox"/>				

**4. In den nächsten Fragen geht es um deine Familie ...**

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... habe ich mich gut mit meinen Eltern verstanden	<input type="checkbox"/>				
2. ... habe ich mich zu Hause wohl gefühlt	<input type="checkbox"/>				
3. ... hatten wir schlimmen Streit zu Hause	<input type="checkbox"/>				
4. ... haben mir meine Eltern Sachen verboten	<input type="checkbox"/>				

**5. ... und danach um Freunde.**

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... habe ich mit Freunden gespielt	<input type="checkbox"/>				
2. ... mochten mich die anderen Kinder	<input type="checkbox"/>				
3. ... habe ich mich mit meinen Freunden gut verstanden	<input type="checkbox"/>				
4. ... hatte ich das Gefühl, dass ich anders bin als die anderen	<input type="checkbox"/>				

**6. Nun möchten wir noch etwas über die Schule wissen.**

<i>In der letzten Woche, in der ich in der Schule war ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... habe ich die Schulaufgaben gut geschafft	<input type="checkbox"/>				
2. ... hat mir der Unterricht Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>				
3. ... habe ich mir Sorgen um meine Zukunft gemacht	<input type="checkbox"/>				
4. ... habe ich Angst vor schlechten Noten gehabt	<input type="checkbox"/>				

**7. Bist du gerade im Krankenhaus oder hast du eine längere Krankheit?**

Ja

beantworte bitte die  
nächsten 6 Fragen

Nein

dann hast du es jetzt  
geschafft

<i>In der letzten Woche ...</i>	nie	selten	manch- mal	oft	immer
1. ... hatte ich Angst, meine Erkrankung könnte schlimmer werden	<input type="checkbox"/>				
2. ... war ich wegen meiner Erkrankung traurig	<input type="checkbox"/>				
3. ... kam ich mit meiner Erkrankung gut zurecht	<input type="checkbox"/>				
4. ... behandelten mich meine Eltern wegen der Erkrankung wie ein kleines Kind	<input type="checkbox"/>				
5. ... wollte ich, dass keiner etwas von meiner Erkrankung merkt	<input type="checkbox"/>				
6. ... habe ich wegen der Erkrankung in der Schule etwas verpasst	<input type="checkbox"/>				

**VIELEN DANK FÜR DEINE MITARBEIT!**

## CGI-S

### Clinical Global Impressions - Schweregrad:

Screening-Nr.: \_\_\_\_\_

Ziehen Sie Ihren gesamten Erfahrungsschatz an dieser Art von Kranken in Betracht und geben Sie an, wie hoch Sie den jetzigen Grad der seelischen Erkrankung des Patienten einschätzen.

- 1  Patient ist überhaupt nicht krank
- 2  Patient ist ein Grenzfall psychiatrischer Erkrankung
- 3  Patient ist nur leicht krank
- 4  Patient ist nur mäßig krank
- 5  Patient ist deutlich krank
- 6  Patient ist schwer krank
- 7  Patient gehört zu den extrem schwer Kranken
- 8  Nicht beurteilbar
- 9  Nicht durchgeführt

---

Datum

Stempel Arzt

## CGI-I

### Clinical Global Impressions - Zustandsänderung:

Screening-Nr.: \_\_\_\_\_

Bitte beurteilen Sie inwieweit sich das Krankheitsbild des Patienten geändert hat

- 1  Zustand ist sehr viel besser
- 2  Zustand ist viel besser
- 3  Zustand ist nur wenig besser
- 4  Zustand ist unverändert
- 5  Zustand ist etwas schlechter
- 6  Zustand ist viel schlechter
- 7  Zustand ist sehr viel schlechter
- 8  Nicht durchgeführt

---

Datum

Stempel Arzt

### Elternfragebogen zum Erziehungsverhalten (Parenting Scale, EFBK)



Von Zeit zu Zeit verhalten sich Kinder ungezogen - unangemessen. Sie tun dabei Dinge, die ihnen selbst oder anderen schaden können und die ihre Eltern nicht mögen. Eltern haben unterschiedliche Auffassungen darüber, was unter ungezogenem oder unangemessenem Verhalten zu verstehen ist. Sie als Eltern entscheiden selbst, welche Verhaltensweisen Ihres Kindes für Sie ein Problem darstellen. Beispiele für solche Verhaltensweisen könnten sein:

- andere anschreien, schlagen
- auf die Straße laufen, weglaufen
- Essen/ andere Dinge rumwerfen
- jammern/ quengeln
- ständig Beachtung durch Erwachsene verlangen
- sich weigern aufzuräumen
- sich weigern ins Bett zu gehen
- lügen

Eltern gehen auf unterschiedliche Art und Weise mit solchen Verhaltensproblemen um. Nachfolgend sind Aussagen aufgeführt, die Erziehungsverhalten beschreiben. Auf der rechten und der linken Seite werden jeweils zwei Möglichkeiten, wie sich Eltern in den beschriebenen Situationen verhalten können, angegeben.

Bitte wählen Sie aus, wie Sie sich in der Regel verhalten.

#### **Beispiel: Bei den Mahlzeiten**

...lasse ich mein Kind selbst entscheiden, wie viel es essen möchte ③ ② ① ④ ① ② ③ ...entscheide ich darüber, wie viel mein Kind isst

Die angekreuzte Zahl ② würde bedeuten, dass Sie Ihr Kind eher selbst entscheiden lassen, wie viel es essen möchte.

Bitte kreuzen Sie jeweils die Zahl an, die Ihr eigenes Verhalten **in den letzten zwei Monaten** am besten beschreibt. Falls Sie in der beschriebenen Situationen eher so reagieren, wie auf der rechten bzw., linken Seite angegeben, kreuzen Sie bitte, je nach Ausprägung die ① ② ③ an. ④ bedeutet, dass beide Aussagen gleichhäufig zutreffen.

#### **1. Wenn mein Kind mir keine Ruhe lässt, ich genervt bin, ...**

...kann ich das gut ignorieren. ③ ② ① ④ ① ② ③ ...kann ich das nicht ignorieren.

#### **2. Ich drohe mit Dingen,..**

...bei denen ich mir sicher bin, dass ich sie verwirklichen kann. ③ ② ① ④ ① ② ③ ...von denen ich weiß, dass ich sie nicht tun werde.

#### **3. Ich bin eine Mutter/ ein Vater,**

...die/ der Grenzen setzt und dem Kind sagt, was erlaubt ist und was nicht. ③ ② ① ④ ① ② ③ ...die/ der das Kind tun lässt, was es will.

#### **4. Wenn mein Kind ungezogen ist oder sich unangemessen verhält ....**

...hebe ich meine Stimme oder schreie mein Kind an. ③ ② ① ④ ① ② ③ ... spreche ich ruhig mit meinem Kind.

**5. Wenn mein Kind nicht in meiner Nähe ist, ....**

...weiß ich oft nicht, was es gerade tut.      ③ ② ① ④ ① ② ③

...weiß ich meistens in etwa, was es gerade tut.

**6. Wenn mein Kind etwas tut, was ich nicht mag, ....**

...unternehme ich jedes Mal etwas dagegen.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... lasse ich es oft einfach durchgehen.

**7. Wenn es ein Problem mit meinem Kind gibt, ....**

... entgleitet mir die Situation häufig, ich tue dann Dinge, die ich gar nicht will.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... habe ich mich unter Kontrolle.

**8. Wenn ich eine angemessene Drohung oder Warnung ausspreche, ....**

... setze ich sie oft nicht in die Tat um.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... setze ich sie auch in die Tat um.

**9. Wenn mein Kind ungezogen ist oder sich unangemessen verhält, ....**

... gehe ich damit um, ohne aus der Fassung zu geraten.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... bin ich so verärgert und frustriert, dass mein Kind merkt, dass ich die Fassung verloren habe.

**10. Wenn mein Kind ungezogen ist oder sich unangemessen verhält, ....**

... fluche ich selten und gebrauche selten Schimpfwörter.      ③ ② ① ④ ① ② ③

...fluche ich oft und gebrauche häufig Schimpfwörter.

**11. Wenn ich meinem Kind etwas verbiete, ....**

... lasse ich es mein Kind dann häufig trotzdem tun.      ③ ② ① ④ ① ② ③

...halte ich mich an das, was ich gesagt habe.

**12. Wenn mein Kind etwas tut, das ich nicht möchte, ....**

... sage ich nie oder selten herabsetzende und verletzende Dinge oder Beschimpfungen.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... sage ich meist herabsetzende und verletzende Dinge oder Beschimpfungen.

**13. Wenn mein Kind sich aufregt, wenn ich ihm etwas verboten habe, ....**

... nehme ich das Verbot zurück.      ③ ② ① ④ ① ② ③

... bleibe ich dabei.

Patienten-Nr.: \_\_\_\_\_

## Fragebogen: Erwartungen an die Therapie

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu den Erwartungen, mit denen Sie die Therapie begonnen haben.

Datum: \_\_\_\_\_

### 1. Ich erwarte Verbesserungen im Verhalten in der Schule

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

### 2. Ich erwarte Verbesserungen beim Erledigen der Hausaufgaben

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

### 3. Ich erwarte Verbesserungen in der Ablenkbarkeit meines Kindes

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

### 4. Ich erwarte Verbesserungen in der Hyperaktivität meines Kindes

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

### 5. Ich erwarte Verbesserungen in der Aufmerksamkeit meines Kindes

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

### 6. Ich erwarte Verbesserungen im Verhalten gegenüber anderen Kindern und Erwachsenen

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Keine Erwartung						Hohe Erwartung

## FEEDBACK

Patienten-Nr: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Post-Test 1

Post-Test 2

Follow-up Test

### Fragebogen: Bewertung der Therapie

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen im Hinblick auf die Therapie in dieser Woche. Bitte kreuzen Sie die Ziffer an, die Ihrem derzeitigen Gefühl am ehesten entspricht.

#### 1. Wie zufrieden sind Sie mit der Therapie?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr zufrieden

#### 2. Wie zufrieden sind Sie mit der Therapeutin Ihres Kindes?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr zufrieden

#### 3. Wie gut versteht die Therapeutin die Probleme Ihres Kindes?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr zufrieden

#### 4. Wieviel Vertrauen bringen Sie der Therapie entgegen?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr zufrieden

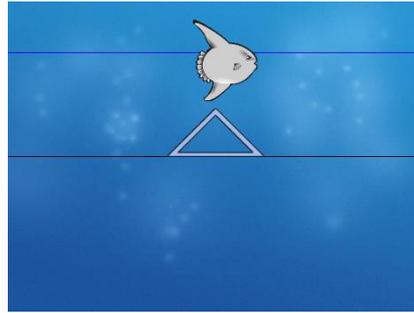
#### 5. Wie gut kennt sich die Therapeutin mit Aufmerksamkeitsstörungen aus?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr zufrieden

#### 6. Würden Sie die Therapie weiterempfehlen?

0	1	2	3	4	5	6
überhaupt nicht						sehr

**Vielen Dank für Ihre ehrliche Antwort!**



## Abmachung

**Zwischen**

**und**

Ich übe auf dem Computer den Mond (Kugelfisch, Flugzeug) nach oben zu bewegen. Zuerst werden mir Elektroden auf den Kopf geklebt und dann darf ich 32 Minuten üben den Mond (Kugelfisch, Flugzeug) ganz weit nach oben und unten zu bewegen. Wenn ich mich anstrenge, bekomme ich pro Block 1 Sticker + zusätzliche Sticker für das regelmäßige Kommen. Sind auf meiner Karte 12 Sticker, kann ich die Karte gegen eine kleine Belohnung aus meiner Belohnungskiste eintauschen. Wenn ich etwas mache, was das Training wirklich stört (Elektroden abmachen, Grimassen schneiden, ...) dann gebe ich einen Sticker wieder an den Trainer zurück. Ich soll versuchen, so ruhig wie möglich zu sitzen und mich auf den Mond (Kugelfisch, Flugzeug) zu konzentrieren. Wenn ich einmal nicht so Lust habe, versuche ich trotzdem so gut es geht mitzumachen, weil das sehr wichtig ist.



-----  
Name des Kindes

-----  
Name der Therapeutin

Detektivbogen für		in der Zeit vom				bis
<p><u>Aufgabe:</u> 3mal am Tag</p> <p>40-mal nach oben bewegen 1mal davon mit CD (50:50)</p> <p>Mitgabe Bildkarte</p> <p><u>Strategie:</u> Dieselbe Strategie wie im Training geübt</p>	<p>Situation 1:</p> 					
	<p>Situation 2:</p>					
	<p>Situation 3:</p>					
	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	
	Woche 1					
Woche 2						
Woche 3						
Gesamtpunktzahl						

## Belohnungspunkte (Belohnungskiste oder Gutschein)


Sitzung 1-12: Zusätzlich 1 Sticker pro Woche für regelmäßiges Kommen

Sitzung 13-15: Zusätzlich 2 Sticker pro Woche für regelmäßiges Kommen

Sitzung 16-25: Zusätzlich 3 Sticker pro Woche für regelmäßiges Kommen

Follow up-Test: Zusätzlich 4 Sticker pro Woche für regelmäßiges Kommen



## ADHS Trainingsprotokoll Sitzung 1-12

Datum:

Probandennummer:

Versuchsleiter:

Sitzung	Block	Anzahl der Durchgänge	Ergebnisse in %	Punkte	Bemerkungen
	1	40 FB	FB- FB+		
	2	40 FB	FB- FB+		
	3	40 Transfer	TR- TR+		
	4	40 FB	FB- FB+		

**Feedbackobjekt:**

**Belohnungspunkte:**

**Sonstige Parameter:**

Dauer pro Durchgang: 8 s

Block-Dauer: 8 Minuten

Feedback: diskontinuierlich, visuell

Schwellen in  $\mu\text{V}$ : 0

Sitzung 1-12: Negativierung vs. Positivierung 50 zu 50 %; Transfer 3. Block 100 %

Training fand statt in

1 Raum

2 Räumen

Ein weiteres Kind wurde parallel dazu trainiert

ja

nein



## ADHS Trainingsprotokoll Sitzung 13-25

Datum:

Probandennummer:

Versuchsleiter:

Sitzung	Block	Anzahl der Durchgänge	Ergebnisse in %	Punkte	Bemerkungen
	1	40 FB	FB- FB+		
	2	40 FB	FB- FB+		
	3	40 Transfer	TR- TR+		
	4	40 FB	FB- FB+		

**Feedbackobjekt:**

**Belohnungspunkte:**

**Sonstige Parameter:**

Dauer pro Durchgang: 8 s

Block-Dauer: 8 Minuten

Feedback: diskontinuierlich, visuell

Schwellen in  $\mu\text{V}$ : 0

Sitzung 13-25: Negativierung vs. Positivierung 80 zu 20 %; Transfer 3. Block 100 %

Training fand statt in

1 Raum

2 Räumen

Ein weiteres Kind wurde parallel dazu trainiert

ja

nein



## ADHS Trainingsprotokoll Follow up-Test

Datum:

Probandennummer:

Versuchsleiter:

Sitzung	Block	Anzahl der Durchgänge	Ergebnisse in %	Punkte	Bemerkungen
	1	40 FB	FB- FB+		
	2	40 FB	FB- FB+		
	3	40 Transfer	TR- TR+		
	4	40 FB	FB- FB+		

**Feedbackobjekt:**

**Belohnungspunkte:**

**Sonstige Parameter:**

Dauer pro Durchgang: 8 s

Block-Dauer: 8 Minuten

Feedback: diskontinuierlich, visuell

Schwellen in  $\mu\text{V}$ : 0

Sitzung FU: Negativierung vs. Positivierung 80 zu 20 %; Transfer 3.Block 100 %

Training fand statt in

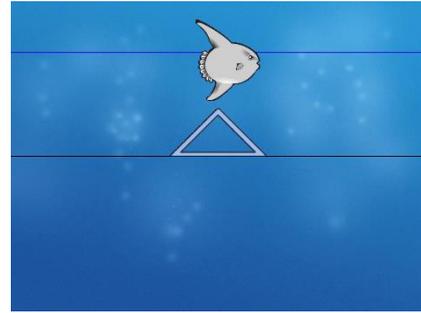
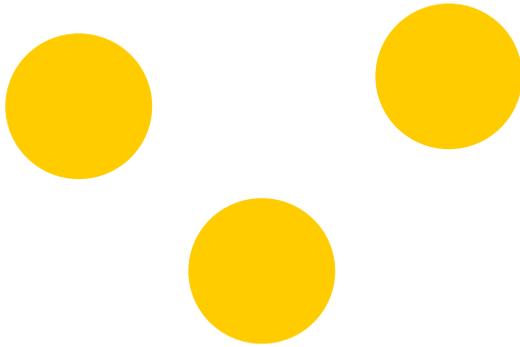
1 Raum

2 Räumen

Ein weiteres Kind wurde parallel dazu trainiert

ja

nein



## Instruktion

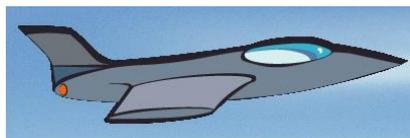
Deine Aufgabe ist es herauszufinden, wie du den Mond (Kugelfisch, Flugzeug) nach oben (Pfeilspitze zeigt nach oben) bzw. nach unten (Pfeilspitze zeigt nach unten) bewegen kannst.

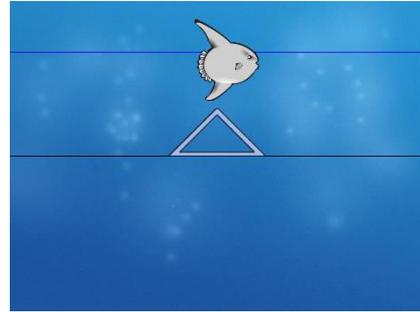
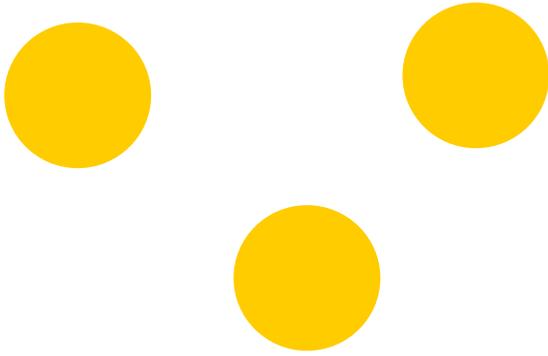
Manche Kinder machen das indem sie sich Bilder vorstellen oder an etwas Bestimmtes (z.B. etwas Aufregendes oder etwas Langweiliges) denken. Du musst nun selbst durch Üben herausfinden, was dir am Besten hilft.

Sei nicht enttäuscht, wenn es nicht gleich am Anfang klappt!!

Wenn du gut übst, erhältst du auch eine Belohnung!!

Wichtig ist, dass du ruhig auf dem Stuhl sitzen bleibst und nicht herumrutschst oder herum zappelst.





## Instruktion

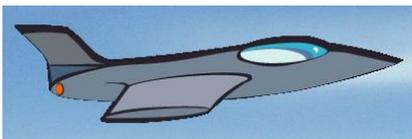
Deine Aufgabe ist es herauszufinden, wie du den Mond (Kugelfisch, Flugzeug) nach oben (Pfeilspitze zeigt nach oben) bzw. nach unten (Pfeilspitze zeigt nach unten) bewegen kannst.

Manche Kinder machen das indem sie einen bestimmten Muskelbereich anspannen und/oder entspannen. Du musst nun selbst durch Üben herausfinden, was dir am Besten hilft.

Sei nicht enttäuscht, wenn es nicht gleich am Anfang klappt!!

Wenn du gut übst, erhältst du auch eine Belohnung!!

Wichtig ist, dass du ruhig auf dem Stuhl sitzen bleibst und nicht herumrutschst oder herum zappelst.



## Wie viel Lust hast du heute auf das Training?



Total!



Ziemlich...



Nicht so viel...



Gar keine!

Gibt es irgendwelche Gründe dafür?

## Anhang D: Tabellen

**Tabelle 1: Fragebogen für Eltern FBB-ADHS (mITT Population) Rating Skalen**

Kollektiv = mITT Population (N=144)

Variable/ Visit		Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)
Aufmerksamkeitsstörung (Mittelwert) [BOCF]				
Pre - Test	N	67	72	139
	Mean (SD)	1.973 (0.509)	2.033 (0.527)	2.004 (0.518)
	Min	0.89	0.22	0.22
	Q1	1.560	1.780	1.670
	Median	2.000	2.110	2.000
	Q3	2.330	2.330	2.330
	Max	3.00	3.00	3.00
	Missing	2	3	5
Post - Test 2	N	68	73	141
	Mean (SD)	1.797 (0.480)	1.644 (0.591)	1.718 (0.544)
	Min	0.78	0.22	0.22
	Q1	1.385	1.110	1.330
	Median	1.890	1.560	1.780
	Q3	2.110	2.110	2.110
	Max	3.00	2.78	3.00
	Missing	1	2	3

## Anhang D: Tabellen

---

### Hyperaktivität (Mittelwert) [BOCF]

#### Pre - Test

N	67	72	139
Mean (SD)	1.524 (0.665)	1.543 (0.628)	1.534 (0.644)
Min	0.17	0.00	0.00
Q1	1.140	1.140	1.140
Median	1.570	1.570	1.570
Q3	2.000	2.000	2.000
Max	2.86	3.00	3.00
Missing	2	3	5

#### Post - Test 2

N	68	73	141
Mean (SD)	1.329 (0.661)	1.215 (0.705)	1.270 (0.684)
Min	0.14	0.00	0.00
Q1	0.860	0.710	0.710
Median	1.360	1.140	1.290
Q3	1.710	1.710	1.710
Max	2.86	2.86	2.86
Missing	1	2	3

## Anhang D: Tabellen

---

### Impulsivität (Mittelwert) [BOCF]

Pre - Test	N	67	72	139
	Mean (SD)	1.799 (0.779)	1.927 (0.690)	1.865 (0.734)
	Min	0.00	0.50	0.00
	Q1	1.250	1.500	1.500
	Median	2.000	2.000	2.000
	Q3	2.500	2.500	2.500
	Max	3.00	3.00	3.00
	Missing	2	3	5
Post - Test 2	N	68	73	141
	Mean (SD)	1.710 (0.758)	1.592 (0.653)	1.649 (0.705)
	Min	0.00	0.25	0.00
	Q1	1.000	1.000	1.000
	Median	1.625	1.500	1.500
	Q3	2.250	2.000	2.000
	Max	3.00	3.00	3.00
	Missing	1	2	3

## Anhang D: Tabellen

---

### Gesamtskala (Mittelwert) [BOCF]

Pre - Test	N	67	72	139
	Mean (SD)	1.782 (0.471)	1.842 (0.448)	1.813 (0.459)
	Min	0.55	0.65	0.55
	Q1	1.450	1.525	1.500
	Median	1.750	1.850	1.800
	Q3	2.050	2.200	2.150
	Max	2.80	2.65	2.80
	Missing	2	3	5
Post - Test 2	N	68	73	141
	Mean (SD)	1.616 (0.498)	1.485 (0.550)	1.548 (0.528)
	Min	0.63	0.55	0.55
	Q1	1.150	1.000	1.100
	Median	1.625	1.500	1.550
	Q3	1.925	1.900	1.900
	Max	2.95	2.65	2.95
	Missing	1	2	3

---

Max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS-Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.  
SD: Standardabweichung

---

**Tabelle 2: Fragebogen für Lehrer (FBB-ADHS) Rating Skalen (mITT Population)**

Kollektiv = mITT Population (N=144)

Variable/ Visite		Biofeedback (N=69)	Neurofeedback (N=75)	Total (N=144)
Aufmerksamkeitsstörung (Mittelwert) [BOCF]				
Pre - Test	N	63	68	131
	Mean (SD)	1.676 (0.724)	1.693 (0.696)	1.685 (0.707)
	Min	0.22	0.22	0.22
	Q1	1.110	1.110	1.110
	Median	1.780	1.780	1.780
	Q3	2.330	2.220	2.220
	Max	2.89	3.00	3.00
	Missing	6	7	13
Post - Test 2	N	64	70	134
	Mean (SD)	1.599 (0.680)	1.589 (0.698)	1.594 (0.687)
	Min	0.22	0.00	0.00
	Q1	1.120	1.000	1.110
	Median	1.560	1.670	1.650
	Q3	2.165	2.110	2.110
	Max	2.89	2.78	2.89
	Missing	5	5	10

## Anhang D: Tabellen

---

### Hyperaktivität (Mittelwert) [BOCF]

Pre - Test	N	63	68	131
	Mean (SD)	1.024 (0.854)	1.147 (0.812)	1.088 (0.831)
	Min	0.00	0.00	0.00
	Q1	0.140	0.570	0.290
	Median	0.860	1.000	1.000
	Q3	1.600	1.710	1.710
	Max	2.86	3.00	3.00
	Missing	6	7	13
Post - Test 2	N	64	70	134
	Mean (SD)	1.023 (0.766)	1.050 (0.794)	1.037 (0.778)
	Min	0.00	0.00	0.00
	Q1	0.430	0.430	0.430
	Median	0.860	0.860	0.860
	Q3	1.570	1.570	1.570
	Max	2.83	2.86	2.86
	Missing	5	5	10

## Anhang D: Tabellen

---

Impulsivität (Mittelwert)  
[BOCF]

Pre - Test	N	63	68	131
	Mean (SD)	1.310 (0.954)	1.412 (0.954)	1.363 (0.952)
	Min	0.00	0.00	0.00
	Q1	0.500	0.500	0.500
	Median	1.250	1.375	1.250
	Q3	2.000	2.250	2.250
	Max	3.00	3.00	3.00
	Missing	6	7	13
Post - Test 2	N	64	70	134
	Mean (SD)	1.270 (0.919)	1.236 (0.936)	1.252 (0.925)
	Min	0.00	0.00	0.00
	Q1	0.500	0.250	0.500
	Median	1.000	1.125	1.000
	Q3	2.000	2.000	2.000
	Max	3.00	3.00	3.00
	Missing	5	5	10

## Anhang D: Tabellen

---

### Gesamtskala (Mittelwert) [BOCF]

Pre - Test	N	60	65	125
	Mean (SD)	1.381 (0.709)	1.479 (0.637)	1.432 (0.671)
	Min	0.10	0.25	0.10
	Q1	0.850	1.050	0.950
	Median	1.275	1.350	1.300
	Q3	1.950	2.050	2.000
	Max	2.85	2.80	2.85
	Missing	9	10	19
Post - Test 2	N	61	69	130
	Mean (SD)	1.319 (0.646)	1.342 (0.683)	1.331 (0.663)
	Min	0.15	0.15	0.15
	Q1	0.840	0.790	0.840
	Median	1.250	1.300	1.300
	Q3	1.800	1.750	1.800
	Max	2.74	2.70	2.74
	Missing	8	6	14

---

Max. 10% fehlende Werte (2 Items) werden beim FBB-ADHS-Gesamtscore akzeptiert, ansonsten gilt dieser als nicht auswertbar.  
SD: Standardabweichung

---

