

Eine Einzelfallstudie

**Neurofeedbacktherapie
im ultralangsamem Frequenzbereich
(ILF) und psychologische Beratung**

**bei einer 13-Jährigen mit Angststörungen,
häufigem Schlafwandeln
und stressbedingten Flüchtigkeitsfehlern**

Sandra Mertens

Erweiterung der

Diplomarbeit des Vertiefungsstudiums im Kompetenzzentrum
für Neurofeedback Schoresch, Schweiz

Juli 2018

1 Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Diese Fallstudie zeigt die Wirksamkeit von Neurofeedback im ultra langsamen Frequenzbereich (Infra Low Frequency ILF) und psychologischer Beratung, bei einem 13-jährigen Mädchen, das unter einer Angststörung und häufigem Schlafwandeln litt. Störend empfunden wurden zudem unter Schuldruck auftretende Flüchtigkeitsfehler.

1.2 Methode

Anhand der Symptome und Veränderungswünsche der Patientin und der vor der Therapie erstellten quantitativen EEG (qEEG) wurden die Neurofeedback-Protokolle ausgewählt. Trainiert wurde mit bipolaren Ableitungen: (T3-Cz)-(T4-Cz); (T4-Cz)-(P4-Cz); (T4-Cz)-(Fp2-Cz); (T3-Cz)-(Fp1-Cz); (T3-Cz)-(P3-Cz), jeweils mit Inhibit-Bändern zwischen 1 Hz und 40 Hz und einer Rewardfrequenz von 0.02 mHz.

Um die Selbstregulierung des Gehirns anzuregen und das Ruhenetzwerk (Default Mode Network) zu verbessern, wurde in den Sub-mHz Frequenzen (ILF) trainiert. Die Aktivität des Default Mode Networks oszilliert in ähnlich niedrigen Frequenzen wie sie im ILF-Neurofeedback trainiert werden (K.-M.Haus 2016).

Für die psychologische Beratung wurde die systemisch-integrative Therapie der Selbstorganisation eingesetzt. Über einen Zeitraum von etwas mehr als einem Jahr wurden insgesamt 44 Sitzungen Neurofeedback durchgeführt.

1.3 Resultat

Mit zwei quantitativen EEG-Aufnahme (qEEG) mit 19 Elektroden nach dem standardisierten 10-20 System einmal vor und einmal nach der Therapie konnte ein Vergleich der beiden qEEGs eine detaillierte Beurteilung des Therapieerfolgs aufzeigen. Es wurden Messungen bei geschlossenen Augen (EC – eyes closed) und geöffneten Augen (EO – eyes open) sowie bei einem visuellen Leistungstest (VCPT) aufgenommen und mit einer altersgerechten Datenbank abgeglichen. Ausgewertet wurden Reaktionszeit, Arbeitskonstanz, Impulsivitäts- und Aufmerksamkeitsfehler sowie im Konzentrationsverlaufstest die evozierten Potenziale. Zudem wurden die Frequenzbänder und Kohärenzen einer Analyse unterzogen.

Dabei wurde ersichtlich, dass sich das Gehirn der Patientin in allen untersuchten Bereichen verbessert hat. Im Verlauf der Therapie konnte die Patientin ihre Ängste abbauen. Sie wurde nach eigener Aussage „so mutig und gelassen, wie sie es noch nie in ihrem Leben war“. Das häufige Schlafwandeln ist zu einer ganz seltenen Ausnahme geworden. Sie hat ihre Lernleistung erhöht und ihre stressbedingte Fehlerquote reduziert, so dass sie jetzt das Gymnasium besucht.

1.4 Schlussfolgerung

In diesem Fallbeispiel ist gut zu sehen, dass zum Angstabbau ein gut aktiviertes Frontalhirn nötig ist. Die langsame Delta-Überlagerung bei der Patientin konnte abgebaut und die gewünschte schnelle Beta-Aktivität aufgebaut werden. Dies spricht dafür, dass die gewünschte Selbstregulierung (da durch das ILF-Neurofeedback die Grunderregbarkeit des gesamten Kortex angeregt wird) auch bei den Frequenzbändern sichtbar ist.

Diese Einzelfallstudie zeigt, dass sich das Gehirn nachweislich durch eine Neurofeedback-Behandlung verändern lässt. Es ist eine effektive Methode, die sich nicht nur auf eine bessere Konzentration positiv auswirkt, sondern auch bei Ängsten und Schlafstörungen sehr hilfreich sein kann.

2 Einleitung

Von einer Angststörung spricht man, wenn eine Furcht vor einem Objekt oder Situation über einen weitgehend normalen Affekt von Angst hinausgeht und sich verselbständigt. Bezogen auf die Kriterien Intensität, Fortbestehen, Bewältigung und den subjektiven und körperlichen Beeinträchtigungsgrad unterscheidet sich die Symptomatik von der „normalen“ Angst bzw. dem Empfinden gesunder Personen. Dazu gehört auch, dass die körperlichen Symptome einer solchen Reaktion (z.B. Steigerung von Blutdruck und Pulsrate, Schweißdrüsenaktivität, Gedankenrasen, Änderung der Hauttemperatur) unangemessen stark ausgeprägt sind (K.-M.Haus 2016, 239-241).

Die 13-jährige Patientin dieser Fallstudie wurde von ihrer Angst stark beeinträchtigt. Selbst in Begleitung eines nahen Verwandten war es für sie kaum möglich mit dem Zug zu fahren. Gar nicht möglich war es ihr zu Beginn der Therapie, mit dem Flugzeug in den Urlaub zu fliegen oder durch Strassen zu gehen, ohne nach potenzieller Gefahr Ausschau zu halten.

Wenn sie wusste, dass eine Zugfahrt bevorstand, konnte sie die Nacht davor nicht schlafen. In den Zug einzusteigen kostete sie viel Überwindung, obwohl es sich meistens um eine kurze Fahrt von ca. 20 Minuten handelte. Sie zitterte vor Angst, fühlte sich kraftlos, hatte eine bleiche Gesichtsfarbe, einen schnellen Atem und hatte von Angst ausgelöste Affekthandlungen nicht unter Kontrolle. So rannte sie zum Beispiel an einem Bahnhof ohne ihre Mutter aus dem Zug heraus, da sie Leute im Zug entdeckt hatte, die ihr Angst gemacht hatten. Dies konnten Obdachlose oder Betrunkene sein. In der Familienanamnese zeigte sich, dass vorsichtiges und angstbesetztes Verhalten in ihrer Familie häufig vorkommt. Bereits als Kleinkind hatte sie ein vorsichtiges Verhalten gezeigt. Ihre Angst hatte sich aber in den letzten Jahren intensiviert und beeinträchtigte damit zunehmend ihr Leben.

Zudem schlafwandelte sie häufig nachts, ca. ein- bis zweimal in der Woche. Sie stand dann nachts vor dem Bett ihrer Mutter und redete. Am nächsten Morgen konnte sie sich nicht daran erinnern.

Als grundsätzlich gute Schülerin machte sie auf Grund von selbsterzeugtem Druck vor allem bei Prüfungen in Mathematik Flüchtigkeitsfehler.

Sie ist mit dem Denken schneller als mit der schriftlichen Umsetzung: So unterschlug sie z.B. in Deutschprüfungen die Endungen.

Die Ziele für die Neurofeedbacktherapie:

- Angstfreies Zugfahren, vorerst in Begleitung
- Später dann alleiniges Zugfahren
- Angstfreies Schlendern durch eine Stadt (z.B. die Schaufenster betrachten, anstatt sich nach potenziell gefährlichen Menschen umzuschauen)
- Flugreisen mit der Familie
- Nächtliches Durchschlafen ohne Schlafwandeln
- Reduktion von schulischen Flüchtigkeitsfehlern
- Bestehen der gymnasialen Aufnahmeprüfung

Um die Selbstregulierung des Gehirns anzuregen sollte sich das Ruhenetzwerk (Default Mode Network) verbessern. Dafür wurde im Bereich der ILF trainiert. Die Aktivität des Default Mode Networks oszilliert in ähnlichen niedrigen Frequenzen wie sie im ILF-Neurofeedback trainiert werden (K.-M.Haus 2016).

3 Methode und Material

Für die Neurofeedbacktherapie wurde die Software Cygnet Version 2.0.4.18 der Firma BEE Systems zusammen mit dem EEG Verstärker NeuroAmp II der Firma EEGInfo verwendet.

Im vorliegenden Fall wurden bipolare Ableitungen verwendet, diese messen die Differenz an zwei aktiven Elektroden.

Als Referenz-Elektrode wurde die Position Cz verwendet. Da auf Cz die Amplituden von den Frequenzbändern (die für die Inhibits benutzt werden) grösser sind.

Besonderheiten für das Feedback, mit der Software von Cygnet:

- Inhibit-Bänder zwischen 1 und 40 Hz (10 Bänder). Bei diesen wird für das Feedback die Summe der beiden Differenzen gebildet und entspricht somit einem Synchronie-Training.
- Auf Veränderung – wie steile Anstiege der Amplituden und Phasen – reagieren multiple Inhibits über das gesamte Frequenzspektrum (1-40Hz).

- In einigen Feedback-Animationen verändern sich bis zu 17 Parameter im Zusammenhang mit dem EEG. (Wiedemann, Restoring the Brain 2016)

- Beim Reward werden die langsamen kortikalen Potenziale (SCPs) im Zeitkonstantenbereich zwischen 3 Sekunden und wenigen Minuten gemessen. Die beiden gemessenen Differenzen der zwei Kanäle, werden voneinander abgezogen. Das entspricht einem Desynchronie-Training beim Reward.

- Die Einstellung "Rewardfrequenz" im Bereich des ILF bestimmt, wie stark die verschiedenen Eigenschaften einer Feedbackanimation auf die von den langsamen Potentialen abgeleiteten Werte reagieren. Dieser Einstellwert zeigt die Stärke der Kopplung zwischen der Veränderung der langsamen Potenziale und den Eigenschaften der Feedbackanimationen auf. Je kleiner der Einstellwert, umso stärker muss die Veränderung des kortikalen Potentials sein, um eine Veränderung in der Animation zu bewirken.

- Es gibt keine fest definierten Grenzwerte, sondern ein proportionales Feedback.

- Beim Neurofeedback geht es darum, dem Gehirn Messwerte über seine Aktivität so zurückzumelden, dass es von selbst beginnt, mit sich zu interagieren, und das in einer Art, die es trainieren lässt, die Selbstregulationsfähigkeit zu verbessern.

- Die Software extrahiert, bei bipolaren Ableitungen, eine Anzahl von Messwerten aus dem EEG, wie z.B. das differenzielle langsame Potential, dessen erste und zweite Ableitung (sofern brauchbar), spektrale Leistungsdichten und deren Veränderungsgeschwindigkeit in bis zu zehn Frequenzbändern, und führt diese über in Parameter der Feedbackanimationen, wie z.B. Geschwindigkeit, Kontrast, Farbtiefe, Musikaustärke, Zusatzgeräusche, sowie taktiles Feedback.

- Die Patientin bekommt keine weitere Vorgabe als der Animation zu folgen. In einem sich dann einstellenden Tagtraumzustand beginnt das Gehirn zu erkennen, dass es die Animation beeinflussen kann. Es beginnt mit diesem Prozess zu interagieren. Bezogen auf die langsamen Potenziale versucht das Gehirn, diese zu verändern. Deshalb ändert sich durch das Neurofeedback die Grunderregbarkeit des Kortex. Dieser Vorgang hilft dem zwischen den Elekt-

roden liegenden Netzwerk, seine Autoregulationsfähigkeit zu verbessern.

- Die Elektrodenpositionen in diesem Fallbeispiel sind deckungsgleich mit demjenigen Netzwerk, das erstmals in der Publikation von Marcus Raichle (Raichle 2011) beschrieben wurde. Raichle spricht von "Nodes", welche im bildgebenden, funktionellen Magnetresonanzverfahren (fMRI) dadurch auffallen, dass sie langsame synchrone Potentialschwankungen haben. Durch die Positionierung der Elektroden für die bipolare Montage wird festgelegt, welches Netzwerk trainiert wird, um besser in der Lage zu sein, seine Erregungszustände zu modulieren (Wandernoth 2017).

3.1 Vorgehen

Für die Neurofeedback-Therapie wurden der Patientin gesinterte Silber/Silberchlorid-Elektroden (EEG-Info Schweiz) am Kopf befestigt. Dafür wurden die Stellen am Kopf zuerst mit einer milden abrasiven Crème von Fett- und Hautpartikeln gereinigt (NuPrep, Weaver & Co). Danach wurden die Elektroden mit der leitfähigen Elektrodenpaste „Ten20“ (Weaver & Co) an der Kopfhaut befestigt. Das EEG wurde mit dem EEG-Verstärker NeuroAmp II (EEG-Info) und der Software Cygnet Version 2.04.18 ILF HD (High Definition) gemessen, welche ein visuelles und auditives Feedback generiert.

In den ersten vier Sitzungen wurde als Feedback die Animation „Tropical Heat“ verwendet, bei welcher die Patientin auf einem Bildschirm einen Delphin verfolgt, der durch Ringe springt. Ihre Gehirnaktivität wurde ihr durch die Geschwindigkeit des Delphins gespiegelt. Nach fünf Sitzungen hat die Patientin mit dem Advanced Media Player eine Film-DVD ihrer Wahl angesehen. Dabei wird das Feedback über eine veränderte Lautstärke, Bildgröße und Sichtbarkeit des Bildes vermittelt.

3.2 Neurofeedbackprotokolle

Während 13 Monaten wurden 44 Sitzungen Neurofeedback durchgeführt, in der Regel einmal pro Woche, gegen Ende der Therapie in 14-tägigen Abständen. Die erste Sitzung fand am 22.1.2016 statt, die letzte am 19.3.2017.

Alle Trainingseinheiten waren mit Inhibitionsbändern zwischen 1 und 40 Hz eingestellt. Die passende „Rewardfrequenz“ / Einstellung im

ILF-Neurofeedback liegt zwischen 10 mHz und 0.005 mHz. Diese wurde in den ersten Sitzungen auf folgende Weise ermittelt: Gestartet wurde mit einer „Rewardfrequenz“ von 0.5 mHz. Während und nach der Sitzung wurden die Reaktionen des Nervensystems beobachtet und bei der Patientin und deren Bezugspersonen erfragt. Dabei wurde insbesondere darauf zu achten, ob das Nervensystem mit einer Unter- oder Übererregung reagierte, was darauf hinwies, ob die Einstellung zu niedrig, respektive zu hoch war. Dadurch liess sich die passende „Rewardfrequenz“ einpendeln. Bei der optimalen Einstellung wurde ein Zustand entspannter Aufmerksamkeit erreicht.

Übererregungen, wie beispielsweise Druck im Kopf und Augenbrennen, erforderte während der Sitzung die Reduktion der Einstellung bis ein angenehmes Körpergefühl gezeigt wurde. Symptome von untererregtem Nervensystem, wie emotionale Empfindlichkeit, waren Hinweise auf eine zu tiefe Einstellung. Wichtige Informationen, ob die passende Einstellung gefunden wurde, ergeben sich durch das Schlafverhalten. So war es wichtig, dieses zu erfragen: Wie verlief das Einschlafen, das Durchschlafen und das Aufstehen? Bei der passenden Einstellung war der Schlaf erholsamer und das Aufstehen gelang gut.

3.2.1 *Verwendete Protokolle*

Die gewählten Elektrodenpositionen lagen im Default Mode Network (Ruhenetzwerke) (Raichle 2011). Die ausgewählten Positionen der kortikalen Areale und die damit verbundenen Funktionen waren für die Neurofeedbacktherapie von grosser Wichtigkeit

Sitzung	Elektrodenpositionen	Einstellung [mHz]	Dauer [Min]
1-4	T3-Cz-T4-Cz	von 0.5 bis 0.02	20

T= Temporallappen Cz=Central Zentral
P= Parietallappen Fp= Präfrontalkortex

Im Temporallappen links finden wir neben auditiver und sprachlicher Verarbeitung die emotionale Stabilität. Auf der rechten Seite befinden sich die Gesichts- und Spracherkennung, Rhythmus sowie Rückzug und Ängstlichkeit. Dieses bipolare Training ist hilfreich bei Instabilitäten, wie nächtliches Schlafwandeln und Panikattacken. Dies ist eine gute Position, um die passende Rewardfrequenz zu finden.

Dafür wurden die ersten drei Sitzungen verwendet. In der vierten Sitzung stand fest, dass sich die Patientin bei 0.02 mHz „Rewardfrequenz“ am wohlsten fühlte. Sie sass ruhig, fühlte sich wie im Liegestuhl und schaute interessiert auf das Feedback. Sie schlief nach diesen Sitzungen besser ein und fühlte sich morgens gut erholt.

Sitzung	Elektrodenpositionen	Einstellung [mHz]	Dauer [Min]
5	T3-Cz-T4-Cz	0.02	20
	T4-Cz-P4-Cz	0.02	10

Im tiefergestellten Parietallappen rechts findet die somatosensorische Integration statt. Damit kann das Training rechts hinten bei physischen Beruhigungen, unruhigem Schlaf und schlechtem Einschlafen helfen. Bezogen auf die Angstthematik reduziert es die körperlichen Symptome der Angst, Spannungsgefühle in Brust oder Bauchraum. Es fördert ein beruhigendes Körpergefühl.

Sitzung	Elektrodenpositionen	Einstellung [mHz]	Dauer [Min]
6-20	T4-Cz-P4-Cz	0.02	13
	T3-Cz-T4-Cz	0.02	15
	T4-Cz-Fp2-Cz	0.02	12

Im rechten präfrontalen Kortex liegt die emotionale Reaktivität, wie z.B. Furcht, Ärger, Hypervigilanz und Paranoia.

Sitzung	Elektrodenpositionen	Einstellung [mHz]	Dauer [Min]
20 -27	T4-Cz-P4-Cz	0.02	7
	T3-Cz-T4-Cz	0.02	10
	T4-Cz-Fp2-Cz	0.02	7
	T3-Cz-Fp1-Cz	0.04 linke Seite x 2 ¹	7

Im linken präfrontalen Kortex liegen zwanghafte Gedanken und Verhaltensweisen, die in Bezug auf Ängste eine wichtige Rolle spielen. Das qEEG zeigte eine Unteraktivierung des präfrontalen Kortex'. Um Angst richtig einzuordnen und das Verhalten steuern zu können, braucht es einen gut funktionierenden präfrontalen Kortex. Zudem wünschte sich die Patientin bessere Konzentration mit einhergehender Abnahme von Flüchtigkeitsfehlern. Ihre Schulnoten hatten sich bereits verbessert. Für die bevorstehende Aufnahmeprüfung ans Gymna-

¹ (EEGInfo 2015)

sium wollte sie ihre Leistungen noch mehr steigern.

Sitzung	Elektrodenpositionen	Einstellung [mHz]	Dauer [Min]
27	T4-Cz-P4-Cz	0.02	6
- 44	T3-Cz-T4-Cz	0.02	6
	T4-Cz-Fp2-Cz	0.02	6
	T3-Cz-Fp1-Cz	0.04	6
	T3-Cz-P3-Cz	0.04	6

Im Parentallappen hinten links findet sich die Aufmerksamkeit für das Detail und die Abspeicherung von Wissen, z.B. in Mathematik und Satzbildung (Amen 2010, Othmer 2017).

3.3 QEEG-Aufnahme

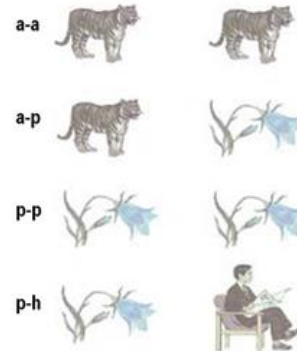
Vor und nach der Behandlung wurden Bio-Daten des Gehirns mittels qEEG erhoben und verglichen:

1. Aufzeichnung vom 05.12.2015
2. Aufzeichnung vom 19.03.2017

Mit Hilfe einer passenden Elektrodenkappe – mit nach dem internationalen 10-20-System definierten Elektrodenanordnung – wurde eine 21-Mitsar-EEG-Ableitung durchgeführt. Die dabei angewandte Referenzmontage wurde durch miteinander verbundene Bezugselektroden an den beiden Ohrläppchen verwirklicht. Sobald eine Impedanz von $<5k\Omega$ bei allen Elektrodenübergänge gemessen wurde, wurde mit der Durchführung des EEG begonnen. Die Signale wurden direkt mit einem quantitativen topografischen Analysesystem von Mitsar digital aufgezeichnet (Bandpassfilter 1Hz - 50Hz) und gespeichert.

Die Patientin nahm in einem bequemen Sessel rund anderthalb Meter vor einem Monitor Platz. Zuerst wurde in entspannter Ruhe mit geschlossenen Augen (EC) und in entspannter Ruhe mit offenen Augen (EO) zwei je ca. fünfminütige EEGs in einer ersten Datei aufgezeichnet und gespeichert. Anschliessend absolviert die Patientin am Monitor einen ca. zwanzigminütigen, fortlaufenden, visuellen Test (VCPT). Am Monitor wurden Bildpaare sehr kurz (100ms pro Bild) nacheinander präsentiert. Die Bildpaare beinhalten Tiere (a), Pflanzen (p) und Menschen (h). Es gibt folgende Bildpaare a-a, a-p, p-p, p-h. Der kritische Reiz (Go) ist a-a, wobei bei Erscheinen des zweiten Tieres so schnell wie möglich die Taste einer Maus gedrückt werden muss. Beim Bild-Paar a-p muss

die Reaktion unterdrückt werden (No-Go) und die Bildpaare p-p und p-h können ignoriert werden. Gemessen wurde die Anzahl Fehlreaktionen (Aufmerksamkeitsfehler und Impulsivitätsfehler), die Reaktionszeit und die Arbeitskonstanz.



Das dabei entstehende EEG-Signal wurde simultan in einer zweiten Datei aufgezeichnet und bei Beendigung des Tests gespeichert.

Die digitalisierten Daten wurden einem Artefakt-Ermittlungsprogramm unterzogen, das Muskelaktivitäten wie Blinzeln und Augenbewegungen identifiziert und entfernt. Zusätzlich wurden die Daten visuell auf nicht entdeckte Artefakte untersucht und das EEG von Hand um diese kurzen entsprechenden Abschnitte bereinigt. Diese Kontrolle beinhaltet ebenfalls eine Notierung atypischer Transienten in der Aufzeichnung des EEG-Signals zur anschließenden Analyse.

Die korrigierte digitale Aufzeichnung aller EEG-Daten der Patientin wurden mittels Fourier-Transformation in mehrere eindeutig definierbare Komponenten unterschiedlicher Frequenzen umgerechnet. Zur Evaluation der Daten wurden diverse deskriptive und statistische Verfahren eingesetzt: Datentabellen, Spektralkarten, topometrische Frequenzbandanalysen (welche Evaluationen innerhalb eines Zustandes wie auch zwischen verschiedenen Zuständen ermitteln kann), topografische Karten und Kovarianzanalysen. Die so ermittelten Daten der Patientin wurden mit einer entsprechenden Normdatenbank verglichen und evaluiert (aus dem qEEG-Bericht der Patientin von Lüthi-Eisenegger).

3.4 Fragebogen

Die Mutter der Patientin hat vor und nach der Behandlung einen Fragebogen über ihre Tochter ausgefüllt.

Der Amen-Fragebogen zum quantitativen EEG von Daniel Amen (2010) dient der Eigenevaluation der persönlichen Befindlichkeit oder der Fremdevaluation der Kinder durch die Eltern resp. Betreuer. Er umfasst ca. hundert Fragen, welche den jeweiligen Funktionen einer bestimmten Hirnregion zugeordnet und entsprechend gruppiert sind. Die Entsprechung der fünf betreffenden Hirnteile mit ihren psychischen und verhaltensmässigen Funktionen beschreibt und begründet Amen in seinem Buch „Das glückliche Gehirn (Amen 2010). Er belegt diese mittels Einzel-Photonen-Emissions-Tomographie SPECT (single photon emission computerized tomography). Der Fragebogen resultiert aus der Auswertung dieser Bilder. Damit ermöglicht er anstelle des medizinisch anspruchsvollen und strahlenbelastenden SPECT-Verfahrens sozusagen auf umgekehrtem Weg analoge Informationen.

3.5 Psychologische Beratung

Die bei dieser Patientin angewandten Methoden der systemisch-integrativen Therapie der Persönlichkeitsentwicklung (Walther Cormann 2006) werden hier kurz aufgeführt. In der Diskussion im Punkt Symptomverlauf fliessen die Ergebnisse der psychologischen Beratung und des Neurofeedbacks zusammen.

Zielfindung:

- Beschreibung des Körpergefühls, wenn sie Zug fuhr (zittern, bleich, keine Kraft, fluchtartiges Weglaufen, schneller Atem)
- Festlegung des Körpergefühls, wie sie es sich wünschte (entspannt, ruhiger Atem, guter Schlaf).
- Skalierung von 1 (viel Angst) bis 10 (keine Angst): Wo steht sie heute, was will sie erreichen? (Stand: 2 – Ziel: 9)
- Auswahl aus grossen Bildkarten treffen: für die Angst wählte sie „hohe Welle“; für den erwünschten Zielzustand: „langer Steg hinaus ins ruhige Meer“.

Selbstregulierung der Persönlichkeitsanteile:

Aus einer grossen Auswahl von Tierfiguren suchte sich die Patientin die im Prozess relevanten Persönlichkeitsanteile heraus: Z.B. repräsentierte der Fuchs die Angst; die Katze Schüchternheit; ein Reh (Bambi) Mut und ein Delfin Fröhlichkeit.

Danach folgte eine Aufstellung der Tiere/Persönlichkeitsanteile vom Ist-Zustand bis zum Wunsch-Zustand. Ergänzend dazu wurde eine Aufstellung gemacht auf Hockern (Tiere/Persönlichkeitsanteil wurden drauf gestellt): Die Patientin positionierte die Hocker im Raum verteilt im Verhältnis zu sich selbst: z.B. Nähe und Distanz – was steht in Blickrichtung – was stützt und stärkt den Rücken oder hängt im Nacken etc.

Dieser gestellte Ist-Zustand wurde schliesslich in den Wunsch-Zustand verändert, evtl. wurden weitere innere Anteile dazu genommen. Beim Ist- und beim Wunschbild wurden das Körpergefühl bewusst gemacht und das Wünschenswerte vertieft. Die Tiere halfen entsprechende Erinnerungsanker zu setzen.

Musteranalyse mit Familien-Stammbaum:

Mit der Mutter und dem Mädchen wurde ein Stammbaum erstellt, bis in die Zeit zurück, in der die Grosseltern des Mädchens Kinder waren. Dabei wurde gefragt: Welchen Stellenwert hat Angst in der Familie? Wozu war und ist sie nützlich? Gibt es sich wiederholende Muster?

In diesem Prozess kam zum Vorschein, dass ihre Grossmutter in ihrer Kindheit darunter litt, dass im Winter in ihrem Elternhaus arbeitslose, auf Hilfe angewiesene Menschen lebten (die im Sommer auf dem Feld Arbeit fanden). Dies machte ihre Angst vor Obdachlosen erklärbar.

Verarbeitung von Trauma:

Durch das Neurofeedback begünstigt, wurde im Therapieprozess der für das Mädchen traumatische Tod ihrer Grossmutter Thema. Sie sah als 5-jähriges Mädchen ihre Oma im epileptischen Anfall. Der darauf folgende, unerwartete und schnelle Verlauf der Krankheit bis zum Tod dieser wichtigen Bezugsperson war für sie sehr belastend. Zudem hat sie sich damals mit Tränen zurückgehalten um stark zu wirken.

- Mit inneren Bildern wurde das damalige Verhalten wertgeschätzt.
- Die Verabschiedung der Oma wurde nachkonstruiert und positiv erlebbar gemacht.
- Ressourcen konnten aufgezeigt und verstärkt werden.

Sich wiederholende Intervention:

- Wertschätzung des Erreichten
- Zielüberprüfung
- Verankerung des Erreichten im Körpergefühl, in inneren Bildern oder Symbolen
- Regeln und Glaubenssätze herausarbeiten und überprüfen
- positive Umdeutung des Problems
- systemische Gesprächsführung, z.B. durch Fragen wie: Wer in deiner Familie merkt zuerst, dass/wenn...
- Vernetzung mit dem System, transparenter Austausch mit der Mutter
- Überprüfung der jeweils integrierten Gefühle

4 Resultate

4.1 Auswertung QEEG

4.1.1 Ergebnisauszug a-a GO-Bedingung:

Bedingung	Anzahl Durchgänge	Aufmerksamkeitsfehler	Reaktionszeit in ms	Arbeitskonstanz
VCPT vorher	84	0	416	10.7
VCPT nachher	99	0	350	8.4

Die Reaktionszeit und Arbeitskonstanz hatte sich verbessert. Die Parameter hinsichtlich Aufmerksamkeitsfehler, Impulsivitätsfehler, Reaktionszeit und Arbeitskonstanz liegen bei der Patientin innerhalb der durchschnittlichen Vergleichswerte zu PsyTask.

4.1.2 Frequenzband – Analysen

Die Spektralanalyse gibt Hinweise in Bezug auf das allgemeine Funktionieren. Am Zustandekommen der verschiedenen Ausprägungen der Frequenzen sind viele Milliarden Neuronen beteiligt, welche unkoordiniert feuern. Die Aktivität der Neuronen geht nicht auf bestimmte Stimuli zurück.

Bei den folgenden Diagrammen wurde für die Verteilung an der Kopfoberfläche folgende Einteilung der Frequenzbereiche verwendet:

- Delta 1,5- 4 Hz
- Theta 4-8 Hz
- Alpha 8-12 Hz
- SMR 12-15 Hz
- Beta 1 15-18 Hz
- Beta 2 18-25 Hz

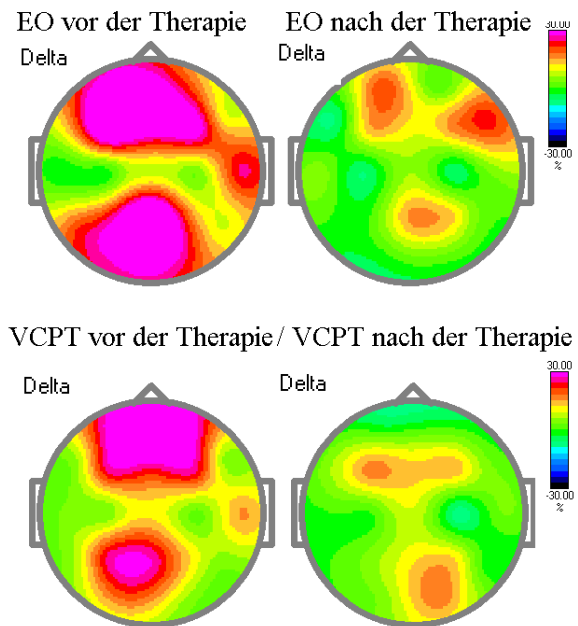


Abbildung 1 Vergleich mit Referenzdaten (Darstellung der Verteilung an der Kopfoberfläche im Delta-Frequenzbereich): Relativ (%P); Normalisiert (3-30Hz); keine statistische Angaben.

Legende: Grün = Norm, schwarz = 30% unter der Norm, lila = 30% über der Norm.

Die Patientin hatte während der Behandlung bei geöffneten Augen (EO) und beim Leistungstest (VCPT) massiv Delta-Aktivitäten abgebaut, sodass diese jetzt vor allem im Hinterkopf in den Normalbereichen liegen.

Der Okzipitallappen stellt intensive Verbindungen zu verschiedenen Teilen des Frontalhirns, aber auch zu allen anderen Teilen des Gehirns her. Die optische Aufmerksamkeitssteuerung sowie Vergleichsoperationen verlaufen dort (Müller, Candrian und Kropotov 2011, 56-59). Dies sind wesentliche Abläufe zur Einschätzung der ausgelösten Angst in Hinsicht auf ihr wahres Bedrohungspotenzial.

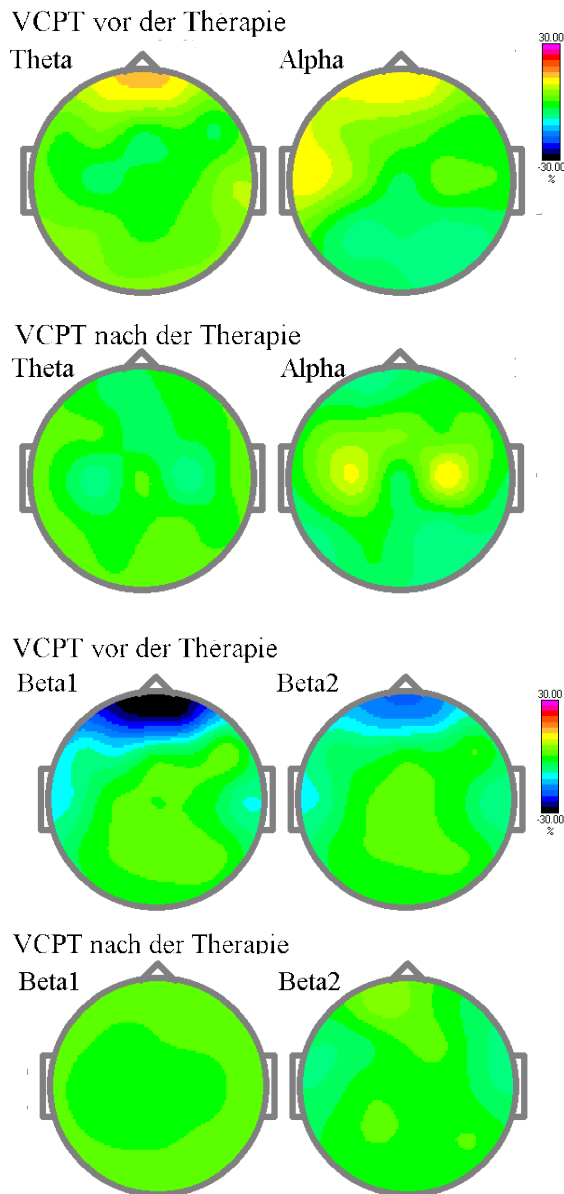


Abbildung 2 Vergleich mit Referenzdaten (Darstellung der Verteilung an der Kopfoberfläche pro-Frequenzbereich (Theta, Alpha, Beta1 und Beta2): Relativ (%P); Normalisiert (3-30Hz); keine statistische Angaben.

Legende: Grün = Norm, schwarz = 30% unter der Norm, lila = 30% über der Norm.

Für eine gute Kontrolle der Angst ist ein in der Norm aktivierter präfrontaler Kortex wichtig. Die Emotionsregulation (Top-Down) ist bei Angstpatienten meist mangelhaft ausgebildet (Schlumpf 2017).

Die Patientin zeigte vor der Therapie im präfrontalen Kortex im Vergleich mit den Daten der Altersgruppe zu viel Delta-, Theta- und Alpha- und zu wenig Beta1-, und Beta2-Aktivität.

Nach der Neurofeedbacktherapie hatte sich die Funktion des präfrontalen Kortex normalisiert. Es scheint, dass das ILF-Training eine positive Auswirkung auf die Grunderregbarkeit des Kortex hatte und damit die Aktivität in den Frequenzbereichen regulierte.

Diese Entwicklung entspricht dem gewünschten Therapieerfolg, da eine derartige Aktivitätsveränderung für die Kontrolle der Angst, für eine gute Konzentration und für das Vermeiden von Flüchtigkeitsfehlern sehr wesentlich ist.

4.1.3 Kohärenz-Analysen auf dem Kortex

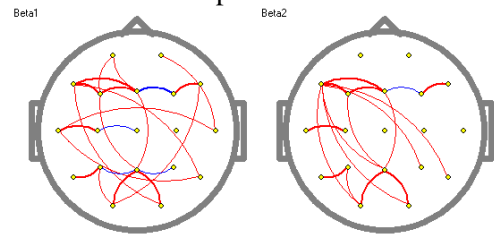
Der Parameter der Kohärenz stellt das Mass der Korrelation zwischen zwei Elektrodenpositionen im selben Frequenzband dar. Damit wird das Ausmass der Synchronisation der zwei Positionen deutlich (Müller, Candrian und Kropotov 2011, 154).

In den folgenden Abbildungen sind die Kohärenzen im Abgleich mit der Datenbank abgebildet. Rot zeigt zu hohe, blau zu tiefe Kohärenzen, weiss entspricht den Normwerten.

Es ist sehr gut zu sehen, dass die Patientin in allen drei Erhebungen EO, EC, VCPT vor der Behandlung zu hohe Kohärenzen hatte. Dies deutet – kongruent zur Angstproblematik – auf eine grosse Anspannung hin. In allen drei Erhebungen konnten Kohärenzen abgebaut werden. Dadurch ist das Gehirn flexibler und weniger gestresst. Für den Stressabbau sind die Kohärenzen des Beta- Frequenzbereich wesentlich.

Kohärenzvergleich

EO vor der Therapie:



EO

nach der Therapie:

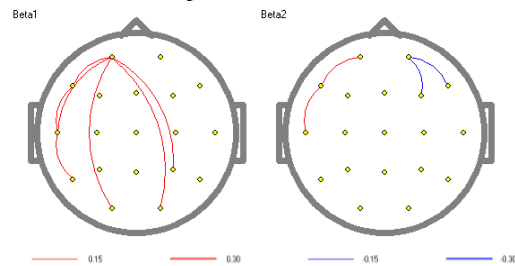
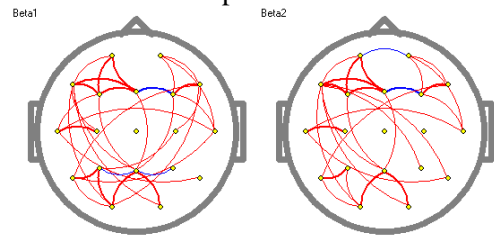


Abbildung 3 Eyes opened. Rot zeigt zu hohe, blau zu tiefe Kohärenzen, weiss entspricht den Normwerten.

EC vor der Therapie:



EC nach der Therapie:

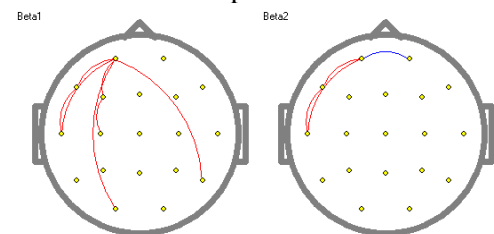
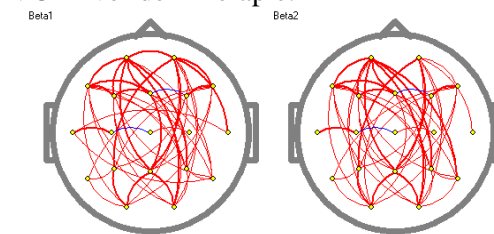


Abbildung 4 Eyes closed. Rot zeigt zu hohe, blau zu tiefe Kohärenzen, weiss entspricht den Normwerten.

VCPT vor der Therapie:



VCPT nach der Therapie:

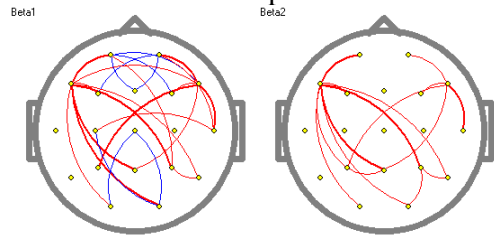


Abbildung 5 VCPT. Rot zeigt zu hohe, blau zu tiefe Kohärenzen, weiss entspricht den Normwerten.

4.1.4 Evozierte Potenziale im Konzentrationsverlaufstest VCPT

Die evozierten Potenziale bilden die Informationsverarbeitungsprozesse ab. Sie geben Hinweise auf die beteiligten Regionen des Gehirns. Am Zustandekommen der verschiedenen Potenziale sind nur spezifische Neuronengruppen und Netzwerke beteiligt.

Vor der Therapie: Kurze Latenz. Die schnelle Aktivierung der primären auditiven Areale deutete auf eine überdurchschnittlich schnelle Verarbeitung von unerwarteten Tönen hin.

Jeweils: Blau: Proband / Rot: Referenzdaten / Schwarz: Differenz (Signifikanz auf x-Achse)

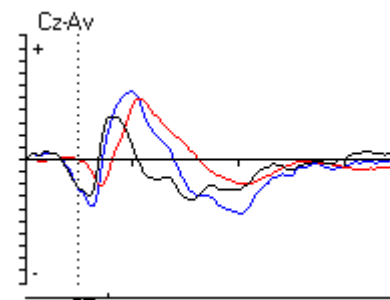


Abbildung 6 Inputareale Vor der Therapie

Nach der Therapie: unauffällig. Geräusche konnten entspannter, weniger angstbesetzt verarbeitet werden.

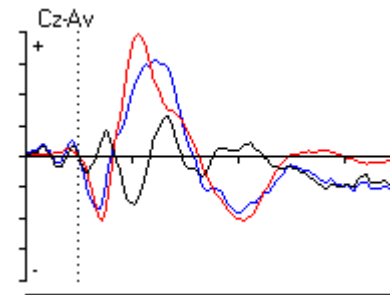


Abbildung 7 Inputareale. Nach der Therapie

Vor der Therapie: Erhöhte Amplitude. Die starke Aktivierung dieser Areale deutete auf eine überdurchschnittlich starke Aktivierung (Fokussierung) hin.

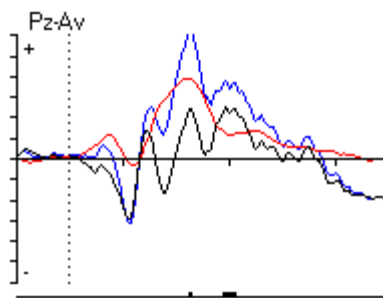


Abbildung 8 Exekutivfunktionen I. Vor der Therapie

Nach der Therapie: unauffällig. Die Aktivierung der parietalen und frontalen Neuronen war immer noch früher, aber weniger stark ausgeprägt und die Patientin war entspannter. Die evozierten Potentiale, die im ersten qEEG noch statistisch signifikante Abweichungen zeigten, haben sich nach der Behandlung in den Normbereich entwickelt.

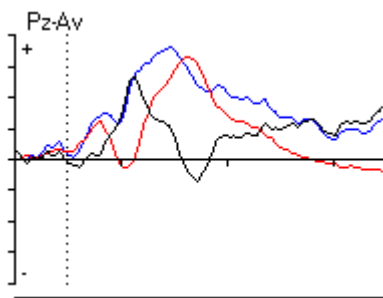


Abbildung 9 Exekutivfunktionen I. Nach der Therapie

4.2 Amen-Fragebogen

Die Evaluation zeigte markante Veränderungen in fast allen Bereichen. Hier sind nur die vier wesentlichsten herausgenommen.

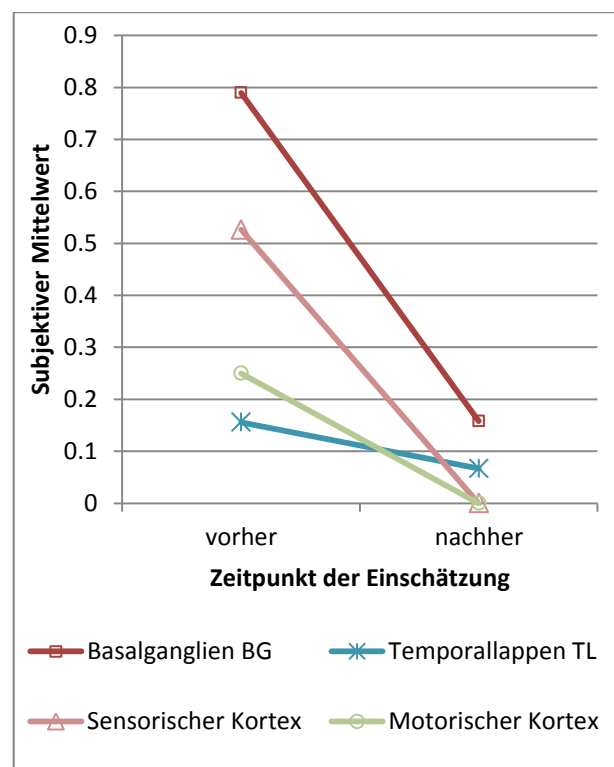
Die grösste Verbesserung zeigte sich in den Basalganglien (Rückgang von 0.79 auf 0.16). Die Basalganglien sind mit dem Frontalkortex intensiv bidirektional verbunden. Sie gelten als Kerngebiete für motorische Kontrollprozesse. Durch ihre weitreichende Verbundenheit nehmen sie Einfluss auf Kognitionen und emotionale Prozesse (Jäncke, Kognitive Neurowissenschaften Lehrbuch 2013, 400).

Bei der Patientin konnte der Rückgang der durch Angst ausgelösten Körperreaktionen am stärksten beobachtet werden. Gleichzeitig verbesserte sich ihr Schlaf, und unter anderem ging die Furcht vor Dunkelheit stark zurück.

Dies ist auch im sensorischen Kortex zu beobachten. Sie wurde schmerzempfindlicher. Ihr nächtliches Zähneknirschen und Schlafwandeln nahm ab.

Die Verbesserung des motorischen Kortex konnte unter anderem im ruhigeren und entspannten Arbeiten sowie besserem Gleichgewicht und Rhythmusgefühl beobachtet werden.

Bezogen auf den Temporallappen war eine grössere Gelassenheit zu sehen. Sie war weniger reizbar und weniger ängstlich. Die mit dem sensorischen und dem motorischen Kortex verbundenen Problematiken haben sich in der subjektiven Amen-Skala gar auf Null reduziert, wurden also als störungsfrei wahrgenommen. Es könnte sein, dass die bei allen Elektrodenpositionen gewählte Referenz auf Cz diesen Erfolg verstärkt hat.



5 Diskussion

5.1 Symptomverlauf

Nach Sitzung 4: Die Patientin ist in Begleitung Zug gefahren und hat sich gewundert, wie gelassen sie innerlich war. Sie konnte durch die Stadt laufen, sich die Auslagen in den Schaufenstern ansehen und hat nicht die ganze Zeit nach Gefahren Ausschau gehalten. Sie meinte dazu: „So kenne ich mich gar nicht“.

Nach Sitzung 5: Begleitetes Zugfahren verlief wieder gut, diesmal konnte sie die Nacht davor sogar entspannt sein. Sie traute sich körperlich mehr zu, ist im Schwimmbad die Wasserrutsche hinuntergerutscht, was sie sich noch nie zuvor getraut hatte.

Schlafwandel und nächtliches Sprechen sind in den letzten Wochen nicht mehr aufgetreten. Sie schlief schneller ein.

Nach Sitzung 6: Es stresste sie innerlich weniger, dass sie eine schlechte Französisch-Prüfung gemacht hatte. Sie konnte sich in der Schule besser konzentrieren.

In den folgenden Wochen fühlte sie sich weiterhin gut, sie schlafwandelte nicht mehr, aber die Angstthemen kamen vereinzelt wieder. Sie hatte bei einer Zugfahrt mit ihrer Mutter einen Obdachlosen im Zug gesehen. Der hat ihr so viel Angst gemacht, dass sie zwar nicht panikartig weggerannt war wie vor der Therapie, aber doch bei der nächsten Station frühzeitig ausgestiegen ist. Auch in der Stadt war sie wieder ängstlicher unterwegs, ebenso bei einer bevorstehenden Zugfahrt. Der Kontakt zu Krankenhäusern und kranken Menschen bereitete ihr auch Angst.

Nach Sitzung 20: Sie konnte sich länger konzentrieren beim Lernen für Schulprüfungen. Sie war mit der Schulklasse das erste Mal abends mit dem Zug unterwegs. Es ging sehr gut, sie hatte keine Angst, auch nicht im Vorfeld.

Nach Sitzung 22: Sie fuhr das erste Mal eine Station mit dem Zug alleine. Auch der Aufenthalt auf dem Bahnhof alleine verlief gut. Sie wurde lockerer und mutiger im Umgang mit ihren Klassenkameraden.

Nach Sitzung 27: Beim Anblick eines Obdachlosen reagierte sie gelassen. Im Laufe der kommenden Wochen wurde sie entspannter. Sie

meinte, sie sei so entspannt wie noch nie in ihrem Leben. Sie meinte, „sie kneife sich manchmal, um zu wissen, dass sie sich selber sei“. In Mathematik machte sie keine Flüchtigkeitsfehler mehr. Sie konnte effektiver und effizienter lernen. Sie hatte ihre Noten verbessert und die Prüfung für die Aufnahme an das Gymnasium bestanden. Sie fuhr fortan ohne Ängste alleine mit dem Zug. Auch hat sie die Ängste bezüglich Krankenhäusern und kranken Menschen abgebaut. In den Frühlingsferien ist sie fast angstfrei mit ihren Eltern in die USA geflogen.

Alle Ziele, die sie sich für die Therapie gesetzt hatte, wurden erreicht.

Nachkontrolle Januar 2018 ca. zehn Monate nach Abschluss der Behandlung: Sie hat weiterhin keine Ängste mehr, die ihr Leben blockieren. Sie fährt jeden Tag mit dem Zug zur Schule und ist eine gute Schülerin auf dem Gymnasium. Schlafwandel tritt nur noch in ganz seltenen Ausnahmen auf, ca. einmal alle zwei bis drei Monate. Sie redet hin und wieder im Schlaf.

5.2 Fazit

Eine Behandlung wie in diesem Fall für eine Zeitspanne von ca. einem Jahr anzusetzen, ist sinnvoll, da zum einen zu Beginn sehr schnelle Verbesserungen, zum anderen aber auch Rückschritte vorkommen können. Ebenso bedarf es Zeit für die schrittweise Zunahme der Elektrodenpositionen. Dabei ist darauf zu achten, dass der/die Patient/in zuerst eine emotionale Stabilität erlangt hat, bevor die Positionen des Frontalhirns trainiert werden.

Da die psychologische Beratung und die Neurofeedbackbehandlung von derselben Person durchgeführt wurden, konnte es gut gelingen, sowohl mit den systemisch-integrativen Methoden als auch mit dem Neurofeedback die richtigen Interventionen zum passenden Zeitpunkt zu setzen. Höchstwahrscheinlich konnte dadurch die Integration der Ziele erleichtert und eine nachhaltige Wirkung verstärkt werden.

Was beim Arbeiten mit der ILF-HD-Neurofeedbacktrainingsmethode stets entscheidend ist, ist das Finden der individuellen Rewardfrequenz. Diese Suche umfasst eine Einstellungsvariante von 0.005 mHz bis 10 mHz. Bei dieser Patientin ist die passende Einstellung

in den ersten vier Sitzungen gefunden worden. Dies kann auch länger dauern.

Für den gesamten Prozess sind die vor dem Training regelmässige Besprechung der Symptome und das wertschätzende Fokussieren des bis dahin Erreichten sehr wichtig.

Diese Einzelfallstudie zeigt, dass Ängste, Instabilitäten wie Schlafwandeln und Aufmerksamkeitsproblematiken sehr gut mit Neurofeedback zu behandeln sind. Gerade bei Problematiken wie Angst oder anderen Stress-Symptomen ist es unausweichlich, dass sich das Ruhenetzwerk (Default Mode Network) verbessert. Dafür eignet sich die Infra-Low-Frequency-(ILF-)Neurofeedbackmethode sehr gut. Dass sich die Selbstregulierung im Gehirn der Patientin verbessert hat, ist auch sehr gut im Abbau der Hyperkohärenzen zu sehen.

Auch bei den für die Angstthematik relevanten, evozierten Potenzialen sind Verbesserungen zu sehen. Die Patientin kann jetzt mit akustischen Reizen gelassener umgehen und handelt überlegter und entspannter.

Die verbesserte Zusammenarbeit des gesamten Kortex' und der verringerte innere Druck hat auch ihre Reaktionszeit und Arbeitskonstanz verbessert.

In allen vom qEEG ausgewerteten Bereichen konnten nach dem Neurofeedbacktraining Ver-

änderungen bzw. Verbesserungen nachgewiesen werden. Dieser Fall zeigt, dass die beschriebene Problematik der Patientin zu den Bio-Daten des qEEGs passt.

Durch die Positionierung der Elektroden für die bipolare Montage wurde festgelegt, welches Netzwerk trainiert wurde, um besser in der Lage zu sein, seine Erregungszustände adäquater auf Anforderungen einzustellen (Wandernoth 2017).

Die Verbesserung der Symptome ist in dem nach der Therapie erstellten qEEG nachgewiesen. Die Spektraldaten sind ein Mass für die Selbstorganisation des Kortex' und werden mittels Fouriertransformation, welches die EEG-Wellen in Frequenzanteile transformiert, berechnet (Müller, Candrian und Kropotov 2011, 251).

In den veränderten Bio-Daten der gemessenen und ausgewerteten qEEGs vor und nach der Neurofeedbacktherapie lässt sich erkennen, dass das Gehirn der Patientin stressfreier und effektiver arbeitet.

Dies spricht dafür, dass die Grunderregbarkeit des Kortex, die durch ILF-Neurofeedbacktherapie moduliert wurde, die Selbstregulierung aktiviert.

6 Referenzen

- Amen, Daniel G. *Das Glückliche Gehirn*. München: Goldmann, 2010.
- Braus, Dieter F. *EinBlick ins Gehirn - eine andere Einführung in die Psychiatrie*. Stuttgart: Georg Thieme-Verlag, 2011.
- EEGInfo. „Neurofeedback Einführungskurs.“ Winterthur, 2015.
- Jäncke, Lutz. *Kognitive Neurowissenschaften Lehrbuch*. Bern: Hans Huber, 2013.
- Jäncke, Lutz. *Ist das Hirn vernünftig?* 2. Bern: Hogrefe-Verlag, 2016.
- K.-M.Haus. „Infra Low Frequency (ILF-) Neurofeedback.“ In *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback*, von et al Haus, 91-115. Berlin: Springer-Verlag, 2016.
- Kowalski, Axel und Wiedemann, Meike. „Angststörungen und Panikattacken.“ Kapitel 9.3.1 von *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback*, von et al Haus, 239-241. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2016.
- Lautenbacher, Stefan, und Siegfried Gauggel. *Neuropsychologie psychischer Störungen*. 2. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
- Lüthi(-Eisenegger), Barbara. *Mehr zum qEEG*. kein Datum. <https://www.eiseneggerneuro.ch/angebot/qeeg/> (Zugriff am 22. 06 2018).
- Müller, Andreas, Gian Candrian, und Juri Kropotov. *ADHS Neurodiagnostik in der Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer, 2011.
- Othmer, Susan. *Protokoll-Leitfaden für Neurofeedbacktherapeuten*. 6. Dokument. EEG Info. 30. 4 2017.
- Raichle, Markus. „The Restless Brain.“ *Brain Connectivity*, 2011.
- Schlumpf, Yolanda. „Neurobiologie der Angst.“ *Neurobiologie psychischer Störungen*. Zürich, 16. Juni 2017. 26-28.
- Walther Cormann. *Psychotherapie der Selbstorganisation*. Lindau am Bodensee, Germany: Cormanninstitute Verlag für systemische Praxis, 2006.
- Wandernoth, Bernhard. *Wissenschaftliche Beschreibung des ILF* Mailkontakt. 22. 10 2017.
- Wiedemann, Meike. *Restoring the Brain*. Herausgeber: Hanno Kirk. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, LLC, 2016.
- Wiedemann, Meike, und Kirsten Segler. *Neurofeedback - Wie eine spielerisch leichte Therapie dem Gehirn hilft, Probleme zu überwinden*. München: Kösel-Verlag, 2017.