

**Psychophysiologische Behandlung  
benigner Epilepsien  
im Kindesalter**

**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. Lydia Töpperwein**

aus Göttingen

**Tübingen**

**2012**



Tag der mündlichen Qualifikation:

06.09.2012

Dekan:

Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Peter F. Schlottke

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Niels P. Birbaumer



In den vergangenen Jahren war ich nicht immer überzeugt davon, diese Arbeit einmal zu Ende bringen zu können. All denen, die dennoch daran geglaubt haben, möchte ich hier danken.

Ganz besonders aber danke ich ...

... Prof. Dr. Peter Schlottke und Prof. Dr. Niels Birbaumer für die wissenschaftliche und persönliche Betreuung und die Bereitstellung des institutionellen Rahmens für diese Arbeit.

... PD Dr. Ute Strehl für ihre unendliche und nicht-nachlassende Geduld und fachliche wie freundschaftliche Unterstützung in all der Zeit.

... Dr. Markus Wolff, der mir als Kooperationspartner in der Universitäts-Kinderklinik gemeinsam mit dem Schwesternteam der Abt. Entwicklungsneurologie bei der Patientenaquise, den EEG-Langzeitableitungen, den Diagnosestellungen und bei sonstigen medizinischen Fragen immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist, und gemeinsam mit Carmen Pastoors in mühseliger Kleinarbeit Spikehäufigkeiten gezählt hat.

... Dr. Michael Tangermann (vorm. Schröder) und Prof. Dr. Thilo Hinterberger, die nicht müde geworden sind, sich meinen Fragen und Problemen mit dem von ihnen entwickelten Spike-Erkennungs- und Rückmeldeprogramm zu stellen und Lösungen zu finden.

... meiner Familie für ihre bedingungslose Unterstützung.

Die Studie wurde im Zeitraum von September 2001 bis März 2003 im Rahmen des Fortüne-Programms der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen gefördert.

# INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Tabellen

Verzeichnis der Abkürzungen

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1. THEORETISCHER TEIL .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.1 Klassifikation von Epilepsien, Einordnung benigner Partialepilepsien .....</b>                      | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Benigne Partialepilepsien .....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.2.1 Erscheinungsbild und verschiedene Formen benigner Partialepilepsien<br>und verwandter Syndrome ..... | 9         |
| 1.2.2 Neuropsychologische „Begleiterscheinungen“ und Verhaltensauffällig-<br>keiten .....                  | 12        |
| 1.2.3 „Klassische“ Behandlung von benignen Partialepilepsien .....   | 20        |
| <b>1.3 Psychologische Behandlungsmethoden .....</b>  | <b>24</b> |
| 1.3.1 Neurofeedback bei Epilepsien .....   | 24        |
| 1.3.2 Operantes Training bei Kindern .....   | 26        |
| 1.4 Fragestellung .....  | 27        |
| <b>2. EMPIRISCHER TEIL .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>2.1 Studie .....</b>  | <b>30</b> |
| 2.1.1 Institutioneller Rahmen, Patienten .....   | 30        |
| 2.1.2 Untersuchungsplan .....  | 31        |
| 2.1.3 Messinstrumente .....  | 32        |
| 2.1.3.1 Langzeit-EEG .....   | 32        |
| 2.1.3.2 Testpsychologische Instrumente .....   | 33        |
| 2.1.3.2.1 Messung der Intelligenz (K-ABC, AID 2, HAWIK III) .....  | 34        |
| 2.1.3.2.2 Messung der Aufmerksamkeitsleistung (TAP) .....  | 42        |
| 2.1.3.2.3 Messung der Sprachentwicklung (HSET, PET) .....  | 43        |
| 2.1.3.2.4 Messung der feinmotorischen Fertigkeiten (MLS) .....   | 45        |
| 2.1.3.2.5 CBCL .....   | 47        |
| <b>2.2 Therapie .....</b>  | <b>49</b> |
| 2.2.1 Experimentalgruppe: Neurofeedbacktraining .....  | 49        |
| 2.2.1.1 Spike-Detection .....  | 50        |
| 2.2.1.2 Neurofeedback .....  | 54        |
| 2.2.2 Kontrollgruppe 1: Aufmerksamkeitstraining .....  | 56        |
| 2.2.3 Kontrollgruppe 2: Klassische Behandlung .....  | 56        |

|              |  |            |
|--------------|--|------------|
| <b>2.3</b>   | <b>Ergebnisse .....</b>  | <b>57</b>  |
| <b>2.3.1</b> | <b>Patienten .....</b>   | <b>57</b>  |
| <b>2.3.2</b> | <b>Darstellung der Verläufe bei den einzelnen Kindern (Einzelfalldarstellung) .....</b>    | <b>59</b>  |
| 2.3.2.1      | Patientin B1 .....   | 60         |
| 2.3.2.2      | Patientin B2 .....   | 65         |
| 2.3.2.3      | Patientin B3 .....   | 70         |
| 2.3.2.4      | Patient B4 .....   | 75         |
| 2.3.2.5      | Patient A1 .....   | 80         |
| 2.3.2.6      | Patient A2 .....   | 83         |
| 2.3.2.7      | Patient C1 .....   | 86         |
| 2.3.2.8      | Patient C2 .....   | 90         |
| 2.3.2.9      | Patient C3 .....   | 94         |
| <b>2.3.3</b> | <b>Statistische Auswertungen .....</b>   | <b>98</b>  |
| 2.3.3.1      | Lernkurven in der Biofeedback-Gruppe .....   | 98         |
| 2.3.3.2      | Neuropsychologische Ergebnisse .....   | 99         |
| 2.3.3.3      | Validität „Ooby-Dooby“-Programm .....  | 100        |
| <b>3.</b>    | <b>ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION .....</b>  | <b>102</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Ausgangspunkt und Zielsetzung .....</b>   | <b>102</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Design .....</b>  | <b>103</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>Ergebnisse .....</b>  | <b>104</b> |
| <b>3.3.1</b> | <b>Patienten .....</b>   | <b>104</b> |
| <b>3.3.2</b> | <b>Datenanalyse .....</b>  | <b>104</b> |
| <b>3.3.3</b> | <b>Wirksamkeit des Biofeedbackprogramms zur Spike-Detection und Spike-Rückmeldung.....</b> | <b>105</b> |
| <b>3.3.4</b> | <b>Befunde zu neuropsychologischen Defiziten und Verhaltensauffälligkeiten .....</b>       | <b>107</b> |
| <b>3.3.5</b> | <b>Validität der Spike-Detection und Spike-Rückmeldung .....</b>                           | <b>108</b> |
| <b>3.3.6</b> | <b>Sonstige Ergebnisse .....</b>   | <b>108</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>Fazit und Ausblick .....</b>  | <b>109</b> |
| <b>4.</b>    | <b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>5.</b>    | <b>ANHANG .....</b>  | <b>123</b> |

## Verzeichnis der Abbildungen

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Abb. 2-1:</b>  | Beispielhafte Einstellung der Filter, Amplituden, Schwellen etc. für die Spike-Erkennung .....  | 51 |
| <b>Abb. 2-2:</b>  | Anzeige für den Untersuchungsleiter während des Spike-Detection-Trainings .....   | 52 |
| <b>Abb. 2-3:</b>  | Trainierte SOM .....  | 53 |
| <b>Abb. 2-4:</b>  | Setting während Biofeedbacksitzung .....  | 54 |
| <b>Abb. 2-5:</b>  | Blick auf den „Patientenbildschirm“, Ausschnitt aus Comic: Ooby-Dooby (mit Licht in der Hand) mit seinem außerirdischen Freund auf dem Weg zum Raumschiff ..... | 55 |
| <b>Abb. 2-6:</b>  | Lernkurve für Patientin B1 über die Sitzungen, die in angepasster Form (nur Musik) durchgeführt wurden .....  | 64 |
| <b>Abb. 2-7:</b>  | Lernkurve für Patientin B2 .....  | 69 |
| <b>Abb. 2-8:</b>  | Lernkurve für Patientin B3 für Spikes/min .....   | 73 |
| <b>Abb. 2-9:</b>  | Lernkurve für Patientin B3 für Spikeserien/min .....  | 74 |
| <b>Abb. 2-10:</b> | Lernkurve für Patient B4 für Spikes/min .....   | 78 |
| <b>Abb. 2-11:</b> | Lernkurve für Patient B4 für Spikeserien/min .....  | 79 |

## Verzeichnis der Tabellen

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Tab. 1-1:</b>  | ILAE-Klassifikation der Epilepsien und Epilepsiesyndrome .....  | 3  |
| <b>Tab. 1-2:</b>  | Hereditäre zerebrale Maturationsstörung – Symptomatologie .....   | 7  |
| <b>Tab. 1-3:</b>  | Benigne Partialepilepsien und verwandte Syndrome bei hereditärer zerebraler Maturationsstörung .....  | 10 |
| <b>Tab. 1-4</b>   | Studien zu neuropsychologischen Begleiterscheinungen und Verhaltensauffälligkeiten bei benignen Partialepilepsien und anderen Epilepsieformen ..... | 18 |
| <b>Tab. 1-5:</b>  | Antiepileptika: Handelsnamen und Nebenwirkungen .....   | 22 |
| <b>Tab. 2-1:</b>  | Zeitplan .....  | 32 |
| <b>Tab. 2-2:</b>  | Psychologische Diagnoseinstrumente .....  | 33 |
| <b>Tab. 2-3:</b>  | Skalenzuordnung der verwendeten Untertests der K-ABC (in der Reihenfolge ihres Einsatzes) .....   | 36 |
| <b>Tab. 2-4:</b>  | Vergleich der Untertests von K-ABC, AID 2 und HAWIK III .....   | 41 |
| <b>Tab. 2-5:</b>  | Patientenübersicht .....  | 58 |
| <b>Tab. 2-6:</b>  | Beschreibung der Gesamtstichprobe .....   | 59 |
| <b>Tab. 2-7:</b>  | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B1 .....   | 60 |
| <b>Tab. 2-8:</b>  | Ergebnisse in der K-ABC für B1.....   | 61 |
| <b>Tab. 2-9:</b>  | Ergebnisse in HSET und PET für B1 .....   | 61 |
| <b>Tab. 2-10:</b> | Ergebnisse in der TAP für B1 .....  | 62 |
| <b>Tab. 2-11:</b> | Ergebnisse in der MLS für B1 .....  | 62 |
| <b>Tab. 2-12:</b> | Ergebnisse in der CBCL für B1 .....   | 63 |
| <b>Tab. 2-13:</b> | Kopfschmerzratings vor („prä“) und nach Trainingssitzung („post“) für B1.....   | 64 |
| <b>Tab. 2-14:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B2 .....   | 65 |
| <b>Tab. 2-15:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für B2.....   | 66 |
| <b>Tab. 2-16:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für B2 .....   | 67 |
| <b>Tab. 2-17:</b> | Ergebnisse in der TAP für B2 .....  | 67 |
| <b>Tab. 2-18:</b> | Ergebnisse in der MLS für B2 .....  | 68 |
| <b>Tab. 2-19:</b> | Ergebnisse in der CBCL für B2 .....   | 68 |
| <b>Tab. 2-20:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B3 .....   | 70 |
| <b>Tab. 2-21:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für B3 .....  | 71 |
| <b>Tab. 2-22:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für B3 .....   | 71 |
| <b>Tab. 2-23:</b> | Ergebnisse in der TAP für B3 .....  | 72 |
| <b>Tab. 2-24:</b> | Ergebnisse in der MLS für B3 .....  | 72 |
| <b>Tab. 2-25:</b> | Ergebnisse in der CBCL für B3 .....   | 72 |
| <b>Tab. 2-26:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B4 .....   | 75 |
| <b>Tab. 2-27:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für B4 .....  | 76 |
| <b>Tab. 2-28:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für B4 .....   | 76 |
| <b>Tab. 2-29:</b> | Ergebnisse in der TAP für B4 .....  | 77 |
| <b>Tab. 2-30:</b> | Ergebnisse in der MLS für B4 .....  | 77 |
| <b>Tab. 2-31:</b> | Ergebnisse in der CBCL für B4 .....   | 78 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Tab. 2-32:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für A1.....                        | 80  |
| <b>Tab. 2-33:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für A1 .....  | 81  |
| <b>Tab. 2-34:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für A1 .....   | 81  |
| <b>Tab. 2-35:</b> | Ergebnisse in der TAP für A1 .....  | 82  |
| <b>Tab. 2-36:</b> | Ergebnisse in der MLS für A1.....   | 82  |
| <b>Tab. 2-37:</b> | Ergebnisse in der CBCL für A1 .....   | 83  |
| <b>Tab. 2-38:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für A2 .....                       | 84  |
| <b>Tab. 2-39:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für A2 .....  | 84  |
| <b>Tab. 2-40:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für A2 .....   | 85  |
| <b>Tab. 2-41:</b> | Ergebnisse in der TAP für A2 .....  | 85  |
| <b>Tab. 2-42:</b> | Ergebnisse in der MLS für A2 .....  | 86  |
| <b>Tab. 2-43:</b> | Ergebnisse in der CBCL für A2 .....   | 86  |
| <b>Tab. 2-44:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C1 .....                       | 87  |
| <b>Tab. 2-45:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für C1 .....  | 88  |
| <b>Tab. 2-46:</b> | Ergebnisse im HAWIK III für C1 .....  | 88  |
| <b>Tab. 2-47:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für C1 .....   | 88  |
| <b>Tab. 2-48:</b> | Ergebnisse in der TAP für C1 .....  | 89  |
| <b>Tab. 2-49:</b> | Ergebnisse in der MLS für C1 .....  | 89  |
| <b>Tab. 2-50:</b> | Ergebnisse in der CBCL für C1 .....   | 90  |
| <b>Tab. 2-51:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C2 .....                       | 91  |
| <b>Tab. 2-52:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für C2 .....  | 92  |
| <b>Tab. 2-53:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für C2 .....   | 92  |
| <b>Tab. 2-54:</b> | Ergebnisse in der TAP für C2 .....  | 92  |
| <b>Tab. 2-55:</b> | Ergebnisse in der MLS für C2 .....  | 93  |
| <b>Tab. 2-56:</b> | Ergebnisse in der CBCL für C2 .....   | 94  |
| <b>Tab. 2-57:</b> | Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C3 .....                       | 94  |
| <b>Tab. 2-58:</b> | Ergebnisse in der K-ABC für C3 .....  | 95  |
| <b>Tab. 2-59:</b> | Ergebnisse in HSET und PET für C3 .....   | 96  |
| <b>Tab. 2-60:</b> | Ergebnisse in der TAP für C3 .....  | 96  |
| <b>Tab. 2-61:</b> | Ergebnisse in der MLS für C3 .....  | 97  |
| <b>Tab. 2-62:</b> | Ergebnisse in der CBCL für C3 .....   | 97  |
| <b>Tab. 2-63:</b> | Regression der Lernkurven .....   | 98  |
| <b>Tab. 2-64:</b> | Vergleich der Untertestergebnisse zu den drei Testzeitpunkten auf signifikante Unterschiede ..... | 99  |
| <b>Tab. 2-65:</b> | Korrelation Spikes – „Ooby-Dooby-Punkte“ .....  | 100 |

## Verzeichnis der Abkürzungen

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>ADHS</b>       | Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung  |
| <b>AED</b>        | Antiepileptic drugs; antikonvulsive Medikation   |
| <b>AF</b>         | Aiming Fehler / Untertest MLS  |
| <b>AFD</b>        | Aiming Fehlerdauer / Untertest MLS   |
| <b>AGD</b>        | Aiming Gesamtdauer / Untertest MLS   |
| <b>AID 2</b>      | Adaptives Intelligenzdiagnostikum 2  |
| <b>Alert.</b>     | Alertness / Untertest TAP  |
| <b>ATR</b>        | Aiming Gesamtzahl Treffer / Untertest MLS  |
| <b>AV</b>         | Allgemeines Verständnis / Untertest HAWIK III  |
| <b>AW</b>         | Allgemeines Wissen / Untertest HAWIK III   |
| <b>BE</b>         | Bilderergänzen / Untertest HAWIK III, K-ABC  |
| <b>BN</b>         | Benennungsflexibilität / Untertest HSET  |
| <b>BNS</b>        | Blitz-Nick-Salaam-Anfall   |
| <b>BO</b>         | Bilderordnen / Untertest HAWIK   |
| <b>CBCL</b>       | Child Behavior Checklist; Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen |
| <b>CSWS</b>       | Continuous spikes and slow waves during slow sleep   |
| <b>DR</b>         | Dreiecke / Untertest K-ABC   |
| <b>EEG</b>        | Elektroenzephalogramm  |
| <b>FL</b>         | Figurenlegen / Untertest HAWIK III   |
| <b>FO</b>         | Fotoserie / Untertest K-ABC  |
| <b>FS</b>         | Fertigkeitenskala / Unterskala K-ABC   |
| <b>Get. Aufm.</b> | Geteilte Aufmerksamkeit / Untertest TAP  |
| <b>GF</b>         | Gemeinsamkeiten finden / Untertest HAWIK III   |
| <b>GO</b>         | Gesichter und Orte / Untertest K-ABC   |
| <b>Go/Nogo</b>    | Go-Nogo-Test / Untertest TAP   |
| <b>GS</b>         | Gestaltschließen / Untertest K-ABC   |
| <b>GSR</b>        | Galvanic skin response   |
| <b>GT</b>         | Grammatik-Test/ Untertest PET  |
| <b>HAWIK III</b>  | Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder  |
| <b>HAWIK-R</b>    | Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder - Revision                                     |
| <b>HB</b>         | Handbewegungen / Untertest K-ABC   |
| <b>HIBM</b>       | Hereditary impairment of brain maturation; hereditäre zerebrale Maturationsstörung         |
| <b>HSET</b>       | Heidelberger Sprachentwicklungstest  |
| <b>HT</b>         | Handungsteil HAWIK III   |
| <b>Inkomp.</b>    | Inkompatibilität / Untertest TAP   |
| <b>K-ABC</b>      | Kaufman-Assessment Battery for Children  |
| <b>LF</b>         | Liniennachfahren Fehler / Untertest MLS  |
| <b>LFD</b>        | Liniennachfahren Fehlerdauer / Untertest MLS   |
| <b>LGD</b>        | Liniennachfahren Gesamtdauer / Untertest MLS   |
| <b>LGS</b>        | Lennox-Gastaut-Syndrom   |
| <b>LSG</b>        | Lange Stifte stecken Gesamtdauer / Untertest MLS   |
| <b>LV</b>         | Lesen/Verstehen / Untertest K-ABC  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>MEG</b>        | Magnetoenzephalogramm  |
| <b>MLS</b>        | Motorische Leistungsreihe  |
| <b>MRI</b>        | Magnetic Resonance Imaging   |
| <b>MT</b>         | Mosaiktest / Untertest HAWIK III   |
| <b>PET</b>        | Psychologischer Entwicklungstest   |
| <b>PS</b>         | Plural-Singular-Bildung / Untertest HSET   |
| <b>RÄ</b>         | Rätsel / Untertest K-ABC   |
| <b>RD</b>         | Rechnerisches Denken / Untertest HAWIK III   |
| <b>RE</b>         | Rechnen / Untertest K-ABC  |
| <b>Reak.we.</b>   | Reaktionswechsel / Untertest TAP   |
| <b>RG</b>         | Räumliches Gedächtnis / Untertest K-ABC  |
| <b>SCP</b>        | Slow cortical potentials; deutsch: LP = langsame kortikale Potentiale                |
| <b>SE</b>         | Sätze ergänzen / Untertest PET   |
| <b>SED</b>        | Skala einzelheitlichen Denkens / Unterskala K-ABC                                    |
| <b>SF</b>         | Steadiness Fehler / Untertest MLS  |
| <b>SFD</b>        | Steadiness Fehlerdauer / Untertest MLS   |
| <b>SGD</b>        | Skala ganzheitlichen Denkens / Unterskala K-ABC                                      |
| <b>SIF</b>        | Skala intellektueller Fähigkeiten / Gesamtskala K-ABC                                |
| <b>SOM</b>        | Selforganizing Map   |
| <b>SW</b>         | Standardwert   |
| <b>TA</b>         | Tapping / Untertest MLS  |
| <b>TAP</b>        | Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung  |
| <b>Vigil.</b>     | Vigilanztest / Untertest TAP   |
| <b>Vis. Scan.</b> | Visuelles Scanning / Untertest TAP   |
| <b>VS</b>         | Verstehen grammatischer Strukturformen   |
| <b>VS</b>         | Verstehen grammatischer Strukturformen / Untertest HSET                              |
| <b>VT</b>         | Verbalteil HAWIK III   |
| <b>WE</b>         | Wörter ergänzen/ Untertest PET   |
| <b>WF</b>         | Wortfindung / Untertest HSET   |
| <b>WISC-III</b>   | Wechsler Intelligence Scale for Children; englischsprachige Form des HAWIK III       |
| <b>WISC-R</b>     | Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised; englischsprachige Form des HAWIK-R |
| <b>WP</b>         | Wertpunkte   |
| <b>WR</b>         | Wortreihe / Untertest K-ABC  |
| <b>WT</b>         | Wortschatz-Test / Untertest HAWIK III  |
| <b>WV</b>         | Wortverständnis/ Untertest PET   |
| <b>ZN</b>         | Zahlennachsprechen / Untertest HAWIK III, K-ABC                                      |
| <b>ZNS</b>        | Zentrales Nervensystem   |
| <b>ZS</b>         | Zahlen-Symbol-Test / Untertest HAWIK III   |



## ZUSAMMENFASSUNG

Die Pilotstudie wurde an Patienten mit bestimmten EEG-Charakteristika in Form von Sharp Waves (= Spikes) durchgeführt. Spikes sind insbesondere bei Kindern mit sogen. „Benignen Epilepsien“ (BPE) zu finden. Allerdings treten sie auch bei Patienten mit Entwicklungsretardierungen, Teilleistungsstörungen, Fieberkrämpfen und schwerwiegenden Störungsbildern wie dem Landau-Kleffner-Syndrom auf; sie können mit zum Teil massiven kognitiven und psychologischen Beeinträchtigungen einhergehen. Im Gegensatz zum „benignen“ Verlauf der BPE mit einer vollständigen Ausheilung der hirnpfysiologischen Auffälligkeiten spätestens mit Einsetzen der Pubertät können abhängig von Lokalisation und Häufigkeit der pathologischen Spikes neuropsychologische Defizite und Verhaltensauffälligkeiten langfristig fortbestehen. Die pharmakologische Behandlung von Spikes mit Antiepileptika ist nur begrenzt wirksam und wird wegen der teilweise gravierenden Nebenwirkungen nur in schweren Fällen eingesetzt. Daher sollte hier untersucht werden, ob Patienten mit Hilfe eines speziellen Biofeedback-Programms zur Spike-Erkennung und –Kontrolle lernen können, die Häufigkeit ihrer Spikes selbst zu kontrollieren und zu reduzieren.

Die Studie wurde mit neun Kindern im Alter von sechs bis zwölf Jahren mit BPE bzw. den charakteristischen Spikes durchgeführt. Nach einer umfassenden Eingangsdiagnostik (neuropsychologische Untersuchung, Langzeit-EEG über 24 h) erhielten vier Kinder das Biofeedbacktraining, die übrigen wurden unter zwei verschiedenen Kontrollbedingungen untersucht (standardisiertes Aufmerksamkeitstraining; keine zusätzliche Behandlung). Nach Abschluss der Trainings bzw. einem halben Jahr in der nicht behandelten Gruppe erfolgten die gleichen Untersuchungen wie in der Eingangsdiagnostik, ebenso in einer Follow-up-Untersuchung nach einem Jahr.

Die Lernkurven der Trainingssitzungen belegen bei drei von vier Kindern der Experimentalgruppe, dass sie gelernt haben, ihre Spikes während des Trainings zu kontrollieren. Die Resultate der neuropsychologischen Untersuchungen und Langzeit-EEGs zeigen keine statistisch bedeutsamen Veränderungen. Wenn auch in Anbetracht der kleinen Patientengruppe die Ergebnisse nur vorsichtig interpretiert werden können, liefern diese doch erstmalig einen Beleg dafür, dass die Auftretenshäufigkeit von Spikes durch eine nicht-medikamentöse Behandlung in einem Biofeedbackverfahren verringert werden kann.

# **1. THEORETISCHER TEIL**

In der vorliegenden Arbeit soll ein psychophysiologischer Behandlungsansatz vorgestellt und seiner Wirksamkeit überprüft werden, der speziell für Kinder mit sogenannten „Benignen Epilepsien“ entwickelt wurde. Hierzu findet sich im theoretischen Teil unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur eine allgemeine Darstellung der Klassifikation von Epilepsien und der „Benignen Epilepsien“ im Besonderen sowie ein kurzer Abriss psychologischer Behandlungsmethoden und die sich daraus ableitende Fragestellung.

Im empirischen Teil soll eine von 2001 bis 2003 durchgeführte Studie zu dem Biofeedbackprogramm vorgestellt werden, in dem Kinder mit benignen Epilepsien Selbstkontrolle über Spikes mit dem Ziel ihrer Unterdrückung erlernen sollten.

Abschließend sollen im dritten Teil die Ergebnisse unter Würdigung des aktuellen Forschungsstandes zusammengefasst und diskutiert werden.

## **1.1 Klassifikation von Epilepsien, Einordnung benigner Partialepilepsien**

Zwischen 3 und 5% der Bevölkerung erleiden im Laufe ihres Lebens einen epileptischen Anfall (Neubauer 2008; Holthausen 2001). Unter einem epileptischen Anfall versteht man „klinische Manifestationen abnormer und exzessiver Entladungen von Neuronenverbänden im Gehirn (...), die Änderungen des Bewusstseins, motorische, sensorische, autonome oder psychische Ereignisse einschließen und vom Patienten selbst oder einem Beobachter wahrgenommen werden“ (Holthausen 2001, S. 1154). Liegen mindestens zwei Anfälle vor, die nicht innerhalb von 24 Stunden aufgetreten sind, ist die Diagnose einer „Epilepsie“ gegeben (ebd.).

Die Inzidenzrate, d. h. die Zahl der Neuerkrankungen innerhalb eines Jahres, liegt für die USA bei „47 Neuerkrankungen auf 100.000 Menschen aller Altersstufen“ (Doose 1998, S. 1), bei Kindern allerdings deutlich höher: „In Kiel ergab sich für 0-9jährige Kinder ein Wert von 71/100.000 (...), am höchsten war die Neuerkrankungsrate mit 202/100.000 im 1. Lebensjahr“ (ebd.). Die Prävalenz, d.h. die Häufigkeit einer Krankheit in einer bestimmten Population zu einem festgelegten Zeitpunkt, liegt für Epilepsien bei 0-9jährigen Kindern bei etwa 4.5/1000. Dabei machen die benignen Partialepilepsien mit zentrotemporalen Spikes (Rolando-Epilepsie) als häufigste der benignen Partialepilepsien nach verschiedenen Schätzungen zwischen 8 und 25% der Epilepsien des Kindesalters

aus. Jungen sind überdurchschnittlich häufiger betroffen als Mädchen (1.4 bis 1.5 mal) und der Altersgipfel liegt zwischen fünf und neun Jahren (vgl. Doose 1998; Stephani 2000, Rating 2001).

Epileptische Anfälle und Epilepsien bzw. Epilepsiesyndrome werden meist noch auf der Grundlage der Vorschläge der International League against Epilepsy (ILAE) klassifiziert (ILAE 1981, 1989). Dabei erfolgt die Einordnung anhand zweier Dimensionen:

1. Epileptische Anfälle werden als *fokal* oder *generalisiert* eingestuft. *Fokale* Anfälle haben ihren Ursprung in einem umschriebenen Areal (Fokus) in einer Hirnregion, es können auch mehrere Herde bestehen. Bei *einfach-fokalen Anfällen* ist das Bewusstsein des Patienten erhalten, bei *komplex-fokalen Anfällen* ist das Bewusstsein eingeschränkt. Für den Begriff des fokalen oder Herdanfalls finden sich auch die Bezeichnungen *lokalisationsbezogen* bzw. *partiell* oder *partial*. Bei einem fokalen Anfall bleibt das Anfallsgeschehen auf eine Hirnhälfte begrenzt. Sind beide Hirnhälften betroffen, spricht man von einem *generalisierten* Anfall. Hier kann ein ursprünglich generalisierter (= *primär generalisiert*) oder aber auch aus einem fokalen Anfall initiiertes Verlaufs (= *sekundär generalisiert*) vorliegen.
2. In Abhängigkeit von der Ätiologie werden Epilepsien, die auf einem pathologischen neurologischen Befund beruhen, als *symptomatisch* bezeichnet. Epilepsien, bei denen primär eine genetische Verursachung angenommen wird, werden als *idiopathisch* eingeordnet, Epilepsieverläufe, bei denen eine symptomatische Ursache vermutet, diese jedoch nicht nachgewiesen ist, als *kryptogen*. Darüber hinaus erscheinen *spezielle Syndrome* und *Gelegenheitsanfälle* als eigene Kategorien (vgl. Doose 1998, Stefan 1999).

Neben der Einordnung bezüglich der beiden genannten Merkmale gehen in die Diagnose die Kriterien Altersbindung und Prognose ein. Die sich so ergebende Klassifikation von Epilepsien und Epilepsiesyndromen ist **Tabelle 1-1** zu entnehmen.

**Tab. 1-1: ILAE-Klassifikation der Epilepsien und Epilepsiesyndrome (aus: Rating 2001, S. 1142)**

|        |  |
|--------|--|
| 1.     | <b>Lokalisationsbezogene Epilepsien und Syndrome</b> (IR ~35/100.000 <sup>a</sup> , ~55-60% <sup>b</sup> ) |
| 1.1.   | <i>Idiopathisch (mit altersgebundenem Beginn)</i>  |
| 1.1.1. | Benigne Epilepsie des Kindesalters mit zentrot temporalen Spikes (~25-30% <sup>b</sup> )                   |
| 1.1.2. | Epilepsie des Kindesalters mit okzipitalen Paroxysmen  |
| 1.1.3. | Primäre Leseepilepsie  |
| 1.2.   | <i>Symptomatisch</i>   |

|              |  |
|--------------|--|
| 1.2.1.       | Chronisch progrediente Epilepsia partialis continua des Kindesalters (Kozenikov-Syndrom)   |
| 1.2.2.       | Syndrome mit spezifischen Anfallsauslösern (Reflexepilepsien)  |
| 1.2.3.       | Temporallappenepilepsie  |
| 1.2.4.       | Frontallappenepilepsie   |
| 1.2.5.       | Partiellappenepilepsie   |
| 1.2.6.       | Okzipitallappenepilepsie   |
| 1.3.         | <i>Kryptogen</i>   |
| <b>2.</b>    | <b>Generalisierte Epilepsien und Syndrome</b> (IR ~25-30/100.000 <sup>a</sup> , ~35-40% <sup>b</sup> )   |
| 2.1.         | <i>Idiopathisch (mit altersgebundenem Beginn)</i>  |
| 2.1.1.       | Benigne familiäre Neugeborenenkrämpfe  |
| 2.1.2.       | Benigne Neugeborenenkrämpfe  |
| 2.1.3.       | Benigne myoklonische Epilepsie des Kleinkindalters   |
| 2.1.4.       | Absence-Epilepsie des Kindesalters   |
| 2.1.5.       | Juvenile Absence-Epilepsie (2.1.4+2.1.5: IR ~6/100.000 <sup>a</sup> , ~10% <sup>b</sup> )  |
| 2.1.6.       | Juvenile myoklonische Epilepsie (Impulsiv Petit mal)   |
| 2.1.7.       | Epilepsie mit Aufwach-Grand-mal  |
| 2.1.8.       | Andere generalisierte idiopathische Epilepsien   |
| 2.1.9.       | Epilepsien mit spezifischen Anfallsauslösern   |
| 2.2.         | <i>Kryptogen oder symptomatisch</i>  |
| 2.2.1.       | Epilepsie mit Blitz-Nick-Salaam-Anfällen   |
| 2.2.2.       | Lennox-Gastaut-Syndrom (LGS)   |
| 2.2.3.       | Epilepsie mit myoklonisch-astatischen Anfällen   |
| 2.2.4.       | Epilepsie mit myoklonischen Absencen   |
| 2.3.         | <i>Symptomatisch</i>   |
| 2.3.1.       | Unspezifische Ätiologie  |
| 2.3.2.       | Myoklonische Frühenzephalopathie   |
| 2.3.3.       | Frühinfantile epileptische Enzephalopathie mit Suppression-burst (Ohtahara-Syndrom)  |
| 2.3.4.       | Andere symptomatische generalisierte Epilepsien  |
| 2.3.5.       | Spezifische Syndrome   |
| 2.3.6.       | Symptomatische Anfälle sind das führende oder vorherrschende Symptom verschiedener Krankheitszustände  |
| <b>3.</b>    | <b>Epilepsien und Syndrome, die nicht als fokal oder generalisiert bestimmbar sind</b>   |
| 3.1.         | <i>Mit sowohl generalisierten als auch fokalen Anfällen</i>  |
| 3.1.1.       | Neugeborenenkrämpfe  |
| 3.1.2.       | Schwere myoklonische Epilepsie des Kleinkindesalters (SME) (Frühkindliche Grand-mal-Epilepsie mit alternierendem Hemi-Grand-mal)   |
| 3.1.3.       | Epilepsie mit anhaltenden Spike-Wave-Entladungen im synchronisierten Schlaf (CSWS)   |
| 3.1.4.       | Aphasie-Epilepsie-Syndrom (Landau-Kleffner-Syndrom)  |
| 3.1.5.       | Andere unbestimmte Epilepsien  |
| 3.2.         | Ohne eindeutige generalisierte oder fokale Zeichen   |
| 3.2.1.       | Viele Fälle von Schlaf-Grand-Mal   |
| <b>4.</b>    | <b>Spezielle Syndrome</b> (Anfälle im Rahmen anderer Grunderkrankungen, bei denen die Anfälle das präsentierende oder dominierende klinische Zeichen sind, z.B. bei Angelmann, Rett, Ceroidlipufuszinose, MELAS, MERRF u.a.m.)               |
| <b>5.</b>    | <b>Gelegenheitsanfälle</b> (Fieberkrämpfe; isolierte Anfälle oder isolierter Status epilepticus; Anfälle, die ausschließlich bei akuten metabolischen oder toxischen Ereignissen auftreten mit Faktoren wie Alkohol, Drogen, Eklampsie usw.) |
| <hr/>        |  |
| <sup>a</sup> | IR Inzidenzrate  |
| <sup>b</sup> | % bezogen auf neu diagnostizierte Epilepsien   |

Der beschriebene Klassifikationsansatz führt in Anbetracht der hoch variablen Symptomatik und der Zuordnung gleicher Erscheinungsformen zu unterschiedlichen Ätiologien

zu grundsätzlichen Schwierigkeiten. Holthausen (2001) fasst die Kritik daran wie folgt zusammen: Nicht alle Anfälle würden ausschließlich nach ihren klinischen Erscheinungen klassifiziert (= „semiologische Klassifikation“), vielmehr müsste für die Zuordnung von einigen Anfallstypen das EEG hinzugezogen werden. Auf der Einteilung bei fokalen Anfällen in „einfach-fokale“ und „komplex-fokale“ liege zu viel Gewicht, lokalisatorische Aspekte kämen zu kurz und die Dynamik von Anfällen bzw. Sequenzen von klinischen Zeichen, die sich aus der Ausbreitung von Anfällen ergeben, würden kaum berücksichtigt. Rating (2001, S. 1141) ergänzt, „im Rahmen eines definierten und in sich konsistenten epileptischen Syndroms können verschiedene Anfälle nebeneinander und nacheinander auftreten. Die zu beobachtenden Anfälle können im Laufe der Zeit einen Gestaltwandel erfahren, neue Anfallsformen, die initial nicht gesehen wurden, treten hinzu, andere verschwinden wieder“. So benennt der Autor folgendes Beispiel für die unzulänglichen Diagnosemöglichkeiten des bestehenden Klassifikationssystems: „Eine ZNS-Fehlbildung im Sinn einer kortikalen Dysplasie kann sich im frühen Säuglingsalter klinisch mit Grand-mal- und fokalen Anfällen manifestieren, die dann im Alter von 5-6 Monaten den typischen Blitz-Nick-Salaam-Anfällen Platz machen. Mit 2 Jahren finden sich dann wieder eher fokale Anfälle mit und ohne Generalisierung, myoklonische und astatische Anfälle und atypische Absencen. In der ILAE-Klassifikation würde ein solches Kind nacheinander drei unterschiedliche Diagnosen erhalten: im Alter von 2-3 Monaten Ohtahara-Syndrom (...), nachfolgend als Epilepsie mit BNS-Anfällen (...), dann Lennox-Gastaut-Syndrom“ (ebd.).

Diese Kritikpunkte berücksichtigend wurde bereits 2001 ein ergänzender Vorschlag für ein diagnostisches Schema für Menschen mit epileptischen Anfällen und Epilepsien publiziert (vgl. Engel 2001). In dem an fünf Beurteilungssachsen orientierten Schema (iktale Phänomene, Anfallstyp, Syndrome, Ätiologie, Beeinträchtigung) bleiben die Kategorisierungen von „idiopathisch“ vs. „symptomatisch“ erhalten, „kryptogen“ wird durch „wahrscheinlich symptomatisch“ ersetzt. Für Herdanfälle soll „fokal“ anstelle von „partiell“ oder „lokalisationsbezogen“ verwendet werden, die Aufteilung in einfach-fokale und komplex-fokale Anfällen soll vermieden werden - dies sei laut Holthausen (2001) besonders sinnvoll bei Kindern und Jugendlichen, da hier die Bewusstseinslage schwer zu beurteilen sei. Obwohl problematisch, solle die Aufteilung in generalisierte und fokale Anfälle erhalten bleiben.

In der Literatur zeigt sich nach wie vor eine verbreitete Bezugnahme auf die den Jahren 1981 und 1989 entstammende ILAE-Klassifikation, der in Anlehnung an die Publikation

von Engel (2001) erweiterte Ansatz findet erst in letzter Zeit einen langsamen, aber nicht durchgängigen Eingang in die einschlägigen Veröffentlichungen.

„Benigne“ sind laut Klassifikation solche Epilepsien, die nach den ILAE-Kriterien als „gutartig“ eingeordnet werden. Danach ist ein „gutartiges (benignes) Epilepsie-Syndrom (...) ein Syndrom, das charakterisiert ist durch epileptische Anfälle, die leicht behandelbar sind oder keiner Behandlung bedürfen und die ohne Folgen verschwinden“ (Walther 2004, S. 87). Die am häufigsten in dieser Kategorie diagnostizierte „Benigne Epilepsie des Kindesalters mit zentrot temporalen Spikes“ (s. Punkt 1.1.1. in **Tabelle 1-1**) wird wegen der Lokalisation des Herdes auch als „Rolandische Epilepsie“ bezeichnet (Doose 1998). Der Hauptakzent bei der Diagnosestellung liegt hier auf dem Auftreten der Sharp Waves (= Spikes), nicht auf der Auftretenshäufigkeit von Anfällen.

Diese Epilepsieform wie auch die anderen als benigne eingestuften fokalen Epilepsien sollen in der vorliegenden Arbeit unter dem in der Literatur gebräuchlichen Begriff der „benignen Partialepilepsien“ zusammengefasst werden. Dass die benignen Partialepilepsien und die bezüglich der Ätiologie und besonderen EEG-Symptomatik verwandten Krankheitsbilder nach der gängigen ILAE-Klassifikation teilweise völlig verschiedenen Kategorien zugeordnet werden (z.B. Punkt 1.1.1 bzw. 2.2.2. in **Tabelle 1-1**) oder gar nicht auftauchen, erschwert die Zusammenschau derselben. Der auf Doose (u.a. 1998) zurückgehende Ansatz, benigne Partialepilepsien und verwandte Syndrome auf der Grundlage einer hereditären zerebralen Maturationsstörung zu sehen, soll daher im Folgenden dargestellt werden. Auf die Frage, wie gutartig „benigne“ Partialepilepsien tatsächlich sind, soll in einem späteren Teil der Arbeit eingegangen werden.

## **1.2 Benigne Partialepilepsien und verwandte Krankheitsbilder**

Ausgehend von einer insbesondere die markanten EEG-Charakteristika betrachtenden Sichtweise, ordnet Doose (1998, S. 215) die Gruppe von (sogen. benignen) Epilepsien im Kindesalter, die „zwar gelegentlich unter fast dramatischen Erscheinungen verlaufen, aber letztendlich immer eine gute Prognose haben, d.h. spätestens in der Pubertät völlig ausheilen“ in einen größeren Rahmen ein: Neben der häufigsten Form der benignen Partialepilepsie mit zentrot temporalen Spikes gebe es „eine Reihe weiterer seltener Partialepilepsien und nicht mit Anfällen, aber mit epileptischen EEG-Veränderungen einhergehender Syndrome, denen jedenfalls hinsichtlich der epileptischen Erscheinungen eine gute Prognose gemeinsam ist“ (ebd.). Er postuliert, dass die „große Variabilität der Sympto-

matik und vor allem die Verwandtschaft der einzelnen Syndrome“ nur mit Blick auf pathogenetische Zusammenhänge zu verstehen sei. Der benignen Partialepilepsie mit zentrot temporalen sharp waves (= Spikes) liege „eine spezielle genetische Disposition zugrunde, die „im EEG in charakteristisch strukturierten, aus 5 Komponenten bestehenden sharp waves zum Ausdruck kommt“ (ebd.). Dabei stellen eine Spitze mit einer darauf folgenden langsamen Welle die Hauptcharakteristika dar (vgl. Doose 2002, S. 72 f).

In Bezug auf dieses Merkmal verhalten sich nach Doose eineiige Zwillinge identisch, bei Geschwistern divergieren die Befunde und auch bei gesunden Kindern sehe man „fokale sharp waves des beschriebenen Typs in der bemerkenswerten Häufigkeit von 2%“. Es handele sich also um eine „verbreitete genetische Eigenschaft“, allerdings komme es nur bei etwa 8% der Merkmalsträger zu zerebralen Anfällen (Doose 1998, 216 ff). Die „in fokalen sharp waves zum Ausdruck kommende genetische Anomalie“ könne sich „in sehr variablen Erscheinungen äußern“, bei denen es sich neben Epilepsien auch um „Entwicklungsstörungen unterschiedlicher Art ohne Anfälle“ handeln könne, „vor allem Teilleistungsstörungen wie Sprachentwicklungsverzögerungen, Dyslexie, visuomotorische Koordinationsstörungen u.a., seltener auch um globale primäre Entwicklungsstörungen“ (ebd., s. dazu **Tabelle 1-2**). Belegt wird diese Annahme u.a. durch eine von Smith et al. (2012) durchgeführte Studie, in der sich auch bei Zwillingsgeschwistern von Kindern mit einer Rolandoepilepsie ein erhöhtes Risiko für Aufmerksamkeits- und Sprachdefizite deutlich zeigt.

Die der „äußerst variablen Symptomatik zugrunde liegende genetische Störung“ müsse laut Doose „sehr komplexer Natur“ sein. „Die enge Bindung der klinischen und EEG-Symptome an die vorpubertäre Phase der Hirnentwicklung und das fast regelmäßige Schwinden der EEG-Symptome und der epileptischen Anfälle vor oder während der Pubertät lassen eine *genetisch determinierte Maturationsstörung des Gehirnes* annehmen (hereditary impairment of brain maturation = HIBM)“ (ebd.). Möglicherweise sei für die große klinische Variabilität auch die jeweilige Phase der Hirnentwicklung verantwortlich, in der die Störung beginnt (s. dazu auch Nordli 2002).

**Tab. 1-2: Hereditäre zerebrale Maturationsstörung – Symptomatologie (aus Doose 1998, S. 219)**

|   |
|---|
| Primäre Entwicklungsretardierung,<br>Teilleistungsstörungen (Dysphasie, Dyslexie u.a.),<br>Neugeborenenkrämpfe,<br>Fieberkrämpfe, |
|---|

Epilepsien

Rolandische Epilepsien,  
Pseudo-Lennox-Syndrom (frontale Epilepsie),  
benigne psychomotorische Epilepsie,  
benigne okzipitale Epilepsie,  
Landau-Kleffner-Syndrom (z.T. ohne Anfälle),  
ESES (z.T. ohne Anfälle),  
klinisch-asymptomatische Fälle

### **1.2.1 Erscheinungsbild und verschiedene Formen benigner Partialepilepsien und verwandter Syndrome**

**Tabelle 1-3** zeigt die auf der Grundlage des Ansatzes von Doose dem gleichen Formenkreis zuzuordnenden Partialepilepsien und verwandten Syndrome. Bezüglich der ILAE-Klassifikation ist anzumerken, dass sowohl das „Pseudo-Lennox-Syndrom“ (= „atypische benigne Partialepilepsie“) als auch die „Benigne Partialepilepsie mit affektiver Symptomatik“ (= „Benigne psychomotorische Epilepsie“) sowie die Benigne Partialepilepsie mit okzipitalen Foci dort nicht zu finden sind.

**Tab. 1-3: Benigne Partialepilepsien und verwandte Syndrome bei hereditärer zerebraler Maturationsstörung (HIBM, modifiziert nach Doose 1998, S. 221 ff)**

|   | Vorkommen   | Manifestationsalter    | Klinik  | Neurologie  | Neuropsychologie               | EEG-Befunde   | Prognose  |
|---|---|------------------------|---|---|--------------------------------|---|---|
| <b>Benigne Epilepsie mit zentrotemporalen Sharp Waves (Rolandische Epilepsie)</b>                 | Überwiegend normal entwickelte Kinder, Jungen häufiger als Mädchen.       | 2.-12. LJ (Lebensjahr) | Rolandische, unilaterale, generalisierte tonisch-klonische Anfälle, gehäuft vorübergehende Neugeborenenkrämpfe und Fieberkrämpfe.                                     | Meistens normal, Koordinationsstörungen möglich.                                    | Oft Teilleistungsstörungen.    | Sharp Wave Foci zentrot temporal (parietal, temporal, okzipital), oft wechselnd, Schlafaktivierung.   | Vollständige Remission vor/während der Pubertät.  |
| <b>Pseudo-Lennox-Syndrom – atypische benigne Partialepilepsie</b>                                 | Überwiegend normal entwickelte Kinder, zerebrale Vorschäden aber möglich. | 2.-7. LJ               | Kleine generalisierte Anfälle, nonkonvulsive Stuten, keine tonischen Anfälle.   | Häufig Koordinationsstörungen, orale Dyspraxie möglich, Sprachentwicklungsprobleme. | Häufig Teilleistungsstörungen. | Multifokale, häufig frontale Sharp Waves, Generalisation mit symmetrischen und asymmetrischen Sharp Slow Waves und Spike-Wave-Varianten, immer Schlafaktivierung. | Große Rezidivneigung, Remission vor/während der Pubertät. Mentale, sprachliche u.a. Defizite möglich, regelhaft in Fällen mit Stuten. |
| <b>Benigne Partialepilepsie mit affektiver Symptomatik („Benigne psychomotorische Epilepsie“)</b> | Normal entwickelte Kinder.  | 2.-9. LJ               | Plötzlich auftretende Attacken von Angst und äußerstem Schrecken („terror-fits“), oft mit lautem Schreien. Verhaltensstörungen. Keine anderen Anfallsmanifestationen. | Unauffällig.  | Unauffällig.                   | Bei normaler Grundaktivität inkonstant frontotemporale oder temporoparietale Sharp-Wave-Foci wie bei Rolandischer Epilepsie.                                      | Remission vor/während der Pubertät.   |

|   |  |           |  |  |  |   |  |
|---|--|-----------|--|--|--|---|--|
| <b>Benigne Partialepilepsie mit okzipitalen Foci</b>            | Überwiegend normal entwickelte Kinder.   | 3.-9. LJ  | Bei jüngeren Kindern vor allem Anfälle mit tonischer Augendeviation und „epileptischem Nystagmus“, prolongierte nächtliche Hemikonvulsionen mit initialen autonomen Symptomen und Übergang in generalisierte tonisch-klinische Anfälle, rolandische Anfallssymptome. Bei älteren Kindern vor allem sensorische Herdanfälle sowie Kombination mit Migränesymptomen (Migräne-Epilepsie-Syndrom). | Normal.  |  | Okzipitale Herde mit gut strukturierten, meist amplitudenhohen Sharp Slow Waves, werden durch Augenöffnen mit Fixieren (!) weitgehend oder vollständig blockiert. Schlafaktivierung nicht konstant. | Günstig, in Fällen mit prolongierten Hemikonvulsionen Sekundärschäden möglich („Fokalisation mit komplexen Partialanfällen).   |
| <b>Bioelektrischer Status epilepticus im Schlaf (ESES/CWCS)</b> | Normal entwickelte und primär entwicklungsretardierte Kinder, selten mit hirnorganischen Läsionen. | 2.-10. LJ | Komplexe psychomentele und Sprachentwicklungsprobleme, Entwicklungsregression, global oder in Teilbereichen, Verhaltensstörungen. In 70% Anfälle wie bei Pseudo-Lennox-Syndrom, Fehlen von tonischen Anfällen.   | Häufig Koordinationsstörungen, fokale Ausfälle möglich, (z.B. Zerebralparese). | Regression der psychomentalen Entwicklung, motorische und sensorische Sprachstörungen, Störungen in der räumlichen Orientierung. | Multifokale, häufig frontale Sharp Waves, bioelektrischer Status von Sharp Slow Waves und Spike-Wave-Varianten im Non-Rem-Schlaf  | Große Rezidivneigung, Remission vor/während der Pubertät. Mentale, sprachliche u.a. Defizite wechselnder Ausprägung, selten defektfreie Ausheilung.                                |
| <b>Landau-Kleffner-Syndrom</b>                                  | Normal entwickelte, in 10% primär sprachentwicklungsgestörte Kinder.                               | 4.-10. LJ | Verbale oder komplette auditorische Agnose mit daraus folgender Aphasie, Sprechstörungen (Dysarthrie) möglich. Verhaltensstörungen. Fokale und generalisierte Anfälle wie bei Rolandischer Epilepsie in 75% der Fälle.   | Orale Dyspraxie möglich, sonst meistens normal.                                | Kortikale Verarbeitungsstörung akustisch evozierter Potentiale.  | Fokale und multifokale Sharp Waves mit temporalem Maximum, Schlafaktivierung, fokaler oder generalisierter bioelektrischer Schlaf im Non-Rem-Schlaf möglich.  | Große Rezidivneigung, Remission vor/während der Pubertät. Häufig bleibende sprachliche Defizite (sensorisch und/oder motorisch), in Fällen mit ESES komplexe Entwicklungsdefizite. |

### **1.2.2 Neuropsychologische „Begleiterscheinungen“ und Verhaltensauffälligkeiten**

Während man lange davon ausging, dass die sogen. benignen Partialepilepsien – insbesondere die „Benigne Epilepsie mit zentrotemporalen Sharp Waves“ (= Rolandische bzw. Rolandoepilepsie) – keinerlei kognitiven Beeinträchtigungen verursachten bzw. diese nach Remission der Epilepsie wieder verschwanden (vgl. dazu Heijbel & Bohman 1975, Binnie et al. 1992), mehren sich inzwischen die Hinweise, dass diese Epilepsie zumindest in dieser Hinsicht nicht uneingeschränkt als „benigne“ einzustufen ist. Im Folgenden sollen einige Studien dargestellt werden, die diese Einschätzung belegen.

So zeigen Metz-Lutz & Fillippini (2006) wie auch Stephanie & Carlsson (2006) für die mit unterschiedlich starker Ausprägung hereditärer zerebraler Maturationsstörung einhergehende Rolandoepilepsie und das Landau-Kleffner-Syndrom, dass diese in Abhängigkeit vom Maß der interiktalen epileptischen Aktivität und der Lokalisation des Fokus unterschiedlich stark ausgeprägte kognitive Defizite nach sich ziehen. Wie dies auch Danielsson & Petermann (2009) zusammenfassend berichten, wurden „verbale Dysfunktionen, eingeschränkte (visuo)motorische Koordinationsleistungen, spezifische Beeinträchtigungen der phonologischen Leistung, Störungen der Exekutivfunktionen, Gedächtnisdefizite und Aufmerksamkeitsprobleme“ bei Patienten mit einer Rolandoepilepsie in verschiedenen Studien gefunden (Danielsson & Petermann, S. 128): „Viele Kinder zeigen nicht nur Defizite in einem Bereich auf, sondern weisen in mehreren Bereichen beeinträchtigte Leistungen auf“ (ebd.). Dabei sei noch nicht hinreichend geklärt, „ob diese Defizite über den Zeitpunkt der Remission der Epilepsie hinaus hinhalten oder nicht“ (ebd.).

Bereits 1997 fanden Weglage und Kollegen beim Vergleich einer Gruppe von 40 Kindern mit Rolandoepilepsie mit und ohne Anfällen (durchschnittliches Alter 8;4 J.) mit einer bezüglich Alter, Geschlecht und sozioökonomisch gematchten Kontrollgruppe deutliche Beeinträchtigungen in verschiedenen Leistungsbereichen bei den an Epilepsie erkrankten Kindern. Die Kinder mit einer Rolandoepilepsie zeigten im HAWIK-R sowohl im Gesamt- und Handlungs-IQ als auch hinsichtlich der visuellen Wahrnehmung, des Kurzzeitgedächtnisses und der Feinmotorik signifikant schlechtere Leistungen (Weglage et al. 1997). Auch ordneten Eltern der Kinder mit Epilepsie diesen signifikant mehr Verhaltensprobleme zu als Eltern der Kontrollgruppenkinder. Die

Autoren kommen zu dem Schluss: „It was concluded that a rolandic focus is not as benign as once thought“ (ebd., S. 646).

In einer Studie von Croona und Kollegen (1999) fanden sich bei 17 Kindern mit Rolandoepilepsie im Alter von 7 bis 14 Jahren Defizite bezüglich auditorisch-verbaler Gedächtnis- und Lernleistungen sowie reduzierte Wortflüssigkeit und Planungskompetenzen (Croona et al. 1999). Bei einer Follow-up-Studie mit der selben Patientengruppe nach Remission der Epilepsie ließen sich nach wie vor Defizite im Bereich der Wortflüssigkeit und des Sprachverständnis nachweisen. Bezüglich der übrigen Auffälligkeiten gab es keine Unterschiede mehr zur Kontrollgruppe (Lindgren et al. 2004).

Deonna und Kollegen (2000) beobachteten in einer Stichprobe 19 Kinder mit einer Rolandoepilepsie sowie drei Kinder mit einer benignen Partialepilepsie mit okzipitalen Foci (durchschnittliches Alter zum Beginn der Studie 8;4 J.) über einen Zeitraum von einem bis drei Jahren. Die Kinder wurden in dieser Zeit zwei bis viermal neuropsychologisch untersucht. Bei vier Kindern fand sich eine Sprachentwicklungsverzögerung, acht Kinder zeigten Defizite in isolierten Bereichen des Kurz- und Langzeitgedächtnis, der räumlichen Wahrnehmung bzw. der visuoräumlichen Organisation. Es konnten keine Zusammenhänge zwischen den im EEG gefundenen Foci und der Art der kognitiven Beeinträchtigung gefunden werden; nach Remission der Epilepsie waren die Defizite nicht mehr festzustellen (Deonna et al. 2000).

Die Arbeitsgruppe um Baglietto (2001) verglich neun Kinder mit einer Rolandoepilepsie mit einer Kontrollgruppe zu verschiedenen Zeitpunkten. Bei den Kindern mit Epilepsie im Alter zwischen 6;1 und 11;1 Jahren fanden sich signifikant schlechtere Leistungen bezüglich ihrer Intelligenzleistungen im WISC-R sowie hinsichtlich visuoräumlicher Kurzzeitgedächtnisleistungen, der Aufmerksamkeit, der kognitiven Flexibilität, der visuellen Wahrnehmung und der visuomotorischen Koordination (Baglietto et al. 2001). Nach Remission der Epilepsie etwa zwei Jahre später zeigten die Kinder signifikant verbesserte Leistungen in ihrer Gesamtintelligenzleistung bei einer deutlichen Verbesserung im sprachlichen Bereich. Auch bezüglich der sonstigen erhobenen Leistungsbereiche zeigten sich zum Teil deutlich signifikante Verbesserungen (ebd., S. 409).

Eine Untersuchung von Monjauze und Kollegen (2005) belegte über die Remission der Rolandoepilepsie hinaus bestehende Defizite im Bereich der Sprache. Von 16 Kindern im Alter von 6 bis 15 Jahren zeigten neun Kinder Einbrüche im Bereich der Syntax und der Lese-Rechtschreib-Fähigkeiten, auch wenn die „aktive Phase“ der Epilepsie bereits beendet war (Monjauze et al. 2005).

In einer Studie von Deltour und Kollegen (2007a) wurden 29 Kinder mit Rolandoepilepsie im Alter von 6 bis 12 Jahren bezüglich ihrer exekutiven und Aufmerksamkeitsleistungen mit der K-ABC untersucht; dabei wurden nur Kinder mit einer durchschnittlichen Intelligenzleistung in die Studie aufgenommen. Die Resultate zeigen keine Auffälligkeiten bezüglich der Daueraufmerksamkeit und selektiven Aufmerksamkeit, allerdings finden sich Defizite im Bereich der Aufmerksamkeitskontrolle (Deltour et al. 2007a). In einer weiteren Studie an drei Gruppen von Kindern (jeweils 18 Kinder mit Rolandoepilepsie bzw. idiopathischer generalisierter Epilepsie, 18 gesunde Kontrollgruppenkinder) wurde die Fähigkeit untersucht, unter Ablenkung die Aufmerksamkeitskontrolle aufrechtzuerhalten. In beiden Epilepsiegruppen fanden sich im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant langsamere Reaktionszeiten sowie eine ebenfalls signifikant höhere Zahl von Auslassungsfehlern (Deltour et al. 2007b).

Kavros und Kollegen (2008) werten in ihrem Review insgesamt 14 Studien aus, in denen Aufmerksamkeitsleistungen bei Kindern mit einer Rolandoepilepsie untersucht wurden. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass bei dieser Patientengruppe in sämtlichen Aufmerksamkeitssystemen Einbrüche festzustellen sind. Wenn Follow-up-Studien nach Remission durchgeführt wurden, zeigen diese, dass sich mit Ausheilung der Epilepsie bezüglich der genannten Aufmerksamkeitsdefizite eine vollständige oder nahezu vollständige Normalisierung einstellt (Kavros et al. 2008).

In einer Untersuchung an 42 Kindern mit Rolandoepilepsie im Alter von 5 bis 12 Jahren (mittleres Alter 8; 5 J.) fanden Northcott und Kollegen (2005) Einbrüche in den Gedächtnisleistungen sowie der phonologischen Bewusstheit. Dabei zeigten die Kinder insbesondere bezüglich der Untertests Satzgedächtnis, visuelle Gedächtnisleistung und Zahlenfolgen signifikante Abweichungen im Vergleich zu ihren sonstigen Intelligenzleistungen (Northcott et al. 2005). Eine erneute Untersuchung der selben Kinder nach zwei Jahren bestätigte im Vergleich mit einer bezüglich Alter und

Geschlecht parallelisierten Kontrollgruppe die in der Voruntersuchung gefundenen Resultate. In der Vergleichsstudie bildeten sich die Defizite noch deutlicher ab, hier konnten insgesamt auch schlechtere Intelligenzleistungen in der Gruppe der Kinder mit Rolandoepilepsie festgestellt werden (Northcott 2007).

Die kognitiven Leistungen von 53 Kindern und Jugendlichen im Alter von 8 bis 18 Jahren, bei denen innerhalb der letzten zwölf Monate eine Epilepsiediagnose gestellt worden war, untersuchten Hermann und Kollegen (2006) im Vergleich mit einer alters- und geschlechtsgematchten Kontrollgruppe. Generell fanden sich bei Patienten mit einer Epilepsie in Abhängigkeit von der exakten Epilepsiediagnose unterschiedlich ausgeprägte kognitive Beeinträchtigungen. Kinder mit fokalen Epilepsien zeigten insgesamt signifikante Einbrüche im visuellen und verbalen Gedächtnis sowie schlechtere sprachliche Leistungen (Hermann et al. 2006).

Auch Sart und Kollegen (2006) untersuchten insgesamt 30 Kinder mit unterschiedlichen idiopathischen fokalen Epilepsien (darunter 13 Kinder mit Rolandoepilepsie) mit einer nach Alter, Geschlecht, Händigkeit und sozioökonomischem Status gematchten Kontrollgruppe. Dabei zeigten sich u.a. bezüglich zeichnerischer Kompetenzen und beim verbalen Lernen signifikant schlechtere Ergebnisse im Vergleich mit der Kontrollgruppe, auch bezüglich der mathematischen Fähigkeiten. Darüber hinaus ließen sich in einigen Untertests des HAWIK-R signifikant schlechtere Befunde in der Patientengruppe (wie beim „Figurenlegen“ oder dem „Gemeinsamkeitenfinden“; Sart et al 2006) erheben.

Vago und Kollegen (2008) verglichen die Gedächtnisleistungen einer Gruppe von 24 Kindern mit Rolandoepilepsie mit denen einer Gruppe von 16 Kontrollkindern. Nach Unterteilung in zwei Altersgruppen (jünger vs. älter als 10 J.) fanden sich bei den jüngeren Kindern signifikante Defizite bezüglich der verbalen Lernfähigkeit und der Gedächtnisleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe, bei den älteren Kindern ließen sich keine Unterschiede feststellen (Vago et al 2008).

In einer Studie der Arbeitsgruppe um Bulgheroni (2008) zum dichotischen Hören wurden 24 Kinder mit Rolandoepilepsie mit 16 gematchten gesunden Kontrollgruppenkindern im Alter von 7 bis 12 Jahren verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass den Kindern mit Rolandoepilepsie der typische rechtes Ohr-/linke Hemisphärenfunktion-Vorteil fehlte. Auf welcher Gehirnhemisphäre der Fokus

anzutreffen war, war hier nicht von Einfluss, allerdings zeigten Kinder mit multifokalen Entladungen besonders gravierende Beeinträchtigungen. Die Autoren vermuten, dass durch die interiktale Spikeaktivität eine Reorganisation der Lateralisierung der Sprachwahrnehmung verursacht wird, die zu einer bilateralen Repräsentation auditorischer und verbaler Stimuli führt (Bulgheroni et al. 2008). Entsprechende Hinweise fanden auch Lundberg und Kollegen (2005) sowie Boatman et al. (2008), Bedoin und Kollegen (2006) und Lillywhite et al. (2009).

Molleis Galego Miziara und Kollegen (2012) fanden bei 40 Patienten mit Rolandoepilepsie im Alter 7 bis 13 Jahren einen im Vergleich höheren Anteil von Lernstörungen und geringere Schulleistungen sowie reduzierte Aufmerksamkeitsleistungen im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Taner und Kollegen (2007) verglichen 30 Kinder mit CSWS (= Continuous Spikes and Slow Waves during Slow Sleep, s. **Tab. 1-3**), 42 Kinder mit Rolandoepilepsie, 40 gesunde Kinder und 23 Kinder mit Absenceepilepsien bezüglich der IQ-Ausprägung und psychiatrischen Diagnosen. Für Patienten mit CSWS und Rolandoepilepsie fanden sich dabei die höchste Anzahl psychiatrischer Diagnosen und die niedrigsten IQ-Werte. Im einzelnen fielen Kinder mit Rolandoepilepsie mit einer signifikant höheren Rate bezüglich ADHS und umschriebenen Entwicklungsstörungen im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. In der Gruppe der Patienten mit CSWS traten im Vergleich zu den Kontrollgruppenkindern mehr Störungen des Sozialverhaltens mit oppositionellen Verhaltensweisen, mehr Zwangsstörungen und geistige Behinderungen auf.

Sarco et al. (2011) ließen die Eltern von 21 Patienten mit Rolandoepilepsie Fragebögen zu behavioralen und affektiven Auffälligkeiten bei ihren Kindern ausfüllen; außerdem wurden Daten zum kognitiven Leistungsprofil der Kinder erhoben. Beim Vergleich der nächtlichen Spikehäufigkeit und der Spikeaktivität am Tage mit den erhobenen Daten zeigte sich eine signifikante Korrelation der Gesamtspikeaktivität mit den Ergebnissen bezüglich Depressivität, Aggression und Störungen im Sozialverhalten. Die nächtliche Spikehäufigkeit stand darüber hinaus in einem signifikanten Zusammenhang mit Auffälligkeiten bezüglich exekutiver Funktion.

Genizi et al. (2012) fanden in einer Untersuchung von 15 Kindern mit Rolandoepilepsie Einschränkungen bezüglich ihrer sozialen Kognition; die Patienten waren weniger gut

in der Lage, für das Sozialverhalten relevante Informationen wahrzunehmen und zu bewerten als Kinder der bezüglich Alter und Schulbildung gematchten Kontrollgruppe. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei benignen Partialepilepsien kognitive Defizite und Verhaltensauffälligkeiten in unterschiedlichen Bereichen auftreten.

Ob die Art der Beeinträchtigung von der Fokus-Lokalisation oder anderen EEG-Charakteristika abhängt, ist Gegenstand weiterer Studien. So konnten Koop et al. (2005) keinen Zusammenhang zwischen verschiedenen EEG-Variablen und neuropsychologischen Leistungseinbrüchen finden.

Riva und Kollegen (2007) hingegen stellten bei 24 Kindern mit Rolandoepilepsie im Vergleich zu 16 Kontrollgruppenkindern fest, dass Kinder mit einem linkshemisphärischen Fokus bei der Wortflüssigkeit im HAWIK-R schlechter abschnitten, während Kinder mit rechtshemisphärischem Fokus Einbrüche im Wortschatz zeigten. Patienten mit zentrottemporalen Foci zeigten generell mehr Defizite in den Bereichen Wortflüssigkeit, Wortschatz, Bilderordnen und Aufmerksamkeitsspanne.

Die Arbeitsgruppe um Wolff (2005) untersuchte mit einer Kombination von EEG-, MEG und MRI eine Gruppe von 27 Kindern mit Rolandoepilepsie und Epilepsie des Kindesalters mit okzipitalen Paroxysmen. Dabei zeigen Kinder mit Spikes in der linken perisylvischen Region signifikant schlechtere Leistungen im sprachlichen Bereich bei einer uneingeschränkten allgemeinen Intelligenzleistung. Patienten mit okzipitalen Entladungen zeigten Defizite in der K-ABC bezüglich der simultanen Informationsverarbeitung, insbesondere im Bereich der visuellen Wahrnehmung. Goldberg-Stern et al. (2010) finden in einer Untersuchung mit 36 Kindern mit Rolandoepilepsie im Alter von 6 bis 16 Jahren zwar auch signifikant schlechtere Leistungen bezüglich des Allgemeinwissens, des Sprachverständnisses, der Wortflüssigkeit und Aufmerksamkeitsspanne als in der Kontrollgruppe; dabei zeigt sich allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lateralisierung des Fokus oder Anfallshäufigkeit mit den erhobenen Defiziten.

Ebus et al. (2011) konnten bei der Analyse der Daten von 26 Patienten mit Rolandoepilepsie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Ausprägung erhobener Lesedefizite mit der nächtlichen Spikehäufigkeit erkennen. Es fand sich kein Zusammenhang zwischen der Spikehäufigkeit am Tage. Möglicherweise werden durch

die erhöhte Spikeaktivität im Schlaf stattfindende Konsolidierungsprozesse beeinträchtigt (vgl. dazu Born & Wilhelm 2012).

Die beschriebenen Studien sind in **Tabelle 1-4** im Überblick dargestellt.

**Tab. 1-4 Studien zu neuropsychologischen Begleiterscheinungen und Verhaltensauffälligkeiten bei benignen Partialepilepsien und anderen Epilepsieformen**

| <b>Jahr</b> | <b>Arbeitsgruppe</b> | <b>N / Alter</b> | <b>Diagnose/n</b>   | <b>Ergebnisse</b>  |
|-------------|----------------------|------------------|---|--|
| 1997        | Weglage et al.       | 40 / 6-12        | Rolandoepilepsie  | Signifikant schlechter im HAWIK-R im Gesamt-IQ und HT, bei visueller Wahrnehmung, KZG und Feinmotorik als KG; mehr Verhaltensprobleme als KG   |
| 1999        | Croona et al.        | 17 / 7-15        | Rolandoepilepsie  | Defizite bezüglich auditorisch-verbaler Gedächtnis- und Lernleistungen, reduzierte Wortflüssigkeit und Planungskompetenzen; nach Remission Defizite in Wortflüssigkeit und Sprachverständnis fortbestehend, keine weiteren Unterschiede mehr zu KG |
| 2000        | Deonna et al.        | 22 / 6-13        | Rolandoepilepsie (N= 19), Benigne Partialepilepsie mit okzipitalen Foci (N = 3)                                     | Sprachentwicklungsverzögerung bei 4 Kindern, isolierte Defizite in KZG und LZG, räumlicher Wahrnehmung bzw. visuo-räumlicher Organisation; nach Remission keine Defizite mehr  |
| 2001        | Baglietto et al.     | 9 /6-11          | Rolandoepilepsie  | Signifikant schlechter bei Intelligenzleistungen im WISC-R bezüglich visuoräumlichen KZG, Aufmerksamkeit, kognitiver Flexibilität, visueller Wahrnehmung und visuomotorischer Koordination; nach Remission deutliche Verbesserungen                |
| 2005        | Monjauze et al.      | 16 / 6-15        | Rolandoepilepsie  | Bei 9 Kindern Einbrüche im Bereich der Syntax und Lese-Rechtschreibfähigkeiten über Remission hinaus   |
| 2005        | Wolff et al.         | 27 / 5-11        | Rolandoepilepsie (N = 13), okzipitaler Fokus (N = 7), frontaler Fokus (N = 1), bilaterale oder mehrere Foci (N = 6) | Signifikant schlechtere Leistungen im sprachlichen Bereich bei Kindern mit Spikes in linker Hemisphäre; Defizite bezüglich simultaner Informationsverarbeitung insbesondere bei visueller Wahrnehmung bei Patienten mit okzipitalen Foci           |
| 2005, 2007  | Northcott et al.     | 42 / 5-12        | Rolandoepilepsie  | Signifikant schlechter bezüglich Gedächtnisleistungen und phonologischer Bewusstheit im Vergleich zu sonstigen Intelligenzleistungen; in Folgestudie noch deutlichere Defizite   |
| 2006        | Hermann et al.       | 53 / 8-18        | Epilepsie   | Bei fokalen Epilepsien signifikant schlechter im visuellen und verbalen Gedächtnis, schlechtere sprachliche Leistungen   |

| <b>Jahr</b> | <b>Arbeitsgruppe</b>  | <b>N / Alter</b> | <b>Diagnose/n</b>   | <b>Ergebnisse</b>   |
|-------------|-----------------------|------------------|---|---|
| 2006        | Sart et. al.          | 30 / 7-15        | Idiopathische fokale Epilepsien, dabei 13 Kinder mit Rolandoepilepsie | Signifikant schlechter bei zeichnerischen Kompetenzen, beim verbalen Lernen und bei mathematischen Fähigkeiten als KG; schlechtere Befunde in Untertests vom HAWIK-R (FL, GF)   |
| 2007        | Deltour et al.        | 29 / 6-12        | Rolandoepilepsie;   | Aufmerksamkeitsdefizite   |
| 2007        | Deltour et al.        | je 18 / 6-12     | Rolandoepilepsie; idiopathisch generalisierte Epilepsie               | Beide Epilepsiegruppen signifikant langsamer in Reaktionstest und mehr Auslassungsfehler als KG   |
| 2007        | Taner et al.          | 95 / 6-12        | CSWS (N = 30), Rolandoepilepsie (N = 42), Absenceepilepsie (N = 23)   | Höchste Anzahl psychiatrischer Diagnosen und niedrigste IQ-Werte bei Kindern mit CSWS und Rolandoepilepsie, signifikant höhere Rate von ADHS und umschriebenen Entwicklungsstörungen bei Kindern mit Rolandoepilepsie im Vergleich zu KG  |
| 2007        | Riva et al.           | 24 / 7-12        | Rolandoepilepsie  | Schlechtere Leistungen bei Wortflüssigkeit im HAWIK-R bei Patienten mit linkshemisphärischem Fokus im Vergleich zu KG; schlechtere Leistungen im Wortschatz bei Patienten mit rechtshemisphärischem Fokus; generell Defizite bezüglich Wortflüssigkeit, Wortschatz, Aufmerksamkeit im Vergleich zu KG |
| 2008        | Vago et al.           | 24 / 7-12        | Rolandoepilepsie  | Jüngere Kinder (< 10 J.) schlechter bei verbaler Lernfähigkeit und Gedächtnis als KG, kein Unterschied bei älteren Kindern  |
| 2008        | Bulgheroni et al.     | 24 / 7-12        | Rolandoepilepsie  | Rechtes-Ohr-/linke-Hemisphären-Vorteil fehlt  |
| 2009        | Lillywhite et al.     | 20 / 6-11        | Rolandoepilepsie  | Im Vergleich zur Kontrollgruppe bei Patienten geringere Lateralisierung sprachbezogener Aktivierung auf linker Hirnseite  |
| 2010        | Goldberg-Stern et al. | 36 / 6-16        | Rolandoepilepsie  | Signifikant schlechtere Leistungen in Allgemeinem Wissen, Sprachverständnis, Wortflüssigkeit und Aufmerksamkeitsspanne als KG; dabei kein signifikanter Zusammenhang mit Lateralisierung des Fokus oder Anfallshäufigkeit   |
| 2011        | Ebus et al.           | 26 / 6-12        | Rolandoepilepsie  | Ausprägung der erhobenen Lesedefizite abhängig von nächtlicher Spikehäufigkeit, kein Zusammenhang zu Spikehäufigkeit am Tage  |
| 2011        | Sarco et al.          | 21 / 6-12        | Rolandoepilepsie  | Erhöhte Spikehäufigkeit bei Tag und bei Nacht korreliert mit höheren Befunden bezüglich Depression, Aggression und Störung des Sozialverhaltens; erhöhte nächtliche Spikehäufigkeit geht mit einer Beeinträchtigung exekutiver Funktionen und erhöhter Ängstlichkeit einher                           |

| Jahr | Arbeitsgruppe                 | N / Alter | Diagnose/n       | Ergebnisse   |
|------|-------------------------------|-----------|------------------|--|
| 2012 | Molleis Galego Miziara et al. | 40 / 7-13 | Rolandoepilepsie | Höherer Anteil von Lernstörungen und geringere Schulleistungen und reduzierte Aufmerksamkeitsleistungen in Patientengruppe im Vergleich zur KG |
| 2012 | Genizi et al.                 | 15 / 7-3  | Rolandoepilepsie | Neben Sprachdefiziten finden sich bei Patienten weniger Kompetenzen bezüglich sozialer Kognition als in KG                                     |

N = Patientenzahl, HAWIK-R = Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder - Revision, HT = , KG = Kontrollgruppe, KZG = Kurzzeitgedächtnis, WISC-R = Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised, K-ABC = Kaufman-Assessment Battery for Children, FL = Figurenlegen, GF = Gemeinsamkeitenfinden, CSWS = Continuous spikes and slow waves during slow sleep, ADHS = Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung

### 1.2.3 „Klassische“ Behandlung von benignen Partialepilepsien

Bei Auftreten von Anfällen bei Kindern mit benignen Partialepilepsien liegt aus medizinischer Sicht eine klare Indikation für eine Behandlung vor - insbesondere in Anbetracht der Ergebnisse von Sogawa et al. (2010), wonach bei 28% der Kinder mit einem einmaligen Anfall Auffälligkeiten im neuropsychologischen Bereich folgen und ein besonderer Förderungsbedarf entsteht, auch wenn die Diagnose Epilepsie laut Klassifikationsschema der ILAE erst nach zweimaligem Auftreten von Anfällen gestellt wird (ILAE 1981, 1989).

Gordon (2000) kommt allerdings in seinem Review nach Würdigung verschiedener Studienergebnisse zu dem Schluss, dass auch ohne das Auftreten von Anfällen die Sprachentwicklung durch epileptische Aktivität wie Spike-und-Wave-Entladungen im Schlaf nachhaltig gestört werden kann. Entsprechend wird empfohlen, ab einer Spike-Häufigkeit von mehr als 8% im Schlaf eine medikamentöse Behandlung einzuleiten, um negative Folgen auszuschließen. Laut Gordon und Rating (2000) verhindern Stereoider auch bei atypischen rolandischen Epilepsien epileptische Entladungen und deren Folgen bezüglich möglicher kognitiver Beeinträchtigungen am effektivsten. Allerdings sollten sie wegen der starken Nebenwirkungen vorsichtig eingesetzt werden. Genauere Wirkungszusammenhänge müssten noch untersucht werden, in jedem Fall sei bei Vorliegen nächtlicher Spike-und-Wave-Entladungen eine Behandlung dringend indiziert. Auch Gross-Selbeck (2001) betont die Notwendigkeit der Behandlung benigner Partialepilepsien, unabhängig davon, wie häufig Anfälle auftreten: „Diese Epilepsien gehen häufig mit Teilleistungsstörungen bzw. kognitiven und mentalen Defiziten einher, wobei offensichtlich ein Zusammenhang zwischen dem

Ausprägungsgrad der EEG-Veränderungen und dem Auftreten bzw. dem Schweregrad dieser Entwicklungsprobleme besteht. Daher muss das Ziel der Therapie nicht nur Anfallsfreiheit, sondern v.a. auch eine Besserung, möglichst eine Sanierung des EEG sein, um solche kognitiven und mentalen Defizite, wenn möglich, zumindest zu begrenzen“ (Gross-Selbeck 2001, S. 1177 f.)

Klassisch wird bei Auftreten von Anfällen mit antikonvulsiven Substanzen behandelt, zumeist mit Sultiam (Ospolot<sup>®</sup>) oder aber Carbamazepin. Diese Medikation bewirkt meist eine Anfallsfreiheit und auch eine Reduktion der Spike-und-Wave-Entladungen (vgl. Engler et al. 2003, Bast 2003). Während Engler et al. (2003) bei Medikation mit Sultiam keine negativen Konsequenzen in Form kognitiver Beeinträchtigungen finden, werden solche Leistungsminderungen von anderen Autoren teilweise recht drastisch beschrieben. So berichten Deltour et al. (2007b) signifikant schlechtere kognitive Leistungen bei Kindern mit antikonvulsiver Therapie (Valproat, Carbamazepin, Oxcarbazepin, Gabapentin) als bei Kindern ohne Medikation. Tzitiridou et al. (2005) beobachteten bei 70 Kindern mit einer benignen Epilepsie, die mit Oxcarbazepin behandelt wurden, keine Beeinträchtigungen der kognitiven Funktionen. Wirrell et al. (2008) finden in einer Prä-Post-Untersuchung von sechs Kindern mit einer Rolandoepilepsie sechs Monate nach Beginn der Behandlung mit Sulthiam neben Anfallsfreiheit und einer Reduktion der Spikehäufigkeit bei allen Kindern Verschlechterungen in ihrer Lesefähigkeit. Fünf Kinder zeigten signifikante Einbrüche in ihren allgemeinen Gedächtnisfähigkeiten und mehr als die Hälfte eine deutliche Reduktion der Aufmerksamkeitsleistung und in den mathematischen Fähigkeiten. Kang et al. (2007) finden in einer Gruppe von 88 Patienten, von denen 45 mit dem Medikament Topiramate und 43 mit Carbamazepin behandelt wurden, größere Einbrüche im Bereich mathematischer Aufgaben in der Topiramate-Gruppe. Parmeggiani et al (2004) berichten von der Auslösung eines epileptischen negativen Myoklonus bei Medikation mit Carbamazepin. Sowohl Kossof et al. (2007) als auch Stuelpnagel et al. (2010) beschreiben Levetiracetam als sinnvolle Behandlungsalternative zu Sultiam und Carbamazepin. Bei Behandlung mit Levetiracetam werden von beiden Autorengruppen Verbesserungen bezüglich Sprache und Verhaltensauffälligkeiten beschrieben. Allerdings geben Ortinski & Meador (2004) zu bedenken, dass bei Gabe von Levetiracetam ein erhöhtes

Auftreten von Ängsten, Depression und emotionaler Labilität zu beobachten sei. Die Autoren gehen davon aus, dass bei Kindern generell wegen des Eingriffs in die Hirnreifung und Entwicklung neuronaler Strukturen eine besondere Sensibilität auf eine antikonvulsive Medikation (hier: antiepileptic drugs, als „AEDs“ abgekürzt) vorliege: „Children are potentially more susceptible to the adverse effects of AEDs than their adult counterparts due to the effects of AEDs on neurodevelopment“ (ebd., S. 62). Auch Reijs et al. (2004) stellen fest, dass sämtliche zur antikonvulsiven Therapie eingesetzten Medikamente zu Stimmungsveränderungen führen und – je nach Substanz und Wirkmechanismus – sowohl externalisierende als auch internalisierende Verhaltensauffälligkeiten nach sich ziehen können.

Wenn die Ergebnisse der genannten Studien auch keine eindeutigen Schlussfolgerungen ermöglichen, so lässt sich doch zusammenfassend feststellen, dass bei sämtlichen gängigen Substanzgruppen Auffälligkeiten im Sinne kognitiver Funktionsverluste bzw. Verhaltensauffälligkeiten gefunden wurden.

In **Tabelle 1-5** sind die genannten Antiepileptika bzw. Wirkstoffen mit den üblichen Handelsnamen sowie den bekannten Nebenwirkungen dargestellt.

**Tab. 1-5: Antiepileptika: Handelsnamen und Nebenwirkungen (nach Doose 1998, www.roteliste.de)**

| Wirkstoff    | Handelsname*  | Nebenwirkungen**  |
|--------------|---|---|
| Carbamazepin | Tegretal <sup>®</sup> ,<br>Timonil <sup>®</sup> , Sirtal <sup>®</sup> ,<br>Finlepsin <sup>®</sup> | <u>Sehr häufig</u> : Erschöpfung; Anstieg der $\gamma$ -GT-Werte (bedingt durch hepatische Enzymminderung), üblicherweise klinisch nicht relevant; allergische Hautreaktionen mit od. ohne Fieber wie z. B. Urtikaria (auch stark ausgeprägt).<br><u>Häufig</u> : Anstieg der alkalischen Phosphatase.<br><u>Gelegentlich</u> : Pseudolymphom, Vanishing-Bile-Duct-Syndrom (progrediente cholestatische Hepatopathie mit Zerstörung und Schwund der intrahepatischen Gallengänge). Unwillkürliche Bewegungen wie z. B. Tremor, Dystonie; Erregungsleitungsstörungen; Anstieg der Transaminasen; exfoliative Dermatitis, Erythrodermie; Nierenfunktionsstörungen (z. B. erhöhter Harnstickstoff im Blut/Azotämie). |
| Gabapentin   | Neurontin <sup>®</sup>  | <u>Sehr häufig</u> : Virusinfektionen, Somnolenz, Schwindelgefühl, Ataxie; Ermüdung, Fieber.<br><u>Häufig</u> : Pneumonie, Infektionen der Atemwege, Harnwegsinfektionen, sonstige Infektionen, Otitis media; Leukopenie; Anorexie, gesteigerter Appetit; Feindseligkeit, Verwirrheitszustände und Affektlabilität, Depressionen, Angst, Nervosität, Denkstörungen; Krämpfe, Hyperkinesie, Dysarthrie, Amnesie, Tremor, Schlaflosigkeit, Kopfschmerzen, Missempfindungen wie Parästhesie, Hypästhesie, Koordinationsstörungen,  |

|               |            |   |
|---------------|------------|---|
|               |            | <p>Nystagmus, verstärkte, abgeschwächte oder fehlende Reflexe; Sehstörungen, z. B. Amblyopie, Diplopie; Schwindel; Hypertonie, Vasodilatation; Dyspnoe, Bronchitis, Pharyngitis, Husten, Rhinitis; Erbrechen, Übelkeit, Zahnanomalien, Gingivitis, Diarrhö, Bauchschmerzen, Dyspepsie, Obstipation, Trockenheit von Mund od. Rachen, Flatulenz; Gesichtssödeme, Purpura, zumeist beschrieben als Blutergüsse aufgrund eines physischen Traumas, Hautausschlag, Pruritus, Akne; Arthralgie, Myalgie, Rückenschm., Muskelzucken; Impotenz; periphere Ödeme, anormaler Gang, Asthenie, Schm., Unwohlsein, Grippe-symptome; herabgesetzte Leukozytenzahl, Gewichtszunahme; unfallbedingte Verletzungen, Frakturen, Abschürfungen.</p> <p><u>Gelegentlich</u>: allergische Reaktionen (z. B. Urticaria); Hypokinesie; Palpitationen; generalisierte Ödeme; erhöhte Werte in Leberfunktionstests SGOT (AST), SGPT (ALT) u. Bilirubin.</p> |
| Levetiracetam | Kepra®     | <p><u>Sehr häufig</u>: Asthenie/Müdigkeit, Somnolenz.</p> <p><u>Häufig</u>: Amnesie, Ataxie, Konvulsion, Schwindel, Kopfschm., Hyperkinesie, Tremor, Gleichgewichtsstörungen, Aufmerksamkeitsstörungen, Beeinträchtigungen des Gedächtnisses, Agitationen, Depressionen, emotionale Labilität/Stimmungsschwankungen, Feindseligkeit/Aggressionen, Insomnie, Nervosität/Reizbarkeit, Persönlichkeitsstörungen, abnormes Denken, Abdominalschmerzen, Diarrhö, Dyspepsie, Nausea, Erbrechen, Anorexie, Gewichtszunahme, das Risiko einer Anorexie ist höher, wenn Levetiracetam zusammen mit Topiramamat verabreicht wird, Drehschwindel, Diplopie, verschwommenes Sehen, Myalgie, zufällige Verletzungen, Infektionen, Nasopharyngitis, vermehrter Husten, Exanthem, Ekzem, Juckreiz, Thrombozytopenie.</p>   |
| Oxcarbazepin  | Trileptal® | <p><u>Sehr häufig</u>: Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Schwindelgefühl. Doppeltsehen. Übelkeit, Erbrechen, Müdigkeit.</p> <p><u>Häufig</u>: Hyponatriämie, Verwirrungszustände, Depressionen, Apathie, Unruhe (z. B. Nervosität), Affektlabilität, Ataxie, Tremor, Nystagmus, Konzentrationsschwäche, Gedächtnisstör. (Amnesie). Verschwommensehen, Sehstörungen, Schwindel, Diarrhö, Verstopfung, Bauchschmerzen. Ausschlag, Alopezie, Akne. Schwächegefühl.</p> <p><u>Gelegentlich</u>: Leukopenie. Urtikaria. Anstieg der Leberenzyme, Anstieg der alkalischen Phosphatase.</p>  |
| Sultiam       | Ospolot®   | <p>Magenbeschwerden (ca. 10% d. Pat).</p> <p><u>Häufig</u>: dosisabhängig Parästhesien in Extremitäten und Gesicht, Tachy-, Hyper-, Dyspnoe, Schwindel, Kopfschmerzen, Steno-, Tachykardie, Doppelbilder, Singultus, Gewichtsverlust, Appetitlosigkeit.</p> <p><u>Gelegentlich</u>: Halluzinationen, Angst, myasthenische Erscheinungen, Antriebsarmut, Gelenkschmerzen, Grand-mal-Status, Anfallshäufung</p>   |
| Topiramamat   | Topamax®   | <p><u>Sehr häufig</u>: Appetitlosigkeit/Anorexie, verminderter Appetit, Bradyphrenie, Verwirrtheit, Depressionen, Sprach-/Sprechstörungen, Nervosität, Somnolenz/Benommenheit, Schwindel, Parästhesie, Hypästhesie, Koordinationsstörungen, Nystagmus, Gedächtnisstörungen, Konzentrations-/Aufmerksamkeitsstörungen, Ataxie, psychomotorische Verlangsamung/ Einschränkung, Doppelbilder und andere Sehstörungen, trockene Augen, Übelkeit, Diarrhö, Müdigkeit/Fatigue, Gereiztheit, Kopfschmerzen, Gewichtsverlust.</p> <p><u>Häufig</u>: Anämie, Leukopenie, Schlaflosigkeit, Aggressionen, Erregung/Agitationen, Wut, Ängstlichkeit, Apathie, Stim-</p>   |

|          |  |   |
|----------|--|---|
|          |  | <p>mungsschwankungen, Psychose, emotionale Labilität, Tremor, Gang-/Gehstörungen, Geschmacksveränderungen/-missempfindungen, kognitive Probleme, Gesichtsfelddefekt, Dyspnoe, Rhinorrhö, Ohrenscherzen, Tinnitus, abdominale Beschwerden/Oberbauchschmerzen/abdominale Schmerzen, Obstipation, Dyspepsie, Mundtrockenh., Gastritis, gastroösophageale Refluxkrankheit, Zahnfleischbluten, Rash, Alopezie, (generalis.) Pruritus, Myalgie, Muskelkrämpfe, Muskelzittern, muskuloskeletaler Brustschm., Nephrolithiasis, Dysurie, Pollakisurie, erektile Dysfunktion, Asthenie.</p> <p><u>Gelegentlich</u>: Suizidgedanken, -versuch.</p> <p><u>Zusätzlich bei Kindern ab 2 J. häufig</u>: Hyperkinesien, Vertigo, Halluzinationen, Verhaltensauffälligkeiten, Aufmerksamkeitsstörungen/Lernschwierigkeiten, Epistaxis, Erbrechen Pyrexie u. verstärkter Speichelfluss.</p> |
| Valproat | Orfiril <sup>®</sup> , Ergenyl <sup>®</sup> , Convulex <sup>®</sup> , Leptilan <sup>®</sup> , Convulsofin <sup>®</sup> | <p><u>Häufig</u>: vorübergehender Haarausfall (bei Nachwachsen lockigeres Haar), Veränderung der Haarpigmentierung (Ergrauen), Benommenheit, erhöhte Leberenzyme, gastrointestinale Störungen.</p> <p><u>Gelegentlich</u>: Stupor bis hin zum transienten Koma.</p>   |

\* Bei den Handelsnamen kann nur eine Auswahl dargestellt werden, die Wirkstoffe werden auch unter anderen Bezeichnungen vertrieben.

\*\* Hier wurden nur die sehr häufigen bis gelegentlichen Nebenwirkungen dargestellt, auf die Darstellung seltener und sehr seltener Nebenwirkungen wurde verzichtet (dabei gilt: sehr häufig = mehr als 1 Behandler von 10; häufig = 1 bis 10 Behandelte von 100, gelegentlich = 1 bis 10 Behandelte von 1.000)

## 1.3 Psychologische Behandlungsmethoden

### 1.3.1. Neurofeedback bei Epilepsien

In den 1980er und 1990er Jahren entstand ergänzend zu den klassischen Behandlungsmethoden der Epilepsie (Medikation, Operation) ein neuer, lerntheoretisch fundierter psychologischer Behandlungsansatz für sogen. unbehandelbare Epilepsien.

Bereits 1957 hatten Patienten mithilfe einer klassischen Konditionierung höherer Ordnung lernen können, epileptische Anfälle zu unterdrücken (Efron 1957). Eine ursprünglich an einen unangenehmen Geruch konditionierte Unterbrechung des Anfalls wurde hier mit dem Blick auf eine Armbanduhr verbunden, so dass schließlich allein der Blick auf die Uhr zur Beendigung des Anfalls führte.

Lubar (1981) veröffentlichte eine Studie mit acht Epilepsiepatienten, die im Rahmen eines operanten Trainings gelernt hatten, nach Rückmeldung bestimmter EEG-Frequenzen diese zu verändern. Bei fünf dieser Patienten zeigte sich nach dem Training ein deutlicher Rückgang der monatlichen Anfallsrate.

Birbaumer et al. (1991) konnten im Rahmen einer Studie mit 27 medikamentenresistenten Patienten deren Selbstkontroll- bzw. Selbstregulationsfähigkeiten im Bezug auf epilepsierelevante EEG-Parameter (hier: slow cortical potentials = SCP; deutsch: LP = langsame kortikale Potentiale) zeigen.

Dahl (1992) entwickelte ein Behandlungsprogramm für Kinder, in dem ein Wahrnehmungstraining von Anfallsvorzeichen mit einem Entspannungstraining sowie dem Einsatz spezieller Gegenmaßnahmen kombiniert wurden; gewünschte Verhaltensänderungen wurden verstärkt. Die Autorin beschreibt eine signifikante Reduktion von Anfallshäufigkeit und –dauer im Vergleich zur Baseline.

Verschiedene Autoren belegten in der Folge, dass Patienten mit Epilepsien lernen konnten, bestimmte epilepsierelevante Parameter im Sinne einer Selbstregulation zu kontrollieren (vgl. u.a. Rockstroh et al. 1993, Fenwick 1994, Sterman 1996, 2000, Kotchoubey et al. 2001). Dabei betonte u.a. Goldstein (1990) die Notwendigkeit, zusätzliche behaviorale und psychosoziale Komponenten zu beachten.

Die Arbeitsgruppe um Strehl und Kotchoubey entwickelte schließlich auf der Grundlage der Arbeiten von Birbaumer und Dahl ein umfassendes Trainingsprogramm für Patienten mit medikamentenresistenten Epilepsien (vgl. Kotchoubey et al. 2001). Dabei fand sich nach Abschluss der Studie bei 14 von 34 Patienten eine dauerhafte klinische Besserung bezüglich der Anfallshäufigkeit (Strehl 2005). Während 2002 noch eine heftige Diskussion über die Wirksamkeit von Neurofeedback geführt wurde (vgl. z.B. Hammond et al. 2002), bestätigt eine Metaanalyse von Tan und Kollegen (2009), dass Patienten mit Epilepsie in einem hohen Maß von einer EEG-Biofeedback- bzw. Neurofeedbackbehandlung profitieren.

Neben der Reduktion der Anfallshäufigkeit zeigten sich in der Patientengruppe von Strehl nach dem SCP-Training signifikante IQ-Verbesserungen (Strehl et al. 2011). Sowohl Thornton (2002) als auch Vernon und Kollegen (2003) stellten als zusätzlichen Effekt von EEG-Biofeedback sowohl bei Patienten als auch bei Gesunden eine Verbesserung ihrer kognitiven Fähigkeiten fest. So fanden sich Verbesserungen im auditorischen Gedächtnis wie im Arbeitgedächtnis und den Aufmerksamkeitsleistungen. In einer Studie von Nagai und Kollegen (2009) lernten Patienten mit schwer behandelbaren Epilepsien über die Rückmeldung des Hautwiderstandes (GSR = galvanic skin response) an einem Finger, ihre Anfallshäufigkeit zu reduzieren. Die Patienten wurde

hier angehalten, einem nahenden Anfall mit der gelernten Hautwiderstandsveränderung zu begegnen, die entsprechend dem Erklärungsmodell der Autoren zu einer sympathischen Aktivierung und einer entsprechenden Veränderung der kortikalen Erregung führt. Weitere Anwendung findet das Neurofeedback inzwischen u.a. bei Kindern mit ADHS (Strehl et al. 2006), als Kommunikationsmittel bei schwerstgelähmten Patienten und in der Rehabilitation von Patienten mit Schlaganfällen (Birbaumer & Cohen 2007). Allerdings konnte bis heute keine erfolgreiche Methode zur Spikeunterdrückung entwickelt werden, obwohl eine Gruppe um Stevens dies bereits in den 1960er Jahren versucht hatte (vgl. Stevens & Stevens 1960, Stevens et al. 1967)

### **1.3.2. Operantes Training bei Kindern**

Operante Methoden sind ein zentraler Bestandteil psychotherapeutischer Interventionen bei Kindern. Bereits Murray (1976) und auch Parker (1984) betonen die hohe Wirksamkeit operanter Techniken in der psychotherapeutischen bzw. verhaltensmedizinischen Arbeit mit Kindern. Dies dokumentiert sich u.a. in der Vielfalt von Therapie- und Behandlungsprogrammen für Kinder, die auf dem Prinzip operanten Lernens beruhen (z.B. Steinhausen & von Aster 1993, Döpfner et al. 1997, Hampel & Petermann 2003, Lauth & Schlotzke 2009). Eine besondere Anwendung des Biofeedbackansatzes stellt ein von Strehl und Kollegen entwickeltes Neurofeedback-Programm von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) dar (vgl. Strehl 2006). In einer Studie mit 23 Kindern mit ADHS im Alter von 8 bis 13 Jahren fanden sich nach dem Neurofeedback-Training signifikante Verbesserungen bezüglich Verhalten, Aufmerksamkeit und IQ (ebd.).

Gemeinsame Bestandteile der genannten Trainingsprogramme sind eine vertragliche Vereinbarung zu den Therapiezielen zwischen Kind und Therapeuten, der Einsatz von Verstärkern zur Belohnung erfolgreicher Lernschritte mit einer engen zeitlichen Kontingenz zum erwarteten Verhalten sowie die Dokumentation des im Transfer, d.h. im Alltag, umgesetzten Verhaltens auf Selbstbeobachtungsbögen durch das Kind (z.B. „Beweisblatt: Ich bin mein eigener Detektiv. Wann habe ich in dieser Woche meine sieben Tricks benutzt?“, Lauth & Schlotzke 2002, S. 358).

## 1.4 Fragestellung

Die Publikationen zu den sog. „benignen“ Epilepsien – insbesondere die neueren Datums - belegen deutlich, wie wenig benigne diese tatsächlich sind und dass ein Behandlungsbedarf besteht, auch wenn nur wenige Anfälle auftreten. Offensichtlich kann bereits eine erhöhte Spike-Aktivität kognitive Defizite verursachen. Weiterhin zeigen andere Studien, dass die eingesetzte antikonvulsive Medikation massive Nebenwirkungen nach sich ziehen kann (s. **Tab. 1-5**). Es erscheint daher sinnvoll, Alternativen zur „klassischen“ Behandlung zu entwickeln.

Da Biofeedback bzw. Neurofeedback bei Epilepsien und anderen klinischen Bildern durchaus erfolgreich eingesetzt wird, soll in der vorliegenden Arbeit im Sinne einer Pilotstudie ein Neurofeedbackansatz untersucht werden, bei dem Patienten gezielt die Unterdrückung von Spikes erlernen sollen.

Bezüglich der Wirksamkeit des Biofeedbacktrainings lassen sich folgende Fragen ableiten:

1.1 Ist Spikekontrolle lernbar?

1.2 Wenn Spikekontrolle lernbar ist, führt das zur Normalisierung des EEG?

1.3 Findet sich eine positive Wirkung auf bestehende neuropsychologische Defizite und Verhaltensauffälligkeiten?

Um die Fragestellung 1.3 beantworten zu können, müssen neuropsychologische Testuntersuchungen durchgeführt werden. Dabei soll unter Einbezug der entsprechenden Publikationen (bspw. Wolff 2005) auch der Frage nachgegangen werden, inwieweit erhobene kognitive Defizite von der Lokalisation des Spike-Fokus abhängig sind.

In Anlehnung an die Literatur lassen sich bezüglich des Auftretens kognitiver Defizite bei Kindern mit gehäuften Spikes folgende Hypothesen formulieren :

2. Alternativhypothese

Gehäufte Spikes können bei Kindern zu neuropsychologischen Beeinträchtigungen (Teilleistungsstörungen) führen.

### Nullhypothese

Gehäufte Spikes führen bei Kindern zu keinen neuropsychologischen Beeinträchtigungen.

Wenn aufgrund der erhobenen Daten die Alternativhypothese nicht zurückgewiesen werden muss, schließen sich in Abhängigkeit von der Spikelokalisation folgende Annahmen an:

#### 2.1 Alternativhypothese:

Entladungen am superior sulcus centralis (= Roland'sche Furche) gehen mit einer beeinträchtigten Finger-Hand-Motorik einher (vgl. Wolff et al. 2005).

#### Nullhypothese

Entladungen am superior sulcus centralis gehen nicht mit einer beeinträchtigten Finger-Hand-Motorik einher .

#### 2.2 Alternativhypothese:

Bei linkshemisphärisch betonte Entladungen kommt es zu Sprachstörungen – insbesondere Beeinträchtigungen der Wortflüssigkeit – und Problemen bezüglich sequentieller Strategien (vgl. Wolff et al. 2005, Birbaumer & Schmidt 1999, Riva 2007).

#### Nullhypothese

Bei linkshemisphärisch betonten Entladungen treten keine Sprachstörungen oder Probleme bezüglich sequentieller Strategien auf.

#### 2.3 Alternativhypothese:

Rechtshemisphärisch betonte Entladungen gehen mit Problemen im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung einher (vgl. Piccirilli 1994, Birbaumer & Schmidt 1999).

#### Nullhypothese:

Rechtshemisphärisch betonte Entladungen gehen nicht mit Problemen im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung einher.

2.4 Alternativhypothese:

Bei okzipitalen Entladungen kommt es zu Defiziten in der visuell-ganzheitlichen Verarbeitung (Wolff et al. 2005).

Nullhypothese:

Bei okzipitalen Entladungen treten keine Defizite in der visuell-ganzheitlichen Verarbeitung auf.

Die Spike-Rückmeldung im Rahmen eines operanten Lernkonzeptes muss zuverlässig und zeitnah erfolgen, um falsche Lernprozesse zu vermeiden. Bezüglich des speziell für diese Studie entwickelte Spike-Detection- und Rückmelde-Systems (vgl. Schroeder et al. 2002) soll daher in der vorliegenden Arbeit auch geprüft werden:

3. Ist das „Spike-Detection“-System ein valides Instrument zur Rückmeldung von Spikes?

# EMPIRISCHER TEIL

## 2.1 Die Studie

### 2.1.1 Institutioneller Rahmen, Patienten

Die Studie wurde am Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Universität Tübingen in Kooperation mit der Universitätskinderklinik, Abteilung Neuropädiatrie, Entwicklungsneurologie und Sozialpädiatrie, durchgeführt. Das als Pilotstudie mit Zustimmung der Ethikkommission geplante Forschungsprojekt wurde im Zeitraum von September 2001 bis März 2003 im Rahmen des Fortüne-Programms der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen gefördert.

Es war vorgesehen, insgesamt 15 Patienten in drei verschiedenen Behandlungsgruppen zu untersuchen. Zur Aufnahme in die Studie mussten bei den Patienten die folgenden Kriterien erfüllt sein:

- Diagnose einer Benigen Partialepilepsie bzw. Vorliegen der charakteristischen Sharp-Wave-Entladungen (Spikes);
- Mindestalter: 6 Jahre;
- Medikation: Bei Vorliegen einer Medikation sollte diese über den Zeitraum von mindestens sechs Wochen vor Aufnahme in die Studie bis zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung unverändert bleiben.
- Ausschlusskriterien: strukturelle Hirnläsionen, psychiatrische Auffälligkeiten, IQ unter 70.

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte über die Ambulanz der Abteilung Neuropädiatrie, Entwicklungsneurologie und Sozialpädiatrie der Universitätskinderklinik. Potentielle „Kandidaten“ für die Studie und deren Eltern wurden von den behandelnden Ärzten der Ambulanz auf eine mögliche Teilnahme an der Studie hingewiesen und bei Interesse mit einem Informationsblatt (s. Anhang) über Inhalte der Studie, Aufnahmebedingungen und weitere Ansprechpartner versorgt. In der Regel wurde dann nach einem telefonischen Vorgespräch mit den Eltern ein erster Diagnostiktermin für das Kind ver-

einbart, bei dem eine umfassende neuropsychologische Untersuchung mit einschlägigen Testverfahren und Verhaltensbeurteilung (s. unten) sowie ein Langzeit-EEG über 24 h durchgeführt wurden. Erst nach Besprechung der Ergebnisse dieser ersten Untersuchung wurde über eine Aufnahme in die Studie entschieden. Dafür mussten die o.g. Einschlusskriterien erfüllt sein und – in Anbetracht der je nach Gruppenzuweisung für die Familie recht aufwändigen Behandlung – das Kind mit seinen Eltern aktiv eine Entscheidung für die Teilnahme treffen. Die Eltern unterzeichneten eine Einwilligungserklärung, mit den Kindern wurde eine entsprechende, kindgerechte „Abmachung“ getroffen (s. Anhang).

### 2.1.2 Untersuchungsplan

Potentielle Studienteilnehmer wurden in einer ersten Diagnostikphase untersucht, die ein 24h-Langzeit-EEG sowie eine ausführliche neuropsychologische Testuntersuchung und Verhaltensbeurteilung durch die Eltern umfasste. Bei Eignung und entsprechender Zusage durch Kind und Eltern wurden die Patienten den drei Untersuchungsgruppen zufällig zugewiesen:

- **Experimentalgruppe:** Den Kindern wurden in den Trainingsphasen im Rahmen eines Biofeedbacktrainings ihre Spikes mit dem Ziel rückgemeldet, diese zu unterdrücken.
- **Kontrollgruppe 1:** Die Patienten dieser Gruppe nahmen in den Trainingsphasen an einem standardisierten Aufmerksamkeitstraining teil. Ziel dieser Kontrollgruppe war es, die Effekte zu erfassen, die allein durch eine intensive, aber für das zugrunde liegende Störungs- bzw. Krankheitsbild unspezifische Betreuung und Aufmerksamkeit entstehen würden.
- **Kontrollgruppe 2:** Diese Kinder erhielten keine zusätzliche Behandlung, sie wurden konventionell so weiter behandelt wie vor Aufnahme in die Studie.

Für die Kinder der beiden Behandlungsgruppen (Experimentalgruppe und Kontrollgruppe 1) folgte nach einer dreiwöchigen ersten Trainingsphase mit täglichem Training (außer an den Wochenenden) eine achtwöchige Pause, in der einwöchige Auffrischungssitzungen erfolgen sollten. Im Anschluss daran wurden die Kinder in einer zweiwöchigen zweiten Behandlungsphase wiederum täglich trainiert. In einer zweiten

Diagnostikphase wurden nun bei den Teilnehmern aller drei Gruppen erneut ein 24h-Langzeit-EEG und eine neuropsychologische Testuntersuchung durchgeführt sowie eine Verhaltensbeurteilung vorgenommen. Ein Jahr nach der Erstuntersuchung wurden in allen Gruppen dieselben diagnostischen Untersuchungen noch einmal durchgeführt.

Der für alle Gruppen geltende Zeitplan ist in **Tabelle 2-1** im Überblick dargestellt.

**Tab. 2-1: Zeitplan**

| <b>Zeitpunkt</b> | <b>Inhalt und Dauer</b>  |
|------------------|--|
| <b>T0</b>        | <b>Vorgespräch und Diagnostikphase 1:</b><br>- Langzeit-EEG (24 h)<br>- Neuropsychologische Testuntersuchung, Verhaltensbeurteilung durch die Eltern<br>(→ Entscheidung über Aufnahme in die Studie)                                   |
| <b>T1</b>        | <b>Drei Wochen Trainingsphase 1</b><br>(Spike-Kontrolltraining in Experimentalgruppe bzw. Aufmerksamkeitstraining in Kontrollgruppe 1, keine zusätzliche Behandlung für Kontrollgruppe 2)  |
| <b>T2</b>        | <b>Acht Wochen Trainingspause</b><br>(mit wöchentlichen Auffrischungssitzungen in den beiden Trainingsgruppen)   |
| <b>T3</b>        | <b>Zwei Wochen Trainingsphase 2</b><br>(wie in T1)   |
| <b>T4</b>        | <b>Diagnostikphase 2</b> (direkt im Anschluss an T3 in den beiden Trainingsgruppen, 6 Monate nach T0 für Kontrollgruppe 2):<br>- Langzeit-EEG (24 h)<br>- Neuropsychologische Testuntersuchung, Verhaltensbeurteilung durch die Eltern |
| <b>T5</b>        | <b>Diagnostikphase 3</b> (12 Monate nach T0):<br>- Langzeit-EEG (24 h)<br>- Neuropsychologische Testuntersuchung, Verhaltensbeurteilung durch die Eltern   |

### **2.1.3 Messinstrumente (Langzeit-EEG; neuropsychologische Testuntersuchung)**

#### **2.1.3.1 Langzeit-EEG**

Die Messung des EEG erfolgte mit einem portablen EEG-Gerät, das die EEG-Daten ambulant über 24 Stunden speicherte (Digicord Light/Nihon Kohden mit 16 EEG-Kanälen). Die Spike-Häufigkeit wurde dann für charakteristische Schlaf- und Wachphasen ausgewertet. Die Auszählung der Spike-Häufigkeit erfolgte durch den kooperierenden Arzt der Entwicklungsneurologie und eine zur „Expertin“ geschulten Doktorandin der Medizin, dies entspricht dem in der Literatur beschriebenen Vorgehen: „Visual ana-

lysis by an „experienced“ electroencephalographer is still the gold standard for identification of epileptiform discharges“ (Pan & Lüders 2000, S. 30).

### 2.1.3.2 Testpsychologische Instrumente:

Wie bereits in **Kapitel 1** beschrieben, können Spikes mit teilweise massiven kognitiven und psychologischen Beeinträchtigungen einhergehen. Um das neuropsychologische Profil der Kinder detailliert beschreiben zu können, wurden Intelligenz, Aufmerksamkeit, Sprache und Feinmotorik untersucht. Zur Erfassung von Verhaltensauffälligkeiten wurden die Eltern der Kinder zu den Untersuchungsterminen gebeten, das Verhalten ihrer Kinder in einem Fragebogen zu beurteilen.

Die Testbatterie bestand aus den in **Tabelle 2-2** aufgeführten standardisierten Testverfahren und Fragebögen.

**Tab. 2-2: Psychologische Diagnoseinstrumente**

| <b>Bereich</b>        | <b>Testverfahren/Fragebögen</b>  |
|-----------------------|--|
| <u>Intelligenz</u>    | <b>K-ABC</b> (Kaufman-Assessment Battery for Children; Melchers & Preuss 1996) bzw.<br><b>AID 2</b> (Adaptives Intelligenzdiagnostikum 2; Kubinger & Wurst 2000) bzw.<br><b>HAWIK III</b> (Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder III; Tewes et al. 1999) |
| <u>Aufmerksamkeit</u> | sieben Untertests aus der <b>TAP</b> (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; Zimmermann & Fimm 1993, 1994)   |
| <u>Sprache</u>        | vier Untertests aus dem <b>HSET</b> (Heidelberger Sprachentwicklungstest; Grimm & Schöler 1991);<br>vier Untertests aus dem <b>PET</b> (Psychologischer Entwicklungstest; Angermaier 1977)   |
| <u>Feinmotorik</u>    | <b>MLS</b> (Motorische Leistungsserie, Version 3.00; nach Schoppe 1997)  |
| <u>Verhalten</u>      | <b>CBCL</b> (Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen; Döpfner et al. 1998)  |

Die verwendeten Instrumente werden im Folgenden ausführlicher dargestellt. Dabei wird auf die jeweils 2001 aktuelle Version der verwendeten Testverfahren und Fragebögen Bezug genommen, wenn auch zwischenzeitlich Aktualisierungen zur Verfügung stehen, wie bspw. der WISC-IV (Petermann & Petermann 2011) anstelle des HAWIK III.

### 2.1.3.2.1 Messung der Intelligenz (K-ABC, AID 2, HAWIK III)

Zur Bestimmung der **Intelligenz** wurde primär die K-ABC verwendet, allerdings erfolgte die Intelligenzmessung zum zweiten Untersuchungstermin mit dem AID 2, um unerwünschte Retest-Effekte zu vermeiden. Bei einem zum dritten Untersuchungstermin bereits 13-jährigen Kind wurde die intellektuelle Leistungsfähigkeit mit dem HAWIK III erfasst, weil die K-ABC nur bis zum Alter von 12;5 Jahren eingesetzt werden kann. Da die K-ABC als Hauptmessinstrument für das Intelligenzprofil verwendet wurde, wird diese nachfolgend detaillierter dargestellt, AID 2 und HAWIK III werden kurz skizziert.

#### **K-ABC (Kaufman-Assessment Battery for Children, dt. Bearbeitung Melchers & Preuss 1996)**

Die Kaufman-Assessment Battery for Children (K-ABC) wurde 1983 als englischsprachiger Test von Alan S. Kaufman und Nadeen L. Kaufman in der Originalversion publiziert (Kaufman & Kaufman 1983). In der vorliegenden Studie wurde die 3. Auflage der deutschsprachigen Bearbeitung der K-ABC von Melchers & Preuss (1996) verwendet. Bei der K-ABC handelt es sich um einen Individualtest zur Messung von Intelligenz und erworbenen Fertigkeiten bei Kindern im Alter von 2;6 bis 12;5 Jahren. Die Ergebnisse der insgesamt 16 Untertests gehen in vier Skalen ein: die Skalen einzelheitlichen und ganzheitlichen Denkens, die zur Skala intellektueller Fähigkeiten zusammengefasst werden, und davon unabhängig die Fertigkeitenskala.

Die Autoren definieren Intelligenz als „die Art und Weise, in der ein Individuum Probleme löst und Informationen verarbeitet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Vorgehensweise, d.h. der Gewandtheit bei der Informationsverarbeitung“ (Melchers & Preuss 1996, Interpretationshandbuch (= IH), S. 7). Die so beschriebene „Intelligenz“ messen die Autoren in der „**Skala intellektueller Fähigkeiten**“, die wiederum in zwei Bereiche unterteilt wird (**sequentielle** vs. **simultane** Informationsverarbeitung bzw. im deutschen Sprachgebrauch **einzelheitliches** vs. **ganzheitliches** Denken). Diese Unterteilung wird zum einen aus Ergebnissen der kognitiven Psychologie zur Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- und Wahrnehmungsforschung abgeleitet, zum anderen liegen der Ansatz von Luria sowie Experimente mit „Split-Brain“-Patienten zugrunde. Neuropsychologische

Ergebnisse legen eine topographische Zuordnung der beiden verschiedenen Verarbeitungsstile zu bestimmten Hirnarealen nahe, allerdings betonen die Autoren der deutschen Bearbeitung, dass unterschiedliche Forschergruppen hier in ihren Zuordnungen nur teilweise übereinstimmen: „Anhänger der zerebralen Spezialisierungstheorie ... bringen einzelheitliches (folgerichtiges/analytisches/temporales/propositionales) Verarbeiten in Verbindung mit der linken Hemisphäre und behaupten, dass ganzheitliches (räumlich-gestalthaftes/appositionales) Verarbeiten in der rechten Hemisphäre lokalisiert sei. Luria betrachtete hingegen einzelheitliches Denken primär als eine Funktion der fronto-temporalen Regionen und im Gegensatz dazu das ganzheitliche Denken hauptsächlich als okzipital-parietal lokalisiert“ (ebd., S. 34 f.). Die Autoren können diesen Widerspruch nicht auflösen, halten allerdings die davon unabhängige Gültigkeit der beiden Verarbeitungsstile als hinreichende Grundlage für eine zuverlässige Interpretation der K-ABC gegeben.

In der „Skala einheitlichen Denkens“ wird die Fähigkeit überprüft, „Probleme einzelheitlich und folgerichtig zu verarbeiten oder zu lösen“, die Aufgaben der „Skala ganzheitlichen Denkens“ sind „räumlich-gestalthaft, verlangen Analogieschlüsse oder Organisation der Reize. Die Aspekte der Vorgabe müssen gleichzeitig integriert und zusammengefügt werden, um zu einer angebrachten Lösung zu kommen“ (ebd., S. 40). Unabhängig von den in der „Skala intellektueller Fähigkeiten“ zusammengefassten einzelheitlichen und ganzheitlichen kognitiven Kompetenzen werden in der zusätzlichen „Fertigkeitenskala“ erworbene Fertigkeiten, Wissen und Können erhoben; hier soll der Einfluss von Schul-, Lern- und sonstigen Umweltbedingungen des Kindes zugrunde liegen. Für beide Skalen werden Testwerte erhoben, die getrennt zu interpretieren sind und nicht zu einem Kennwert zusammengefasst werden dürfen.

Insgesamt kamen zwölf Untertests der K-ABC zum Einsatz, vier weitere Untertests wurden nicht verwendet, da sie für Kinder jüngeren Alters vorgesehen sind („1. Zauberfenster“, „2. Wiedererkennen von Gesichtern“, „11. Wortschatz“, „15. Lesen/Buchstabieren). Im Folgenden werden die eingesetzten Untertests kurz beschrieben; einen Überblick über die Zuordnung der Untertests zu den verschiedenen Skalen gibt **Tabelle 2-3**.

**Tab. 2-3: Skalenzuordnung der verwendeten Untertests der K-ABC (in der Reihenfolge ihres Einsatzes)**

| Untertest                | „Skala intellektueller Fähigkeiten“ |                   | „Fertigkeitenskala“ |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                          | Einzelheitl. Denken                 | Ganzheitl. Denken |                     |
| 3. Handbewegungen        | X                                   |                   |                     |
| 4. Gestaltschließen      |                                     | X                 |                     |
| 5. Zahlennachsprechen    | X                                   |                   |                     |
| 6. Dreiecke              |                                     | X                 |                     |
| 7. Wortreihe             | X                                   |                   |                     |
| 8. Bildhaftes Ergänzen   |                                     | X                 |                     |
| 9. Räumliches Gedächtnis |                                     | X                 |                     |
| 10. Fotoserie            |                                     | X                 |                     |
| 12. Gesichter und Orte   |                                     |                   | X                   |
| 13. Rechnen              |                                     |                   | X                   |
| 14. Rätsel               |                                     |                   | X                   |
| 16. Lesen/Verstehen      |                                     |                   | X                   |

**Verwendete Untertests in der Reihenfolge ihrer Durchführung:**

- **„Handbewegungen“** (Skala einzelheitlichen Denkens, 2;6-12;5 Jahre)

Das Kind hat dabei die Aufgabe, „präzise die Folge von Bewegungen nachzumachen, die der Versuchsleiter mit seiner Hand vorgibt, indem er die Tischplatte mit Faust, Handkante oder Handfläche zu berührt“ (ebd., S. 53). Bei diesem Untertest wird insbesondere das einzelheitliche Verhalten im visuell-motorischen Bereich überprüft.

- **„Gestaltschließen“** (Skala ganzheitlichen Denkens, 2;6-12;5 Jahre)

Die Aufgabe in diesem Test besteht darin, unvollständige Zeichnungen im Kopf zu komplettieren und die vollständige Figur zu benennen bzw. zu beschreiben. Der Test wurde auf der Grundlage des Konzeptes „Schließen“ der Gestaltpsychologie entwickelt, laut Angaben der Autoren handelt es sich um einen hochvaliden Untertest zum ganzheitlichen Denken.

- **„Zahlennachsprechen“** (Skala einzelheitlichen Denkens, 2;6-12;5 Jahre)

In der Tradition bewährter Intelligenztests wird hier die Fähigkeit des Kindes gemessen, „eine vom Versuchsleiter vorgeschene Folge von Zahlen richtig zu wiederholen“. Das Rückwärts-Zahlennachsprechen wurde in die K-ABC nicht aufgenommen, da hier andere kognitive Fähigkeiten geprüft würden. Ergebnisse amerikanischer Voruntersu-

chungen weisen das reine Zahlennachsprechen als bestes Maß einzelheitlichen Verarbeitens aus.

- **„Dreiecke“** (Skala ganzheitlichen Denkens, 4;0-12;5 Jahre)

Das Kind bekommt die Aufgabe, mit Gummidreiecken, die je eine gelbe und eine blaue Seite haben, Vorlagen nachzulegen. Die Bearbeitungszeit ist auf 90 sec begrenzt, nur bei Einhaltung der Zeit wird ein richtiges Ergebnis mit einem Punkt bewertet. Faktorenanalytische Untersuchungen belegen die Messung ganzheitlichen Denkens mit dieser Aufgabe.

- **„Wortreihe“** (Skala einzelheitlichen Denkens, 4;0-12;5 Jahre)

Die Aufgabe dieses Untertests besteht darin, „auf die Umrisse von Objekten in derselben Reihenfolge zu zeigen, wie diese vorher vom Versuchsleiter genannt wurden“. Dieser Untertest geht auf einen akustisch-sprachlichen Test von Luria zurück, den dieser zur Beurteilung höherer kortikaler Funktionen der linken Hirnregionen verwendete. Für Schulkinder gibt es eine Variante, in der auch interferierende Aufgaben (Farbenbenennen zwischen Hören und Zeigen der Objekte) gegeben werden. „Wortreihe“ ist nach Angabe der Autoren der erste normierte Test zu „akustisch-visueller Integration“ und akustisch-motorischem Gedächtnis.

- **„Bildhaftes Ergänzen“** (Skala ganzheitlichen Denkens, 5;0-12;5 Jahre)

Hier handelt es sich um Bilderaufgaben, bei denen das Kind eine Analogie durch Auswahl einer Abbildung bzw. einer abstrakten Figur vervollständigen soll. Die Autoren führen verschiedene Untersuchungen an, die belegen, dass analoges Denken eine besonders gutes Maß für ganzheitliches Verarbeiten ist.

- **„Räumliches Denken“** (Skala ganzheitlichen Denkens, 5;0-12;5 Jahre)

In diesem Untertest soll das Kind sich die Anordnung von auf einer Seite zufällig angeordneten Bildern einprägen und deren Positionen auf der nachfolgenden Seite in den Kästchen eines leeren Rasters zeigen. Hier werden neben räumlichen Fähigkeiten auch das visuelle Kurzzeitgedächtnis und die Organisation der Wahrnehmung gemessen.

- **„Fotoserie“** (Skala ganzheitlichen Denkens, 6;0-12;5 Jahre)

Dem Kind wird eine ungeordnete Reihe von Fotografien vorgelegt, die ein Ereignis darstellen. Das Kind soll die Fotos in die chronologisch richtige Reihenfolge bringen, indem es sie einzeln nacheinander in die Hand des Versuchsleiters legt. Die Bilder dürfen vorher nicht auf dem Tisch sortiert werden. Dieser Untertest ist aus der Tradition

experimenteller Aufgaben von Piaget sowie dem Untertest Bilderordnen von Wechsler hervorgegangen. Mit dieser Aufgabe werden insbesondere das Denken im visuell-motorischen Bereich der Kommunikation sowie Fähigkeiten wie Reihenbildung, das Erkennen zeitlicher Beziehungen, das Antizipieren von Konsequenzen sowie das Kausalitätsprinzip erfasst.

- **„Gesichter und Orte (Fertigkeitenskala, 2;6-12;5 Jahre)**

Nach den vorausgegangenen Untertests der Skala intellektueller Fähigkeiten stellt dieser Test in der hier untersuchten Altersgruppe die erste Aufgabe der Fertigkeitenskala dar: Es sollen Abbildungen von für Kinder relevanten Personen (beispielsweise Märchenfiguren), berühmten Persönlichkeiten oder bekannten Orten erkannt und benannt werden. Dieser Test soll das allgemeine Wissen des Kindes im visuell-sprachlichen Bereich erheben, eine starke Kulturabhängigkeit sowie die Abhängigkeit von den individuellen Bildungschancen des Kindes werden betont.

- **„Rechnen“ (Fertigkeitenskala, 3;0-12;5 Jahre)**

Dieser Untertest erhebt die Fertigkeiten des Kindes, „Zahlen zu erkennen, zu zählen, zu rechnen sowie sein Verständnis für mathematische Konzepte“ (ebd., S., 72), inhaltlich sind die Aufgaben in die Thematik eines Zoobesuchs eingebunden. Naturgemäß besteht der besondere Beitrag dieses Untertests in der Erfassung grundlegender mathematischer Konzepte und rechnerischer Kompetenzen.

- **„Rätsel“ (Fertigkeitenskala, 3;0-12;5 Jahre)**

Hier wird die Fähigkeit des Kindes erfasst, „den Namen eines konkreten oder abstrakten sprachlichen Konzepts herzuleiten und zu nennen, von dem ihm einige Charakteristika vorgegeben werden“ (ebd., S. 73). Dabei werden Fertigkeiten gemessen, die mit allgemeinem Lernen und den auditorisch-sprachlichen Kompetenzen des Kindes in Verbindung stehen. Auch hier wird eine hohe Abhängigkeit von kulturellen Einflüssen (beispielsweise im Elternhaus) eingeräumt, gleichzeitig wird die kulturell übergreifende Bedeutung dieser speziellen sprachlichen Fertigkeiten betont.

- **„Lesen/Verstehen“ (Fertigkeitenskala, 7;0-12;5 Jahre)**

Das Kind bekommt die Aufgabe, eine kurze Handlungsanweisung leise für sich zu lesen und dann wie ein Schauspieler „ohne Worte“ vorzuspielen. Um eine genügend hohe Schwierigkeit zu erzielen, werden bei den Aufgaben mit dem höchsten Schwierigkeitsgrad absichtlich Worte benutzt, die im allgemeinen nicht im Wortschatz der Altersgrup-

pe bis 12;5 Jahre zu finden sind. Neben dem Leseverständnis werden hier insbesondere Kompetenzen im visuell-motorischen Bereich der Kommunikation gemessen.

### **AID 2 (Adaptives Intelligenzdiagnostikum 2; Kubinger & Wurst 2000)**

Wie im bereits 1991 veröffentlichten AID war das Ziel der Autoren beim erweiterten und neu normierten AID 2, "ziemlich viele (komplexe und basale) Fähigkeiten, die für 'intelligentes' Verhalten verantwortlich scheinen, zu erfassen" und ein Messinstrument anzubieten, das entsprechend den diagnostischen Anforderungen in der Schul- und Leistungsdiagnostik zur Erfassung von Teilleistungsstörungen bzw. -schwächen besonders geeignet sein sollte (Kubinger & Wurst, 2000, S. 14). In Anlehnung an das Intelligenzmodell Cattells wird Intelligenz gesehen als "das Bündel aller kognitiven Voraussetzungen, die notwendig sind, um Wissen zu erwerben und Handlungskompetenzen zu entwickeln", hier sollen Prozesse wie Wahrnehmung, Erkennen, Vorstellen, Urteilen, Gedächtnis, Lernen erfasst werden (ebd., S. 30).

Der AID 2 besteht aus insgesamt 14 Untertests, von denen drei Tests fakultativ zu verwendende Zusatztests sind. Die 11 Tests der hier zum Einsatz gekommenen Standardvorgabe können dabei zwei unterschiedlichen Fähigkeitsbereichen zugeordnet werden:

- **Verbal-akustische** Fähigkeiten (Untertests: „Alltagswissen“, „Angewandtes Rechnen“, „Unmittelbares Reproduzieren - numerisch“, „Synonyme Finden“, „Funktionen Abstrahieren“, „Soziales Erfassen und Reflektieren“) sowie
- **manuell-visuelle** Fähigkeiten (Untertests: „Realitätssicherheit“, „Soziale und Sachliche Folgerichtigkeit“, „Kodieren und Assoziieren“, „Antizipieren und Kombinieren-figural“, „Analysieren und Synthetisieren-abstrakt“).

Mögliche Zusatztests sind „Unmittelbares Reproduzieren - figural/abstrakt“, „Merken und Einprägen“ sowie „Strukturieren – visumotorisch“.

Der AID 2 ist zwar in der inhaltlichen Auswahl von Untertests am Testkonzept von Wechsler (z.B. HAWIK III, s. unten) orientiert, er unterscheidet sich jedoch davon prinzipiell durch die an der probabilistischen Testtheorie orientierte, „adaptive“ Vorgabe der meisten Untertests. Dies bedeutet, dass den Kindern zunächst ein an ihrem Alter orientierter Einstiegs-Aufgabenblock vorgegeben wird, in Abhängigkeit von der Richtigkeit der beantworteten Aufgaben wird die Schwierigkeit des nächsten Blocks bestimmt etc. So

ergeben sich pro Untertest dem jeweiligen Leistungsniveau des Kindes optimal angepasst zwei bis drei Aufgabenblöcke à jeweils fünf Aufgaben. Nur die Untertests „Realitätssicherheit“, „Unmittelbares Reproduzieren – numerisch“ und „Kodieren und Assoziieren“ werden konventionell vorgegeben, d.h. jedes Kind beginnt mit den gleichen Aufgaben, die dann nach aufsteigendem Schwierigkeitsgrad geordnet bis zum Erreichen eines Abbruchkriteriums durchgeführt werden. Adaptives Vorgehen verhindert motivational bedingte Einbrüche des Kindes (beispielsweise bei Kindern, die vor Erreichen ihres Leistungsniveaus viele deutlich zu einfache Aufgaben bearbeiten müssen oder durch Überforderung leistungsschwächerer Kinder in der traditionellen Vorgehensweise) und bedingt eine größere Testökonomie.

Zur Beschreibung des kognitiven Leistungsprofil eines Kindes dienen im AID 2 die sog. "(untere Grenze der) Intelligenzquantität" (dargestellt durch die schlechteste und zweit-schlechteste Untertestleistung) sowie der „Range“ der Intelligenz, d.h. die Schwankungsbreite der Testergebnisse. Für jeden Untertest liegen diesbezüglich Normierungen für das Alter 6;0 bis 15;11 Jahre vor. Etwaige Teilleistungsstörungen bilden sich deutlich in der graphischen Darstellung des Leistungsprofils ab. Zur Bestimmung eines IQ-Wertes im klassischen Sinne steht eine Umrechnungsformel zur Verfügung.

### **HAWIK III (Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder III; Tewes et al. 1999)**

Der HAWIK III stellt die deutsche Bearbeitung der Wechsler Intelligence Scale for Children III (WISC-III) dar, die 1991 von Wechsler im angloamerikanischen Sprachraum veröffentlicht wurde. Der Test beruht auf dem Intelligenzbegriff von Thurstone, wonach Intelligenz definiert wird als Zusammenspiel verschiedener Intelligenzfaktoren, die einzeln gemessen die Darstellung eines Intelligenzprofils ermöglichen und in einem Gesamt-Intelligenz-Quotienten zusammengefasst werden können. Neben der Aufteilung in Verbal- und Handlungsteil und der damit verbundenen Berechnung eines Verbal- sowie eines Handlungs-IQs können im HAWIK III auch Testwerte für die Bereiche Sprachliches Verständnis, Wahrnehmungsorganisation, Unablenkbarkeit und Arbeitsgeschwindigkeit bestimmt werden. Für sämtliche zu berechnenden Kennwerte stehen Normen für das Alter 6;0 bis 16;11 Jahre zur Verfügung.

Der HAWIK III besteht aus 13 Untertests (zehn Standard- sowie drei fakultativen Tests), die den beiden Bereichen Verbal- und Handlungsteil wie folgt zuzuordnen sind:

- **Verbal-Teil** (Untertests: „Allgemeines Wissen“, „Gemeinsamkeitenfinden“, „Rechnerisches Denken“, „Wortschatz-Test“, „Allgemeines Verständnis“, fakultativ: „Zahlennachsprechen“)  
versus
- **Handlungs-IQ** (Untertests: „Bilderergänzen“, „Zahlen-Symbol-Test“, „Bilderordnen“, „Mosaik-Test“, „Figurenlegen“, fakultativ: Symbol-Suche, Labyrinth-Test).

Orientiert an der Darstellung von Preusche & Leiss (2003) zeigt **Tabelle 2-4** den Vergleich der verwendeten IQ-Tests; hier wurden die Untertests von K-ABC, AID 2 und HAWIK III nach der Vergleichbarkeit untersuchter Konstrukte sortiert.

**Tab. 2-4: Vergleich der Untertests von K-ABC, AID 2 und HAWIK III (nach Preusche & Leiss 2003)**

| Untersuchte Konstrukte  | Untertests K-ABC                                 | Untertests AID 2   | Untertests HAWIK-III        |
|---|--|--|-----------------------------|
| <b>Alltags-/Faktenwissen</b>                                  | Gesichter und Orte                               | Alltagswissen  | Allgemeines Wissen          |
| <b>Allgemeines soziales Verständnis</b>                       |  | Soziales Erfassen und sachliches Reflektieren  | Allgemeines Verständnis     |
| <b>Wortschatz</b>   | Wortschatz                                       | Synonyme finden  | Wortschatz-Test             |
| <b>Begriffsbildung/verbales Schlussfolgern</b>                |  | Funktionen abstrahieren  | Gemeinsamkeiten finden      |
| <b>Analoges/logisches Denken</b>                              | Bildhaftes Denken; Rätsel                        |  |                             |
| <b>Genauigkeit visueller Wahrnehmung</b>                      | Gestaltschließen                                 | Realitätssicherheit  | Bilderergänzen; Symbolsuche |
| <b>Serialität – visueller Bereich</b>                         | Fotoserien                                       | Soziale und sachliche Folgerichtigkeit   | Bilderordnen                |
| <b>Kurzfristige auditive Merkfähigkeit</b>                    | Zahlennachsprachen                               | Unmittelbares Reproduzieren – numerisch; Merken und Einprägen                          | Zahlennachsprechen          |
| <b>Visuelle Merkfähigkeit und visumotorische Koordination</b> | Räumliches Gedächtnis; Wortreihe; Handbewegungen | Unmittelbares Reproduzieren – figural/abstrakt; Kodieren und Assoziieren - Assoziieren |                             |

|   |                                      |   |                                 |
|---|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| <b>Visuelle Merkfähigkeit</b>   | Wiedererkennen von Gesichtern        |   |                                 |
| <b>Gestalterfassen durch schlussfolgerndes Denken</b>                       | Gestaltschließen; Zauberfenster      | Antizipieren und Kombinieren                                  | Figurenlegen                    |
| <b>Raumwahrnehmung/ Analyse und Synthese</b>                                | Dreiecke                             | Analysieren und Synthetisieren; Strukturieren – visumotorisch | Mosaiktest                      |
| <b>Planungsfertigkeit/ Raumwahrnehmung</b>                                  |                                      |   | Labyrinth-Test                  |
| <b>Visumotorische Koordination/Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit</b> |                                      | Kodieren und Assoziieren - Kodieren                           | Zahlen-Symbol-Test; Symbolsuche |
| <b>Lesen</b>  | Lesen/Buchstabieren; Lesen/Verstehen |   |                                 |
| <b>Umgang mit Zahlen/ Rechenfertigkeiten</b>                                | Rechnen                              | Angewandtes Rechnen   | Rechnerisches Denken            |

### 2.1.3.2.2 Messung der Aufmerksamkeitsleistung mit der TAP (Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; Zimmermann & Fimm 1993, Fimm & Zimmermann 2001)

Die computergestützte Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) wurde ursprünglich zur Diagnostik von Patienten mit traumatischen Hirnschädigungen entwickelt, die oft Beeinträchtigungen in der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsleistung zeigen (Zimmermann & Fimm 1993). Die einzelnen Untertests sind dabei jeweils von geringer Komplexität. Auf das Auftreten bestimmter optischer und/oder akustischer Reize auf dem Bildschirm muss mit einem Tastendruck reagiert werden.

Dabei werden die folgenden unterschiedlichen Aspekte von Aufmerksamkeit erhoben:

- Die Fähigkeit, in Erwartung eines relevanten Reizes ein hohes Aufmerksamkeitsniveau herzustellen und dieses zu halten.
- **Selektive Aufmerksamkeit:** Die Fähigkeit, sich relevanten Reizen zuzuwenden und sie selektiv zu erfassen.

- **Geteilte Aufmerksamkeit:** Die Fähigkeit, Aufmerksamkeit auf zwei oder mehr Reize gleichzeitig zu richten,
- **Vigilanz:** Daueraufmerksamkeit, d. h. die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten und dabei auf nur selten auftauchende relevante Reize zu reagieren; irrelevante Reize müssen ignoriert werden.

In der hier vorliegenden Studie wurden folgende sieben Untertests verwendet, die die oben genannten Komponenten von Aufmerksamkeit operationalisieren: „Alertness“, „Geteilte Aufmerksamkeit“, „Go-Nogo-Test“, „Inkompatibilität“, „Reaktionswechsel“, „Visuelles Scanning“, „Vigilanztest“.

Zur Auswertung werden Reaktionszeiten, Fehler, richtige Reaktionen und Auslassungen erfasst, die Auswertung erfolgt computergesteuert. In der verwendeten TAP-Version 1.6 liegen Normen für die hier untersuchte Altersgruppe weitestgehend vor (Fimm & Zimmermann, 2001), bei der Computerauswertung fehlende Werte wurden den Normierungen in den Veröffentlichungen von Kunert et al. (1996) sowie Földenyi et al. entnommen (1999).

#### **2.1.3.2.3 Messung der Sprachentwicklung (HSET, PET)**

Bei der Messung der Sprachentwicklung wurden insgesamt acht Untertests aus dem Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET) sowie dem Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET) mit dem Ziel ausgewählt, eine ausgewogene Mischung aus rezeptiven und produktiven sowie semantischen und syntaktischen Aspekten in vertretbarer Zeit überprüfen zu können. Die beiden Testverfahren sowie die ausgewählten Untertests werden im Folgenden skizziert.

#### **HSET (Heidelberger Sprachentwicklungstest; Grimm & Schöler 1991)**

Ausgehend von der Grammatiktheorie wurden auf der Grundlage der Arbeiten von Chomsky und Oevermann die sprachlich-linguistische sowie die sprachlich-pragmatische Kompetenz als markante Kennzeichen der Sprachentwicklung gewählt (vgl. Grimm & Schöler 1991). Zur Erfassung der genannten Kompetenzen haben die Autoren diese Testbatterie entwickelt, die prüfen soll, „ob und in welchem Ausmaß ein Kind verschiedene sprachliche Fähigkeiten erworben hat.“ (ebd., S. 5). Dabei zielen die

verschiedenen Untertests insbesondere darauf ab, das (nicht bewusste) Regelwissen des Kindes bezüglich seines Sprachverständnisses und der Sprachproduktion abzubilden.

Folgende vier Tests wurden aus den insgesamt 13 Untertests des HSET ausgewählt:

- **Verstehen grammatischer Strukturformen:** Das Kind bekommt die Aufgabe, ihm vorgelesene Sätze mittels Spielfiguren darzustellen. Aus der Richtigkeit der Subjekt-Objekt-Unterscheidung kann auf das erworbene grammatische Regelwissen geschlossen werden.
- **Plural-Singular-Bildung:** Anhand von Bildvorlagen soll das Kind die Einzahl- und Mehrzahlbildung bei „echten“ Wörtern sowie sinnlosen „Kunstwörtern“ vollziehen. Diese Aufgabe lässt ebenfalls Rückschlüsse auf die bereits erworbenen linguistischen Fähigkeiten zu.
- **Wortfindung:** Zu jeweils drei vorgegebenen Wörtern soll das Kind ein viertes, passendes finden. Dabei wird die Fähigkeit überprüft, den gemeinsamen Bedeutungsinhalt der Wörter zu erkennen und auf dieser Grundlage über- oder gleichgeordnete Relationen abzuleiten und sprachlich wiederzugeben.
- **Benennungsflexibilität:** Die Fähigkeit zur Rollenübernahme sowie deren sprachliche Abbildung werden durch die Aufgabe untersucht, eine gleichbleibende Person unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu anderen Personen unterschiedlich zu benennen.

Für die Subtests liegen Normen für die Altersgruppe von 4;0 bis 9;11 Jahren vor. Wenn damit auch nicht das gesamte Altersspektrum der hier untersuchten Kinder abgedeckt wird, lassen jedoch zumindest Auffälligkeiten in diesem Bereich Rückschlüsse auf eine nicht altersentsprechende Sprachentwicklung zu. Da normierte Sprachentwicklungstests für ältere Kinder fehlen, wurden die genannten Tests mit allen untersuchten Kindern trotz dieses Mangels durchgeführt.

### **Psycholinguistischer Entwicklungstest (PET; Angermaier 1977)**

Der Psycholinguistische Entwicklungstest (PET) ist die deutsche Form des Illinois Test of Psycholinguistic Abilities von Kirk et al (1968). Ausgehend von einem psycholinguistischen Kommunikationsmodell repräsentieren die Untertests im PET zwei Stufen, auf

denen die Organisation der Sprache stattfindet: Tests auf der **Repräsentationsstufe** überprüfen komplexere Vermittlungsprozesse, bei denen Symbole als Träger der Bedeutung eines Gegenstandes benutzt werden, Tests auf der **Integrationsstufe** (= „Stufe der Automatik und Sequenzen“) erfassen hochorganisierte und integrierte Funktionen wie Wahrnehmungsgeschwindigkeit, die Wiedergabefähigkeit von Gesehenem oder Gehörtem, das Lernen von Reihen (vgl. Angermaier 1977).

Folgende vier Untertests des PET kamen in der Studie zum Einsatz:

Tests auf der Repräsentationsstufe:

- **Wortverständnis:** Fragen mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad müssen mit "ja" oder "nein" beantwortet werden. Es geht um die Fähigkeit, verbal vermittelte Informationen zu verstehen.
- **Sätze ergänzen:** Hier wird das Kind dazu angehalten, begonnene vorgelesene Sätze durch Analogienbildung zu beenden. Auf diese Weise wird die Fähigkeit des Kindes erfasst, aus Gehörtem Beziehungen abzuleiten.

Tests auf der Integrationsstufe (Stufe der Automatik und Sequenzen)

- **Grammatik-Test:** Der Test misst die Fähigkeit des Kindes, grammatische und syntaktische Regeln automatisiert zu benutzen. Hierzu müssen wiederum unvollständige Aussagen vom Kind komplettiert werden.
- **Wörter ergänzen:** Das Kind soll aus mit Lautauslassungen vorgelesenen Wörtern die richtigen Wörter erkennen und diese benennen. Diese Aufgabe lässt Rückschlüsse auf Organisationsprozesse zu.

Für den PET liegen Normierungen für Kinder in der Altersgruppe von 3;0 bis 9;11 Jahren vor, es gelten also die bereits bei der Beschreibung des HSET genannten Einschränkungen bezüglich der Interpretation bei älteren Studienteilnehmern.

#### **2.1.3.2.4 Messung der feinmotorischen Fertigkeiten mit der MLS (Motorische Leistungsserie, Version 3.00; nach Schoppe 1997)**

Die Motorische Leistungsserie ist ein Diagnoseinstrument zur Erfassung feinmotorischer Funktionen, das auf der Grundlage der von Fleishman (1972) genannten „Faktoren der Feinmotorik“ entwickelt wurde. Diese Faktoren werden als Fähigkeiten („Abilities“) betrachtet, die durch die biologische Ausstattung bzw. frühere Erfahrung

und Übung bedingt sein können (s. Handbuch MLS). Zur Verfügung stand die MLS als Bestandteil des Wiener Testsystems der Firma Schuhfried, bei der die einzelnen Tests computergesteuert vorgegeben und ausgewertet werden.

Für die MLS liegen je nach Einsatzbereich, untersuchter Altersgruppe und Fragestellung standardisierte Testabfolgen vor. In dieser Studie wurde die MLS-Version nach Vasella verwendet, die in je einer Variante für Rechts- bzw. Linkshänder durchgeführt werden kann (vgl. Handbuch zum Wiener Testsystem; Motorische Leistungsserie, Version 3.00). Die Bestimmung der Händigkeit der Probanden erfolgte mit Hilfe des Edinburgh-Tests (Oldfield 1971). Bei der Normierung ergeben sich Interpretationseinschränkungen für jüngere Kinder, da Normen für die Altersgruppe von 7;0 bis 20;11 vorliegen.

Folgende Untertests werden bei dieser standardisierten Form der MLS durchgeführt (jeweils in einem ersten Durchgang mit der dominanten Hand, dann in einem zweiten Durchgang mit der nicht-dominanten Hand):

- **Steadiness:** Der Untertest überprüft die Fähigkeit, Arm- und Handstellungen präzise einzunehmen und beizubehalten, indem der Griffel in ein Loch der Arbeitsplatte mit 5,8 mm Durchmesser so zu halten ist, dass der Rand nicht berührt wird.
- **Liniennachfahren:** Das Kind soll eine in die Arbeitsplatte eingefräste Linie mit dem Griffel ohne Berührung des Seitenrande bzw. des Bodens nachfahren, hier wird die Präzision der Arm-Hand-Geschwindigkeit bestimmt.
- **Aiming:** Zur Überprüfung kleinräumiger Zielbewegungen müssen 20 in einer Reihe angeordnete Messingpunkte mit einem Durchmesser von 5 mm von dem Kind mit dem Griffel nacheinander „angetippt“ werden.
- **Tapping:** Über einen Zeitraum von 32 Sekunden soll das Kind möglichst oft auf ein kleines Quadrat (ca. 4 cm x 4 cm) klopfen. Die erfasste Trefferzahl und –dauer dient der Erfassung der Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit.
- **Lange Stifte einstecken:** Aus einer Schachtel mit 25 ca. 30 mm langen Stiften sind diese einzeln nacheinander zu entnehmen und in auf der Arbeitsplatte be-

findliche Lochungen einzustecken. Die Gesamtdauer dient als Maß für die Hand- bzw. Fingergeschicklichkeit.

#### **2.1.3.2.5 CBCL (Child Behavior Check List, Fragebogen zur Verhaltensbeurteilung durch die Eltern; Döpfner et al. 1998)**

Da Kinder mit chronischen Erkrankungen oft Verhaltensauffälligkeiten entwickeln und um bestehende Ressourcen beurteilen zu können, wurden die Eltern zu den Diagnostikterminen gebeten, die Child Behavior Check List (CBCL) bezüglich ihres Kindes auszufüllen.

Zum Einsatz kam die Deutsche Bearbeitung der Child Behavior Checklist (CBCL/4-18) (Döpfner et al. 1998). Bei der amerikanischen Originalausgabe der CBCL handelt es sich um ein international anerkanntes und eingesetztes Verfahren zur Verhaltensbeurteilung von Kindern und Jugendlichen, das von Achenbach und Edelbrock in einer ersten Fassung 1983 veröffentlicht wurde. Der Fragebogen erfragt das Elternurteil bezüglich „Kompetenzen, Verhaltensauffälligkeiten und emotionalen Auffälligkeiten von Kindern und Jugendlichen im Alter von 4-18 Jahren“ (Döpfner et al. 1998/Handanweisung).

Im ersten Teil des Verfahrens werden die Kompetenzen des Kindes bzw. Jugendlichen erfasst. Im zweiten Teil werden die Eltern aufgefordert, ihre Kinder bezüglich 120 Items zu beurteilen, in denen Verhaltens- und emotionale Auffälligkeiten sowie körperliche Beschwerden beschrieben werden. Bezogen auf die vorausgegangenen sechs Monate soll die Beurteilung auf einer dreistufigen Skala von 0 (= nicht zutreffend) bis 2 (= genau) erfolgen (vgl. Döpfner et al. 1998).

Auf der Grundlage faktorenanalytischer Analysen lässt sich die Verhaltensbeurteilung der Eltern auf „Kompetenzskalen“ und „Syndromskalen“ zusammenfassen. Die Auswertung des ersten Fragebogenabschnitts führt zur Beurteilung der Aktivitäten sowie sozialer und schulischer Kompetenzen, die zu einem Gesamtwert für Kompetenzen zusammengefasst werden. Aus dem zweiten Teil des Fragebogens lassen sich acht Syndromunterskalen abbilden („Sozialer Rückzug“, „Körperliche Beschwerden“, „Ängstlich-depressiv“, „Soziale Probleme“, „Schizoid/Zwanghaft“, „Aufmerksamkeitsprobleme“, „Dissoziales Verhalten“ und „Aggressives Verhalten“). Diese acht Skalen lassen sich mit Hilfe weiterer Faktorenanalysen auf drei Gruppen von Auffälligkeiten zusammenfassen, denen die Unterskalen wie folgt zuzuordnen sind:

- **Internalisierende Auffälligkeiten** (Unterskalen: „Sozialer Rückzug“, „Körperliche Beschwerden“, „Ängstlich-depressiv“);
- **Externalisierende Auffälligkeiten** (Unterskalen: „Dissoziales Verhalten“, „Aggressives Verhalten“);
- **Gemischte Auffälligkeiten** (Unterskalen: „Soziale Probleme“, „Schizoid/Zwanghaft“, „Aufmerksamkeitsprobleme“).

Für die Syndromskalen „Internalisierende Auffälligkeiten“ bzw. „Externalisierende Auffälligkeiten“ können in der Altersgruppe von 4-18 Jahren geschlechtsabhängige Normwerte berechnet werden, die wiederum in einen Gesamtwert bezüglich der Syndromskalen einfließen.

## **2.2 Therapie**

Die nach der umfassenden Eingangsdiagnostik für die Aufnahme in die Studie geeigneten Kinder wurden bei Zustimmung sowohl der Kinder als auch der Eltern zufällig den drei verschiedenen Untersuchungsbedingungen zugeteilt. Neben der schriftlichen Einverständniserklärung der Eltern wurde auch mit jedem Kind ein „Vertrag“ abgeschlossen (s. Beispiel im Anhang).

Während der ersten 24h-EEG-Messung wurde bei den Kindern die erste neuropsychologische Testuntersuchung durchgeführt.

Je nach Gruppenzuteilung wurden in den drei Untersuchungsgruppen folgende Interventionen durchgeführt:

### **2.2.1 Experimentalgruppe: Neurofeedbacktraining**

Die Kinder der Experimentalgruppe wurden in zwei Trainingsblöcken à drei Wochen und zwei Wochen mit einer dazwischen liegenden Pause von acht Wochen an den Werktagen in ca. einstündigen Sitzungen trainiert. So ergaben sich pro Kind mindestens 25 Trainingssitzungen. Während der achtwöchigen Pause sollten die Kinder möglichst einmal pro Woche zu einer „Auffrischungssitzung“ kommen, dies war allerdings aufgrund der individuellen Zeitplanung der Kinder bzw. der beteiligten Familien nicht immer umzusetzen (wenn beispielsweise Ferienfahrten der Familie o.ä. bereits seit Längerem geplant waren). Darüber hinaus wurden die Kinder dazu angeleitet, das im Biofeedbacktraining Erlernte zu Hause „in sensu“ vor dem Schlafengehen einzuüben. Hierzu wurde von den Kindern ein sogen. „Detektivbogen“ (s. Anhang) während des gesamten Untersuchungszeitraums geführt. Für gesammelte Punkte konnten zu vereinbarten Zeitpunkten Belohnungen (= Verstärker) eingetauscht werden.

Bei jedem Kind wurden in Abhängigkeit von den im 24-Stunden-Langzeit-EEG gefundenen Auffälligkeiten gemeinsam mit dem kooperierenden Arzt der Entwicklungsneurologie acht Ableitungspunkte festgelegt, die dann bipolar abgeleitet wurden (jeweils vier Punkte auf der rechten Seite, vier auf der linken Seite).

Den Kindern wurden während der Trainingssitzung ihre Spikes optisch (Unterbrechung eines Comics) und akustisch (Unterbrechung von Musik) rückgemeldet, eine operante

Verstärkung des zu lernenden Verhaltens („spikefreie“ Zeiten) erfolgte durch das Sammeln von Punkten, die am Ende einer Sitzung direkt gegen eine Belohnung eingetauscht werden konnten. Zusätzlich konnten die Kinder – wie oben bereits erwähnt – durch Üben außerhalb der Trainingssituation gesammelte Punkte in Verstärker eintauschen. Die einzelnen Elemente des Trainings werden im Folgenden ausführlicher dargestellt.

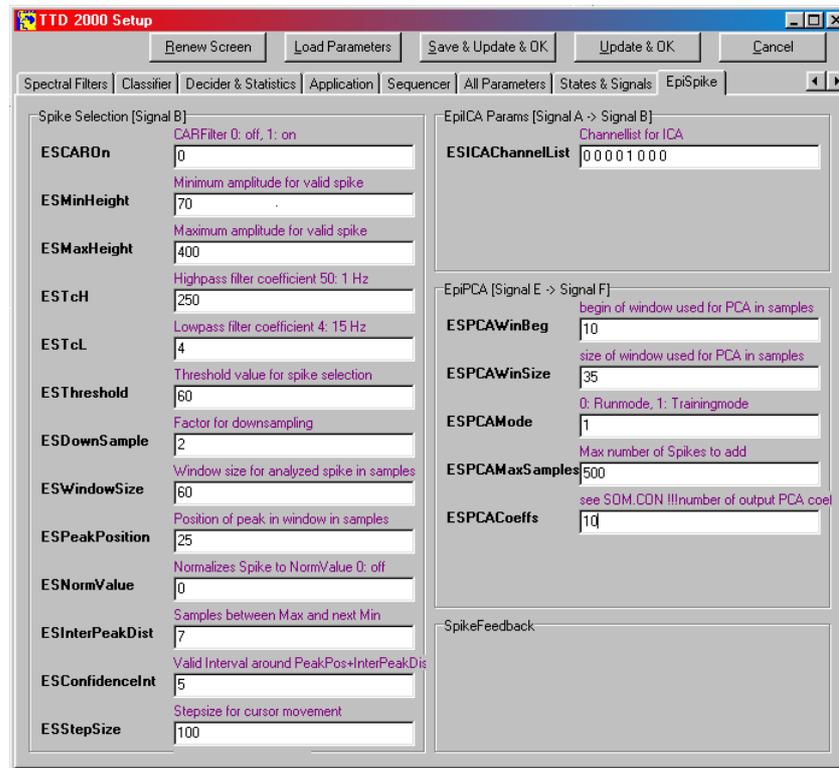
### **2.2.1.1 Spike-Detection**

Die EEG-Ableitung orientierte sich an dem international verwendeten 10/20-System nach Jasper (1958) und erfolgte während der Biofeedbacksitzung mit Hilfe eines Elektrodenhaubensystems der Fa. GVB-geliMED (Bad Segeberg), es wurden jeweils acht Kanäle abgeleitet.

Ziel des Spike-Detection-Ansatzes ist es, Spikes online zu erkennen und dem Kind rückzumelden. Schroeder und weitere Kollegen am Lehrstuhl für Technische Informatik der Universität Tübingen entwickelten in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie ein spezielles Spike-Detection- und Rückmelde-System (vgl. Schroeder et al. 2002). Eine zeitnahe Rückmeldung in sogen. „real-time“ ist unabdingbar. Da ein menschlicher Experte für eine kontingente Rückmeldung zu viel Zeit benötigen würde, musste für die vorliegende Studie eine automatische Spike-Erkennungs-Methode entwickelt werden.

Die Charakteristika der Spikes (Lokalisation, Höhe der Amplitude etc.) können sich sowohl zwischen den Kindern interindividuell wie auch bei einem Kind intraindividuell (bspw. bei länger auseinander liegenden Sitzungen) unterscheiden. Deshalb muss das Spike-Detection-System das Erkennen der für das Kind charakteristischen Spikes „lernen“ können. Unter Ausnutzung künstlicher neuronaler Netzwerke wird diese in dem hier verwendeten System umgesetzt (vgl. dazu Schroeder et al. 2002). Dazu wird das System vor jeder Biofeedbacksitzung vor Anwesenheit des Patienten durch einen EEG-kundigen Experten „trainiert“. Dies geschieht in der ersten Biofeedbacksitzung auf der Grundlage von EEG-Aufzeichnungen, die in einer vorausgegangenen etwa 40-minütigen Baselinesitzung mit dem jeweiligen Kind ohne Rückmeldung der Spikes erhoben wurden. Bei den übrigen Sitzungen werden die Daten der letzten vorausgegangenen Sitzung zugrunde gelegt, bei der Spikes aufgetreten sind.

**Abbildung 2-1** zeigt eine beispielhafte Filter- und Merkmaleinstellung, die die Charakteristika der Spikes eines Untersuchungskindes beschreibt und vor dem Training der Spike-Detection festgelegt werden muss.



**Abb. 2-1:** Beispielhafte Einstellung der Filter, Amplituden, Schwellen etc. für die Spike-Erkennung

Während die EEG-Daten der zugrundegelegten Sitzung im System eingespielt werden, sammelt dieses „Kandidaten“ für EEG-Muster, die die für das Kind charakteristischen Spikes treffend darstellen. In **Abbildung 2-2** finden sich Spikes im gelb angezeigten EEG-Kanal 6, die vom System bereits gesammelten Spike-Kandidaten werden unten rechts angezeigt.

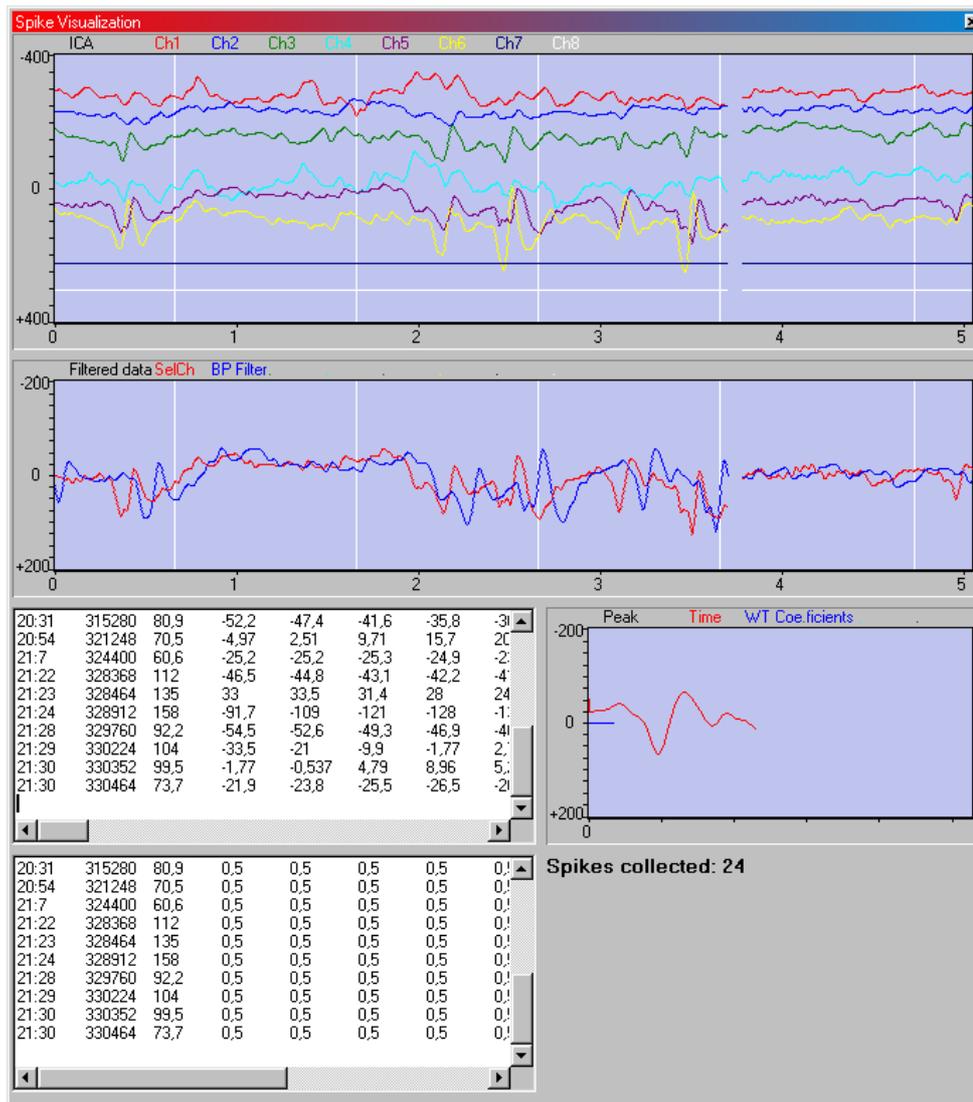
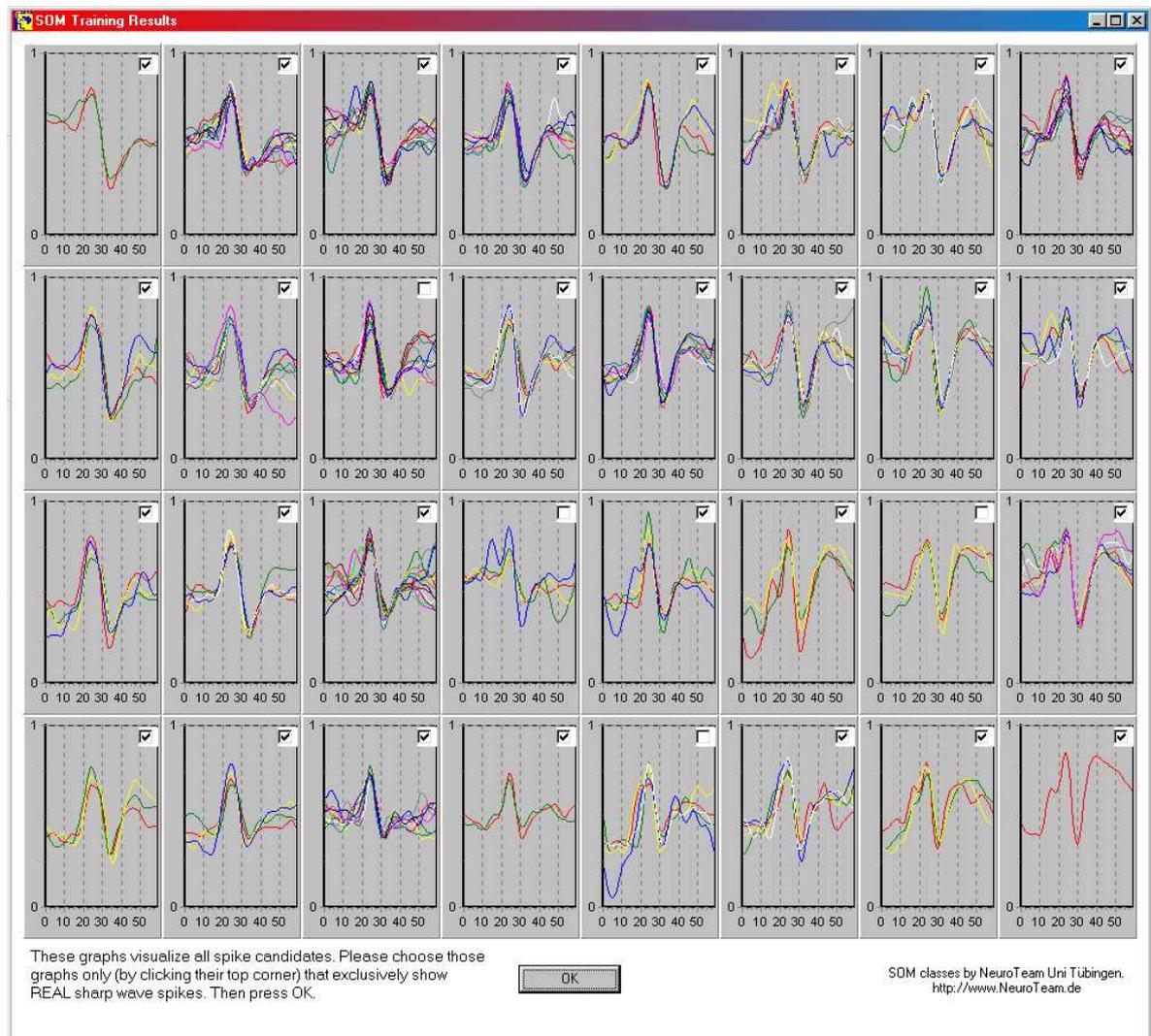


Abb. 2-2: Anzeige für den Untersuchungsleiter während des Spike-Detection-Trainings

Nach Verarbeitung der eingespielten früheren Sitzung erstellt das Spike-Detection-Programm unter Nutzung künstlicher neuronaler Netze eine sogen. „selforganizing map“ (= SOM), in der sämtliche vom System als Spikes erkannte Muster dargestellt werden. Die Aufgabe des Biofeedbacktherapeuten besteht nun darin, solche Kandidaten zu markieren, die eindeutig dem Muster eines Spikes entsprechen (d.h. die typischen fünf Komponenten der Sharp waves müssen deutlich erkennbar sein). Wichtig ist an dieser Stelle, falsch positive Rückmeldungen an den Patienten auszuschließen, da diesem ansonsten im anschließenden Biofeedbacktraining möglicherweise falsche Lernerfahrungen vermittelt und bspw. nicht-pathologische, „gesunde“ EEG-Muster verlernt

werden. **Abbildung 2-3** zeigt eine sogen. „trainierte SOM“, bei der die vom Untersucher als Spikes bestätigten Kandidaten markiert sind.



**Abb. 2-3: Trainierte SOM**

Auf der Grundlage der trainierten SOM kann nun die Biofeedbacksitzung mit dem Patienten durchgeführt werden, in der das Spike-Detection-Programm mit einer Latenz von unter 100 msec nach Auftreten eines bekannten Spikemusters einen Spike meldet.

Treten neue, d.h. in der trainierten SOM nicht bestätigte Spikemuster auf, können diese vom Programm nicht erkannt werden. Dies erscheint unproblematisch, da die Sicherheit der Spikerückmeldung im operanten Setting insbesondere falsch positive Rückmeldungen ausschließen soll. Der bisher vom Spike-Detection-System nicht erkannte Spiketyp

wird dann in der nächsten Sitzung mit der beschriebenen Methode in das System integriert.

### 2.2.1.2 Neurofeedback

In der Biofeedbacksitzung werden dem Patienten Spikes online rückgemeldet und das zu erlernende Verhalten (d.h. ‚spikefreie‘ Zeiten) mithilfe operanter Verstärkermethoden belohnt. Wie **Abbildung 2-4** zu entnehmen ist, bekommt das Kind dazu eine optische Rückmeldung auf einem eigenen kleinen Bildschirm, während der Therapeut auf einem zweiten Bildschirm die EEG-Ableitung und Spike-Detection bzw. Rückmeldung simultan einsehen kann.

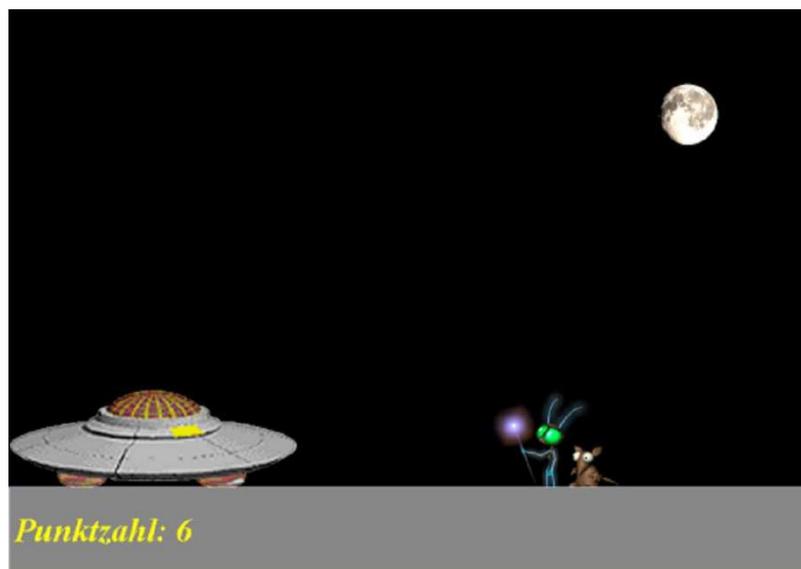


**Abb. 2-4: Versuchsanordnung während Biofeedbacksitzung**

Auf dem Bildschirm ist ein kleiner, sich immer wiederholender Comic zu sehen, bei dem die Fantasiefigur „Ooby-Dooby“ sich mit ihrem Raumschiff auf den Weg ins Weltall macht, um dort auf einem fremden Stern einen außerirdischen Freund abzuholen und mit diesem auf die Erde zurückzukehren (s. **Abbildung 2-5**). Die ständige Wiederholung des Comics und die damit zunehmende Eintönigkeit bzw. gewisse Langeweile während der Sitzung sind beabsichtigt, da Spikes bekanntermaßen insbesondere in Situationen der Dösigkeit bzw. nicht intensiv gerichteter Aufmerksamkeit auftauchen.

Es gilt hier, eine Situation zu schaffen, die das Auftreten von Spikes begünstigt, um diese rückzumelden.

Der Comic wird zusätzlich von einer meditativen, „sphärenartig“ klingenden Musik begleitet, die die beschriebene Atmosphäre verstärkt und neben der optischen Modalität eine akustische Rückmeldungsmöglichkeit bietet. Wie **Abbildung 2-5** zu entnehmen ist, wird auf dem Bildschirm unten links eine Punktzahl eingeblendet, die im Sitzungsverlauf permanent aktualisiert wird.



**Abb. 2-5: Blick auf den „Patientenbildschirm“, Ausschnitt aus Comic: Ooby-Dooby (mit Licht in der Hand) mit seinem außerirdischen Freund auf dem Weg zum Raumschiff**

„Spikefreie“ Zeiten werden von einem stetigen Ansteigen der eingeblendeten Punktzahl begleitet und somit kurzfristig positiv verstärkt. Bei Auftreten von Spikes erfolgen eine Unterbrechung sowohl des Comics als auch der Musik sowie ein „Einfrieren“ des Punktestandes, d.h. in dieser Zeit können keine zusätzlichen Punkte gewonnen werden. Sobald im EEG des Kindes keine Spikes mehr gefunden werden, werden sowohl Comic als auch Musik und die Punktezahlung fortgesetzt.

Nach Abschluss der etwa 40-minütigen Biofeedbacksitzung können die in der Sitzung gesammelten Punkte direkt in eine Belohnung getauscht werden. Hierzu stehen insgesamt vier Kisten mit zunehmend größeren bzw. attraktiveren Belohnungen zur Verfügung. Nach einem mit dem Kind verhandelten Verstärkersystem darf es in Abhängigkeit vom erreichten Punktestand eine Belohnung wählen. Die diesbezüglichen Vereinbarungen werden in einem „Belohnungsbogen“ (s. Anhang) gemeinsam mit dem Kind

dokumentiert und können im Sinne eines graduierten Shapings (vgl. Galbicka 1994, Staddon & Cerutti 2003) im Schwierigkeitsgrad an die aktuellen Lernerfolge des Kindes angepasst werden. Die in den einzelnen Sitzungen erreichten Punktzahlen werden nach der Sitzung gemeinsam mit dem Kind in einer „Punkte-Kurve“ (s. Anhang) eingetragen. Um einen Transfer in den Alltag zu ermöglichen, soll der Patient auch zwischen den Sitzungen üben. Dazu wird das Kind angehalten, möglichst vor dem Schlafengehen – also in einem Zustand der Dösigkeit – die mitgegebene „Ooby-Dooby-Musik“ anzuhören. Falls das Kind in den Sitzungen bereits eine Strategie zur Spikeunterdrückung entwickelt hat, soll es diese nun „üben“. Auf einem Selbstbeobachtungsbogen (= „Detektivbogen“, s. Anhang) darf das Kind mit Aufklebern markieren, wie häufig es die vereinbarte Aufgabe umgesetzt hat.

### **2.2.2 Kontrollgruppe 1: Aufmerksamkeitstraining**

Bei den Kontrollgruppe 1 zugeordneten Kindern wurden analog zur Experimentalgruppe gleich viele Trainingssitzungen mit entsprechend gleich langen Pausen etc. durchgeführt. Das Training der beiden Kinder fand in einer kleinen „Gruppe“ statt und bestand aus Elementen des Strategietrainings aus dem Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern nach Lauth & Schlotzke (2002). Auch hier konnten während der Sitzungen Punkte erworben werden, die nach einem mit den Kindern vereinbarten Verstärkersystem in Belohnungen umgetauscht wurden. Der Transfer der im Training geübten neuen Verhaltensweisen in den Alltag wurde ebenfalls anhand eines Detektivbogens dokumentiert und durch Verstärkertausch belohnt.

### **2.2.3 Kontrollgruppe 2: Klassische Behandlung**

Die Kinder der Kontrollgruppe 2 wurden „konventionell“ weiter behandelt, d.h. die vor Aufnahme in die Studie durchgeführte Therapie wurde fortgesetzt. Die Kinder wurden zusätzlich an drei festgelegten Terminen (zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Studie sowie sechs bzw. 12 Monate danach) neuropsychologisch untersucht. Außerdem wurden zu diesen Zeitpunkten 24 h-EEG-Messungen durchgeführt.

## 2.3 Ergebnisse

### 2.3.1 Patienten

Die für die Studie ursprünglich geplanten Patientenzahlen mit jeweils fünf Kindern pro Untersuchungsgruppe konnten aus verschiedenen, nicht vorhersehbaren Gründen nicht realisiert werden. Von den insgesamt 19 voruntersuchten und teilweise bereits in die Studie aufgenommenen Patienten schieden drei Kinder wegen spontan deutlich verringerter Sharp-Wave-Entladungen aus, ein Kind erfüllte einen Teil der Aufnahmekriterien nicht ( $IQ < 70$ ), bei den übrigen Kindern führten zu große Entfernungen zum Wohnort oder andere persönliche Gründe zur Nichtteilnahme.

Die Studie wurde schließlich mit neun Kindern durchgeführt, von denen vier der Experimentalgruppe zugeordnet wurden, zwei Kinder wurden der Kontrollgruppe 1 zugewiesen, drei Kinder der Kontrollgruppe 2. Die Zuweisung der Patienten zu den einzelnen Gruppen erfolgte zufällig. Einen Überblick über diese Patienten bieten **Tabellen 2-5** und **2-6**. Die Kodierung der Patienten erfolgte entsprechend der in der jeweiligen Gruppe durchgeführten Intervention (s. 2.1.2), so dass sich für die Experimentalgruppe die Benennungen B1 bis B4 ergaben. In Kontrollgruppe 1 fanden sich die Kinder A1 und A2, die Patienten in Kontrollgruppe 2 wurden entsprechend als C1 bis C3 kodiert.

**Tab. 2-5: Patientenübersicht**

| Patient   | Geschlecht | Alter | Diagnose/ Vorstellungsg-<br>grund                         | Fokus/Foci   | Art der Anfälle,<br>Anfallshäufigkeit   | Aktuelle Medika-<br>tion | Händigkeit |
|-----------|------------|-------|---|--|---|--------------------------|------------|
| <b>B1</b> | w          | 10;6  | Benigne Partialepilepsie                                  | rechts okzipital   | Einziger Anfall mit<br>9 Jahren: hemi-<br>Grand Mal.                                  | -----                    | rechts     |
| <b>B2</b> | w          | 8;6   | Benigne Partialepilepsie                                  | links<br>centrotemporal,<br>rechts<br>centrotemporal     | Fokale linksseitige<br>Anfälle alle 1-2<br>Monate                                     | -----                    | rechts     |
| <b>B3</b> | w          | 8;6   | Atypische Benigne Partial-<br>epilepsie                   | links frontal, links<br>temporal, biokzipi-<br>tal       | Grand-Mal-Status<br>2;4 J. und 2;10 J.  | Orfiril, Ospanolot       | links      |
| <b>B4</b> | m          | 6;0   | Fieberkrampf, EEG typisch<br>für Benigne Partialepilepsie | links okzipital,<br>rechts okzipital,<br>rechts temporal | Fieberkrampf mit<br>2;6 J.  | -----                    | rechts     |
| <b>A1</b> | m          | 9;3   | Verdacht auf ADHS   | hinterer Vertex  | -----   | -----                    | links      |
| <b>A2</b> | m          | 6;0   | Benigne Partialepilepsie                                  | rechts temporal,<br>links temporal                       | Fieberkrämpfe im<br>Alter von 1;6 J.bis<br>2;6 J.                                     | -----                    | links      |
| <b>C1</b> | m          | 12;0  | Benigne Partialepilepsie                                  | rechts<br>centrotemporal                                 | Anfälle alle sechs<br>bis acht Wochen,<br>beim Einschlafen<br>oder morgens im<br>Bett | -----                    | rechts     |
| <b>C2</b> | m          | 9;11  | Teilleistungsschwäche                                     | biokzipital  | -----   | -----                    | rechts     |
| <b>C3</b> | m          | 8;2   | Spannungskopfschmerzen,<br>Verdacht auf ADHS              | links<br>centrotemporal,<br>rechts<br>centrotemporal     | -----   | -----                    | links      |

**Tab. 2-6: Beschreibung der Gesamtstichprobe**  
 (Verteilung auf die Untersuchungsgruppen: Experimentalgruppe/ Kontrollgruppe 1/ Kontrollgruppe 2; auf die Berechnung des Mittelwerts und Ranges in den Untergruppen wurde wegen der kleinen Gruppengrößen verzichtet)

|                   |     |         |            |   |           |
|-------------------|-----|---------|------------|---|-----------|
| <b>Geschlecht</b> |     |         |            |   |           |
| männlich          | 6   | (1/2/3) |            |   |           |
| weiblich          | 3   | (3/0/0) |            |   |           |
| <b>Alter</b>      |     |         |            |   |           |
| Mittelwert        | 8;9 | J.      |            |   |           |
| Range             | 6;0 | – 12;0  | J.         |   |           |
| <b>Fokus</b>      |     |         |            |   |           |
| frontal           | 1   | (1/0/0) | nur links  | 0 | ein Fokus |
| centrotemporal    | 5   | (2/0/2) | nur rechts | 2 | (1/0/1)   |
| temporal          | 4   | (2/2/0) | Vertex     | 1 | (0/1/0)   |
| okzipital         | 3   | (3/0/0) | beidseitig | 6 | (3/1/2)   |
| biokzipital       | 2   | (1/0/1) |            |   |           |
| Vertex            | 1   | (0/1/0) |            |   |           |
| <b>Medikation</b> |     |         |            |   |           |
| ohne              | 8   | (3/2/3) |            |   |           |
| mit               | 1   | (1/0/0) |            |   |           |
| <b>Händigkeit</b> |     |         |            |   |           |
| rechts            | 5   | (3/0/2) |            |   |           |
| links             | 4   | (1/2/1) |            |   |           |

### 2.3.2 Darstellung der Verläufe bei den einzelnen Kindern (Einzelfalldarstellung)

Da eine gruppenstatistische Analyse der erhobenen Daten in Anbetracht der kleinen Patientengruppen nur in sehr reduziertem Umfang möglich ist, sollen die elektrophysiologischen und neuropsychologischen Verlaufsdaten hier für die Patienten im Einzelnen dargestellt werden. Dabei wird für die Kinder der Experimentalgruppe und die Kinder der Kontrollgruppe 1 auch der Verlauf des jeweils durchgeführten Trainings kurz skizziert.

### 2.3.2.1 Patientin B1

#### *Elektrophysiologische Merkmale*

Bei Patientin B1 trat im 9. Lebensjahr ein erster epileptischer Anfall auf, der zur Diagnose einer Benigen Partialepilepsie führte. Im EEG findet sich ein konstanter spezifischer Fokus mit charakteristischen biphasisch-monomorphen Spikes temporo-okzipital rechts. Darüber hinaus liegt bei Patientin B1 eine kindliche Migräne vor; diese Komorbidität ist bei Kindern mit okzipitalen Spikes gehäuft zu finden (vgl. Doose 2002). Wie **Tabelle 2-7** zu entnehmen ist, traten die Spikes im Wachzustand mit einer gleichbleibend niedrigen Häufigkeit auf. Im Schlaf finden sich Spikes bei der ersten Messung mit einer Häufigkeit von etwa 36/min, zum zweiten Messzeitpunkt zeigt sich mit etwa 90/min eine deutlich erhöhte Aktivierung. Bei der letzten Messung findet sich eine Häufigkeit, die mit etwa 30/min deutlich unter der zweiten Messung liegt und im Vergleich zum ersten Messzeitpunkt etwas geringer ist.

**Tab. 2-7: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B1**

| Alter | Fokus            | Spikes/min |        |
|-------|------------------|------------|--------|
|       |                  | Wach       | Schlaf |
| 10;6  | rechts occipital | 0,54       | 36,3   |
| 10;10 | rechts occipital | 0,5        | 89,8   |
| 11;6  | rechts occipital | 0,48       | 30,67  |

#### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

Entsprechend Hypothesen 2. und 3.4 sind in Anbetracht des rechts okzipitalen Fokus Einbrüche in der visuell-ganzheitlichen Verarbeitung zu erwarten.

#### *Neuropsychologische Ergebnisse*

Die Intelligenzmessung zeigt bei insgesamt durchschnittlichen Gesamtbefunden sowohl bezüglich der einzelheitlichen wie auch der ganzheitlichen Skala und der Fertigkeiten selektive Defizite im Bereich des räumlichen Gedächtnisses und visuellen Kurzzeitgedächtnisses in beiden Messungen. So bricht die Patientin im Bereich des ganzheitlichen Denkens bei beiden Erhebungen beim Untertest „Räumliches Gedächtnis“ sowie bei der Fertigkeitenskala im Bereich „Gesichter und Orte“ ein. Im Untertest „Wortreihe“, der

einen Hinweis für die auditorisch-visuelle Integrationsfähigkeit darstellt, zeigt sie bei der zweiten Testuntersuchung einen unterdurchschnittlichen Befund.

**Tab. 2-8: Ergebnisse in der K-ABC für B1**

| Alter | Skalen (SW) |     |     |     | Subtests SED (WP) |    |          | Subtests SGD (WP) |    |    |                      |    | Subtests FS (SW) |     |     |    |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-------------------|----|----------|-------------------|----|----|----------------------|----|------------------|-----|-----|----|
|       | SIF         | SED | SGD | FS  | HB                | ZN | WR       | GS                | DR | BE | RG                   | FO | GO               | RE  | RÄ  | LV |
| 10;6  | 98          | 98  | 97  | 90  | 9                 | 11 | 9        | 11                | 8  | 12 | <b>7<sup>1</sup></b> | 10 | <b>79</b>        | 93  | 98  | 98 |
| 11;6  | 94          | 90  | 97  | 103 | 10                | 10 | <b>5</b> | 10                | 10 | 11 | <b>6</b>             | 11 | <b>85</b>        | 102 | 124 | 97 |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im sprachlichen Bereich finden sich bei den ersten beiden Messungen auffällige Befunde hinsichtlich des Verstehens grammatischer Strukturformen, die in der dritten Erhebungen nicht mehr zu objektivieren sind. Die übrigen Ergebnisse weisen durchgängig durchschnittliche Befunde aus, allerdings sind zum dritten Messzeitpunkt in verschiedenen Untertests deutliche Verbesserungen in Vergleich zur ersten Messung festzustellen.

**Tab. 2-9: Ergebnisse in HSET und PET für B1**

| Alter | Subtests HSET (PR) |      |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |      |
|-------|--------------------|------|----|----|-------------------|----|----|------|
|       | VS                 | PS   | BN | WF | WV                | SE | GT | WE   |
| 10;6  | <b>10</b>          | 95   | 76 | 54 | 79                | 42 | 74 | 69   |
| 10;10 | <b>5</b>           | 98,6 | 42 | 92 | 84                | 54 | 62 | 97,7 |
| 11;6  | 18                 | 89   | 92 | 46 | 84                | 84 | 86 | 96,4 |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Bei der Aufmerksamkeitsmessung zeigen sich selektive Auffälligkeiten in jeweils zwei Untertests, die beim dritten Untersuchungstermin nicht mehr auftreten.

<sup>1</sup> **Auffällige**, d.h. nicht im Durchschnittsbereich liegende, Befunde sind in den folgenden Tabellen **fett** markiert.

**Tab. 2-10: Ergebnisse in der TAP für B1**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |     |     |            |          |    |         |    |            |    |    |           |           |          |
|-------|-------------------|-----|---------|-----|-----|------------|----------|----|---------|----|------------|----|----|-----------|-----------|----------|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |     |     | Get. Aufm. |          |    | Inkomp. |    | Vis. Scan. |    |    |           | Reak.we.  |          |
|       | RoW               | RmW | R       | Au  | Fe  | R          | Au       | Fe | R       | Fe | Rnk        | Fe | Rk | Fe        | R         | Fe       |
| 10;6  | 42                | 16  | 38      | 58  | 38  | 98         | <b>1</b> | 50 | 18      | 50 | 92         | 25 | 95 | <b>14</b> | 18        | 25       |
| 10;10 | 42                | 54  | 38      | 58  | 50  | 98         | 38       | 50 | 42      | 75 | 24         | 31 | 30 | 50        | <b>12</b> | <b>4</b> |
| 11;6  | 21                | 34  | 50*     | 50* | 25* | 46         | 42       | 79 | 54      | 50 | 58         | 31 | 98 | 75        | 38        | 50       |

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |     |                  |     |     |
|-------|-------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |     |     | Vigil. Min. 1-10 |     |     |
|       | R                 | Au  | Fe  | R                | Au  | Fe  |
| 10;6  | 95                | 75  | 75  | 90               | 90  | 25  |
| 10;10 | 90                | 75  | 50  | 90               | 50  | 50  |
| 11;6  | 95*               | 95* | 50* | 95*              | 50* | 50* |

\* nach Normen für 9-10jährige; Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Im feinmotorischen Bereich finden sich deutliche Beeinträchtigungen bezüglich der Geschwindigkeit der Arm-Hand- sowie der Handgelenks-Finger-Koordination zu sämtlichen Messzeitpunkten.

**Tab. 2-11: Ergebnisse in der MLS für B1**

| Alter | Subtests dominante Hand / rechts (PR)      |     |           |          |     |           |     |     |           |    |          |
|-------|--|-----|-----------|----------|-----|-----------|-----|-----|-----------|----|----------|
|       | SF   | SFD | LF        | LFD      | LGD | AF        | ATR | AFD | AGD       | TA | LSG      |
| 10;6  | 65   | 73  | 19        | 25       | 75  | 100       | 98  | 100 | <b>4</b>  | 13 | <b>3</b> |
| 10;10 | 38   | 59  | <b>12</b> | 19       | 47  | <b>50</b> | 94  | 100 | <b>11</b> | 21 | <b>4</b> |
| 11;6  | 52   | 59  | <b>14</b> | 53       | 73  | <b>50</b> | 94  | 100 | 52        | 33 | <b>1</b> |
|       | Subtests nicht-dominante Hand / links (PR) |     |           |          |     |           |     |     |           |    |          |
| 10;6  | 83   | 58  | <b>4</b>  | <b>0</b> | 34  | 88        | 99  | 100 | <b>0</b>  | 30 | <b>3</b> |
| 10;10 | 92   | 96  | <b>2</b>  | <b>1</b> | 55  | 66        | 76  | 57  | <b>4</b>  | 20 | <b>3</b> |
| 11;6  | 35   | 17  | <b>4</b>  | 62       | 80  | 49        | 20  | 57  | 58        | 58 | <b>3</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### **Verhaltensmaße**

Die Verhaltensbeurteilungen wurden vom Vater abgegeben, der beim Ausfüllen wegen Sprachproblemen von seinem etwa 20-jährigen Sohn unterstützt wurde. Mit Ausnahme

des Bereiches externalisierender Verhaltensauffälligkeiten bei der ersten Erhebung finden sich durchweg auffällige Ergebnisse. Inwieweit hier bei dem türkisch stämmigen Mädchen eine kulturell bedingte Urteilstendenz besteht, kann hier nicht geklärt werden.

**Tab. 2-12: Ergebnisse in der CBCL für B1**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 10;6  | <b>88</b>   | <b>92</b>        | 84               |
| 10;10 | <b>98,6</b> | <b>99,2</b>      | <b>88</b>        |
| 11;6  | <b>96,4</b> | <b>92</b>        | <b>98,2</b>      |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### ***Zum Trainingsverlauf***

Im Laufe der ersten Sitzungen zeigte sich, dass bei Patientin B1 das Training nur in modifizierter Form anzuwenden war. Wie Doose (2002) bezüglich Spikes mit einem okzipitalen Fokus anmerkt, werden „die Sharp Waves (...) im Wachzustand durch Öffnen der Augen bei gleichzeitig gesteigerter Aufmerksamkeit immer weitgehend oder vollständig blockiert“. Da der im Rahmen des Trainings gezeigte Comic eben diese Wirkung hatte, musste bei dem Mädchen auf die optische Rückmeldung sowie die kontinuierliche Rückmeldung des erreichten Punktestandes während des Trainings verzichtet werden, da nur so in der Trainingssituation bei der Patientin überhaupt Spikes entstehen konnten.

Die Patientin wurde instruiert, während des Trainings die Augen zu schließen und auf die Musik zu achten. Dementsprechend konnte das Auftreten von Spikes hier nur auf akustischer Ebene durch Unterbrechung der Musik rückgemeldet werden.

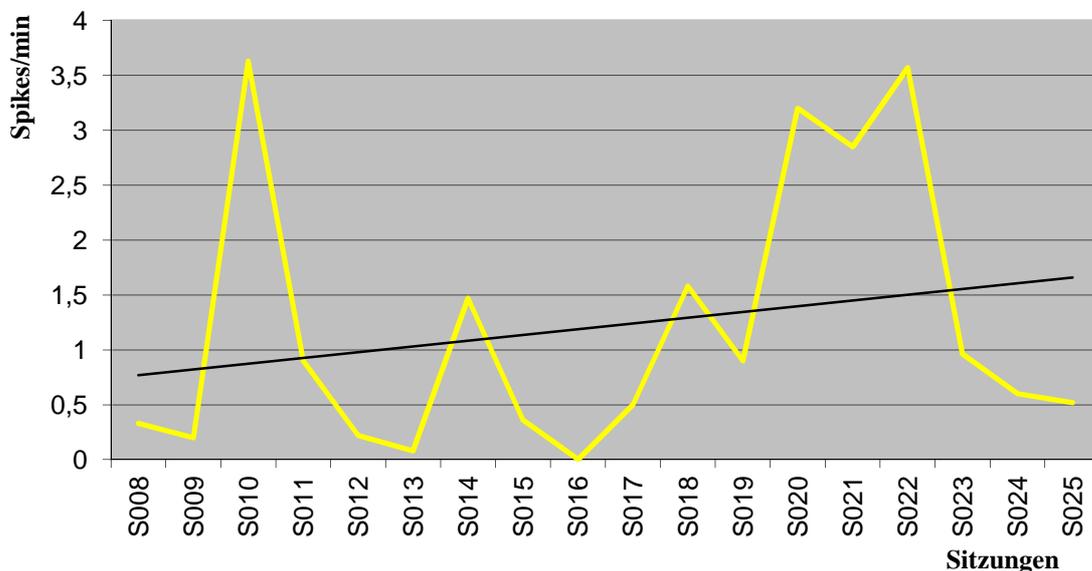
Da die Patientin häufig mit Kopfschmerzen in die Sitzung kam, wurde sie gebeten, ihre Kopfschmerzen auf einer Ratingskala von „**0**“ (= keine Schmerzen) bis „**10**“ (= maximaler vorstellbarer Schmerz) jeweils vor und nach der Sitzung einzuschätzen. Tabelle **2-13** zeigt die Einschätzungen des Mädchens für die Sitzungen, bei denen sie anfänglich eine Bewertung größer als 0 abgegeben hatte, jeweils vor und nach der Sitzung.

**Tab. 2-13: Kopfschmerzratings vor („prä“) und nach Trainingssitzung („post“) für B1**

| Sitzung | S004 | S006 | S009 | S011 | S013 | S014 | S015 | S017 | S020 | S021 | S022 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| „prä“   | 8    | 3    | 3-4  | 3    | 2-3  | 4-5  | 2    | 1-2  | 3    | 5-6  | 3    |
| „post“  | 4    | 2    | 2    | 2    | 2    | 3    | 1    | 1    | 1    | 3-4  | 1    |

Insgesamt wurden mit der Patientin 25 Sitzungen durchgeführt, ab der achten Sitzung in der angepassten Variante (= nur akustische Rückmeldung). Das Mädchen arbeitete während der Trainingssitzungen – trotz häufiger anfänglicher Kopfschmerzen – mit hohem Engagement mit. Bezüglich der zur Unterstützung des Transfers im **Detektivbogen** dokumentierten vereinbarten häuslichen Übungen konnte das Mädchen 11 von 63 möglichen Terminen nach Durchführung der „Hausaufgabe“ mit einem Kleber markieren.

Die Veränderung der Spikehäufigkeiten (Spikes/min) über die Sitzungen hinweg ist in **Abbildung 2-6** dargestellt. Diese Darstellung kann gleichzeitig als **Lernkurve** für das zu erlernende Verhalten (= Reduktion der Spikehäufigkeit) interpretiert werden. Bezüglich Patientin B1 zeigen sich keine signifikante Verbesserung (= Abnahme der Spikehäufigkeit) über die Sitzungen hinweg ( $\beta = 0,225$ ;  $p = 0,369$ ).



**Abb. 2-6: Lernkurve für Patientin B1 über die Sitzungen, die in angepasster Form (nur Musik) durchgeführt wurden (Regressionskurve in schwarz eingezeichnet)**

### ***Zusammenfassung***

Die neuropsychologischen Hypothesen 2. und 3.4 werden durch die testdiagnostischen Resultate gestützt. Bezüglich der Sprache zeichnet sich eine Verbesserung vom ersten zum letzten Messzeitpunkt ab. Auch im Aufmerksamkeitsbereich zeichnet sich eine Tendenz in positiver Richtung ab, die allerdings in Anbetracht der nicht durchgängig passenden Altersnormen mit Vorsicht zu interpretieren ist. Das Biofeedbacktraining hat in der hier durchgeführten reduzierten Form zu keiner Änderung in der Spikehäufigkeit geführt.

### **2.3.2.2 Patientin B2**

#### ***Elektrophysiologische Merkmale***

Bei Patientin B2 liegt eine benigne Partialepilepsie mit nächtlichen fokalen Anfällen bei zwei unabhängigen Sharp-Wave-Foci links centrotemporal und rechtstemporal vor. Nach Rücksprache mit dem behandelnden Arzt in der Entwicklungsneurologie wurde der Fokus links centrotemporal für das Biofeedbacktraining ausgewählt. Die ohnehin geringe Spikeaktivität im Wachzustand ist zum dritten Messzeitpunkt im Vergleich zur ersten Messung um die Hälfte reduziert, während im Schlaf nach einer kleinen Erhöhung zum Zeitpunkt der zweiten Messung in der dritten Erhebung eine Reduktion auf ein Viertel des Ausgangszustandes zu verzeichnen ist.

**Tab. 2-14: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B2**

| Alter | Fokus                | Spikes/min |        |
|-------|----------------------|------------|--------|
|       |                      | Wach       | Schlaf |
| 8;6   | links centrotemporal | 0,125      | 16,17  |
| 8;10  | links centrotemporal | 0,525      | 19,5   |
| 9;7   | links temporal       | 0,57       | 4,45   |

Während der etwa einjährigen Betreuung des Mädchens im Studienverlauf traten insgesamt acht Anfälle auf, die von der Patientin gemeinsam mit ihrer Mutter auf einem Anfallsbogen (s. Anhang) dokumentiert wurden. Die Anfälle begannen ausnahmslos aus dem Schlaf heraus und zogen oft eine mehrminütige Sprachhemmung nach sich. Insbe-

sondere diese Unfähigkeit, nach dem Anfall zu sprechen, wurde von dem Mädchen als sehr bedrohlich erlebt.

### ***Hypothese über zu erwartende Defizite***

Entsprechend Hypothesen 2. und 3.2 müsste der linkstemporale Fokus Defizite im Bereich der Sprache und bezüglich einzelheitlicher, sequentieller Fähigkeiten nach sich ziehen, während gemäß Hypothese 3.3 der rechtstemporale Fokus Probleme im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung erwarten lässt.

### ***Neuropsychologische Ergebnisse***

Bezüglich der intellektuellen Leistungsfähigkeit finden sich bei dem Mädchen zum ersten Erhebungszeitpunkt bei insgesamt durchgängig durchschnittlichen Befunden bezüglich der Hauptskalen deutliche Einbrüche in den Subtests „Dreiecke“ und „Bildhaftes Ergänzen“. Diese Defizite im Bereich des ganzheitlichen Denkens sind in der zweiten Messung nicht mehr zu beobachten. Bezüglich der Skala „Ganzheitliches Denken“ und entsprechend auch in der Gesamtskala intellektueller Fähigkeiten findet sich eine marginal signifikante Verbesserung ( $p = 0,075$ ). Die Ergebnisse für das einzelheitliche und das ganzheitliche Denken bilden damit ein jetzt ausgewogenes Leistungsprofil ab.

**Tab. 2-15: Ergebnisse in der K-ABC für B2**

| Alter | Skalen (SW) |     |     |     | Subtests SED (WP) |    |    | Subtests SGD (WP) |    |    |    |    | Subtests FS (SW) |    |     |     |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-------------------|----|----|-------------------|----|----|----|----|------------------|----|-----|-----|
|       | SIF         | SED | SGD | FS  | HB                | ZN | WR | GS                | DR | BE | RG | FO | GO               | RE | RÄ  | LV  |
| 8;6   | 97          | 100 | 94  | 102 | 11                | 8  | 11 | 11                | 6  | 6  | 11 | 12 | 103              | 95 | 111 | 97  |
| 9;7   | 105         | 107 | 105 | 110 | 10                | 12 | 11 | 14                | 10 | 8  | 10 | 11 | 110              | 86 | 124 | 109 |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im sprachlichen Bereich finden sich durchgängig keine von der Altersnorm abweichenden Ergebnisse. Wenn die Ergebnisse in den einzelnen Subtests auch gewissen Schwankungen unterliegen, so sind doch keine Veränderungstendenzen erkennbar.

**Tab. 2-16: Ergebnisse in HSET und PET für B2**

| Alter | Subtests HSET (PR) |    |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |      |
|-------|--------------------|----|----|----|-------------------|----|----|------|
|       | VS                 | PS | BN | WF | WV                | SE | GT | WE   |
| 8;6   | 97,1               | 62 | 54 | 31 | 93                | 76 | 54 | 95   |
| 8;10  | 66                 | 42 | 62 | 66 | 66                | 50 | 90 | 88   |
| 9;7   | 66                 | 50 | 82 | 92 | 79                | 73 | 79 | 97,7 |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Die Ergebnisse bezüglich der Aufmerksamkeitsleistungen sind mit Ausnahme einiger selektiver Einbrüche über die drei Messzeitpunkte weitgehend im unauffälligen Bereich. Dass das Mädchen bei einer schnellen Reaktionsgeschwindigkeit in einigen Bereichen eine auffällige Anzahl an Fehlern macht, spricht für eine gewisse Neigung zur Impulsivität.

**Tab. 2-17: Ergebnisse in der TAP für B2**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |    |    |            |    |    |         |    |            |    |    |    |          |    |
|-------|-------------------|-----|---------|----|----|------------|----|----|---------|----|------------|----|----|----|----------|----|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |    |    | Get. Aufm. |    |    | Inkomp. |    | Vis. Scan. |    |    |    | Reak.we. |    |
|       | RoW               | RmW | R       | Au | Fe | R          | Au | Fe | R       | Fe | Rnk        | Fe | Rk | Fe | R        | Fe |
| 8;6   | 50                | 35  | 46      | 90 | 50 | 42         | 66 | 7  | 66      | 42 | 86         | 31 | 75 | 10 | 88       | 75 |
| 8;10  | 21                | 62  | 42      | 90 | 88 | 69         | 76 | 10 | 76      | 60 | 90         | 10 | 75 | 38 | 93       | 50 |
| 9;7   | 54                | 58  | 76      | 18 | 7  | 86         | 90 | 25 | 82      | 58 | 96         | 25 | 95 | 27 | 90       | 75 |

| Alter | Subtests TAP (PR) |    |    |                  |    |    |
|-------|-------------------|----|----|------------------|----|----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |    |    | Vigil. Min. 1-10 |    |    |
|       | R                 | Au | Fe | R                | Au | Fe |
| 8;6   | 75                | 38 | 50 | 90               | 45 | 10 |
| 8;10  | 90                | 25 | 5  | 90               | 10 | 20 |
| 9;7   | 90                | 50 | 50 | 90               | 25 | 10 |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Im feinmotorischen Bereich zeigte sich eine signifikante Verbesserung zwischen dem ersten und dem zweiten Erhebungszeitpunkt ( $p= 0,017$ ) sowie eine marginal signifikante Verbesserung zwischen dem ersten und dem letzten Untersuchungszeitpunkt ( $p= 0,056$ ).

**Tab. 2-18: Ergebnisse in der MLS für B2**

| Alter                                      | Subtests dominante Hand / rechts (PR) |     |           |     |     |          |           |           |     |          |          |
|--|---------------------------------------|-----|-----------|-----|-----|----------|-----------|-----------|-----|----------|----------|
|  | SF                                    | SFD | LF        | LFD | LGD | AF       | ATR       | AFD       | AGD | TA       | LSG      |
| 8;6  | 32                                    | 44  | 20        | 27  | 66  | <b>8</b> | 83        | <b>10</b> | 92  | 28       | 5        |
| 8;10                                       | 61                                    | 58  | 32        | 45  | 64  | <b>8</b> | 96        | <b>10</b> | 70  | 42       | 2        |
| 9;7  | 68                                    | 79  | 23        | 39  | 32  | 55       | <b>10</b> | 100       | 39  | 70       | 4        |
| Subtests nicht-dominante Hand / links (PR) |                                       |     |           |     |     |          |           |           |     |          |          |
| 8;6  | 45                                    | 18  | <b>9</b>  | 19  | 59  | 27       | 93        | <b>15</b> | 24  | <b>8</b> | 18       |
| 8;10                                       | 48                                    | 18  | <b>8</b>  | 57  | 32  | 20       | 84        | 29        | 74  | 19       | <b>0</b> |
| 9;7  | 57                                    | 58  | <b>12</b> | 46  | 25  | 47       | 18        | 48        | 93  | 47       | <b>3</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Die von der Mutter der Patientin ausgefüllten Bögen zeigen mit Ausnahme eines grenzwertigen Befundes bezüglich der Skala „Internalisierende Verhaltensauffälligkeiten“ zum zweiten Messzeitpunkt durchgängig auffällige Befunde.

**Tab. 2-19: Ergebnisse in der CBCL für B2**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 8;6   | <b>98,6</b> | <b>92</b>        | <b>97,1</b>      |
| 8;10  | <b>88</b>   | 84               | <b>88</b>        |
| 9;7   | <b>96,4</b> | <b>92</b>        | <b>98,2</b>      |

Abkürzung: PR = Prozentrang

### *Zum Trainingsverlauf*

Mit dem Mädchen wurden insgesamt 23 Sitzungen Biofeedback durchgeführt, an denen es sich mit hohem Engagement beteiligte. Der Detektivbogen zeigt, dass die Patientin an 15 von 59 möglichen Terminen zu Hause geübt hat.

Die **Lernkurve** (s. **Abbildung 2-7**) zeigt, dass die Patientin in der Trainingssituation gelernt hat, die Auftretenshäufigkeit von Spikes zu kontrollieren. Es zeigt sich eine marginal signifikante Verbesserung ( $\beta = -0,428$ ;  $p = 0,053$ ).

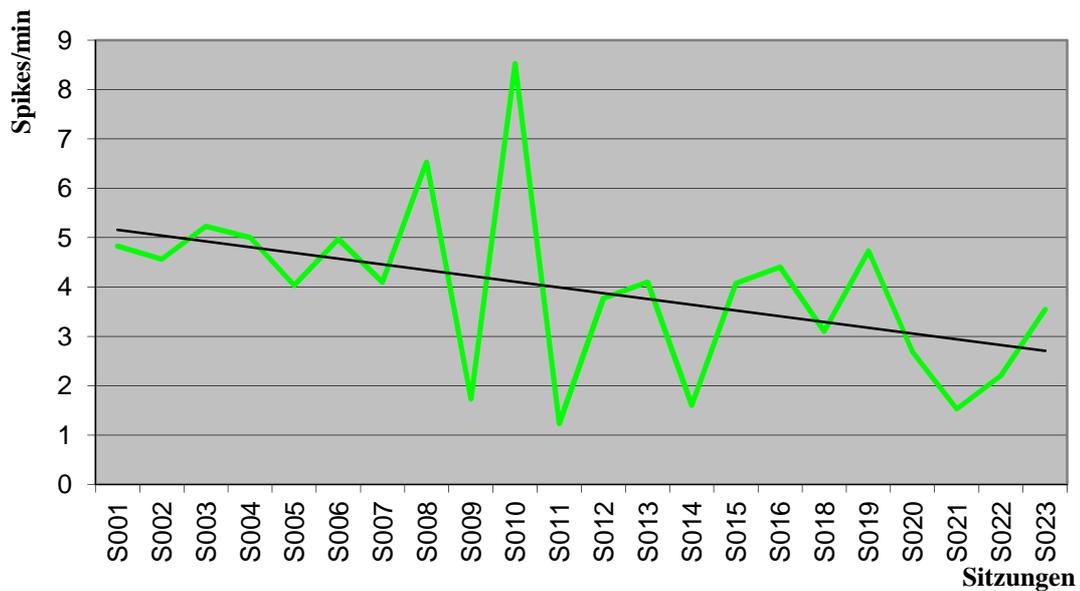


Abb. 2-7: Lernkurve für Patientin B2 (Regressionskurve in schwarz eingezeichnet)

### **Zusammenfassung**

Entsprechend Hypothesen 2. und 3.2 müsste der linkstemporale Fokus Defizite im Bereich der Sprache und bezüglich einzelheitlicher, sequentieller Fähigkeiten nach sich ziehen, während gemäß Hypothese 3.3 der rechtstemporale Fokus Probleme im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung erwarten lässt.

Die Auffälligkeiten zu t1 passen zum rechten Fokus, neben einer deutlichen Verbesserung im EEG bezüglich beider Foci zeigt die Patientin deutliche Verbesserungen im Ganzheitlichen Denken, in den Untertests Dreiecke und Bildhaftes Ergänzen (= visuomotorische Koordination und visuelle Analogieschlüsse) Verbesserungen um 2 bzw. 4 WP (SD = 3); IQ von 97 auf 105, im GD sogar von 94 auf 105 (IQ-Verbesserung marginal signifikant). Darüber hinaus findet sich eine signifikant verbesserte Leistung in der MLS.

### 2.3.2.3 Patientin B3

#### *Elektrophysiologische Merkmale*

Bei Patientin B3 liegt in Folge einer intrauterinen Hirnblutung unklarer Ursache eine Hemiparese bei einer linkshemisphärischen Hirnschädigung vor. Zusätzlich besteht eine Epilepsie, die nach klinischen und EEG-Kriterien als Atypische Benigne Partialepilepsie klassifiziert wurde. Im EEG finden sich drei voneinander unabhängige sehr aktive Spike-Foci. Neben okzipitalen Foci rechts und links liegt der Schwerpunkt über frontal links, so dass dieser Fokus für das Biofeedbacktraining ausgewählt wurde. Sowohl im Wach- als auch im Schlafzustand zeigen sich keine deutlichen Veränderungen in den Spikehäufigkeiten über die drei Messzeitpunkte, allerdings haben laut schriftlicher Mitteilung des behandelnden Arztes „die Amplituden des frontalen Herdes in zeitlichem Zusammenhang mit dem Biofeedback-Training abgenommen“ (Schreiben von Dr. Wolf, Entwicklungsneurologie Tübingen, vom 07.04.04). Laut einer weiteren Mitteilung des Arztes war der frontale Fokus ein Jahr nach der letzten Untersuchung ganz verschwunden, während die anderen Herde fortbestanden (Schreiben von Dr. Wolf, Entwicklungsneurologie Tübingen, vom 16.07.04)

**Tab. 2-20: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B3**

| Alter | Fokus         | Spikes/min |        |
|-------|---------------|------------|--------|
|       |               | Wach       | Schlaf |
| 8;6   | links frontal | 9,4        | 69,17  |
| 9;0   | links frontal | 6,96       | 76,17  |
| 9;6   | links frontal | 6,88       | 66     |

#### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

In Anbetracht der verschiedenen Spike-Foci und der Hirnschädigung linkstemporal sind in Anlehnung an die Hypothesen 2. sowie 3.1 bis 3.4 in nahezu sämtlichen Leistungsreichen Einbrüche zu erwarten. Insbesondere lassen der linksfrontale Fokus sowie die linkshemisphärische Hirnschädigung Schwierigkeiten im Bereich des einzelheitlichen, sequentiellen Denkens erwarten.

### Neuropsychologische Ergebnisse

Für den Bereich der kognitiven Leistungsfähigkeit zeigen sich zum ersten Messzeitpunkt bei einem ohnehin im unteren Leistungsbereich liegenden Gesamtergebnis (SIF: SW = 73) deutlich heterogene Leistungen in den Bereichen des ganzheitlichen Denkens (SGD: SW = 82) und des einzelheitlichen Denkens (SED: SW = 60). Diese Diskrepanz tritt bei einer Verbesserung im ganzheitlichen Denken um nahezu eine halbe Standardabweichung bei der zweiten Erhebung noch ausgeprägter zutage.

Tab. 2-21: Ergebnisse in der K-ABC für B3

| Alter | Skalen (SW) |           |           |           | Subtests SED (WP) |          |          | Subtests SGD (WP) |          |          |    |          | Subtests FS (SW) |           |           |           |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----|----------|------------------|-----------|-----------|-----------|
|       | SIF         | SED       | SGD       | FS        | HB                | ZN       | WR       | GS                | DR       | BE       | RG | FO       | GO               | RE        | RÄ        | LV        |
| 8;6   | <b>73</b>   | <b>60</b> | <b>82</b> | <b>75</b> | <b>5</b>          | <b>3</b> | <b>3</b> | 12                | <b>6</b> | <b>3</b> | 11 | <b>4</b> | <b>77</b>        | <b>52</b> | 95        | <b>77</b> |
| 9;6   | <b>77</b>   | <b>59</b> | <b>89</b> | 68        | <b>4</b>          | <b>4</b> | <b>2</b> | 16                | <b>6</b> | <b>5</b> | 10 | <b>5</b> | <b>75</b>        | <b>69</b> | <b>72</b> | <b>83</b> |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Bezüglich der sprachlichen Kompetenzen zeigen sich nach anfänglich dem Altersstandard noch entsprechenden Leistungen, in der zweiten und dritten Messung zunehmende Minderungen.

Tab. 2-22: Ergebnisse in HSET und PET für B3

| Alter | Subtests HSET (PR) |          |          |           | Subtests PET (PR) |    |    |           |
|-------|--------------------|----------|----------|-----------|-------------------|----|----|-----------|
|       | VS                 | PS       | BN       | WF        | WV                | SE | GT | WE        |
| 8;6   | 40                 | 58       | 45       | 57        | 16                | 34 | 54 | 42        |
| 9;0   | 18                 | 24       | 46       | <b>7</b>  | 58                | 34 | 62 | <b>14</b> |
| 9;6   | <b>10</b>          | <b>8</b> | <b>7</b> | <b>14</b> | 62                | 54 | 62 | 27        |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV = Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Im Aufmerksamkeitsbereich finden sich durchgängige Auffälligkeiten im Sinne einer erhöhten Fehlerzahl in nahezu allen Bereichen. Eine Veränderung über die verschiedenen Messzeitpunkte liegt hier nicht vor.

**Tab. 2-23: Ergebnisse in der TAP für B3**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |    |    |            |    |    |                 |    |    |                  |    |    |  |
|-------|-------------------|-----|---------|----|----|------------|----|----|-----------------|----|----|------------------|----|----|--|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |    |    | Get. Aufm. |    |    | Vigil. Min. 0-5 |    |    | Vigil. Min. 1-10 |    |    |  |
|       | RoW               | RmW | R       | Au | Fe | R          | Au | Fe | R               | Au | Fe | R                | Au | Fe |  |
| 8;6   | 16                | 18  | 76      | 5  | 7  | 76         | 4  | 4  | 54              | 5  | 1  | 3                | 14 | 1  |  |
| 9;0   | 7                 | 3   | 21      | 10 | 10 | 73         | 1  | 4  | 75              | 25 | 5  | 50               | 25 | 5  |  |
| 9;6   | 7                 | 10  | 31      | 10 | 38 | 21         | 21 | 1  | 90              | 5  | 5  | 90               | 25 | 5  |  |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Die Resultate im feinmotorischen Bereich zeigen über die Messungen deutlich weniger Auffälligkeiten; in der dritten Erhebung ist eine im Vergleich zur ersten Testuntersuchung signifikante Leistungsverbesserung festzustellen ( $p = 0,037$ ).

**Tab. 2-24: Ergebnisse in der MLS für B3**

| Alter | Subtests dominante Hand / links (PR) |     |     |     |     |    |     |     |     |    |     |
|-------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|
|       | SF                                   | SFD | LF  | LFD | LGD | AF | ATR | AFD | AGD | TA | LSG |
| 8;6   | 20                                   | 34  | 14  | 10  | 45  | 47 | 0   | 33  | 10  | 0  | 8   |
| 9;0   | 25                                   | 15  | 24  | 45  | 77  | 20 | 100 | 13  | 30  | 2  | 0   |
| 9;6   | 36                                   | 0   | 100 | 18  | 100 | 54 | 83  | 73  | 53  | 7  | 6   |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF =, Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Die von der Mutter ausgefüllten Bögen dokumentieren gewisse Schwankungen in den von ihr wahrgenommen Verhaltensauffälligkeiten bei ihrer Tochter. Mit Ausnahme eines grenzwertigen Befunde bezüglich „Internalisierende Verhaltensauffälligkeiten“ bei der zweiten Erhebung (PR = 74) liegen die Befunde jedoch durchweg im Normbereich.

**Tab. 2-25: Ergebnisse in der CBCL für B3**

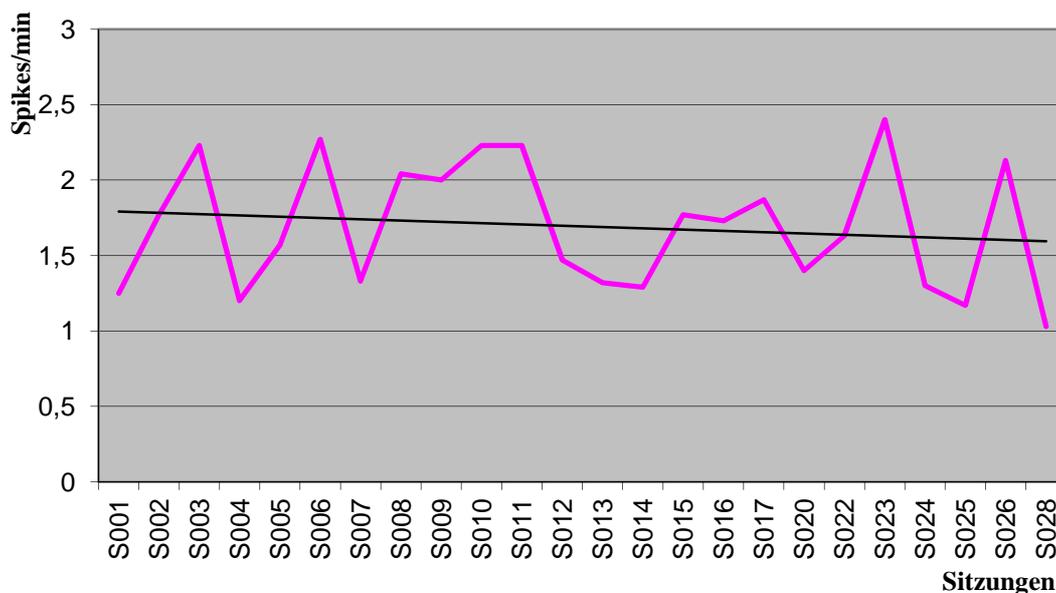
| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 8;6   | 36          | 42               | 10               |
| 9;0   | 76          | 84               | 62               |
| 9;6   | 76          | 54               | 73               |

Abkürzung: PR = Prozentrang

### ***Zum Trainingsverlauf***

Insgesamt wurden mit der Patientin 28 Sitzungen Biofeedback durchgeführt, die Sitzungen S018, S019 und S027 waren allerdings wegen der hohen motorischen Unruhe der Patientin nicht auswertbar. Dem Mädchen fiel es deutlich schwer, während der Sitzungen ruhig sitzen zu bleiben. Sie war häufig unruhig und zappelig, gelegentlich bedurfte es deutlicher Interventionen seitens der Therapeutin, um die Sitzung zuende führen zu können. Laut Detektivbogen hat die Patientin nahezu täglich zu Hause geübt (an 61 von 63 möglichen Terminen).

Betrachtet man die Häufigkeit einzelner Spikes, so zeigt die **Lernkurve** (s. **Abbildung 2-8**) keine Verbesserung über die Sitzungen ( $\beta = -0,158$ ;  $p = 0,460$ ).



**Abb. 2-8: Lernkurve für Patientin B3 für Spikes/min (Regressionskurve in schwarz eingezeichnet)**

Wenn man allerdings den für die Patientin typischen „salvenartigen“ Entladungen der Spikes Rechnung trägt und entsprechend die Häufigkeit dieser „Spikeserien“ über die Sitzungen betrachtet, so zeigt diese Lernkurve eine signifikante Verbesserung ( $\beta = -0,404$ ;  $p = 0,05$ ; s. **Abbildung 2-9**).

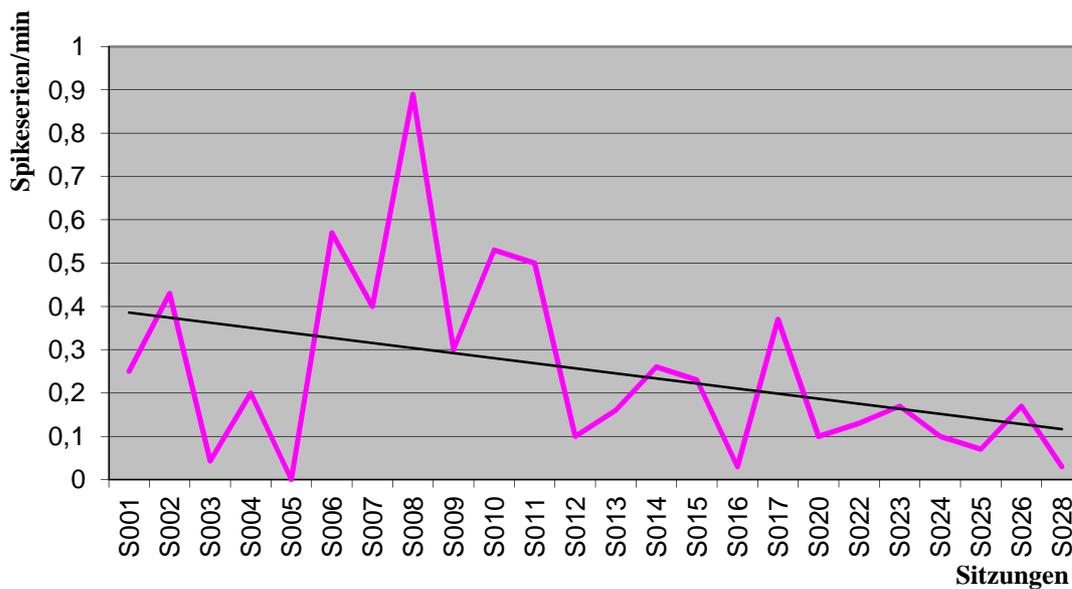


Abb. 2-9: Lernkurve für Patientin B3 für Spikeserien/min (Regressionskurve in schwarz eingezeichnet)

### *Zusammenfassung*

Wie erwartet finden sich in diversen Leistungsbereichen Auffälligkeiten, insbesondere die Annahme einzelheitlicher Defizite wird bestätigt. Über den Untersuchungszeitraum scheinen die Ergebnisse zu schwanken, eine Systematik ist nicht zu erkennen. Während im Bereich feinmotorischer Leistungen und des ganzheitlichen Denkens Verbesserungen zu erkennen sind, zeigen sich Verschlechterungen im sprachlichen Bereich. Die Teilnahme am Training fiel dem Mädchen – vermutlich auch in Anbetracht seiner diversen Beeinträchtigungen - sehr schwer. Dennoch hat es beim häuslichen Üben ein großes Engagement gezeigt. Ob die Patientin letztendlich von dem Training profitieren konnte und das Verschwinden des frontalen Fokus in diesem Zusammenhang zu sehen ist, bleibt offen.

### 2.3.2.4 Patient B4

#### *Elektrophysiologische Merkmale*

Nach einem Fieberkrampf im Alter von 3;6 Jahren lagen bei dem Patienten B4 erhebliche multifokale Auffälligkeiten vor: multifokale Spikes über links temporookzipital sowie unabhängig davon über rechts okzipital sowie rechts temporal. Nach Rücksprache mit dem behandelnden Arzt wurde für das Training der rechts okzipitale Fokus gewählt. Die Spikehäufigkeit stieg im Wachzustand von anfänglich etwa 7 Spikes/min auf etwa 10 Spikes/min bei der zweiten Messung an, dort war sie auch bei der dritten Messung zu finden. Im Schlaf war die Spikehäufigkeit bei den ersten beiden Erhebung bei etwa 25 Spikes/min angesiedelt, zum dritten Messzeitpunkt wuchs sie schließlich auf etwa 60 Spikes/min an.

**Tab. 2-26: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für B4**

| Alter | Fokus            | Spikes/min |        |
|-------|------------------|------------|--------|
|       |                  | Wach       | Schlaf |
| 6;0   | rechts occipital | 7,13       | 26,17  |
| 6;5   | rechts occipital | 10,53      | 25     |
| 7;0   | rechts occipital | 10,23      | 60     |

#### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

Entsprechend den Hypothesen 2. und 3.3 sowie 3.4 sind in Anbetracht der rechts temporalen und beidseitig okzipitalen Foci Auffälligkeiten im Bereich der visuell-räumlichen Wahrnehmung sowie des ganzheitlichen Denkens zu erwarten.

#### *Neuropsychologische Ergebnisse*

Während zum ersten Messzeitpunkt nur ein Defizit in einem Untertest des ganzheitlichen Denkens („Bildhaftes Ergänzen“) bei einem ansonsten weitestgehend durchschnittlichen Leistungsbild zu finden ist, liegen die Leistungen für die intellektuellen Fähigkeiten (SIF: SW = 95) sowie die Skalen für das einzelheitliche Denken (SED: SW = 94) und das ganzheitliche Denken (SGD: SW = 94) zum zweiten Messzeitpunkt zwar nach wie vor im durchschnittlichen Bereich. Allerdings finden sich deutlich mehr Einbrüche in Untertests des ganzheitlichen Denkens, die zusammenfassend dem visuell-

räumlichen Bereich zuzuordnen sind („Dreiecke“, „Bildhaftes Ergänzen“, „Räumliches Gedächtnis). Die Leistungen in der Fertigkeitenskala sind hingegen im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen.

**Tab. 2-27: Ergebnisse in der K-ABC für B4**

| Alter | Skalen (SW) |     |     |     | Subtests SED (WP) |    |    | Subtests SGD (WP) |    |    |    |    | Subtests FS (SW) |     |     |     |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-------------------|----|----|-------------------|----|----|----|----|------------------|-----|-----|-----|
|       | SIF         | SED | SGD | FS  | HB                | ZN | WR | GS                | DR | BE | RG | FO | GO               | RE  | RÄ  | LV  |
| 6;0   | 95          | 98  | 93  | 89  | 9                 | 10 | 10 | 10                | 8  | 7  | 10 | 10 | 84               | 91  | 98  | --- |
| 7;0   | 95          | 94  | 94  | 114 | <b>6</b>          | 11 | 11 | 15                | 7  | 7  | 7  | 10 | 110              | 106 | 107 | 119 |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im sprachlichen Bereich finden sich durchgängig unterdurchschnittliche Leistungen für den Untertest „Wortfindung“ des HSET. Diese Auffälligkeit könnte im Zusammenhang mit der zweisprachigen Erziehung des Patienten stehen, dessen Mutter französischer Abstammung ist. Die übrigen Leistungen liegen durchgängig im durchschnittlichen Bereich.

**Tab. 2-28: Ergebnisse in HSET und PET für B4**

| Alter | Subtests HSET (PR) |    |    |           | Subtests PET (PR) |    |    |    |
|-------|--------------------|----|----|-----------|-------------------|----|----|----|
|       | VS                 | PS | BN | WF        | WV                | SE | GT | WE |
| 6;0   | 34                 | 95 | 34 | <b>10</b> | 58                | 54 | 66 | 54 |
| 6;5   | 46                 | 69 | 34 | <b>14</b> | 73                | 42 | 42 | 82 |
| 7;0   | 54                 | 24 | 24 | <b>12</b> | 69                | 24 | 42 | 84 |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Bezüglich der Aufmerksamkeitsleistungen finden sich durchweg Auffälligkeiten, insbesondere im Sinne einer erhöhten Fehlerzahl bei diversen Untertests. Es gibt allerdings eine marginal signifikante Verbesserung, die sich insbesondere im Bereich der Vigilanz zeigt, zwischen dem ersten und dem letzten Messzeitpunkt ( $p = 0,074$ ).

**Tab. 2-29: Ergebnisse in der TAP für B4**

| Alter | Subtests TAP (PR) |           |          |           |    |            |    |          |         |    |            |           |    |           |          |    |
|-------|-------------------|-----------|----------|-----------|----|------------|----|----------|---------|----|------------|-----------|----|-----------|----------|----|
|       | Alert.            |           | Go/Nogo  |           |    | Get. Aufm. |    |          | Inkomp. |    | Vis. Scan. |           |    |           | Reak.we. |    |
|       | RoW               | RmW       | R        | Au        | Fe | R          | Au | Fe       | R       | Fe | Rnk        | Fe        | Rk | Fe        | R        | Fe |
| 6;0   | <b>5</b>          | <b>2</b>  | <b>5</b> | 18        | 50 | 86         | 21 | <b>7</b> | 24      | 16 | 93         | <b>10</b> | 50 | <b>10</b> | 82       | 18 |
| 6;5   | 18                | <b>10</b> | 18       | 50        | 25 | 38         | 16 | 75       | 21      | 75 | 96         | 31        | 95 | <b>10</b> | 92       | 50 |
| 7;0   | <b>2</b>          | <b>7</b>  | <b>1</b> | <b>14</b> | 50 | 1          | 31 | 54       | 16      | 90 | 96         | <b>10</b> | 95 | <b>10</b> | 21       | 18 |

| Alter | Subtests TAP (PR) |          |          |                  |          |    |
|-------|-------------------|----------|----------|------------------|----------|----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |          |          | Vigil. Min. 1-10 |          |    |
|       | R                 | Au       | Fe       | R                | Au       | Fe |
| 6;0   | <b>5</b>          | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>10</b>        | <b>5</b> | 75 |
| 6;5   | <b>5</b>          | <b>5</b> | 75       | <b>5</b>         | <b>5</b> | 50 |
| 7;0   | 25                | <b>5</b> | 50       | 25               | 25       | 25 |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Bezüglich der Leistungen im feinmotorischen Bereich finden sich durchgängig Auffälligkeiten sowohl für die dominante rechte als auch die nicht-dominante linke Hand über alle drei Testzeitpunkte hinweg.

**Tab. 2-30: Ergebnisse in der MLS für B4**

| Alter | Subtests dominante Hand / rechts (PR)       |           |    |     |     |          |           |          |           |          |          |
|-------|---|-----------|----|-----|-----|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
|       | SF  | SFD       | LF | LFD | LGD | AF       | ATR       | AFD      | AGD       | TA       | LSG      |
| 6;0   | 37  | 23        | 54 | 17  | 94  | 100      | 83        | 100      | <b>3</b>  | <b>2</b> | <b>0</b> |
| 6;5   | 31  | <b>4</b>  | 43 | 49  | 95  | 22       | <b>10</b> | 16       | <b>5</b>  | <b>2</b> | <b>0</b> |
| 7;0   | 57  | <b>13</b> | 42 | 89  | 95  | 55       | <b>10</b> | 100      | <b>12</b> | <b>2</b> | <b>3</b> |
|       | Subtests nicht- dominante Hand / links (PR) |           |    |     |     |          |           |          |           |          |          |
| 6;0   | 33  | <b>7</b>  | 93 | 25  | 95  | <b>0</b> | 100       | <b>4</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> |
| 6;5   | 92  | <b>0</b>  | 81 | 77  | 95  | 29       | 93        | 29       | <b>2</b>  | <b>3</b> | <b>0</b> |
| 7;0   | <b>11</b>                                   | <b>9</b>  | 72 | 90  | 97  | 38       | <b>10</b> | 36       | <b>6</b>  | <b>3</b> | <b>0</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### **Verhaltensmaße**

Die von der Mutter ausgefüllten Bögen lassen eine gewisse Verschiebung der wahrgenommenen Auffälligkeiten erkennen. Sieht sie in der ersten Messung noch Auffälligkeiten in sämtlichen Bereichen, attestiert sie dem Jungen zum zweiten und dritten Messzeitpunkt ein durchschnittliches Maß bezüglich „internalisierender Verhaltensauffälligkeiten“.

ten“. Hingegen sieht sie „externalisierende Verhaltensauffälligkeiten“ durchgängig als gegeben an.

**Tab. 2-31: Ergebnisse in der CBCL für B4**

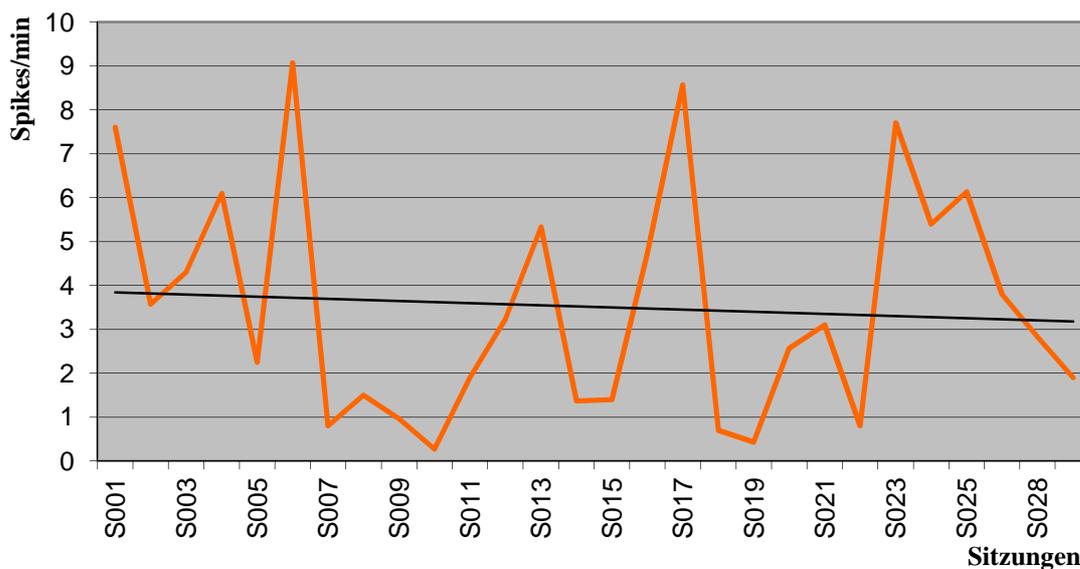
| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 6;0   | <b>98,2</b> | <b>90</b>        | <b>98,2</b>      |
| 6;5   | <b>86</b>   | 79               | <b>88</b>        |
| 7;0   | <b>92</b>   | 66               | <b>93</b>        |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### *Zum Trainingsverlauf*

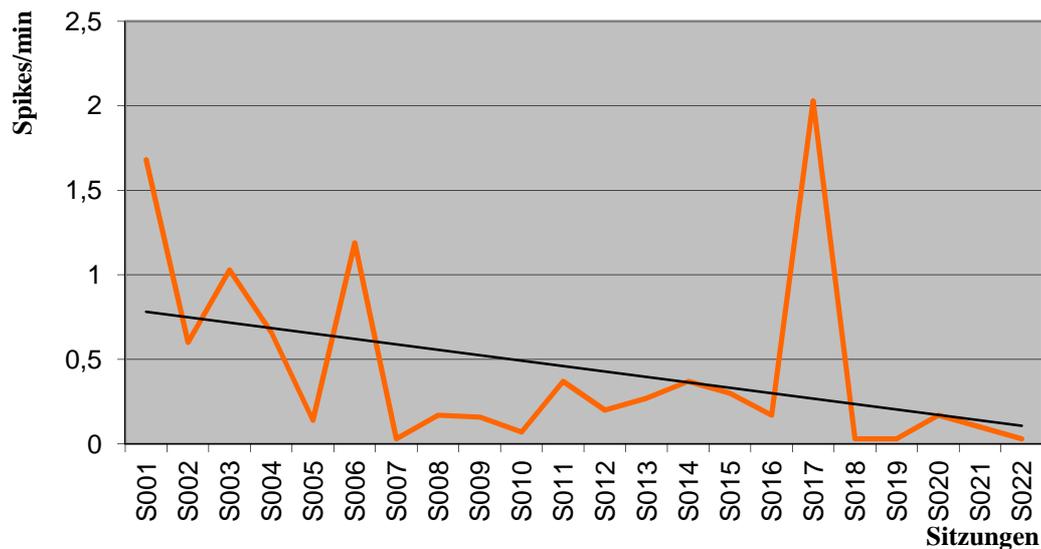
Mit dem Patienten wurden insgesamt 29 Sitzungen Biofeedback durchgeführt. Der Junge nahm mit viel Begeisterung am Training teil. Es fiel ihm sehr schwer, sich am Trainingsende von der Therapeutin zu verabschieden. In seinem Detektivbogen hat er an 50 von 63 möglichen Terminen einen Kleber angebracht.

Die **Lernkurve** für den Jungen (s. **Abbildung 2-10**) zeigt keinen Lernerfolg, wenn man sich auf die Auftretenshäufigkeit einzelner Spikes bezieht ( $\beta = -0,081$ ;  $p = 0,684$ ).



**Abb. 2-10: Lernkurve für Patient B4 für Spikes/min**

Da auch bei diesem Patienten die Spikes oft „gebündelt“ auftreten, erscheint es auch hier sinnvoll, die Häufigkeit von Spikeserien zu erfassen. Für diese Sichtweise findet sich eine Lernkurve (s. **Abbildung 2-11**), die eine marginal signifikante Verbesserung erkennen lässt ( $\beta = -0,361$ ;  $p = 0,059$ ).



**Abb. 2-11: Lernkurve für Patient B4 für Spikeserien/min**

### ***Zusammenfassung***

Im Sinne der Hypothesen finden sich die erwarteten Auffälligkeiten, insbesondere in der zweiten Messung weisen drei Untertests bezüglich des Ganzheitlichen Denkens der K-ABC in diese Richtung. Es bleibt unklar, ob der Junge von der Teilnahme am Training profitieren konnte. Bis auf eine marginal signifikante Verbesserung im Aufmerksamkeitsbereich hat es zumindest keine deutlichen Veränderungen im neuropsychologischen Bereich gegeben.

### 2.3.2.5 Patient A1 (Kontrollgruppe 1)

#### *Elektrophysiologische Merkmale*

Bei dem Patienten A1 liegt ein monomorpher Sharp-Wave-Fokus über dem hinteren Vertex vor. Der Fokus befand sich im Wachzustand zu den drei Messzeitpunkten auf nahezu gleichem Niveau, im Schlaf konnte mit Abschluss des Trainings bei der zweiten Messung ein Rückgang der Spikeaktivität von 24,1/min auf 18,3/min festgestellt werden, bei der dritten Erfassung fand sich eine deutliche Erhöhung im Vergleich zu beiden vorausgegangenen Messungen auf 40,5/min.

Tab. 2-32: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für A1

| Alter | Fokus  | Spikes/min |        |
|-------|--------|------------|--------|
|       |        | Wach       | Schlaf |
| 9;3   | Vertex | 0,77       | 24,1   |
| 9;10  | Vertex | 0,48       | 18,3   |
| 10;5  | Vertex | 1,225      | 40,5   |

#### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

In Anlehnung an Hypothesen 2. und 3 sind bei einer derart ausgeprägten Spikehäufigkeit neuropsychologische Auffälligkeiten zu erwarten, allerdings finden sich in der Literatur keine Angaben zur Art der bei einer Vertex-Lokalisation von Spikes zu erwartenden Beeinträchtigungen.

#### *Neuropsychologische Ergebnisse*

Die Intelligenzmessung zeigt ein ausgesprochen uneinheitliches Bild: So lag bei der ersten Untersuchung ein massiver Einbruch in der Skala ganzheitlichen Denkens vor (SGD = 68), während der Gesamtwert intellektueller Fähigkeiten durch einen gut durchschnittlichen Wert im einzelheitlichen Denken insgesamt gerade noch einem unauffälligen Befund entsprach (SIF = 86, SED = 111). Die Fertigkeitenskala war ähnlich ausgeprägt (FS = 86). Bei der Jahreskontrolle lagen insgesamt deutlich verbesserte Befunde vor, die Ergebnisse für sämtliche Modalitäten mit Ausnahme der Fertigkeitenskala lagen im gut durchschnittlichen Bereich. Auffällig war eine Verbesserung im ganzheitlichen Denken um zwei Standardabweichungen (SGD = 100, SIF = 98, SED = 96), lediglich die Fertigkeitenskala war unverändert (FS = 86).

**Tab. 2-33: Ergebnisse in der K-ABC für A1**

| Alter | Skalen (SW) |     |           |    | Subtests SED (WP) |          |    | Subtests SGD (WP) |    |          |          |    | Subtests FS (SW) |           |    |           |
|-------|-------------|-----|-----------|----|-------------------|----------|----|-------------------|----|----------|----------|----|------------------|-----------|----|-----------|
|       | SIF         | SED | SGD       | FS | HB                | ZN       | WR | GS                | DR | BE       | RG       | FO | GO               | RE        | RÄ | LV        |
| 9;3   | 86          | 111 | <b>68</b> | 86 | 14                | 10       | 11 | <b>6</b>          | 7  | <b>2</b> | <b>6</b> | 7  | 98               | <b>80</b> | 90 | 86        |
| 10;5  | 98          | 96  | 100       | 86 | 12                | <b>6</b> | 10 | 8                 | 12 | 9        | 9        | 12 | 91               | 95        | 85 | <b>83</b> |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im Bereich der Sprache fanden sich mit Ausnahme zweier Subtests beim ersten Untersuchungszeitpunkt über sämtliche Messungen hinweg keine nennenswerten Auffälligkeiten, allerdings sei hier auf die nur begrenzt zur Verfügung stehen Altersnormen für 10-jährige hingewiesen.

**Tab. 2-34: Ergebnisse in HSET und PET für A1**

| Alter | Subtests HSET (PR) |           |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |    |
|-------|--------------------|-----------|----|----|-------------------|----|----|----|
|       | VS                 | PS        | BN | WF | WV                | SE | GT | WE |
| 9;3   | 66                 | <b>14</b> | 92 | 54 | <b>12</b>         | 73 | 62 | 50 |
| 9;10  | 18                 | 42        | 66 | 31 | 31                | 79 | 54 | 79 |
| 10;5  | 42                 | 50        | 66 | 21 | 38                | 79 | 73 | 92 |

Abkürzungen: PR = Prozenrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Im Bereich der Aufmerksamkeit lassen sich anfangs nur wenige Einschränkungen feststellen, bei der letzten Testuntersuchung findet sich nur in einem Bereich noch eine erhöhte Fehlerquote. Interessant ist dabei eine Änderung im Fehlertyp. Macht der Patient anfänglich überdurchschnittlich viele Ergänzungsfehler (d.h. „vorschnelles“ Reagieren auf einen nicht relevanten Reiz) im Sinne einer erhöhten Impulsivität, so kommt es nach dem Training zu mehr Auslassungsfehlern. Der Junge hat offensichtlich im Rahmen des Aufmerksamkeitstrainings gelernt, impulsives Verhalten zu unterdrücken und gewissermaßen „innerlich auf die Bremse zu treten“.

**Tab. 2-35: Ergebnisse in der TAP für A1**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |           |           |            |          |          |         |    |            |    |    |    |          |    |
|-------|-------------------|-----|---------|-----------|-----------|------------|----------|----------|---------|----|------------|----|----|----|----------|----|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |           |           | Get. Aufm. |          |          | Inkomp. |    | Vis. Scan. |    |    |    | Reak.we. |    |
|       | RoW               | RmW | R       | Au        | Fe        | R          | Au       | Fe       | R       | Fe | Rnk        | Fe | Rk | Fe | R        | Fe |
| 9;3   | 95                | 95  | 95      | 95        | <b>8</b>  | 60         | 95       | <b>8</b> | 14      | 90 | 40         | 20 | 35 | 27 | <b>5</b> | 25 |
| 9;10  | 76                | 84  | 95      | 82        | <b>10</b> | 73         | <b>4</b> | 50       | 16      | 96 | 99         | 25 | 95 | 27 | 27       | 88 |
| 10;5  | 58                | 62  | 95      | <b>10</b> | 50        | 88         | 90       | 75       | 16      | 75 | 98         | 31 | 95 | 86 | 54       | 25 |

| Alter | Subtests TAP (PR) |    |    |                  |    |    |
|-------|-------------------|----|----|------------------|----|----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |    |    | Vigil. Min. 1-10 |    |    |
|       | R                 | Au | Fe | R                | Au | Fe |
| 9;3   | 95                | 40 | 75 | 95               | 38 | 50 |
| 9;10  | 95                | 25 | 25 | 95               | 90 | 95 |
| 10;5  | 95                | 25 | 75 | 95               | 75 | 50 |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Im Bereich der feinmotorischen Leistungstüchtigkeit finden sich bei dem Jungen über sämtliche Untersuchungszeitpunkte hinweg deutliche Auffälligkeiten.

**Tab. 2-36: Ergebnisse in der MLS für A1**

| Alter | Subtests dominante Hand / links (PR)        |           |          |           |     |           |          |           |          |    |           |
|-------|---|-----------|----------|-----------|-----|-----------|----------|-----------|----------|----|-----------|
|       | SF  | SFD       | LF       | LFD       | LGD | AF        | ATR      | AFD       | AGD      | TA | LSG       |
| 9;3   | <b>15</b>                                   | 23        | 32       | <b>2</b>  | 66  | 34        | 83       | 13        | 69       | 72 | 57        |
| 9;10  | 45  | 64        | <b>3</b> | <b>10</b> | 45  | 47        | 96       | 55        | 88       | 88 | 75        |
| 10;5  | <b>3</b>                                    | <b>4</b>  | 41       | 23        | 98  | 62        | <b>4</b> | 54        | 87       | 80 | 31        |
|       | Subtests nicht-dominante Hand / rechts (PR) |           |          |           |     |           |          |           |          |    |           |
| 9;3   | 41  | <b>10</b> | <b>9</b> | <b>3</b>  | 48  | <b>11</b> | 91       | <b>10</b> | 61       | 35 | 37        |
| 9;10  | 55  | <b>3</b>  | <b>2</b> | <b>8</b>  | 42  | <b>0</b>  | 84       | <b>0</b>  | <b>9</b> | 89 | <b>65</b> |
| 10;5  | 51  | 53        | 32       | 82        | 91  | <b>9</b>  | 76       | <b>9</b>  | <b>6</b> | 39 | <b>15</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Die Verhaltensbeurteilungen wurden durchgängig von der Mutter des Patienten abgegeben. Es findet sich ausnahmslos eine hohe Einschätzung bezüglich internalisierender Verhaltensauffälligkeiten, vor allem in Bezug auf Ängstlichkeit und Depression. Dies führte durchweg zu einem hohen Gesamtscore, beim zweiten Untersuchungszeitpunkt

wurden auch externalisierende Verhaltensstörungen im Sinne einer erhöhten Aggressionsneigung angegeben.

**Tab. 2-37: Ergebnisse in der CBCL für A1**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 9;3   | <b>95</b>   | <b>95,5</b>      | 82               |
| 9;10  | <b>90</b>   | <b>95</b>        | <b>88</b>        |
| 10;5  | <b>88</b>   | <b>92</b>        | 66               |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### ***Zusammenfassung***

Der Verdacht einer Aufmerksamkeitsstörung, weshalb der Junge in der Ambulanz der Entwicklungsneurologie vorgestellt worden war, konnte durch die erhobenen Daten – insbesondere die Aufmerksamkeitsmessung - nicht erhärtet werden. Vielmehr ist zu vermuten, dass dem Jungen anfangs Strategien zur Bearbeitung von Aufgaben fehlten, die er im Laufe des durchgeführten Trainings erwerben konnte (insbesondere zur Impulsivitätskontrolle). Ein solcher Trainingseffekt könnte beispielsweise den deutlich verbesserten Befund im Bereich des ganzheitlichen Denkens erklären. Die Spikehäufigkeit hat im Untersuchungszeitraum eher zugenommen, möglicherweise ein Grund für die festgestellten feinmotorischen Defizite.

### **2.3.2.6 Patient A2 (Kontrollgruppe 1)**

#### ***Elektrophysiologische Merkmale***

Im EEG zeigen sich nach Fieberkrämpfen im Kleinkindalter nun zwei unabhängige Sharp-Wave-Foci. Zu Beginn des Untersuchungszeitraums verliert der dominierende rechtsseitige frontotemporale Fokus insbesondere im Schlaf an Bedeutung (Spikeaktivität geht von 18,83/min auf 0,07/min zurück), während der rechtsseitige frontocentrotemporale Fokus deutlich an Aktivität zunimmt (von 9,67/min auf 31,43/min).

**Tab. 2-38: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für A2**

| Alter | Fokus                        | Spikes/min |        | Fokus                 | Spikes/min |        |
|-------|------------------------------|------------|--------|-----------------------|------------|--------|
|       |                              | Wach       | Schlaf |                       | Wach       | Schlaf |
| 6;0   | rechts fronto-centrotemporal | 7,13       | 18,83  | links centro-temporal | 2,22       | 9,67   |
| 6;5   | rechts fronto-centrotemporal | 2,45       | 5,5    | links centro-temporal | 0,38       | 0,17   |
| 7;0   | rechts fronto-centrotemporal | 2,53       | 0,07   | links temporal        | 1,82       | 31,43  |

### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

Der rechts frontotemporale Fokus lässt entsprechend Hypothesen 2. und 3.3 Probleme im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung annehmen, der links centrotemporale Fokus müsste hypothesengeleitet (Hypothese 3.2) Störungen im Bereich der Sprache und bezüglich sequentieller, einzelheitlicher Kompetenzen nach sich ziehen. Von Interesse erscheint hier die Frage, ob der während des Untersuchungszeitraum stattgefundenen Fokus-Shift von rechts nach links temporal eine Veränderung im neuropsychologischen Bereich bewirkt hat.

### *Neuropsychologische Ergebnisse*

Die Resultate für die intellektuelle Leistungsfähigkeit des Patienten zeigen deutliche Einbrüche im Bereich des einzelheitlichen Denkens, die auch nach einem Jahr nahezu identisch fortbestehen.

**Tab. 2-39: Ergebnisse in der K-ABC für A2**

| Alter | Skalen (SW) |           |     |    | Subtests SED (WP) |          |          | Subtests SGD (WP) |          |    |          |          | Subtests FS (SW) |           |           |     |
|-------|-------------|-----------|-----|----|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----|----------|----------|------------------|-----------|-----------|-----|
|       | SIF         | SED       | SGD | FS | HB                | ZN       | WR       | GS                | DR       | BE | RG       | FO       | GO               | RE        | RÄ        | LV  |
| 6;0   | 86          | <b>78</b> | 91  | 88 | 9                 | <b>4</b> | <b>6</b> | 13                | <b>6</b> | 9  | 10       | <b>6</b> | <b>84</b>        | 87        | 94        | --- |
| 7;0   | 85          | <b>79</b> | 89  | 86 | 8                 | <b>6</b> | <b>6</b> | 11                | 9        | 10 | <b>6</b> | <b>6</b> | 85               | <b>76</b> | <b>80</b> | --- |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Die Befunde im sprachlichen Bereich lassen zwar keine auffälligen Abweichungen von der Altersnorm erkennen, jedoch liegen die Untertestergebnisse der letzten Messung im deutlich niedrigeren, teilweise grenzwertigen Bereich. Gegenüber den beiden ersten Untersuchungsterminen ist dies eine Verschlechterung.

**Tab. 2-40: Ergebnisse in HSET und PET für A2**

| Alter | Subtests HSET (PR) |    |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |    |
|-------|--------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
|       | VS                 | PS | BN | WF | WV                | SE | GT | WE |
| 6;0   | 24                 | 34 | 62 | 50 | 66                | 24 | 69 | 76 |
| 6;5   | 76                 | 62 | 84 | 38 | 58                | 42 | 66 | 62 |
| 7;0   | 16                 | 21 | 18 | 54 | 54                | 18 | 27 | 34 |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Im Aufmerksamkeitsbereich finden sich anfangs deutliche Einbrüche in verschiedenen Modalitäten. Zum zweiten Untersuchungszeitpunkt im Anschluss an das durchgeführte Aufmerksamkeitstraining liegt eine deutliche Verbesserung vor, die bei der dritten Messung wieder etwas nachlässt.

**Tab. 2-41: Ergebnisse in der TAP für A2**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |    |    |            |           |    |         |    |            |           |           |           |           |          |
|-------|-------------------|-----|---------|----|----|------------|-----------|----|---------|----|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |    |    | Get. Aufm. |           |    | Inkomp. |    | Vis. Scan. |           |           |           | Reak.we.  |          |
|       | RoW               | RmW | R       | Au | Fe | R          | Au        | Fe | R       | Fe | Rnk        | Fe        | Rk        | Fe        | R         | Fe       |
| 6;0   | 96                | 99  | 27      | 25 | 21 | 90         | <b>10</b> | 50 | 46      | 50 | <b>10</b>  | 31        | 50        | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>3</b> |
| 6;5   | 76                | 90  | 54      | 75 | 99 | 54         | 24        | 16 | 69      | 75 | 38         | <b>10</b> | 25        | 75        | 54        | 75       |
| 7;0   | 73                | 76  | 62      | 98 | 38 | 34         | <b>14</b> | 50 | 69      | 50 | <b>8</b>   | 31        | <b>10</b> | 38        | 24        | 27       |

| Alter | Subtests TAP (PR) |    |    |                  |    |           |
|-------|-------------------|----|----|------------------|----|-----------|
|       | Vigil. Min. 0-5   |    |    | Vigil. Min. 1-10 |    |           |
|       | R                 | Au | Fe | R                | Au | Fe        |
| 6;0   | <b>10</b>         | 25 | 5  | <b>50</b>        | 50 | <b>10</b> |
| 6;5   | 75                | 50 | 25 | 75               | 75 | <b>10</b> |
| 7;0   | 75                | 25 | 25 | 25               | 75 | <b>10</b> |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Bei den feinmotorischen Leistungen des Patienten zeigen sich durchweg massive Einschränkungen, insbesondere bezüglich der Reaktionsschnelligkeit.

**Tab. 2-42: Ergebnisse in der MLS für A2**

| Alter                                       | Subtests dominante Hand / links (PR) |          |          |          |          |           |          |          |           |           |          |
|---|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
|   | SF                                   | SFD      | LF       | LFD      | LGD      | AF        | ATR      | AFD      | AGD       | TA        | LSG      |
| 6;0   | <b>5</b>                             | <b>6</b> | 58       | 32       | 80       | 66        | 99       | 33       | <b>12</b> | <b>4</b>  | <b>0</b> |
| 6;5   | 27                                   | 34       | <b>8</b> | <b>0</b> | <b>8</b> | 90        | 96       | 100      | 31        | 22        | <b>0</b> |
| 7;0   | 61                                   | <b>0</b> | <b>7</b> | 42       | 6        | 47        | 83       | 73       | 24        | 30        | <b>4</b> |
| Subtests nicht-dominante Hand / rechts (PR) |                                      |          |          |          |          |           |          |          |           |           |          |
| 6;0   | 39                                   | 58       | <b>8</b> | 75       | 20       | 16        | 91       | 21       | <b>3</b>  | <b>2</b>  | <b>0</b> |
| 6;5   | 79                                   | 65       | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>9</b> | 16        | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>3</b>  | <b>11</b> | <b>0</b> |
| 7;0   | 62                                   | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>11</b> | 64       | 21       | <b>15</b> | <b>14</b> | <b>4</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Die Bögen zur Verhaltensbeurteilung wurden durchweg vom Vater des Jungen ausgefüllt, hier werden keine Auffälligkeiten erfasst.

**Tab. 2-43: Ergebnisse in der CBCL für A2**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 6;0   | 34          | 12               | 58               |
| 6;5   | 34          | 12               | 34               |
| 7;0   | 16          | 12               | 18               |

Abkürzung: PR = Prozentrang

### *Zusammenfassung*

Die in der K-ABC festgestellten Defizite im sequentiellen Denken sowie die beschriebene Verschlechterung der Sprachfertigkeiten stützen die im Kontext der Fokusverschiebung von rechts nach links zu erwartenden Annahmen, die sich aus der Anwendung der Hypothesen 2. und 3.2 sowie 3.3 ableiten lassen.

### 2.3.2.7 Patient C1 (Kontrollgruppe 2)

#### *Elektrophysiologische Merkmale*

Patient C1 wurde als Proband der Kontrollgruppe 2 im Alter von 12;0 J., 12;7 Jahren und 13;0 Jahren untersucht. Bei dem Patienten liegt eine benigne Partialepilepsie mit einem rechts centrotemporalen Fokus mit monomorphen Sharp Waves vor. Die Spikeaktivität zeigt insbesondere im Schlaf einen deutlichen Rückgang von einer anfänglichen Aktivierung auf 18,6/min beim ersten Untersuchungszeitpunkt bis zu einem völligen Verschwinden bei der letzten Messung auf. In Anbetracht des Alters des Probanden bei der letzten Untersuchung (13;0) ist von einer mit der Pubertät einhergehenden für die benigne Partialepilepsie typischen Ausheilung der elektrophysiologischen Auffälligkeiten auszugehen.

Tab. 2-44: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C1

| Alter | Fokus   | Spikes/min |        |
|-------|---------|------------|--------|
|       |         | Wach       | Schlaf |
| 12;0  | Re temp | 0,575      | 18,6   |
| 12;7  | Re temp | 0,017      | 10,17  |
| 13;0  | Re temp | 0,008      | 0      |

#### *Hypothese über zu erwartende Defizite*

Ausgehend von Hypothesen 2. und 3.3 wären insbesondere Auffälligkeiten im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung zu erwarten. Mit Rückgang der Spikeaktivität könnte auch eine Reduktion möglicher neuropsychologischer Einschränkungen einhergehen.

#### *Neuropsychologische Ergebnisse*

Aufgrund des Alters des Patienten C1 konnte die intellektuelle Leistungsfähigkeit nur beim ersten Untersuchungstermin mit der K-ABC gemessen werden, daher fand in diesem Fall die letzte Messung mit dem HAWIK III statt. Insofern kann ein direkter Vergleich der gefundenen Werte nicht stattfinden. Erwähnenswert erscheint allerdings, dass nach wie vor der in beiden Testbatterien enthaltene Untertest ZN (Zahlen Nachsprechen) zu auffälligen Werten führte. Die mit der K-ABC erhobene gut durchschnittliche

Leistungsfähigkeit ist eher knapp durchschnittlichen Befunden im HAWIK III gewichen, wobei nicht zu klären ist, inwieweit hier testspezifische Eigenarten (unterschiedliches Intelligenzkonzept!) zutage treten.

**Tab. 2-45: Ergebnisse in der K-ABC für C1**

| Alter | Skalen (SW) |     |     |    | Subtests SED (WP) |          |    | Subtests SGD (WP) |    |    |    |    | Subtests FS (SW) |     |    |     |
|-------|-------------|-----|-----|----|-------------------|----------|----|-------------------|----|----|----|----|------------------|-----|----|-----|
|       | SIF         | SED | SGD | FS | HB                | ZN       | WR | GS                | DR | BE | RG | FO | GO               | RE  | RÄ | LV  |
| 12;0  | 103         | 103 | 105 | 95 | 13                | <b>6</b> | 12 | 8                 | 10 | 12 | 15 | 8  | 84               | 100 | 97 | 101 |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

**Tab. 2-46: Ergebnisse im HAWIK III für C1**

| Alter | Skalen (SW) |    |     | Subtests VT (WP) |    |    |          |          |          | Subtests HT (WP) |    |    |    |    |
|-------|-------------|----|-----|------------------|----|----|----------|----------|----------|------------------|----|----|----|----|
|       | IQ          | VT | HT  | AW               | GF | RD | WT       | AV       | ZN       | BE               | ZS | BO | MT | FL |
| 13;0  | 91          | 88 | 101 | 7                | 11 | 10 | <b>6</b> | <b>3</b> | <b>6</b> | 12               | 10 | 12 | 9  | 8  |

HAWIK-III = Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder, SW = Standardwert, WP = Wertpunkt, IQ = Intelligenzquotient, VT = Verbalteil, HT = Handlungsteil, AW = Allgemeines Wissen, GF = Gemeinsamkeiten finden, RD = Rechnerisches Denken, WT = Wortschatz-Test, AV = Allgemeines Verständnis, ZN = Zahlennachsprechen, BE = Bilderergänzen, ZS = Zahlen-Symbol-Test, BO = Bilderordnen, MT = Mosaiktest, FL = Figurenlegen

Im Bereich der Sprache wurden zu sämtlichen Messzeitpunkten Defizite festgestellt. Dies stellt insbesondere in Anbetracht des Alters des Patienten eine deutliche Auffälligkeit dar. Bei dem Jungen liegt eine bereits vordiagnostizierte Lese- und Rechtschreibschwäche vor, die sich vermutlich auch im Bereich der Sprachwahrnehmung und -organisation niederschlägt.

**Tab. 2-47: Ergebnisse in HSET und PET für C1**

| Alter | Subtests HSET (PR) |          |           |          | Subtests PET (PR) |    |    |           |
|-------|--------------------|----------|-----------|----------|-------------------|----|----|-----------|
|       | VS                 | PS       | BN        | WF       | WV                | SE | GT | WE        |
| 12;0  | <b>10</b>          | <b>7</b> | <b>12</b> | 76       | 54                | 84 | 79 | <b>10</b> |
| 12;7  | 66                 | 21       | 46        | 21       | 86                | 79 | 62 | <b>5</b>  |
| 13;0  | 18                 | 21       | 76        | <b>4</b> | 92                | 88 | 86 | <b>14</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV = Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Bei der Aufmerksamkeitsmessung zeigen sich nur beim ersten Termin auffällige Befunde, wobei allerdings hier auch die Interpretierbarkeit der Ergebnisse durch für die Altersgruppe fehlende Normen limitiert ist (s. die Anmerkungen in **Tabelle 2-48**).

**Tab. 2-48: Ergebnisse in der TAP für C1**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |     |     |            |    |    |         |          |            |      |      |      |           |     |
|-------|-------------------|-----|---------|-----|-----|------------|----|----|---------|----------|------------|------|------|------|-----------|-----|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |     |     | Get. Aufm. |    |    | Inkomp. |          | Vis. Scan. |      |      |      | Reak.we.  |     |
|       | RoW               | RmW | R       | Au  | Fe  | R          | Au | Fe | R       | Fe       | Rnk        | Fe   | Rk   | Fe   | R         | Fe  |
| 12;0  | 86                | 76  | 69      | 76  | 50  | 84         | 21 | 79 | 66      | <b>8</b> | 34         | 31   | 34   | 38   | <b>14</b> | 25  |
| 12;7  | 50                | 62  | 92      | 76  | 50  | 95         | 21 | 50 | 73      | 75       | 73         | 31   | 95   | 27   | 58        | 75  |
| 13;0  | 66                | 62  | 95*     | 95* | 95* | 88         | 75 | 50 | 62      | 18       | 90**       | --** | 98** | 27** | 95*       | 50* |

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |     |                  |     |     |
|-------|-------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |     |     | Vigil. Min. 1-10 |     |     |
|       | R                 | Au  | Fe  | R                | Au  | Fe  |
| 12;0  | 90*               | 50* | 25* | 95*              | 50* | 50* |
| 12;7  | 95*               | 50* | 75* | 95*              | 25* | 75* |
| 13;0  | 95*               | 25* | 25* | 95*              | 75* | 50* |

\* nach Normen für 9-10jährige, \*\* nach Normen für 12jährige; Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Die Befunde für die feinmotorischen Fähigkeiten des Jungen zeigen kein durchgängiges Bild, sondern eher sporadisch wechselnde Fähigkeiten. Bei Vergleich der Bewertungen in den einzelnen Untertests kann eine signifikante Verbesserung festgestellt werden (s. **Kapitel 2.3.2.1**).

**Tab. 2-49: Ergebnisse in der MLS für C1**

| Alter                                      | Subtests dominante Hand / rechts (PR) |     |    |     |     |          |     |          |          |    |          |
|--|---------------------------------------|-----|----|-----|-----|----------|-----|----------|----------|----|----------|
|  | SF                                    | SFD | LF | LFD | LGD | AF       | ATR | AFD      | AGD      | TA | LSG      |
| 12;0                                       | 26                                    | 43  | 53 | 36  | 71  | 50       | 94  | 100      | 35       | 43 | 32       |
| 12;7                                       | 55                                    | 81  | 24 | 75  | 80  | <b>0</b> | 98  | <b>0</b> | <b>9</b> | 31 | 17       |
| 13;0                                       | 80                                    | 100 | 30 | 39  | 74  | 100      | 97  | 100      | 67       | 29 | <b>5</b> |
| Subtests nicht-dominante Hand / links (PR) |                                       |     |    |     |     |          |     |          |          |    |          |
| 12;0                                       | 40                                    | 46  | 71 | 82  | 95  | 37       | 76  | 57       | 64       | 82 | 41       |
| 12;7                                       | 21                                    | 29  | 57 | 96  | 78  | <b>2</b> | 100 | <b>0</b> | 21       | 85 | 36       |
| 13;0                                       | <b>13</b>                             | 22  | 22 | 74  | 92  | 30       | 98  | 45       | 41       | 36 | 31       |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Bei den durchgängig vom Vater ausgefüllten Verhaltensbeurteilungen zeigen sich grenzwertige bis deutlich auffällige Einschätzungen bezüglich internalisierender Verhaltensauffälligkeiten insbesondere in Richtung auf Ängstlichkeit und Depressivität sowie sozialem Rückzug. Externalisierende Verhaltensstörungen werden nicht beschrieben.

**Tab. 2-50: Ergebnisse in der CBCL für C1**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 12;0  | <b>88</b>   | <b>95</b>        | 42               |
| 12;7  | 69          | 84               | 31               |
| 13;0  | 54          | <b>86</b>        | 21               |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### *Zusammenfassung*

Insgesamt zeigt sich ein in Bezug auf die Hypothesen eher unstimmliges Bild mit Einbrüchen in verschiedenen Leistungsbereichen und deutlichen Verhaltensauffälligkeiten. Trotz des Rückgangs der Spikeaktivität hat hier noch keine deutliche Veränderung der neuropsychologischen Situation eingesetzt. Ein derartiger Verlauf unterstützt die Annahmen, wonach trotz Ausheilung der Spike-Aktivität Beeinträchtigungen fortbestehen.

#### **2.3.2.8 Patient C2 (Kontrollgruppe 2)**

##### **Elektrophysiologische Merkmale**

Patient C2 wurde als Proband der Kontrollgruppe 2 im Alter von 9;11 J., 10;6 Jahren und 11;0 Jahren untersucht. Bei C2 liegen biokzipitale Sharp Waves vor, die im Schlaf deutlich aktiviert werden. Über den Untersuchungszeitraum hinweg haben sich kaum Änderungen in der Ausprägung ergeben: Die Spikehäufigkeit schwankt zwischen 1,53/min und 6,42/min im wachen Zustand sowie zwischen 17,58/min und 33,33/min im Schlaf; bei der Halbjahreskontrolle wird eine Verbesserung in beiden Bereichen be-

obachtet, bei der Kontrolle nach einem Jahr liegen die Daten aber wieder auf dem Ausgangsniveau.

**Tab. 2-51: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C2**

| Alter | Fokus       | Spikes/min |        |
|-------|-------------|------------|--------|
|       |             | Wach       | Schlaf |
| 9;11  | Biocc re+li | 3,2        | 33,33  |
| 10;6  | Biocc re+li | 1,53       | 17,58  |
| 11;0  | Biocc re+li | 6,42       | 32,2   |

### ***Hypothese über zu erwartende Defizite***

Gemäß Hypothesen 2. und 3.4 ist bei biokzipitaler Lokalisation der beiden Foci mit Auffälligkeiten im Bereich des visuell-ganzheitlichen Denkens zu rechnen.

### ***Neuropsychologische Ergebnisse***

Im Bereich der intellektuellen Leistungsfähigkeit sind bei C2 massive Auffälligkeiten und deutliche Verschlechterungen im Untersuchungszeitraum festzustellen. Bei der ersten Messung liegt die intellektuelle Gesamtkapazität noch im Normbereich (SIF = 88), in der zweiten Messung nach einem Jahr findet sich eine Verschlechterung der Leistung um mehr als eine halbe Standardabweichung in den bezüglich der Altersnorm unterdurchschnittlichen Bereich (SIF = 78). Bereits bei der Erstmessung fällt ein massiver Einbruch im Bereich des ganzheitlichen Denkens (SGD = 76) im Vergleich zum einzelheitlichen Denken (SED = 107) auf. Hier findet sich gemäß der im Handbuch des K-ABC veröffentlichten statistischen Daten (Kaufman & Kaufman 1983) ein hoch signifikanter Unterschied von zwei Standardabweichungen ( $p = 0,01$ ). Bei der zweiten Messung liegt in beiden Bereichen eine deutliche Verschlechterung vor (SED = 90, SGD = 70), der Unterschied ist nach wie vor hoch signifikant ( $p = 0,01$ ). Die Subtestergebnisse zeigen im einzelnen, dass neben den in der ersten Messung gefundenen Beeinträchtigungen im Bereich der visuell-ganzheitlichen Verarbeitung nun auch Defizite im Bereich des auditorischen Kurzzeitgedächtnisses vorliegen. Auch im Bereich der Fertigkeitenskala findet sich bei der Jahreskontrolle eine deutliche Verschlechterung um eine Standardabweichung (1. Messung: FS = 98, 2. Messung: FS = 84). Es ist zu vermuten, dass die deutlichen Verschlechterungen im Bereich der Basalfähigkeiten auch den Erwerb neuer Fertigkeiten beeinträchtigen.

Tab. 2-52: Ergebnisse in der K-ABC für C2

| Alter | Skalen (SW) |     |           |           | Subtests SED (WP) |    |    | Subtests SGD (WP) |          |          |    |          | Subtests FS (SW) |           |    |           |
|-------|-------------|-----|-----------|-----------|-------------------|----|----|-------------------|----------|----------|----|----------|------------------|-----------|----|-----------|
|       | SIF         | SED | SGD       | FS        | HB                | ZN | WR | GS                | DR       | BE       | RG | FO       | GO               | RE        | RÄ | LV        |
| 9;11  | 88          | 107 | <b>76</b> | 98        | 14                | 10 | 9  | 10                | <b>5</b> | <b>3</b> | 10 | <b>5</b> | 111              | <b>83</b> | 89 | 111       |
| 11;0  | <b>78</b>   | 90  | <b>70</b> | <b>84</b> | 8                 | 7  | 10 | <b>6</b>          | <b>4</b> | <b>4</b> | 11 | <b>4</b> | 97               | <b>82</b> | 85 | <b>84</b> |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im Bereich der Sprachentwicklung zeigten sich mit Ausnahme eines selektiven Defizits im Untertest VS (Verstehen grammatischer Strukturformen) bei der Halbjahreskontrolle ansonsten keine Auffälligkeiten. Der Proband überschreitet bei der Zweit- und Dritt-messung das Alter der vorliegenden Normierung, so dass - wie in **Kapitel 2.1** dargestellt – nur auffällige Werte interpretiert werden könnten.

Tab. 2-53: Ergebnisse in HSET und PET für C2

| Alter | Subtests HSET (PR) |    |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |    |
|-------|--------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
|       | VS                 | PS | BN | WF | WV                | SE | GT | WE |
| 9;11  | 42                 | 21 | 16 | 76 | 73                | 73 | 42 | 18 |
| 10;6  | <b>10</b>          | 50 | 69 | 79 | 84                | 84 | 62 | 79 |
| 11;0  | 18                 | 50 | 31 | 46 | 88                | 73 | 73 | 84 |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Bei der Messung der Aufmerksamkeit liegen bei C2 durchgängig Auffälligkeiten vor, insbesondere zeigt der Proband eine hohe Neigung zu Fehlern in nahezu sämtlichen gemessenen Aufmerksamkeitsbereichen.

Tab. 2-54: Ergebnisse in der TAP für C2

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |          |          |            |    |          |         |          |            |          |           |           |           |          |
|-------|-------------------|-----|---------|----------|----------|------------|----|----------|---------|----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |          |          | Get. Aufm. |    |          | Inkomp. |          | Vis. Scan. |          |           |           | Reak.we.  |          |
|       | RoW               | RmW | R       | Au       | Fe       | R          | Au | Fe       | R       | Fe       | Rnk        | Fe       | Rk        | Fe        | R         | Fe       |
| 9;11  | 58                | 76  | 93      | 18       | <b>7</b> | 66         | 42 | <b>2</b> | 99      | <b>1</b> | 42         | 31       | <b>5</b>  | <b>1</b>  | <b>16</b> | <b>5</b> |
| 10;6  | 62                | 88  | 42      | 58       | <b>3</b> | 66         | 18 | 54       | 99      | <b>1</b> | 27         | <b>3</b> | <b>10</b> | <b>10</b> | 54        | 38       |
| 11;0  | 46                | 73  | 96      | <b>7</b> | <b>5</b> | 79         | 79 | <b>7</b> | 98      | <b>1</b> | 16         | 31       | 25        | 38        | 46        | 25       |

| Alter | Subtests TAP (PR) |           |           |                  |          |    |
|-------|-------------------|-----------|-----------|------------------|----------|----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |           |           | Vigil. Min. 1-10 |          |    |
|       | R                 | Au        | Fe        | R                | Au       | Fe |
| 9;11  | <b>5</b>          | 25        | <b>10</b> | <b>10</b>        | 75       | 25 |
| 10;6  | 50                | 25        | 25        | 50               | 25       | 25 |
| 11;0  | 50                | <b>10</b> | 25        | 25               | <b>5</b> | 50 |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Die Ergebnisse bezüglich der feinmotorischen Leistungen des Probanden zeigen ein ähnliches Ergebnis: Die Reaktionszeiten sind weitestgehend im Normbereich, allerdings finden sich bei der dritten Messung deutlich mehr Auffälligkeiten als bei den vorausgehenden Messungen. Ebenso werden durchgängig überdurchschnittlich viele Fehler gemacht.

**Tab. 2-55: Ergebnisse in der MLS für C2**

| Alter | Subtests dominante Hand / rechts (PR)      |           |    |           |     |           |     |           |           |           |          |
|-------|--|-----------|----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|
|       | SF   | SFD       | LF | LFD       | LGD | AF        | ATR | AFD       | AGD       | TA        | LSG      |
| 9;11  | <b>2</b>                                   | <b>4</b>  | 34 | 18        | 92  | <b>2</b>  | 100 | <b>4</b>  | 26        | 67        | 30       |
| 10;6  | 29   | 81        | 34 | 35        | 92  | <b>0</b>  | 100 | <b>1</b>  | 17        | 29        | <b>5</b> |
| 11;0  | 78   | 100       | 49 | 58        | 75  | <b>4</b>  | 100 | <b>15</b> | 42        | 22        | 18       |
| Alter | Subtests nicht-dominante Hand / links (PR) |           |    |           |     |           |     |           |           |           |          |
|       | SF   | SFD       | LF | LFD       | LGD | AF        | ATR | AFD       | AGD       | TA        | LSG      |
| 9;11  | 42   | 34        | 75 | 56        | 96  | <b>14</b> | 100 | <b>15</b> | <b>4</b>  | 25        | 54       |
| 10;6  | 26   | <b>1</b>  | 41 | <b>14</b> | 77  | <b>5</b>  | 100 | <b>11</b> | 24        | 33        | 26       |
| 11;0  | 14   | <b>12</b> | 73 | 65        | 77  | <b>3</b>  | 97  | <b>3</b>  | <b>12</b> | <b>14</b> | 21       |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### **Verhaltensmaße**

Auch die über alle Messzeitpunkte hinweg von beiden Elternteilen abgegebenen Verhaltensbeurteilungen dokumentieren eine deutliche Verschlechterung der Situation. Während zum ersten Zeitpunkt sämtliche Skalen als noch in der Norm liegend beurteilt wurden, findet sich bezüglich externalisierender Verhaltensstörungen bereits bei der Halbjahreskontrolle ein grenzwertiger Befund. Zum Zeitpunkt der letzten Messung wird das Verhalten des Jungen von den Eltern als auffällig im Sinne externalisierender Verhaltensstörungen mit einem besonderen Schwerpunkt auf aggressiven Verhaltensweisen beurteilt.

**Tab. 2-56: Ergebnisse in der CBCL für C2**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 9;11  | 76          | 58               | 73               |
| 10;6  | 79          | 46               | 84               |
| 11;0  | 76          | 82               | <b>90</b>        |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### **Zusammenfassung**

Wie erwartet finden sich bei Patient C2 deutliche neuropsychologische Auffälligkeiten. Besonders gravierend sind die Einbrüche im Bereich des einzelheitlichen Denkens. Einhergehend mit einem Fortbestehen der problematischen EEG-Merkmale findet sich eine Verschlechterung im neuropsychologischen Profil sowie im Verhalten. Diese Ergebnisse stehen somit in Übereinstimmung mit den Hypothesen 3 und 3.4.

### **2.3.2.9 Patient C3**

#### ***Elektrophysiologische Merkmale***

Patient C3 wurde im Rahmen der Kontrollgruppe 2 im Alter von 8;2 J., 8;9 Jahren und 9;3 Jahren untersucht. Bei dem Jungen finden sich je ein Fokus links centrotemporal sowie rechts centrotemporal. Es zeigt sich ein Anstieg bei der Spikeaktivierung bezüglich des rechten Fokus im Schlaf von 1,83/min auf 10,83/min. Die Spikehäufigkeit im Schlaf für den linken Fokus nimmt deutlich von 24,67/min in der ersten Messung auf 0,2/min in der letzten Messung ab.

**Tab. 2-57: Durchschnittliche Spikehäufigkeit im Wachzustand und im Schlaf für C3**

| Alter | Fokus   | Spikes/min |        | Fokus   | Spikes/min |        |
|-------|---------|------------|--------|---------|------------|--------|
|       |         | Wach       | Schlaf |         | Wach       | Schlaf |
| 8;2   | Re cete | 0,85       | 1,83   | Li cete | 4,82       | 24,67  |
| 8;9   | Re cete | 0,9        | 10,83  | Li cete | 0,025      | 0,5    |
| 9;3   | Re cete | 0,3        | 10,43  | Li cete | 0,067      | 0,2    |

### ***Hypothese über zu erwartende Defizite***

Die beiden Foci mit links- bzw. rechts centrotemporaler Lokalisation könnten entsprechend den Hypothesen 2. und 3.2 sowie 3.3 sowohl Auffälligkeiten im Bereich der Sprache wie auch im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung bedingen. Interessant ist dabei insbesondere, ob die über den Untersuchungszeitraum links centrotemporal reduzierte Spikehäufigkeit auch von einer entsprechenden neuropsychologischen Verbesserung begleitet ist.

### ***Neuropsychologische Ergebnisse***

Die Ergebnisse in der Intelligenzmessung zeigen bis auf ein selektives Defizit im Untertest BE (Bildhaftes Ergänzen) bei der ersten Messung ein insgesamt durchschnittliches Leistungsbild. Bei der zweiten Messung ist eine durchgängige Verbesserung von ca. einer Standardabweichung sowohl in der Gesamtskala der intellektuellen Fähigkeit, im ganzheitlichen Denken als auch der Fertigkeitenskala sowie um mehr als eine halbe Standardabweichung in der Skala einzelheitlichen Denkens zu beobachten. Damit liegen nun nahezu alle Werte im gut durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Leistungsbereich.

**Tab. 2-58: Ergebnisse in der K-ABC für C3**

| Alter | Skalen (SW) |     |     |     | Subtests SED (WP) |    |    | Subtests SGD (WP) |    |          |    |    | Subtests FS (SW) |     |     |     |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-------------------|----|----|-------------------|----|----------|----|----|------------------|-----|-----|-----|
|       | SIF         | SED | SGD | FS  | HB                | ZN | WR | GS                | DR | BE       | RG | FO | GO               | RE  | RÄ  | LV  |
| 8;2   | 101         | 98  | 101 | 101 | 11                | 8  | 10 | 12                | 12 | <b>6</b> | 10 | 12 | 98               | 100 | 97  | 111 |
| 9;3   | 115         | 109 | 115 | 118 | 12                | 8  | 14 | 13                | 13 | 11       | 11 | 14 | 109              | 118 | 115 | 118 |

Abkürzungen: SW = Standardwert, WP = Wertpunkte, SIF = Skala intellektueller Fähigkeiten, SED = Skala einzelheitlichen Denkens, SGD = Skala ganzheitlichen Denkens, FS = Fertigkeitenskala, HB = Handbewegungen, ZN = Zahlennachsprechen, WR = Wortreihe, GS = Gestaltschließen, DR = Dreiecke, BE = Bildhaftes Ergänzen, RG = Räumliches Gedächtnis, FO = Fotoserie, GO = Gesichter und Orte, RE = Rechnen, RÄ = Rätsel, LV = Lesen/Verstehen

Im sprachlichen Bereich finden sich zwar keine von der Altersnorm abweichenden Befunde, allerdings zeichnet sich bei Betrachtung der Untertests insbesondere von der ersten zur zweiten Messung ein Trend in Richtung niedrigerer Sprachkompetenzen ab.

**Tab. 2-59: Ergebnisse in HSET und PET für C3**

| Alter | Subtests HSET (PR) |    |    |    | Subtests PET (PR) |    |    |      |
|-------|--------------------|----|----|----|-------------------|----|----|------|
|       | VS                 | PS | BN | WF | WV                | SE | GT | WE   |
| 8;2   | 42                 | 76 | 54 | 92 | 69                | 58 | 73 | 96,4 |
| 8;9   | 42                 | 31 | 42 | 92 | 18                | 50 | 62 | 96,4 |
| 9;3   | 42                 | 50 | 69 | 76 | 84                | 27 | 62 | 92   |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, VS = Verstehen grammatischer Strukturformen, PS = Plural-Singular-Bildung, BN = Benennungsflexibilität, WF = Wortfindung, WV= Wortverständnis, SE = Sätze ergänzen, GT = Grammatik-Test, WE = Wörter ergänzen

Im Aufmerksamkeitsbereich finden sich bei der ersten Messung mehr Auffälligkeiten als zu den späteren Messzeitpunkten. Hier zeigt sich also eine deutliche Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung ab.

**Tab. 2-60: Ergebnisse in der TAP für C3**

| Alter | Subtests TAP (PR) |     |         |           |    |            |    |    |         |    |            |    |    |    |          |    |
|-------|-------------------|-----|---------|-----------|----|------------|----|----|---------|----|------------|----|----|----|----------|----|
|       | Alert.            |     | Go/Nogo |           |    | Get. Aufm. |    |    | Inkomp. |    | Vis. Scan. |    |    |    | Reak.we. |    |
|       | RoW               | RmW | R       | Au        | Fe | R          | Au | Fe | R       | Fe | Rnk        | Fe | Rk | Fe | R        | Fe |
| 8;2   | <b>12</b>         | 18  | 88      | <b>4</b>  | 38 | 82         | 75 | 34 | 82      | 62 | 14         | 31 | 31 | 75 | 62       | 50 |
| 8;9   | 31                | 24  | 82      | 50        | 25 | 82         | 95 | 79 | 90      | 50 | 34         | 31 | 95 | 50 | 76       | 50 |
| 9;3   | 62                | 79  | 92      | <b>10</b> | 50 | 98         | 31 | 42 | 93      | 75 | 96         | 31 | 95 | 50 | 79       | 88 |

| Alter | Subtests TAP (PR) |           |    |                  |           |    |
|-------|-------------------|-----------|----|------------------|-----------|----|
|       | Vigil. Min. 0-5   |           |    | Vigil. Min. 1-10 |           |    |
|       | R                 | Au        | Fe | R                | Au        | Fe |
| 8;2   | 25                | <b>10</b> | 50 | 90               | <b>5</b>  | 25 |
| 8;9   | 50                | <b>5</b>  | 75 | 75               | <b>5</b>  | 50 |
| 9;3   | 75                | 25        | 50 | 25               | <b>10</b> | 50 |

Abkürzungen: Alert. = Alertness, Go/Nogo = Go-Nogo-Test, Get. Aufm. = Geteilte Aufmerksamkeit, Inkomp. = Inkompatibilität, Vis. Scan. = Visuelles Scanning, Reak.we. = Reaktionswechsel, Vigil = Vigilanztest, Min. = Minute

Auch im Bereich der feinmotorischen Leistungsfähigkeit stellt sich bei Betrachtung der einzelnen Untertests nahezu durchgängig ein positiver Trend dar.

**Tab. 2-61: Ergebnisse in der MLS für C3**

| Alter                                       | Subtests dominante Hand / links (PR) |           |          |     |     |          |     |          |          |          |          |
|---|--------------------------------------|-----------|----------|-----|-----|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
|   | SF                                   | SFD       | LF       | LFD | LGD | AF       | ATR | AFD      | AGD      | TA       | LSG      |
| 8;2   | <b>0</b>                             | <b>2</b>  | 51       | 82  | 100 | 66       | 83  | 46       | 60       | <b>0</b> | <b>3</b> |
| 8;9   | <b>2</b>                             | <b>14</b> | 24       | 82  | 85  | 90       | 83  | 100      | 85       | 36       | <b>7</b> |
| 9;3   | <b>0</b>                             | <b>4</b>  | 88       | 100 | 97  | 79       | 83  | 100      | 94       | 56       | <b>7</b> |
| Subtests nicht-dominante Hand / rechts (PR) |                                      |           |          |     |     |          |     |          |          |          |          |
| 8;2   | 41                                   | <b>3</b>  | 52       | 92  | 96  | <b>0</b> | 100 | <b>0</b> | <b>6</b> | <b>2</b> | 16       |
| 8;9   | 23                                   | 18        | <b>8</b> | 42  | 75  | <b>0</b> | 93  | <b>5</b> | 3        | 18       | <b>0</b> |
| 9;3   | <b>2</b>                             | 27        | 97       | 100 | 95  | <b>0</b> | 64  | <b>5</b> | 42       | 68       | <b>3</b> |

Abkürzungen: PR = Prozentrang, SF = Steadiness Fehler, SFD = Steadiness Fehlerdauer, LF = Liniennachfahren Fehler, LFD = Liniennachfahren Fehlerdauer, LGD = Liniennachfahren Gesamtdauer, AF = Aiming Fehler, ATR = Aiming Gesamtzahl Treffer, AFD = Aiming Fehlerdauer, AGD = Aiming Gesamtdauer, TA = Tapping, LSG = Lange Stifte stecken Gesamtdauer

### *Verhaltensmaße*

Die zu sämtlichen Untersuchungszeitpunkten von der Mutter abgegebenen Verhaltensbeurteilungen zeigen durchweg auffällige Ergebnisse in allen Verhaltensbereichen.

**Tab. 2-62: Ergebnisse in der CBCL für C3**

| Alter | Skalen (PR) |                  |                  |
|-------|-------------|------------------|------------------|
|       | Gesamtwert  | Internalisierend | Externalisierend |
| 8;2   | <b>99</b>   | <b>99</b>        | <b>90</b>        |
| 8;9   | <b>98</b>   | <b>98</b>        | <b>92</b>        |
| 9;3   | <b>96</b>   | <b>98</b>        | <b>93</b>        |

Abkürzungen: PR = Prozentrang

### *Zusammenfassung*

Einhergehend mit der spontanen Verbesserung des EEG sind mit Ausnahme des sprachlichen Bereichs durchgehend neuropsychologische Besserungen eingetreten. Trotz der Verbesserung im linkshemisphärischen Bereich zeigt sich in der Sprache tendenziell eher eine Verschlechterung.

## 2.3.3 Statistische Auswertungen

### 2.3.3.1 Lernkurven in der Biofeedback-Gruppe

Als Maß für den „Lernerfolg“ der Patienten der Biofeedback-Gruppe während der Trainingssitzungen sollen die Lernkurven (im Rahmen der Einzeldarstellungen bereits dargestellt) bzw. die in **Tabelle 2-63** aufgeführten Regressionen der Lernkurven dienen.

**Tab. 2-63: Regression der Lernkurven**

| Proband | Abh.Variable    | Beta-Koeffizient | Signifikanzniveau         |
|---------|-----------------|------------------|---------------------------|
| B1      | Spikes/min      | 0,225            | 0,369 (nicht signifikant) |
| B2      | Spikes/min      | -0,428           | 0,053 (marg.signifikant)  |
| B3      | Spikes/min      | -0,158           | 0,460 (nicht signifikant) |
|         | Spikeserien/min | -0,404           | 0,050 (signifikant)       |
| B4      | Spikes/min      | -0,081           | 0,684 (nicht signifikant) |
|         | Spikeserien/min | -0,361           | 0,059 (marg. signifikant) |

Die Daten zeigen, dass drei der vier Patienten (B2, B3, B4) während der Biofeedback-sitzungen von der Spikerückmeldung profitieren und die Spikeunterdrückung während der Sitzungen erlernen konnten. Bei Patientin B1 lag insofern eine besondere Situation vor, als hier wegen der Lokalisierung der Spikes die Rückmeldung nur akustisch dargeboten werden konnte und auf die optische Rückmeldemodalität (= Comic) verzichtet werden musste (s. Einzelfalldarstellung Patientin B1). Hier konnte also nicht die gesamte Breite des Biofeedbackprogramms zum Einsatz kommen, mit einer eingeschränkten Wirksamkeit musste daher gerechnet werden.

Die Regressionskoeffizienten belegen, dass Patienten lernen können, während der Trainingssitzungen Spikes zu unterdrücken. Ob der Transfer in den Alltag gelungen ist, kann nur über die Analyse der zu den drei Untersuchungspunkten erhobenen Spikehäufigkeiten bestimmt werden.

### 2.3.3.2 Neuropsychologische Ergebnisse

Aufgrund der niedrigen Probandenzahl waren nur wenige statistische Auswertungen möglich. Allerdings konnte mithilfe des Wilcoxon Signed Ranks Tests für abhängige Stichproben überprüft werden, ob zu den drei Testzeitpunkten signifikante Veränderungen festgestellt werden konnten. **Tabelle 2-64** zeigt für die einzelnen Patienten die signifikanten bzw. marginal signifikanten Änderungen in den verwendeten Untertests für den Vergleich t1/t2 bzw. t1/3.

**Tab. 2-64: Vergleich der Untertestergebnisse zu den drei Testzeitpunkten t1, t2 und t3 auf signifikante Unterschiede\***

| Code | Vergl.  | Intelligenz       | Sprache             | Aufmerksamkeit   | Feinmotorik        |
|------|---------|-------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| B1   | t1 → t2 |                   |                     |                  |                    |
|      | t1 → t3 |                   | ↗ m.s. (p=0,080)**  |                  |                    |
| B2   | t1 → t2 |                   |                     |                  | ↗ s. (p=0,017)     |
|      | t1 → t3 | ↗ m.s. (p=0,075)  |                     |                  | ↗ m.s. (p=0,056)   |
| B3   | t1 → t2 |                   |                     |                  |                    |
|      | t1 → t3 |                   |                     |                  | ↗ s. (p=0,037)     |
| B4   | t1 → t2 |                   |                     | ↗ m.s. (p=0,074) |                    |
|      | t1 → t3 |                   |                     |                  |                    |
| A1   | t1 → t2 |                   |                     |                  |                    |
|      | t1 → t3 |                   |                     |                  |                    |
| A2   | t1 → t2 |                   |                     | ↗ s. (p = 0,018) |                    |
|      | t1 → t3 |                   | ↘ s. (p = 0,017)*** |                  |                    |
| C1   | t1 → t2 |                   |                     | ↗ m.s. (p=0,088) | ↘ m.s. (p = 0,058) |
|      | t1 → t3 |                   |                     | ↗ m.s. (p=0,067) |                    |
| C2   | t1 → t2 |                   | ↗ s. (p = 0,018)    |                  |                    |
|      | t1 → t3 | ↘ m.s. (p = 0,06) |                     |                  |                    |
| C3   | t1 → t2 |                   | ↘ s. (p = 0,043)    | ↗ s. (p = 0,031) |                    |
|      | t1 → t3 | ↗ s. (p = 0,003)  |                     | ↗ s. (p = 0,024) | ↗ s. (p = 0,007)   |

\* Signifikanztestung mit Wilcoxon Signed Ranks Test für abhängige Stichproben unter Berücksichtigung der Bonferoni-Korrektur ; s. = signifikant ( $p \leq 0,05$ ), m.s. = marginal signifikant ( $p \leq 0,10$ )

\*\* ↗ = Verbesserung (mehr positive als negative Unterschiede in den Ergebnispaaren)

\*\*\* ↘ = Verschlechterung (mehr negative als positive Unterschiede in den Ergebnispaaren)

### 2.3.3.3 Validität „Ooby-Dooby“-Programm

**Tabelle 2-65** zeigt die Korrelation zwischen dem über das Ooby-Dooby-Programm ermittelten Punktwert (= Belohnungsmaß) für die Kinder der Biofeedback-Gruppe und der Anzahl der während der Trainingseinheit aufgetretenen Spikes als Maß für die Validität des Programms. Eine hohe Punktzahl korrespondiert idealerweise mit einer niedrigen Spikedichte während der Trainingseinheit wiedergeben, d.h. eine hohe negative Korrelation zwischen „Ooby-Dooby-Punkten“ und der Anzahl aufgetretener Spikes ist ein Indikator für eine hohe Validität des Messinstruments.

Die Anzahl der während des Trainings aufgetretenen Spikes wurde von einer zur „Expertin“ geschulten Doktorandin der Medizin anhand der Sitzungsaufzeichnungen des EEG ausgezählt, die am Computerbildschirm angezeigten „Ooby-Dooby-Punkte“ wurden am Ende der Trainingssitzung notiert.

**Tab. 2-65: Korrelation Spikes – „Ooby-Dooby-Punkte“**

| Proband | Abh.Variable    | Korrelation (Pearson) | Signifikanzniveau         |
|---------|-----------------|-----------------------|---------------------------|
| B1      | Spikes/min      | - 0,738               | 0,003 (hoch signifikant)  |
| B2      | Spikes/min      | - 0,861               | 0,000 (hoch signifikant)  |
| B3      | Spikes/min      | - 0,068               | 0,765 (nicht signifikant) |
|         | Spikeserien/min | - 0,251               | 0,260 (nicht signifikant) |
| B4      | Spikes/min      | - 0,631               | 0,003 (hoch signifikant)  |
|         | Spikeserien/min | - 0,702               | 0,001 (hoch signifikant)  |

Die Korrelationen weisen mit Ausnahme der Sitzungen der Patientin B3 eine hoch signifikante Validität des „Ooby-Dooby-Programms“ als Instrument zur Erkennung und Rückmeldung von Spikes aus. Bei Patientin B3 liegt – wie bereits in der Einzelfalldarstellung erläutert – eine Atypische Benigne Partialepilepsie mit u.a. einem frontalen Fokus vor. Frontal entstehende Spikes weichen in ihrer Morphologie und weiteren charakteristischen Merkmalen deutlich von den hier trainierten und rückgemeldeten monomorphen Sharp Waves ab. Insofern kann die hier verwendete Methode der Spike-Identifizierung solche Spikes nur schwer erkennen; der Ansatz eignet sich daher zur

Rückmeldung frontaler Spikes nicht. Ansonsten zeigen die errechneten Werte eine hohe Validität des hier eingesetzten Programms zum Biofeedbacktraining von Spikes.

### **3. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION**

#### **3.1 Ausgangspunkt und Zielsetzung**

Bei „Benignen Epilepsien“ sind bestimmte EEG-Charakteristika in Form von Sharp Waves (= „Spikes“) zu finden, die aber auch bei verschiedenen anderen Störungsbildern auftreten. Das Spektrum reicht hier von Entwicklungsretardierungen über Teilleistungsstörungen, Fieberkrämpfe, die verschiedenen benignen Epilepsien bis hin zu schweren Störungsbildern wie ESES/CWCS und dem Landau-Kleffner-Syndrom (vgl. Doose 1998). Auch bei Kindern mit ADHS (Holtmann et al. 2003, 2006, Dunn et al. 2003) und bei Stotterern (Biermann-Ruben et al. 2004) finden sich rolandische Spikes im EEG. Als Auslöser sieht Doose (1998) eine hereditäre zerebrale Maturationsstörung, die in Abhängigkeit von Auftretensalter und Schwere derselben unterschiedliche Konsequenzen nach sich ziehen kann.

Mit den beschriebenen „Sharp Waves“ gehen zum Teil gravierende neuropsychologische Begleiterscheinungen und Verhaltensauffälligkeiten einher (vgl. bspw. Metz-Lutz & Fillippini 2006, Stephanie & Carlsson 2006). Ging man anfangs davon aus, dass es sich hier um passagere Phänomene handelt, so bestehen in vielen Fällen auch nach Ausheilung der „benignen“ Epilepsie gravierende kognitive Defizite fort (vgl. u.a. Weglage et al. 1997, Northcott et al. 2005). Eine Behandlung dieser Kinder mit dem Ziel der Unterdrückung von Spikes erscheint daher geboten, auch wenn keine oder nur wenige Anfälle auftreten (vgl. Gross-Selbeck 2001) oder aber Spikes im Rahmen anderer Störungen auftreten (s. oben). Die klassische antikonvulsive Medikation ist allerdings häufig von Nebenwirkungen wie neuropsychologischen Beeinträchtigungen, Verhaltensauffälligkeiten und körperlichen Störungen begleitet. Es erscheint daher sinnvoll, Alternativen zur klassischen Behandlung zu entwickeln.

Aus Studien zur Epilepsiebehandlung ist bekannt, dass Biofeedback hier effektiv eingesetzt werden kann (vgl. Kotchoubey et al. 2011). Ebenfalls belegt ist die hohe Wirksamkeit operanter Techniken in der psychotherapeutischen bzw. verhaltensmedizinischen Arbeit mit Kindern, die in diversen Therapie- und Behandlungsprogrammen für Kinder Eingang gefunden haben.

Daher sollte hier ein Biofeedbackprogramm entwickelt und untersucht werden, bei dem Patienten die Selbstkontrolle über Spikes mit dem Ziel ihrer Unterdrückung erlernen sollen.

Hier stellte sich zunächst die Frage, ob Spikekontrolle tatsächlich lernbar ist und diese dann zu einer EEG-Sanierung und möglicherweise auch zur Minderung bereits bestehender neuropsychologische Defizite und Verhaltensauffälligkeiten führen kann.

Auf der Grundlage entsprechender Publikationen (bspw. Wolff 2005) wurde auch der Frage nachgegangen, ob bei den untersuchten Kindern kognitive Defizite vorliegen und – wenn ja – inwieweit die Art der Defizite von der Lokalisation der Spikes abhängen. Dabei wurde angenommen, dass Entladungen am superior sulcus centralis (= Roland'sche Furche) zu einer beeinträchtigten Finger-Hand-Motorik führen und bei links-hemisphärischen Entladungen Sprachstörungen (insbesondere Beeinträchtigungen der Wortflüssigkeit) und Probleme bezüglich sequentieller Strategien auftraten. Weiter sollte überprüft werden, ob rechtshemisphärisch betonte Entladungen Probleme im Bereich der räumlich-visuellen Wahrnehmung und okzipitale Entladungen Defizite in der visuell-ganzheitlichen Verarbeitung nach sich ziehen.

Um fehlerhafte Lernprozesse im Rahmen des operanten Settings auszuschließen, muss die Spike-Rückmeldung zuverlässig und zeitnah erfolgen. Daher sollte das speziell für die hier vorgestellte Studie entwickelte Spike-Detection-System (vgl. Schroeder et al. 2002) auch auf seine Validität überprüft werden.

### **3.2 Design**

Zur Überprüfung der beschriebenen Fragestellungen wurden die Studienteilnehmer nach einer ersten neuropsychologischen Untersuchung, einem 24h-Langzeit-EEG sowie einer Verhaltensbeurteilung durch die Eltern zufällig den drei Untersuchungsgruppen „Experimentalgruppe“ (Biofeedbacktraining), „Kontrollgruppe 1 (standardisiertes Aufmerksamkeitstraining) und Kontrollgruppe 2 (konventionelle Behandlung = „wie bisher“) zugewiesen. Für die Kinder der beiden Behandlungsgruppen (Experimentalgruppe und Kontrollgruppe 1) folgte nach einer dreiwöchigen ersten Trainingsphase mit täglichem Training (außer an den Wochenenden) eine achtwöchige Pause, in der einwöchige

Auffrischungssitzungen stattfinden sollten. Im Anschluss daran wurden die Kinder in einer zweiwöchigen zweiten Behandlungsphase wiederum täglich trainiert. In einer zweiten Diagnostikphase wurden nun bei den Teilnehmern aller drei Gruppen erneut ein 24h-Langzeit-EEG und eine neuropsychologische Testuntersuchung durchgeführt sowie eine Verhaltensbeurteilung vorgenommen. Ein Jahr nach Erstuntersuchung wurden alle Gruppen mit den gleichen Instrumenten nochmals untersucht.

### **3.3 Ergebnisse**

#### **3.3.1 Patienten**

Die ursprünglich geplanten Patientenzahlen mit jeweils fünf Kindern pro Untersuchungsgruppe konnten in der Studie nicht realisiert werden (s. dazu auch **Kapitel 2.3.1**). So wurde die Studie schließlich mit neun Kindern durchgeführt, von denen vier der Experimentalgruppe zugeordnet wurden, zwei Kinder wurden der Kontrollgruppe 1 zugewiesen, drei Kinder der Kontrollgruppe 2. Einen Überblick über diese Patienten bieten die **Tabellen 2-5** und **2-6** (s. Kapitel **2.3.1**).

#### **3.3.2 Datenanalyse**

In Anbetracht der kleinen Anzahl ( $N = 9$ ) und unterschiedlichen Gruppengrößen (Experimentalgruppe:  $N = 4$ , Kontrollgruppe 1:  $N = 2$ , Kontrollgruppe 2:  $N = 3$ ) sowie der Heterogenität der Patienten (unterschiedliche Störungsbilder und Foci, s. Tab. **2-5** und **2-6**, Kapitel **2.3.1**) konnten die vorliegenden Daten im Bezug auf die Erlernbarkeit von Spikekontrolle nicht gruppenstatistisch ausgewertet werden. Statistische Analysen waren allerdings bezüglich der Validität des angewandten Spike-Detection- und Rückmeldeinstruments (s. **Kap. 2.3.3.1**) wie auch bezüglich der Lernkurven (s. **Kap. 2.3.3.2**) und der neuropsychologischen Ergebnisse (s. **Kap. 2.3.3.3**) über die verschiedenen Zeitpunkte auf intraindividuellem Ebene möglich. Diese statistischen Analysen wurden mithilfe von **SPSS, Version 12.0**, durchgeführt.

### 3.3.3 Wirksamkeit des Biofeedbackprogramms zur Spike-Detection und Spike-Rückmeldung

Dass eine Wirksamkeit des Programms gegeben ist, kann durch die Ergebnisse in der Patientengruppe zumindest nicht ausgeschlossen werden: Die für die Lernkurven berechneten Regressionskoeffizienten belegen, dass drei der vier Patienten der Experimentalgruppe (B2, B3, B4) während der Biofeedbacksitzungen von der Spikerückmeldung profitieren und die Spikeunterdrückung im Verlauf der Sitzungen erlernen. Patientin B1 ist insofern von der Wirksamkeitsbewertung auszuschließen, als wegen der okzipitalen Lokalisierung der Spikes auf die optische Rückmeldung verzichtet (s. Kap. 2.3.1.1) und das Feedback damit auf die akustische Modalität reduziert werden musste. In Anbetracht des nur reduziert eingesetzten Programms war hier nur eine eingeschränkte Wirksamkeit zu erwarten.

Da alle drei Patienten, die das gesamte Behandlungsprogramm absolviert haben, Spikekontrolle erlernt haben, kann von einer hohen Wirksamkeit des Ansatzes in der Trainingssituation ausgegangen werden.

Ob ein Transfer in den Alltag gelungen ist, kann über die Analyse der zu den drei Untersuchungspunkten erhobenen Spikehäufigkeiten im Langzeit-EEG und möglicher neuropsychologischer Veränderungen bestimmt werden. Auch hier kommt in Anbetracht der Gruppengröße nur eine Einzelbetrachtung in Frage: Eine deutliche Reduktion der Spikehäufigkeit findet sich in der Patientengruppe nur für Patientin B2. Hier liegt über den Untersuchungszeitraum eine Reduktion von Spikes im Wachzustand auf etwa die Hälfte und im Schlaf auf etwa ein Viertel der Ausgangsrate vor. Damit einhergehend findet sich eine marginal signifikante Verbesserung der Intelligenzleistung (vgl. **Tabelle 2-64**), die insbesondere auf einer deutlichen Verbesserung im Bereich des ganzheitlichen Denkens beruht. Außerdem konnten bei Patientin B2 signifikante Verbesserungen der Feinmotorik direkt nach dem Training sowie eine marginale Verbesserung in diesem Bereich bei der abschließenden Untersuchung erhoben werden.

Bei den übrigen Patienten finden sich bezüglich der Spikehäufigkeiten im Langzeit-EEG keine deutlichen Veränderungen. Auch lässt sich aus den in **Tabelle 2-64** darge-

stellten neuropsychologischen Ergebnisse bezüglich der Biofeedbackgruppe kein Muster ableiten, das eine Verbesserung auf der kognitiven Ebene vermuten ließe. Dieses Resultat kann einerseits damit zusammen hängen, dass auch im Bereich der Spikehäufigkeiten keine Veränderung eingetreten ist. Andererseits steht das Ergebnis und die Tatsache, dass bezüglich sämtlicher Patienten und kognitiver Leistungsbereiche insgesamt eher wenig Verbesserungen zu finden sind, durchaus in Übereinstimmung mit den Publikationen, die ein Fortbestehen neuropsychologischer Defizite auch nach EEG-Sanierung annehmen.

Interessant ist, dass bei Patientin B3 nach klinischer Beurteilung des behandelnden Arztes direkt nach dem Training eine Amplitudenverkleinerung im Bereich des trainierten Fokus aufgetreten ist und dieser nach einem Jahr komplett verschwunden war, obwohl eine Reduktion der Spikehäufigkeit im Untersuchungszeitraum nicht zu erheben war. In Anbetracht der mit der Atypischen Benigen Partialepilepsie und der Anamnese einhergehenden vielfältigen Beeinträchtigungen der Patientin kann hier kein Effekt auf die neuropsychologischen Leistungen des Mädchens erwartet werden. Das Ergebnis spricht aber zumindest dagegen, die Annahme einer Wirksamkeit des Trainings abzulehnen. Möglicherweise ist es hier tatsächlich im Sinne einer Generalisierung des Erlernten zu einer zumindest teilweisen Sanierung des EEGs gekommen.

Generell ist anzumerken, dass in **Tabelle 2-64** Verschlechterungen bezüglich der kognitiven Leistungsfähigkeit nur in den Kontrollgruppen (Aufmerksamkeitstraining und konventionelle Behandlung) auftreten. Die in der Behandlungsgruppe festzustellenden Veränderungen sind durchgängig Verbesserungen. Auch dieses Ergebnis kann wegen des nicht durchführbaren statistischen Gruppenvergleiches nur vorsichtig interpretiert werden.

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse bezüglich der Spikehäufigkeiten, dass ein Transfer der in der Biofeedbacktherapie erlernten Spikekontrollfertigkeiten in den Alltag eher nicht stattgefunden hat. Welche Faktoren hier eine Rolle gespielt haben (Dauer des Trainings, Unterstützung des Übens im Alltag etc.), kann hier nicht weiter geklärt werden. Ein direkter Zusammenhang zum im Detektivbogen erfassten „Üben“ im Alltag lässt sich jedenfalls nicht belegen (s. dazu die Einzelfalldarstellungen in Kap. **2.3.2**).

### 3.3.4 Befunde zu neuropsychologischen Defiziten und Verhaltensauffälligkeiten

Die vorliegenden Befunde unterstützen die Ergebnisse der in **Kapitel 1.2.2** dargestellten Publikationen. Bei sämtlichen Kindern finden sich zum Teil gravierende neuropsychologische Beeinträchtigungen, sieben der neun Kinder werden von den Eltern als verhaltensauffällig beurteilt. Damit muss Hypothese 2. zumindest nicht zurück gewiesen werden.

Bei insgesamt fünf Patienten (B1, B2, B4, A2, C2) stimmen die neuropsychologischen Befunde mit den entsprechenden Hypothesen zur Lokalisation der Foci überein. Bei allen Patienten liegen Einbrüche in weiteren kognitiven Bereichen vor. Bei Patientin B3 war aufgrund der vielfältigen Foci und hirnganischen Beeinträchtigungen eine Zuordnung der gefundenen neuropsychologischen Auffälligkeiten nicht möglich. Für Patient A1 konnte zur Fokuslokalisierung im Vertex aus der Literatur keine Hypothese abgeleitet werden. Somit ist der Anteil von fünf Patienten, für die die jeweiligen Lokalisationshypothesen zutreffend erscheinen, an sieben insgesamt zu berücksichtigenden Patienten so hoch, dass die Hypothesen 3.1 bis 3.4 nicht abgelehnt werden müssen. Die Daten stützen auch den von Wolf (2005) bestätigten Zusammenhang zwischen Fokuslokalisierung und Art der kognitiven Beeinträchtigung.

Die Beurteilung von Verhaltensauffälligkeiten der Kinder durch die Eltern zeigt die hohe Belastung in den Familien. Sieben von neun Kindern werden als verhaltensauffällig eingeschätzt. Bei sechs Patienten werden sowohl internalisierende als auch externalisierende Auffälligkeiten beschrieben. Erstaunlicherweise nehmen gerade die Eltern des Kindes mit den schwersten somatischen Beeinträchtigungen (Patientin B3) keine Verhaltensauffälligkeiten wahr. Gerade dieses Kind fiel aber in der Verhaltensbeobachtung während der Biofeedbacktherapie mit unkonzentrierten und teilweise impulsiv überschießenden Verhaltensweisen auf.

Möglicherweise haben die Eltern von Patientin B3 in Anbetracht der offensichtlichen körperlichen Beeinträchtigung ihrer Tochter weniger hohe Erwartungen an diese als die Eltern der anderen Patienten. Es wäre zu vermuten, dass diese mangels „offensichtlicher“ Defizite ihre Kinder vergleichsweise „strenger“ beurteilen.

### **3.3.5 Validität der Spike-Detection und Spike-Rückmeldung (= „0oby-Dooby-Programm“)**

Wie in **Kapitel 2.3.3.3** ausgeführt, kann die Korrelation zwischen dem über die Spike-Detection und –Rückmeldung ermittelten Punktwert (= Belohnungsmaß) für die Kinder und der Anzahl der während der Trainingseinheit aufgetretenen Spikes als Maß für die Validität des Programms gesehen werden. Eine hohe negative Korrelation entspricht einer hohen Validität.

Die Korrelationen weisen mit Ausnahme der Sitzungen der Patientin B3 eine signifikante bis hoch signifikante Validität des Spike-Detection-Programms als Instrument zur Erkennung und Rückmeldung von Spikes aus. Wie in **Kapitel 2.3.3.3** erläutert, ist der hier verwendete Spike-Erkennungs-Algorithmus wegen der veränderten Morphologie und weiterer charakteristischer Merkmale frontaler Spikes für deren Erkennung nicht geeignet.

Ansonsten sprechen die hier bestimmten Validitätswerte für eine hohe Gültigkeit und damit auch hohe Reliabilität und Objektivität des hier vorgestellten Programms zur Erkennung und Rückmeldung typischer Spikes.

### **3.3.6. Sonstige Ergebnisse**

Bei Patientin B1 liegt eine okzipitale Lokalisation des Fokus vor, die – wie auch in der Literatur berichtet – häufig mit Migräne assoziiert ist (vgl. Andermann 2000). Da die Patientin oft über Kopfschmerzen klagte, wenn sie zur Therapiesitzung kam, wurde ein zusätzliches Kopfschmerz-Rating vorgenommen. Dabei zeigte sich in 10 von 11 Sitzungen, bei denen sie anfänglich Kopfschmerzen hatte, eine Reduktion der Schmerzen im Verlauf der Sitzung (s. dazu **Kap. 2.3.2.1**). Ob es sich hier um einen Effekt der Biofeedbacktherapie handelt und welche Bestimmungsstücke der komplexen verhaltenstherapeutischen Behandlung letztendlich zu einer Besserung geführt haben, kann in Anbetracht des Einzelfallcharakters nicht geklärt werden. Möglich wäre auch ein Hawthorne-Effekt bei der Patientin („Was muss ich der Therapeutin rückmelden, damit sie mich für eine „gute Patientin“ hält?“).

Bei den Patienten B3 und B4 wurden in Anbetracht der besonderen Spikecharakteristik die Spikes von der auswertenden „Expertin“ zu Spikeserien zusammengefasst. Bei dieser Betrachtungsweise konnte bei beiden Patienten ein signifikanter Lernerfolg festgestellt werden – dies obwohl die Validität bezüglich der Spike-Erkennung bei Patientin B3 in Anbetracht der veränderten Morphologie frontaler Spikes statistisch nicht gegeben war. Dennoch scheint es bei der Patientin gemäß mündlicher Mitteilung des behandelnden Arztes zu einer klinischen Verbesserung nach dem Biofeedbacktraining gekommen zu sein (s. dazu **Kap. 2.3.2.3**).

### **3.4 Fazit und Ausblick**

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen auch in Anbetracht des aktuellen Forschungsstandes erstmalig, dass mithilfe von EEG-Biofeedback die Auftretenshäufigkeit fokaler Sharp-Wave-Entladungen („Spikes“) reduziert werden kann. Wenn die Resultate auch angesichts der kleinen Patientenzahlen und teilweise nur marginal signifikanten Ergebnisse zurückhaltend interpretiert werden müssen, so scheint es doch möglich, dass Kinder mit den beschriebenen EEG-Charakteristika im Rahmen eines auf den operanten Lernmechanismen beruhenden Trainings Selbstkontrolle über Spikes erlernen können. Durch welche Maßnahmen die Übertragung des Gelernten in den Alltag und damit möglicherweise eine Generalisierung auch auf im Schlaf auftretende Spikes gefördert werden könnte, sollte Gegenstand weiterer Studien sein. Hier wäre u.a. eine Verlagerung des Trainings ins häusliche Umfeld der Kinder mit Einsatz tragbarer Biofeedbackgeräte vorstellbar, um so mithilfe von umgebungsabhängigem Lernen den Transfer zu verbessern.

Die Möglichkeit des Erwerbs von Selbstkontrolle über Spikes könnte neben der Anwendung im Bereich der benignen Epilepsien auch bei weiteren Störungsbildern bzw. Defiziten wie der Behandlung von Teilleistungsstörungen, ADHS, Stottern etc. zukünftig eine Rolle spielen (vgl. Doose 1998, Biermann-Ruben et al. 2004, Holtmann et. al. 2006). Umgedreht erscheint es möglicherweise sinnvoll, bei den genannten, nicht im Zusammenhang mit einer benignen Epilepsien stehenden Störungen eine komplexe EEG-Untersuchung (inklusive Schlaf-EEG) einzuleiten, um etwaige Auffälligkeiten im

Sinne von Spikes im EEG aufzudecken. Eine Sanierung erschiene in Anbetracht der in der Literatur auch ohne Anfälle auftretenden neuropsychologischen Begleiterscheinungen durchaus erwähnenswert.

Allerdings lassen sowohl die Erfahrungen mit der Patientenrekrutierung in dieser Pilotstudie als auch die Überlegungen zu den von den Eltern berichteten Verhaltensauffälligkeiten (s. Kapitel 2.3.2.4) eine geringe Akzeptanz in Bezug auf dies aufwändige Behandlungsprogramm befürchten. Insbesondere Kindern mit benignen Epilepsien und deren Eltern fehlt möglicherweise in Anbetracht der missverständlichen Etikettierung der Erkrankung als „benigne“ ein Störungsmodell, aus dem sich eine Therapiemotivation für eine solch umfangreiche Maßnahme wie das hier beschriebene Biofeedbackprogramm ableiten ließe. Hier erschiene mit Diagnosestellung eine psychoedukative Maßnahme sinnvoll, in der über die zugrundeliegenden Mechanismen und potentiellen langfristigen negativen Konsequenzen informiert wird. Die aktuell für die Eltern nicht unmittelbar zu erkennende negative Komponente der benignen Epilepsien könnte auch ein Grund für eine sich in den Beurteilungen der Verhaltensauffälligkeiten niederschlagende besonders „strenge“ elterliche Grundhaltung sein.

Gewissermaßen als Nebenprodukt dieser Studie könnte das hier vorgestellte Instrument der Spike-Detection eine teilweise automatisierte Alternative zum bisherigen „Goldstandard“ der Auszählung von Spikes durch einen erfahrenen (menschlichen) EEG-Experten darstellen.

#### 4. LITERATURVERZEICHNIS

- Andermann, F. (2000). Migraine and the benign partial epilepsies of childhood: evidence for an association. *Epileptic Disorders 2*: S37-S39.
- Angermaier, M. (1977). *PET - Psychologischer Entwicklungstest*, 2. Auflage. Göttingen: Beltz Test GmbH.
- Baglietto, M.G., Battaglia, F.M., Nobili, L., Tortorelli, S., De Negri, E., Calevo, M.G., Veneselli, E., & De Negri, M. (2001). Neuropsychological disorders related to interictal epileptic discharges during sleep in benign epilepsy of childhood with centrotemporal or Rolandic spikes. *Developmental Medicine and Child Neurology 43* (6): 407-412.
- Bast, T., Volp, T., Wolf, C., & Rating, D. (2003). The influence of sulthiame on EEG in children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes (BECTS). *Epilepsia 44* (2): 215-220.
- Bedoin, N., Herbillon, V., Lamoury, I., Arthaud-Garde, P., Ostrowsky, K., De Bellecize, J., Kosal, P.K., Damon, G., & Rousselle, C. (2006). Hemispheric lateralization of cognitive functions in children with centrotemporal spikes. *Epilepsy & Behavior 9* (2): 268-274.
- Biermann-Ruben, K., Salmelin, R., & Schnitzler, A. (2005). Right rolandic activation during speech perception in stutterers: a MEG study. *Neuroimage 25* (3): 793-801.
- Binnie, C.D., De Silva, M., & Hurst, A. (1992). Rolandic spikes and cognitive functions. *Epilepsy Research 6* (Supplement): 71-73.
- Birbaumer, N., Elbert, T., Rockstroh, B., Daum, I., Wolf, P., & Canavan, A. (1991). Clinical-psychological treatment of epileptic seizures: a controlled study. In: *Perspectives and promises of clinical psychology*, hrsg. v. Ehlers, A., New York: Plenum Press, 81-96.
- Birbaumer, N., & Cohen, L.G. (2007). Brain-computer interfaces: communication and restoration of movement in paralysis. *Journal of Physiology-London 579* (3): 621-636.

- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie*, 7. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Boatman, D.F., Trescher, W.H., Smith, C., Ewen, J., Los, J., Wied, H.M., Gordon, B., Kossoff, E.H., Gao, Q., & Vining, E.P. (2008). Cortical auditory dysfunction in benign rolandic epilepsy. *Epilepsia* 49 (6): 1018-1026.
- Born, J., & Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychological Research-Psychologische Forschung* 76 (2): 192-203.
- Bulgheroni, S., Franceschetti, S., Vago, C., Usilla, A., Pantaloni, C., D'Arrigo, S., & Riva, D. (2008). Verbal dichotic listening performance and its relationship with EEG features in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsy Research* 79 (1): 31-38.
- Camfield, P., & Camfield, C. (2003). Childhood epilepsy: What is the evidence for what we think and what we do? *Journal of Child Neurology* 18 (4): 272-287.
- Croona, C., Kihlgren, M., Lundberg, S., Eeg-Olofsson, O., & Eeg-Olofsson, K.E. (1999). Neuropsychological findings in children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Developmental Medicine and Child Neurology* 41 (12): 813-818.
- Dahl, J.A. (1992). *Epilepsy - A behavior medicine approach to assessment and treatment in children*. Seattle, Toronto, Göttingen, Bern: Hogrefe & Huber Publishers.
- Danielsson, J., & Petermann, F. (2009). Cognitive Deficits in Children with Benign Rolandic Epilepsy of Childhood with Centrotemporal Spikes. *Aktuelle Neurologie* 36 (3): 126-135.
- Deltour, L., Barathon, M., Quaglino, V., Vernier, M.P., Desprez, P., Boucart, M., & Berquin, P. (2007a). Children with benign epilepsy with centrotemporal spikes (BECTS) show impaired attentional control: evidence from an attentional capture paradigm. *Epileptic Disorders* 9 (1): 32-38.
- Deltour, L., Quaglino, W., Barathon, M., de Broca, A., & Berquin, P. (2007b). Clinical evaluation of attentional processes in children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes (BCECTS). *Epileptic Disorders* 9 (4): 424-431.
- Deonna, T., Zesiger, P., Davidoff, V., Maeder, M., Mayor, C., & Roulet, E. (2000). Benign partial epilepsy of childhood: a longitudinal neuropsychological and EEG

- study of cognitive function. *Developmental Medicine and Child Neurology* 42 (9): 595-603.
- Doose, H. (1998). *Epilepsien im Kindes- und Jugendalter*, 11. Auflage. Hamburg: Desitin Arzneimittel GmbH.
- Doose, H., Petersen, B., & Neubauer, B.A. (2002). Occipital sharp waves in idiopathic partial epilepsies - clinical and genetic aspects. *Epilepsy Research* 48 (1-2): 121-130.
- Doose, H. (2002). *Das EEG bei Epilepsien im Kindes- und Jugendalter*. Hamburg: Desitin Arzneimittel GmbH.
- Döpfner, M., Schürmann, S., Frölich, J. (1997). *Therapieprogramm für Kinder mit hyperkinetischem und oppositionellem Problemverhalten – THOP*. Erschienen in der Reihe: Materialien für die psychosoziale Praxis, hrsg. v. Hautzinger, M. & Petermann, Weinheim, Basel, Berlin: Beltz Verlag, Psychologie Verlags Union.
- Döpfner, M., Plück, J., Bölte, S., Lenz, K., Melchers, P., & Heim, K. (1998). *Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen. Deutsche Bearbeitung der Child Behavior Checklist (CBCL/4-18). 2. Auflage mit deutschen Normen*, Köln: KFJD, Arbeitsgruppe Kinder, Jugend- und Familiendiagnostik.
- Dravet, C. (2002). Troubles comportementaux des épileptiques (The behavioral disorders in epilepsy). *Revue Neurologique* 158 (5): S33-S38.
- Dunn, D.W., Austin, J.K., Harezlak, J., & Ambrosius, W.T. (2003). ADHD and epilepsy in childhood. *Developmental Medicine and Child Neurology* 45 (1): 50-54.
- Ebus, S., Overvliet, G., Arends, J., & Aldenkamp A. (2011). Reading performance in children with rolandic epilepsy correlates with nocturnal epileptiform activity, but not with epileptiform activity while awake. *Epilepsy & Behavior* 22 (3): 518-522.
- Efron, R. (1957). The conditioned inhibition of uncinata fits. *Brain* 80: 251-262.
- Engel, J. (2001). A proposed diagnostic scheme for people with epileptic seizures and with epilepsy: Report of the ILAE Task Force on Classification and Terminology. *Epilepsia* 42 (6): 796-803.
- Engler, F., Maeder-Ingvar, M., Roulet, E., & Deonna, T. (2003). Treatment with sulthiame (Ospolot (R)) in benign partial epilepsy of childhood and related syndromes: An open clinical and EEG study. *Neuropediatrics* 34 (2): 105-109.

- Fenwick, P. (1994). The behavioral treatment of epilepsy generation and inhibition of seizures. *Neurologic Clinics* 12 (1): 175-202.
- Fimm, B. & Zimmermann, P., (2001). Ergänzungsmaterial zur *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*, Version 1.6. Kinder- und Jugendlichen-Normen. Herzogenrath: Psytest.
- Földenyi, M., Tagwerker-Neuenschwader, F., Giovanoli, A., Schallberger, U., & Steinhäuser, H.-C. (1999). Die Aufmerksamkeitsleistungen von 6-10-jährigen Kindern in der TAP. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 10(2): 87-102.
- Galbicka, G. (1994). Shaping in the 21st century: Moving percentile schedules into applied settings. *Journal of Applied Behavior Analysis* 27 (4): 739-760.
- Genizi, J., Shamay-Tsoory, S.G., Shahar, E., Yaniv, S., & Aharon-Perez, J., (2012). Impaired Social Behavior in Children With Benign Childhood Epilepsy With Centrotemporal Spikes. *Journal of Child Neurology* 27 (2): 156-161.
- Goldberg-Stern, H., Gonen, O.M., Sadeh, M., Kivity, S., Shuper, A., & Inbar, D. (2010). Neuropsychological aspects of benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Seizure-European Journal of Epilepsy* 19 (1): 12-16.
- Goldstein, L.H. (1990). Behavioural and cognitive-behavioural treatments for epilepsy: a progress review. *British Journal of Clinical Psychology* 29: 257-269.
- Gordon, N. (2000). Cognitive functions and epileptic activity. *Seizure* 9 (3): 184-188.
- Grimm, H., & Schöler H. (1991). *Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET)*, Göttingen: Hogrefe.
- Gross-Selbeck, G. (2001). Derzeitige Behandlungsstrategien bei Anfällen und Epilepsien im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 149 (11):1174-1179.
- Hammond, D.C., Serman, M.B., La Vaque, T.J., Moore, N.C., & Lubar, J.F. (2002). The efficacy of neurofeedback. *Behavior Therapist* 25 (4): 90-93.
- Hampel, P. & Petermann, F. (2003). *Anti-Stress-Training für Kinder*, 2. Auflage. Erschienen in der Reihe: Materialien für die psychosoziale Praxis, hrsg. v. Hautzinger, M. & Petermann, Weinheim, Basel, Berlin: Beltz Verlag, Psychologie Verlags Union.
- Heijbel, J., & Bohman, M. (1975). Benign epilepsy of children with centrotemporal EEG foci: intelligence, behavior, and school adjustment. *Epilepsia* 16 (5): 679-687.

- Hermann, B., Jones, J., Sheth, R., Dow, C., Koehn, M., & Seidenberg, M. (2006). Children with new-onset epilepsy: neuropsychological status and brain structure. *Brain* 129: 2609-2619.
- Holthausen, H. (2001). Epileptische Anfälle im Kindesalter: Übersicht, Terminologie und Klassifikation. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 149 (11): 1154-1161.
- Holtmann, M. & Schmidt, M.H. (2003). Behavior problems in nonepileptic children with rolandic epileptiform discharges. *Epilepsia* 44 (6): 875.
- Holtmann, M., Becker, K., Kentner-Figura, B., & Schmidt, M.H. (2003). Increased frequency of rolandic spikes in ADHD children. *Epilepsia* 44 (9): 1241-1244.
- Holtmann, M., Matei, A., Hellmann, U., Becker, K., Poustka, F., & Schmidt, M.H. (2006). Rolandic spikes increase impulsivity in ADHD - A neuropsychological pilot study. *Brain & Development* 28 (10): 633-640.
- ILAE - Commission on Classification and Terminology of the International League against Epilepsy (1981). Proposal for revised clinical and electroencephalographic classification of epileptic syndromes. *Epilepsia* 22: 489-501.
- ILAE - Commission on Classification and Terminology of the International League against Epilepsy (1989). Proposal for revised classification of epilepsies and epileptic syndromes. *Epilepsia* 30 (4): 389-399.
- Jasper, H.H. (1958). The Ten Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology* 10: 371-375.
- Kang, H.C., Eun, B.L., Lee, C.W., Moon, H.K., Kim, J.S., Kim, D.W., Lee, J.S., K.Y., Chae, Cha, B.H., Suh, E.S., Park, J.C., Lim, K., Ha, E.H., Song, D.H., & Kim, H.D (2007). The effects on cognitive function and behavioral problems of topiramate compared to carbamazepine as monotherapy for children with benign rolandic epilepsy. *Epilepsia* 48 (9): 1716-1723.
- Kaufman, A.S., & Kaufman, N.L. (1983). *K-ABC. Kaufman-Assessment Battery for Children. Interpretive Manual. Administration and scoring manual.* Circle Pines: American Guidance Service.
- Kavros, P.M., Clarke, T., Strug, L.J., Halperin, J.M., Dorta, N.J., & Pal, D.K. (2008). Attention impairment in rolandic epilepsy: Systematic review. *Epilepsia* 49 (9): 1570-1580.

- Koop, I.J., Fastenau, P.S., Dunn, D.W., & Austin, J.K. (2005). Neuropsychological correlates of electroencephalograms in children with epilepsy. *Epilepsy Research* 64: 49-62.
- Kossoff, E.H., Los, J.G., & Boatman, D.F. (2007). A pilot study transitioning children onto levetiracetam monotherapy to improve language dysfunction associated with benign rolandic epilepsy. *Epilepsy & Behavior* 11 (4): 514-517.
- Kotchoubey, B., Strehl, U., Uhlmann, C., Holzapfel, S., König, M., Fröscher, W., Blankenhorn, V., & Birbaumer, N. (2001). Modification of Slow Cortical Potentials in Patients with Refractory Epilepsy: A Controlled Outcome Study. *Epilepsia* 42: 404-416.
- Kubinger, K.D., & Wurst, E. (2000). *AID 2. Adaptives Intelligenz Diagnostikum 2*, Göttingen: Beltz.
- Kunert, H.J., Derichs, G., & Irle, E. (1996). Entwicklung von Aufmerksamkeitsfunktionen im Kindesalter: Ergebnisse einer vorläufigen Normierung der computergestützten Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) an 9- bis 12-jährigen Kindern. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 7(2): 92-113.
- Lauth, G.W., & Schlottke, P.F. (2002). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern*, 5. Auflage. Erschienen in der Reihe: Materialien für die psychosoziale Praxis, hrsg. v. Hautzinger, M. & Petermann, Weinheim, Basel, Berlin: Beltz Verlag, Psychologie Verlags Union.
- Lauth, G.W., & Schlottke, P.F. (2009). *Training mit aufmerksamkeitsgestörten Kindern*, 6. Auflage. Erschienen in der Reihe: Materialien für die psychosoziale Praxis, hrsg. v. Hautzinger, M. & Petermann, Weinheim, Basel, Berlin: Beltz Verlag, Psychologie Verlags Union.
- Lindgren, A., Kihlgren, M., Melin, L., Croona, C., Lundberg, S., & Eeg-Olofsson, O. (2004). Development of cognitive functions in children with rolandic epilepsy. *Epilepsy & Behavior* 5 (6): 903-910.
- Lubar, J.F., Shabsin, H.S., Natelson, S.E., Holder, G.S., Whitsett, S.F., Pamplin, W.E., & Krulikowski, D.I. (1981). EEG operant conditioning in intractable epilepsies. *Archives of Neurology* 38 (11): 700-704.

- Lundberg, S., & Eeg-Olofsson, O. (2003). Rolandic epilepsy: a challenge in terminology and classification. *European Journal of Paediatric Neurology* 7 (5): 239-241.
- Lundberg, S., Frylmark, A., & Eeg-Olofsson, O. (2005). Children with rolandic epilepsy have abnormalities of oromotor and dichotic listening performance. *Developmental Medicine and Child Neurology* 47 (9): 603-608.
- Majak, K., & Pitkanen, A. (2004).
- MacAllister, W.S., & Schaffer, S.G. (2007). Neuropsychological deficits in childhood epilepsy syndromes. *Neuropsychology Review* 17: 427-444
- Melchers, P., & Preuss, U. (1996). *K-ABC. Kaufman-Assessment Battery for Children. Deutschsprachige Fassung. Durchführungs- und Auswertungshandbuch. 3. Auflage*, Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Metz-Lutz, M.N., & Filippini, M. (2006). Neuropsychological findings in rolandic epilepsy and Landau-Kleffner syndrome. *Epilepsia* 47: 71-75.
- Molleis Galego Miziara, C.S, Giraldes de Manreza, M.L., Mansur, L., Reed, U.C., Figueiredo Ferreira Guilhoto, L.M., Gelmeti Serrano, V.A., & Gois, S. (2012). Impact of benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes (BECTS) on school performance. *Seizure-European Journal of Epilepsy* 21 (2): 87-91.
- Monjauze, C., Tuller, L., Hommet, C., Barthez, M.A., & Khomsi, A. (2005). Language in benign childhood epilepsy with centro-temporal spikes abbreviated form: Rolandic epilepsy and language. *Brain and Language* 92 (3): 300-308.
- Murray, M.E. (1976). Behavioral management in pediatrics. Applications of operant learning theory to problem behaviors of children. *Clinical Pediatrics* 15 (5): 465-470.
- Nagai, Y., Critchley, H.D., Rothwell, J.C., Duncan, J.S., Trimble, M.R. (2009). Changes in Cortical Potential Associated With Modulation of Peripheral Sympathetic Activity in Patients with Epilepsy. *Psychosomatic Medicine* 71: 84-92.
- Neubauer, B.A., Gross, S., & Hahn, A. (2008). Epilepsy in Childhood and Adolescence. *Deutsches Arzteblatt International* 105 (17): 319-328.
- Nordli, D.R. (2002). Infantile seizures and epilepsy syndromes. *Epilepsia* 43: 11-16.
- Northcott, E., Connolly, A.M., Berroya, A., Sabaz, M., McIntyre, J., Christie, J., Taylor, A., Batchelor, J., Bleasel, A.F., Lawson, J.A., & Bye, A.M.E. (2005). The

- neuropsychological and language profile of children with benign rolandic epilepsy. *Epilepsia* 46 (6): 924-930.
- Northcott, E., Connolly, A.M., Berroya, A., McIntyre, J., Christie, J., Taylor, A., Bleasel, A.F., Lawson, J.A., & Bye, A.M.E. (2007). Memory and phonological awareness in children with Benign Rolandic Epilepsy compared to a matched control group. *Epilepsy Research* 75 (1): 57-62.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia* 9: 97-113.
- Ortinski, P., & Meador, K.J. (2004). Cognitive side effects of antiepileptic drugs. *Epilepsy & Behavior* 5: S60-S65.
- Pan, A., & Lueders, H.O. (2000). Epileptiform discharges in benign focal epilepsy of childhood. *Epileptic Disorders* 2: S29-S36.
- Parker, L.H., & Cinciripini, P.M. (1984). Behavioral medicine with children: applications in chronic disease. *Progress in Behavior Modification* 17: 136-165.
- Parmeggiani, L., Seri, S., Bonanni, P., & Guerrini, R. (2004). Electrophysiological characterization of spontaneous and carbamazepine-induced epileptic negative myoclonus in benign childhood epilepsy with centro-temporal spikes. *Clinical Neurophysiology* 115 (1): 50-58.
- Petermann, F., & Petermann, U. (Hrsg., 2011). WISC-IV. Frankfurt am Main: Pearson Assessment.
- Piccirilli, M., D'Alessandro, P., Tiacci, C., & Ferroni, A. (1988). Language lateralization in children with benign partial epilepsy. *Epilepsia* 29 (1): 19-25.
- Preusche, I., & Leiss, U. (2003). Intelligenztests für Kinder. HAWIK-III, AID 2 und K-ABC im Vergleich. *Report Psychologie* 28 (1): 12-26.
- Rating, D. (2000). Treatment in typical and atypical rolandic epilepsy. *Epileptic Disorders* 2: S69-S72.
- Rating, D. (2001). Kurzer Abriss der Epilepsien und epileptischen Syndrome des Kindesalters. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 149 (11): 1140-1153.
- Reijs, R., Aldenkamp, A.P., & De Krom, M., (2004). Mood effects of antiepileptic drugs. *Epilepsy & Behavior* 5: S66-S76.
- Riva, D., Vago, C. Franceschetti, S., Pantaleoni, C., D'Arrigo, S., Granata, T., & Bulgheroni, S. (2007). Intellectual and language findings and their relationship

- to EEG characteristics in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsy & Behavior* 10 (2): 278-285.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N., Wolf, P., Duchtingroth, A., Reker, M., Daum, I., Lutzenberger, W., & Dichgans, J. (1993). Cortical Self-Regulation in Patients with Epilepsies. *Epilepsy Research* 14 (1): 63-72.
- Sarco, D.P., Boyer, K., Lundy-Krigbaum, S.M., Takeoka, M., Jensen, F., Gregas, M., & Waber, D.P. (2011). Benign rolandic epileptiform discharges are associated with mood and behavior problems. *Epilepsy & Behavior* 22 (2): 298-303.
- Sart, Z.H., Demirbilek, V., Korkmaz, B., Slade, P.D., Dervent, A., & Townes, B.D. (2006). The consequences of idiopathic partial epilepsies in relation to neuropsychological functioning: a closer look at the associated mathematical disability. *Epileptic Disorders* 8 (1): 24-31.
- Schoppe, K.J. (1997). *MLS - Motorische Leistungsserie. Version 3.00*, Mödling: Dr. G. Schuhfried GmbH.
- Schroeder, M., Bogdan, M., Rosenstiel, W., Hinterberger, T., Strehl, U., & Birbaumer, N. (2002). Online classification of EEG signals using artificial neural networks for biofeedback training of patients with epilepsy. In: *Proceedings of the 9th International Workshop on Systems, Signals and Image Processing, Recent Trends in Multimedia Information Processing*. Manchester: World Scientific Press, 438-446.
- Shields, W.D., & Snead, O.C. (2009). Benign epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsia* 50: 10-15.
- Smith, A.B., Kavros, P.M., Clarke, T., Dorta, N.J., Tremont, G., & Pal, D.K. (2012). A neurocognitive endophenotype associated with rolandic epilepsy. *Epilepsia* 53(4): 705-711.
- Sogawa, Y., Masur, D., O'Dell, C., Moshe, S.L. & Shinnar, S. (2010). Cognitive outcomes in children who present with a first unprovoked seizure. *Epilepsia* 51 (12): 2432-2439.
- Staddon, J.E.R., & Cerutti, D.T. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psychology* 54: 115-144.
- Stefan, H. (1999). *Epilepsien: Diagnose und Behandlung*, Stuttgart. New York: Thieme Verlag.

- Steinhausen, H.-C., & von Aster, M. (1993). Grundlagen und Konzepte der Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin bei Kindern und Jugendlichen. In: *Handbuch Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin bei Kindern und Jugendlichen*, hrsg. v. Steinhausen, H.-C., & von Aster, M., Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union, 1-12.
- Stephani, U., (2000). Typical semiology of benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes (BCECTS). *Epileptic Disorders* 2: S3-S4.
- Stephani, U., & Carlsson, G. (2006). The spectrum from BCECTS to LKS: The rolandic EEG trait-impact on cognition. *Epilepsia* 47: 67-70.
- Sterman, M.B. (1996). Physiological origins and functional correlates of functional correlates of EEG rhythmic activities: implications for self-regulation. *Biofeedback and Self-Regulation* 21 (1): 3-33.
- Sterman, M.B. (2000). Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning. *Clinical Electroencephalography* 31 (1): 45-55.
- Stevens, J.R., & Stevens, C.M. (1960). Cyclic conditioning of epileptic discharges. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 12 (3): 705-714.
- Stevens, J.R., Milstein, V.R., & Doods, S.A. (1967). Endogenous spike discharges as conditioned stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 23 (1): 57-66.
- Strehl, U., Kotchoubey, B., Trevorrow, T., & Birbaumer, N. (2005). Predictors of seizure reduction after self regulation of slow cortical potentials as a treatment of drug-resistant epilepsy. *Epilepsy and Behavior* 6: 156-166.
- 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 (5): E1530-E1540.
- Strehl, U., Kotchoubey, B., Martinetz, S., & Birbaumer, N. (2011). Why do patients with partial epilepsy improve their IQ after training to self regulate slow cortical potentials? *Journal of Neurotherapy* 15: 200 – 213.
- Tan, G., Thornby, J., Hammond, D.C., Strehl, U., Candy, B., Arnemann, K., & Kaiser, D.A. (2009). Meta-Analysis of EEG Biofeedback in treating epilepsy. *Clinical EEG and Neuroscience* 40 (3): 173-179.

- Taner, Y., Erdogan-Bakar, E., Turanli, G., & Topcu, M. (2007). Psychiatric evaluation of children with CSWS (continuous spikes and waves during slow sleep) and BRE (benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes/rolandic epilepsy) compared to children with absence epilepsy and healthy controls. *Turkish Journal of Pediatrics* 49 (4): 397-403.
- Tewes, U., Rossmann, P., & Schallberger, U. (1999). *HAWIK III - Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder – 3. Auflage*, Bern: Huber.
- Thornton, K.E. (2002). The improvement/rehabilitation of auditory memory functioning with EEG biofeedback. *Neurorehabilitation* 17 (1): 69-80.
- Tzitiviridou, M., Panou, T., Ramantani, G., Kambas, A., Spyroglou, K., & Panteliadis, C. (2005). Oxcarbazepine monotherapy in benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes: A clinical and cognitive evaluation. *Epilepsy & Behavior* 7 (3): 458-467.
- Vago, C., Bulgheroni, S., Franceschetti, S., Usilla, A. & Riva, D. (2008). Memory performance on the California Verbal Learning Test of children with benign childhood epilepsy with centrotemporal spikes. *Epilepsy & Behavior* 13 (4): 600-606.
- Van Bogaert, P., Urbain, C., Galer, S., Ligot, N., Peigneux, P., & De Tiege, X. (2012). Impact of focal interictal epileptiform discharges on behaviour and cognition in children. *Neurophysiologie Clinique-Clinical Neurophysiology* 42 (1-2): 53-58.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., & Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology* 47 (1): 75-85.
- Von Stuelpnagel, C., Kluger, G., Leiz, S., & Holthausen, H. (2010). Levetiracetam as add-on therapy in different subgroups of "benign" idiopathic focal epilepsies in childhood. *Epilepsy & Behavior* 17 (2): 193-198.
- Walther, B. (2004). Benigne epileptische Anfälle und benigne Epilepsie-Syndrome. *Psychoneuro* 30 (2): 87-94, 2004.
- Weglage, J., Demsky, A., Pietsch, M., & Kurlemann, G. (1997). Neuropsychological, intellectual, and behavioral findings in patients with centrotemporal spikes with and without seizures. *Developmental Medicine and Child Neurology* 39 (10): 646-651.

- Wirrell, E.C., Sherman, E.M.S., Vanmastrigt, R., & Hamiwka, L.D. (2008). Deterioration in cognitive function in children with benign epilepsy of childhood with central temporal spikes treated with sulthiame. *Journal of Child Neurology* 23 (1): 14-21.
- Wolff, M., Weiskopf, N., Serra, E., Preissl, H., & Krägeloh-Mann, I. (2002). Benign partial epilepsy: localization of focal sharp waves determined by MEG correlates with cognitive processing. *Neuropediatrics* 33: A5.
- Wolff, M., Weiskopf, N., Serra, E., Preissl, H., Birbaumer, N., & Kraegeloh-Mann, I. (2005). Benign partial epilepsy in childhood: Selective cognitive deficits are related to the location of focal spikes determined by combined EEG/MEG. *Epilepsia* 46 (10): 1661-1667.
- Zimmermann, P., & Fimm, B. (1993). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*, Version 1.02c. Handbuch Teil 1. Herzogenrath: Psytest.
- Zimmermann, P., & Fimm, B. (1994). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*, Version 1.02c. Handbuch Teil 2. Herzogenrath: Psytest.

Quellen aus dem Internet:

<http://www.rote-liste.de>

## 5. ANHANG

|  |     |
|--|-----|
| Informationsblatt für Eltern und Kinder – Einwilligung Eltern<br>(Voruntersuchung )    | 124 |
| Informationsblatt für Eltern und Kinder – Vereinbarung mit Kind<br>(Voruntersuchung)   | 125 |
| Informationsblatt für Eltern und Kinder – Einwilligung Eltern<br>(Biofeedbackgruppe )  | 126 |
| Informationsblatt für Eltern und Kinder – Vereinbarung mit Kind<br>(Biofeedbackgruppe) | 128 |
| Beispiel Detektivbogen (Patientin B3)  | 129 |
| Beispiel Belohnungsbogen (Patientin B3)  | 130 |
| Beispiel Punktekurve (Patientin B3)  | 131 |
| Anfallsfragebogen  | 132 |

|   |   |
|---|---|
| <b>Universitätsklinikum Tübingen</b><br><b>Kinderklinik</b><br><b>Ärztliche Direktorin:</b><br><b>Prof. Dr. med. Ingeborg Krägeloh-Mann</b> | <b>Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie</b><br><br><b>Institutsdirektor:</b><br><b>Prof. Dr. Niels Birbaumer</b> |
|---|---|

**Projekt Psychophysiologische Behandlung von benignen Epilepsien**  
**Informationsblatt für Eltern und deren Kinder (Screening)**

Liebe Eltern,

wir freuen uns über Ihr Interesse an unserem Forschungsprojekt. Dieses Forschungsprojekt soll die Wirksamkeit psychophysiologischer Behandlungsformen bei Kindern mit benignen Epilepsien prüfen. Das Ziel besteht darin zu zeigen, inwieweit mit der Behandlung eine Normalisierung des EEGs Ihres Kindes erreicht werden kann.

Im Rahmen dieses Projekts möchten wir unterschiedliche Methoden überprüfen.

In einer Gruppe werden die Kinder trainiert, die Aktivität ihres Gehirns zu verändern und zu kontrollieren. Dazu wird die Aktivität des Gehirns mit Hilfe von Elektroden gemessen und Ihrem Kind als Computerspiel „verkleidet“ zurückgemeldet. In einer zweiten Gruppe erhalten die Kinder ein spezielles Training, in dem Fertigkeiten wie Konzentration und Aufmerksamkeit gezielt gefördert werden. Zur Kontrolle möglicher Veränderungen werden eine Reihe von Tests und Untersuchungen durchgeführt. In einer dritten Gruppe werden dieselben Untersuchungen vorgenommen, es werden neben der medizinischen Betreuung aber keine zusätzlichen Programme angeboten. Später sollen die Ergebnisse in den verschiedenen Gruppen miteinander verglichen werden. Wenn Ihr Kind antiepileptische Medikamente bekommt, werden diese beibehalten.

Nach einer Erstuntersuchung, die ein Langzeit-EEG und verschiedene psychologische Tests zu Faktoren wie Intelligenz, Aufmerksamkeit und Sprache umfaßt, wird Ihr Kind dann einer der drei Gruppen zugewiesen. Die Kinder in den ersten beiden Gruppen erhalten über drei und zwei Wochen täglich ein Trainingsprogramm; dazwischen ist eine Pause von acht Wochen, in der die Kinder nur einmal pro Woche kommen. Alle Kinder werden in etwa nach jeweils sechs Monaten zweimal zu den gleichen Untersuchungen wie zu Beginn eingeladen. Für die Teilnahme an den Untersuchungen wird eine Aufwandsentschädigung von DM 50.- gezahlt. Die Untersuchungen und Tests haben keine schädlichen Nebenwirkungen, die Ergebnisse werden wir Ihnen mitteilen.

Wenn wir nach der Untersuchung festgestellt haben, daß Ihr Kind grundsätzlich geeignet ist, werden wir es nach dem Zufallsprinzip einer der drei Gruppen zuweisen. Sie erhalten dann eine detaillierte Information über das dort stattfindende Programm und entscheiden sich erst dann endgültig, ob Sie mitwirken möchten.

Sollten Sie sich jetzt vollständig und ausreichend im Hinblick auf die Voruntersuchung informiert fühlen und mit der Teilnahme Ihres Kindes einverstanden sein, bitten wir Sie um Ihre Unterschrift. Alle Informationen über Ihr Kind sowie die Testergebnisse unterliegen der Schweigepflicht. Außer den Therapeuten hat niemand Zugang zum Namen und anderen persönlichen Daten Ihres Kindes.

***Mit meiner Unterschrift erkläre ich, daß mein Kind ..... an den Untersuchungen teilnehmen darf und daß ich über die Ziele und den Umfang umfassend informiert worden bin.***

---

Datum                      Unterschrift des Erziehungsberechtigten                      Unterschrift des Therapeuten

|   |   |
|---|---|
| <b>Universitätsklinikum Tübingen</b><br><b>Kinderklinik</b><br><b>Ärztliche Direktorin:</b><br><b>Prof. Dr. med. Ingeborg Krägeloh-Mann</b> | <b>Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie</b><br><br><b>Institutsdirektor:</b><br><b>Prof. Dr. Niels Birbaumer</b> |
|---|---|

**Projekt Psychophysiologische Behandlung von benignen Epilepsien**  
**Informationsblatt für Eltern und deren Kinder (Screening)**

**Abmachung**

zwischen ..... (Name des Kindes) und .....  
(Name des Therapeuten)

..... (Name des Therapeuten) hat mir im Beisein von  
..... (Name des Erziehungsberechtigten) erklärt, worum es in der Untersuchung geht und welche Aufgaben wir bei unseren gemeinsamen Treffen lösen werden. Er / sie hat meine Fragen dazu beantwortet. Wenn ich nicht mehr mitmachen möchte, kann ich das jederzeit mit ..... (Name des Therapeuten) besprechen.

---

Datum

Unterschrift des Kindes

Unterschrift des Therapeuten

|   |   |
|---|---|
| <b>Universitätsklinikum Tübingen</b><br><b>Kinderklinik</b><br><b>Ärztliche Direktorin:</b><br><b>Prof. Dr. med. Ingeborg Krägeloh-Mann</b> | <b>Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie</b><br><br><b>Institutsdirektor:</b><br><b>Prof. Dr. Niels Birbaumer</b> |
|---|---|

**Projekt Psychophysiologische Behandlung von benignen Epilepsien**  
**- Biofeedback-Gruppe -**

Liebe Eltern,

wir freuen uns über Ihr Interesse, mit Ihrem Kind an unserem Forschungsprojekt teilzunehmen. Unser Forschungsprojekt soll die Wirksamkeit psychophysiologischer Behandlung bei Kindern mit benignen Epilepsien prüfen. Das Ziel dieses Programms besteht darin zu zeigen, daß mit der zusätzlichen Behandlung eine Normalisierung des EEGs Ihres Kindes erreicht werden kann. Ihr Kind ist nach dem Zufallsprinzip für die "Biofeedbackgruppe" ausgewählt worden. Die Behandlung beruht auf der Erfahrung, daß Kinder (und auch Erwachsene) lernen können, die Aktivität ihres Gehirns zu verändern und zu kontrollieren. Dazu wird über Elektroden die Aktivität des Gehirns gemessen und Ihrem Kind als Spiel „verkleidet“ zurückgemeldet. Im Spiel Punkte zu sammeln, bedeutet für Ihr Kind dann, daß es die Aktivität des Gehirns in der gewünschten Form verändert hat. Das Kind kann gesammelte Punkte jeweils am Ende der Sitzung gegen eine kleine Belohnung eintauschen. Wir wissen aus früheren Untersuchungen, daß es viele Sitzungen dauern kann, bis man den richtigen Weg gefunden hat, das eigene Gehirn zu beeinflussen. Insbesondere zu Beginn kann das Training daher auch anstrengend oder frustrierend sein und erfordert von Ihrem Kind und Ihnen einen starken Willen und Bereitschaft zur Mitarbeit.

Bei der Behandlung werden keine neuen Medikamente eingeführt oder sonstige Eingriffe vorgenommen. Das von uns entwickelte Verfahren ist bislang noch nicht an Patienten erprobt worden, so daß wir Nebenwirkungen nicht grundsätzlich ausschließen können. Bei anderen Therapieverfahren mit einem EEG-Feedback haben wir aber keine Schädigungen feststellen können. Manche Kinder finden das Training und die Tests anstrengend, in der Regel bereitet es ihnen aber Spaß und sie kommen gern in unser Labor. Wenn Ihr Kind bisher Medikamente bekam, werden diese vorerst beibehalten. Vielleicht können einige Kinder ihre Medikamente sogar nach der Behandlung einschränken. Natürlich können wir Ihnen dafür keine Garantie geben. Eine Änderung der Medikamenteneinnahme während der Behandlung sollten Sie nicht vornehmen. Sprechen Sie eine von Ihnen dennoch gewünschte Medikamentenänderung bitte mit Ihrem behandelnden Arzt und uns ab.

Parallel zum eigentlichen Training benötigen wir über Ihr Kind einige Informationen, die uns bei der Beurteilung der Wirksamkeit des Programmes helfen sollen. Wir haben dazu mit Ihrem Kind bereits einige Tests durchgeführt und bitten Sie außerdem im Verlauf des Trainings, einige Fragebögen zur Befindlichkeit Ihres Kindes sowie zu Ihren Erwartungen an die Therapie bzw. Zufriedenheit mit der Therapie auszufüllen. Außerdem bitten wir Sie - falls bei Ihrem Kind schon einmal Anfälle aufgetreten sind - diese in einem Anfallstagebuch regelmäßig einzutragen. Sämtliche Ergebnisse werden wir Ihnen auf Wunsch am Ende der Studie mitteilen.

Die Teilnahme ist freiwillig und kostenlos. Sie haben das Recht, das Training nach Rücksprache mit uns ohne Angabe von Gründen jederzeit abzubrechen. Der Behandlungserfolg hängt auch davon ab, daß Ihr Kind an allen Sitzungen teilnimmt und die Hausaufgaben in den trainingsfreien Zeiten regelmäßig durchführt. Falls dies nicht der Fall sein sollte, müssen wir es leider von der weiteren Teilnahme ausschließen.

Wenn Sie noch Fragen haben, können Sie jederzeit mit uns in Kontakt treten.

Sollten Sie vollständig und ausreichend informiert und mit der geplanten Behandlung einverstanden sein, bitten wir Sie um Ihre Unterschrift. Alle Informationen und Tests von Ihrem Kind und Ihnen unterliegen der Schweigepflicht. Außer den Therapeuten hat niemand Zugang zu Namen oder persönlichen Daten Ihres Kindes.

***Mit meiner Unterschrift erkläre ich, daß mein Kind ..... teilnehmen darf und daß ich über die Ziele und den Umfang umfassend informiert worden bin. Ich kann das Training jederzeit nach Rücksprache abbrechen.***

***Ich bin darüber informiert, daß mein Kind nur an dem Training teilnehmen kann, wenn es an allen Sitzungen teilnimmt und die Hausaufgaben gewissenhaft durchführt.***

---

Datum

Unterschrift des Erziehungsberechtigten

Unterschrift des Therapeuten

|   |   |
|---|---|
| <b>Universitätsklinikum Tübingen</b><br><b>Kinderklinik</b><br><b>Ärztliche Direktorin:</b><br><b>Prof. Dr. med. Ingeborg Krägeloh-Mann</b> | <b>Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie</b><br><br><b>Institutsdirektor:</b><br><b>Prof. Dr. Niels Birbaumer</b> |
|---|---|

**Projekt Psychophysiologische Behandlung von benignen Epilepsien**  
**Informationsblatt für Eltern und deren Kinder**  
**- Biofeedbackgruppe -**

**Abmachung**

zwischen ..... (Name des Kindes) und .....  
(Name des Therapeuten)

..... (Name des Therapeuten) hat mir im Beisein von  
..... (Name des Erziehungsberechtigten) erklärt, worum es in  
der Untersuchung geht und was wir in unseren gemeinsamen Treffen vor haben. Er/sie hat  
meine Fragen dazu beantwortet. Nach jedem Treffen bekomme ich eine kleine Belohnung.  
Meine Hausaufgaben will ich regelmäßig machen. Wenn ich nicht mehr mitmachen möchte,  
kann ich das jederzeit mit ..... (Name des Therapeuten) bespre-  
chen.

---

Datum

Unterschrift des Kindes

Unterschrift des Therapeuten

**Beispiel Detektivbogen (Patientin B3)**

# Detektivbogen

für *in der Zeit vom 17.08..... bis 15.10.02*



*Ich habe heute 30 Minuten lang meine Ooby-Dooby -Türke  
"gehört" (am besten vor dem Schlafen gehen)*

|                 | Samstag | Sonntag | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag |
|-----------------|---------|---------|--------|----------|----------|------------|---------|
| 17.08. - 23.08. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 24.08. - 30.08. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 31.08. - 06.09. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 07.09. - 13.09. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 14.09. - 20.09. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 21.09. - 27.09. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 28.09. - 04.10. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 05.10. - 11.10. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |
| 12.10. - 15.10. | ●       | ●       | ●      | ●        | ●        | ●          | ●       |

**Beispiel Belohnungsbogen (Patientin B3)**

**Belohnungen**

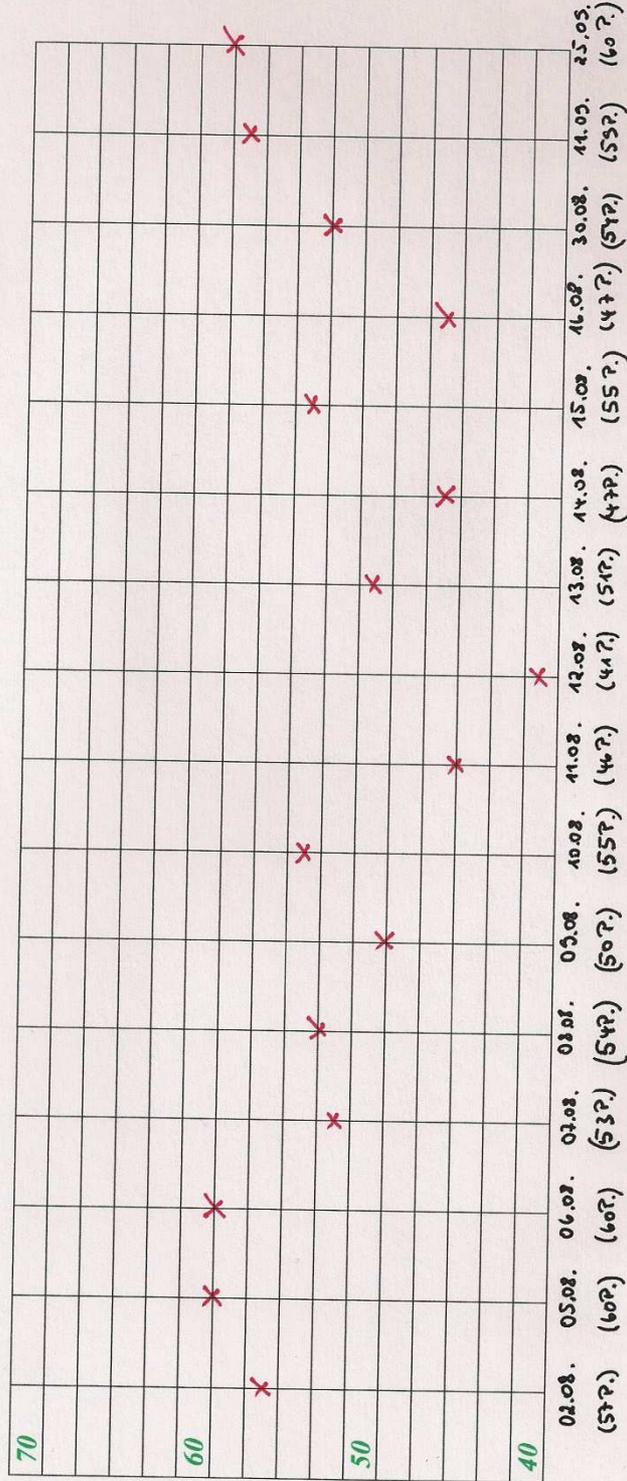
für

| ab:      |  |   |    |     |
|----------|---|---|--|---|
| 06.08.02 | bis <u>50 P.</u>  | bis <u>58 P.</u>  | bis <u>65 P.</u>   | mehr als <u>65 P.</u>   |
| 12.08.02 | bis <u>40 P.</u>  | bis <u>50 P.</u>  | bis <u>55 P.</u>   | mehr als <u>55 P.</u>   |
| 14.08.02 | bis <u>40 P.</u>  | bis <u>45 P.</u>  | bis <u>50 P.</u>   | mehr als <u>50 P.</u>   |
| 25.10.02 | bis <u>40 P.</u>  | bis <u>50 P.</u>  | bis <u>55 P.</u>   | mehr als <u>55 P.</u>   |

**Beispiel Punktekurve (Patientin B3)**

**Punkte-Kurve**

für



## Anfallsfragebogen

Ich ..... (Name) hatte einen Anfall am ..... (Datum)  
um ..... (Uhrzeit).

Das habe ich direkt vorher gemacht:

An diesen Anzeichen habe ich gemerkt, dass ein Anfall kommt:  
(Zum Beispiel ein merkwürdiges Gefühl im Bauch oder im Brustkorb?)

Das habe ich während des Anfalls davon mitbekommen:  
(Ich beschreibe es mit meinen eigenen Worten, ich kann es aber auch auf  
einem Extrablatt aufmalen)

Zum Ende des Anfalls: War ich „plötzlich wieder da“ oder bin ich erst all-  
mählich wieder zu mir gekommen?

Das habe ich direkt nach dem Anfall gemacht:

So habe ich mich danach gefühlt: (z.B. War ich müde? War mir schlecht?  
Hatte ich Kopfschmerzen oder andere Schmerzen? Was noch?)

|  |                      |              |
|--|----------------------|--------------|
| Wie lange hat es gedauert, bis ich nichts mehr vom Anfall gespürt habe?<br>Wann habe ich mich wieder richtig wohl gefühlt? |                      |              |
| War jemand dabei?<br>Wenn ja, wer? .....   |                      |              |
| Ich habe sie oder ihn gefragt. Das hat sie oder er kurz vor dem Anfall bei mir beobachtet:                                 |                      |              |
| Das hat sie oder er während des Anfalls bei mir beobachtet:  |                      |              |
| Das hat er oder sie nach dem Anfall getan:   |                      |              |
| Das hat sich an meinem geplanten Tagesablauf geändert:   |                      |              |
| So stark war mein Anfall: (die passende Ziffer kreuze ich an)  |                      |              |
| Sehr schwach   | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | sehr stark   |
| So habe ich mich vor dem Anfall gefühlt:   |                      |              |
| ganz müde  | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | richtig wach |
| ganz traurig   | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | ganz froh    |