



Die Gesundarbeiter-Studie belegt die stressreduzierende Wirkung des audiovisuellen brainLight-Entspannungssystems

Minas Salib¹, Rebecca Weisser¹, Chantal Töpfer¹, Anne Jenner¹, Katharina Schwarze¹, Melissa Vilorio¹, Julia Weisser¹, Irina Kolokolov¹, Nina Baldassi¹, Dennis Norman¹, Stefan Saier¹, Prof. Dr. Matthias Kohl¹

In der Studie „Die Gesundarbeiter“ wurde getestet, ob sich Stress durch eine audio- visuelle Stimulation in Kombination mit einer Shiatsu-Massage minimieren lässt. Es wurde dafür das System der Firma brainLight verwendet. Um den Stresslevel der Probanden zu ermitteln, wurde der Stressindex nach Banzer et al (1), verwendet. Der Stressindex wurde auf der Basis von fünf minütigen Herzratenvariabilitäts (HRV)-Messungen berechnet. Die Ergebnisse der Studie zeigen eine signifikante Reduzierung des Stresslevels der Probanden nach der Behandlung.

Stress spielt in der heutigen, leistungsorientierten Gesellschaft eine immer größer werdende Rolle. Viele Menschen fühlen sich den Anforderungen, die an sie gestellt werden, unterlegen und haben dadurch einen erhöhten Stressindex. In einer von der Hochschule Furtwangen geführten Studie wurden bei 34 Probanden jeweils vor und nach der Therapie ein 5-minütiges HRV aufgezeichnet und der Stressindex berechnet. Das Ziel dieser Studie war es, die stressreduzierende Wirkung des audiovisuellen brainLight-Systems bei gesunden Probanden durch die Analyse der Herzratenvariabilität (HRV) zu untersuchen.

Die Studie wurde in eine Pilot- und Hauptstudie aufgeteilt. Das Ziel der Pilotstudie war es offene Fragestellungen und eine Fallzahl für die Hauptstudie im vorab zu klären. An der Hauptstudie nahmen 34 Probanden aus verschiedenen Tätigkeitsfeldern teil. Das durchschnittliche Alter der Probanden beträgt 40 Jahre. Die Kurzzeit-HRV Messung erfolgte vor und nach einer 40-minütigen Behandlung mit dem brainLight Entspannungssystem.

Physiologie des Stresses

Stress entsteht durch Stressoren, welche über eine neuronale Weise oder auf eine direkte Weise auf den Körper einwirken. Die Signale der Stressoren werden über das Rückenmark und die aufsteigende Bahn zum ZNS geleitet und verarbeitet. Dort ist das limbische System als neurobiologische Schaltzentrale besonders wichtig für die Stressreaktion (2).

Dauerstress oder Traumata führen zur Schädigung neuronaler Systeme, die mit der Verarbeitung in Zusammenhang stehen, wodurch es zu vorübergehenden oder auch sogar zu irreversiblen Erkrankungen kommen kann (2).

Um angepasst auf Stress reagieren zu können, setzt der Organismus in Stresssituationen Die Neurotransmitter Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol ein. Diese gehen aus verschiedenen Stress-Hormonachsen hervor, die eine differenzierte Stressantwort gewährleisten. Zum einen ist dies die SAM-Achse, die aus dem sympathischen Nervensystem und dem Nebennierenmark besteht. Sie wird sofort aktiviert und verursacht durch CRH, Adrenalin und Noradrenalin physiologische Reaktionen wie Vasokonstriktion, eine verbesserte Versorgung des Herzmuskels und gesteigerte Glykogenolyse. Zum anderen ist die HPA-Achse vor allem bei chronischem Stress entscheidend. Sie setzt sich aus Teilen des Hypothalamus, der Hypophyse und der Nebennierenrinde zusammen. Durch Aktivierung von CRH und AVP, wird ACTH ausgeschüttet, welches wiederum die Sekretion von Cortisol aktiviert. Dadurch kann die Herzkontraktilität gesteigert werden, aber auch der Blutzuckerspiegel wird erhöht und Entzündungen gehemmt. Aber erst durch eine Verknüpfung aller Signalwege kann eine effektive Stressantwort aufgebaut werden.

Die physiologische Stressantwort spielt beim Stress am Arbeitsplatz eine wichtige Rolle. Indem der Organismus langandauerndem Stress ausgesetzt wird, ändert sich der neurobiologische und neuroendokrine Stoffwechsel. Durch diese Umstellungen können sich aus Stress pathologische Zustände entwickeln. Dies wiederum kann sich in Hypertonie oder Depressionen äußern. Um das zu

¹ Molekulare und Technische Medizin, Hochschule Furtwangen University



verhindern, sollten Stresssituationen vermieden und dem Körper Zeit zum Erholen gewährt werden (2, 3).

Die Herzratenvariabilität

Das Herz hat einen Einfluss auf das zentrale Nervensystem, indem es über afferente Nervenfasern die Aktivität des Gehirns beeinflussen kann (4). Dadurch ist das Herz in der Lage, sofort über die Änderung der Herzschlagfrequenz auf die emotionalen und physiologischen Bedürfnisse zu reagieren. Das Herz hat also dann die Möglichkeit, sich den Anforderungen anzupassen. Werden hohe Anforderungen gestellt, schlägt es schneller, bei geringen Anforderungen langsamer. Daher lässt sich sagen, dass das Intervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen nie gleich ist, da das Herz sich an die jeweilige Situation anpasst (5). Diese Veränderung ist sehr wichtig, da es ein Zeichen für ein gesundes funktionierendes Gleichgewicht zwischen Sympathikus und Parasympathikus ist und zeigt, dass der Körper in der Lage ist, auf geänderte Anforderungen zeitgemäß zu reagieren (6).

Die Herzratenvariabilität oder auch Herzfrequenzvariabilität genannt, ist der variable Abstand zwischen den einzelnen Herzschlägen. Im EKG ist dies durch die R-Zacke bzw. den Abstand zwischen zwei R-Zacken gegeben, was in Abbildung 1 dargestellt ist. Der Abstand zwischen zwei R-Zacken wird RR-Intervall genannt (7).



Abbildung 1 : EKG zur Darstellung der variablen Abstände zwischen den einzelnen Herzschlägen

Eine geeignete Methode für die Stressmessung

Das Prinzip der Herzratenvariabilitätsmessung beruht darauf, dass man versucht, das System aus dem Gleichgewicht zu bringen, um die Reaktion des Organismus darauf zu beobachten bzw. zu messen.

Es sind heute entsprechend der Variabilität des Herzschlages präzise Aussagen über den Stresspegel, die regulative Balance und eine zuverlässige Interpretation möglich, inwieweit der Körper des Probanden auf Reize jeder Art, positiv oder negativ, antwortet. Je nachdem, wie intensiv diese Antwort ausfällt, kann darauf geschlossen werden, wie gut der Körper diesen Reizeinfluss wieder regulieren kann und wie lange er hierfür braucht (8). Somit ist es eine gute Herzratenvariabilität wichtig für die Gesundheit. So ist auch wissenschaftlich bewiesen, dass Menschen mit einer schlechten HRV eine höhere Mortalität nach einem Myokardinfarkt aufweisen als Menschen mit einer guten HRV (9). Auch Menschen mit psychischen Erkrankungen wie Depressionen haben eine schlechte messbare HRV. Das heißt, dass die Herzratenvariabilität auch ein Indikator für eine Psycho-Herz-Interaktion ist. Es ist zudem ein Erklärungsansatz für den Zusammenhang pathophysiologischer Interaktionsmechanismen zwischen depressiven und kardiovaskulären Erkrankungen. Tatsächlich können depressive Zustände das neuro-kardiale Steuerungsvermögen beeinflussen, indem sie den vagalen Einfluss hemmen (10).

Ein Vorteil der Stressmessung mittels eines Herzratenvariabilitätsscanners ist es, dass es sich hierbei um ein nichtinvasives, relativ leicht anzuwendendes und schnelles Verfahren handelt, bei dem keinerlei Nebenwirkungen oder Gefahren bestehen.

Das brainLight-System

brainLight selbst wirbt mit den Begriffen Shiatsu- und Vibrationsmassagen, Tiefensuggestion und Traumreisen, Wellness- und Trancemusik und Mental- und Visualisierungstechniken. Von diesen



gehören die ersten zwei Methoden zur physischen Entspannung, während die restlichen auf eine geistige Entspannung abzielen, welche durch audiovisuelle Stimulation erreicht werden soll.

Audiovisuelle Stimulation

Audiovisuelle Stimulation geschieht mit Hilfe sogenannter Mind Machines, also Maschinen, die das Gehirn in einen bestimmten Bewusstseinszustand bringen. Dafür nutzt BrainLight wie die meisten Mind Machines eine Spezialbrille mit Leuchtdioden, die Lichtblitze in der gewünschten Frequenz erzeugt, und Kopfhörer, die ebenfalls diese Frequenz wiedergeben, meist in Form von binauralen Beats eingebettet in beruhigende Musik.

Mind Machines wirken aufgrund der Frequenzfolgereaktion, was bedeutet, dass sich das Gehirn nach und nach der Frequenz der Stimulation anpasst. So können bestimmte Bewusstseinszustände, wie beispielsweise Entspannung, hervorgerufen werden.

Material und Methoden

Für die Studie wurden 34 Probanden mit verschiedenen beruflichen Tätigkeiten ausgewählt. Für die audiovisuelle Behandlung nahmen die Probanden jeweils 7 bis 10 mal für 40 Minuten auf einem BrainLight Entspannungssessel platz. Vor und nach der Therapie wurde mittels des BioSign HRV-Scanner ein Kurzzeit HRV aufgenommen. Die Kurzzeit HRV wurde durch EKG-Elektroden und einem Pulssensor am Ohr ermittelt. Über eine Software konnte man die Pulswellenlatenzzeit und den Stressindex berechnen.

Studiendesign

Für die Bestimmung eines geeigneten Parameters wurde vorab eine Pilotstudie mit acht Probanden mit je sechs Therapieeinheiten durchgeführt. Des Weiteren dient die Pilotstudie zu der Berechnung der Fallzahl für die Hauptstudie. In der Hauptstudie wurden 34 Probanden jeweils 7-10 mal mit dem audio-visuellen BrainLight Entspannungssystem behandelt. Zur Durchführung sollten die Arbeitnehmer aus verschiedenen Tätigkeitsfeldern im Probandenpool repräsentiert sein, um so die Abhängigkeit der Wirkung des Systems besser einschätzen zu können.

Messung

Zum HRV-Scanner gehören zwei Elektrodenklammern, die man jeweils an den Handgelenken des Probanden anschließt. Der Scanner wird mit einem Computer mit passender Software verbunden, sodass die gemessenen Werte auch gleich berechnet und ausgewertet werden können. Es folgt eine fünf-minütige EKG-Messung der Probanden in einer Liegeposition mittels des Programms „Kurzzeit-HRV“, welches im Anschluss an die Messung durch die EKG Auswertung verschiedene Parameter wie den Stressindex liefert. Der Stressindex ist ein Parameter, der nach einer Messung angegeben wird und mit dem der Stresslevel der Probanden eingeschätzt und auch verglichen werden kann. Folgende Gleichung 1 liegt der Software des HRV-Scanners zu Grunde:

$$\text{Gleichung 1: } SI = \frac{n_D}{(2 * D) * (Max_{RR} - Min_{RR})}$$

Gleichung 1: „SI“ ist die Abkürzung des Stressindexes. Das Dichtemittel (D) ist der in einer gegebenen dynamischen Reihe am häufigsten anzutreffende Wert des RR-Intervalls. Die Häufigkeit (n_D) repräsentiert die Anzahl der dem Modalwert entsprechenden RR-Intervalle aller Messwerte einer Stichprobe von bestimmten RR-Intervallen. Die Variabilitätsbreite (Max_{RR}– Min_{RR}) zeigt den Variationsgrad der Werte der RR-Intervalle in der untersuchten dynamischen Reihe an. Sie lässt sich anhand der Differenzen zwischen den maximalen und minimalen Werten der RR-Intervalle [s] ermitteln (1).

Ergebnisse



Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigten allgemein bei den Probanden eine Reduzierung des Stresslevels nach der Entspannungstherapie. Dabei zeigte unser Hauptparameter „Stressindex“ einen deutlichen Abfall nach der Therapieeinheit. Die Fallzahlplanung auf der Basis dieser Ergebnisse ergab eine Fallzahl von 26 bei einer Power von 90% und einem Signifikanzniveau von 5%. Ausgehend von einer Ausfallquote von 10-20% wurde der Einschluss von wenigstens 30 Patienten für die Hauptstudie vorgesehen. Ein niedriger Stressindex deutet in diesem Fall auf eine gesunde Variabilität der Herzfrequenz hin. Desweiteren konnten wir über die Messungen hinweg eine deutliche Verbesserung des allgemeinen Biofeedbacks der Probanden feststellen, welches eine Langzeitwirkung der Therapie belegt. Ein Vergleich der Therapiedauer von jeweils 20 und 40 Minuten zeigte nach Auswertung der Pilotstudie keine großen Unterschiede hinsichtlich der Kurzzeitmessung. Eine Vorher-Nachher Messung der Kurzzeit HRV ist die geeignetste Methode die Entspannung direkt nach der Therapie im Vergleich zu vorher zu messen (11).

Die Ergebnisse der Pilot-Studie haben sich in der Hauptstudie bestätigt. Es zeigte sich eine hochsignifikante Reduktion des Stressindex auf 80% des Ausgangswertes. 22 der 27 Probanden (81,5%) zeigten im Mittel eine Reduzierung des Stressindex nach der Behandlung (12). Die folgende Abbildung 2 zeigt einen Vergleich des Rang-Diagramms sowie ein RR-Histogramm vor und nach der Therapieeinheit. Wie im Rang-Diagramm ist auch im Histogramm eine deutliche Verbesserung der Herzratenvariabilität zu sehen, was auf ein gesundes Biofeedback zu deuten ist.

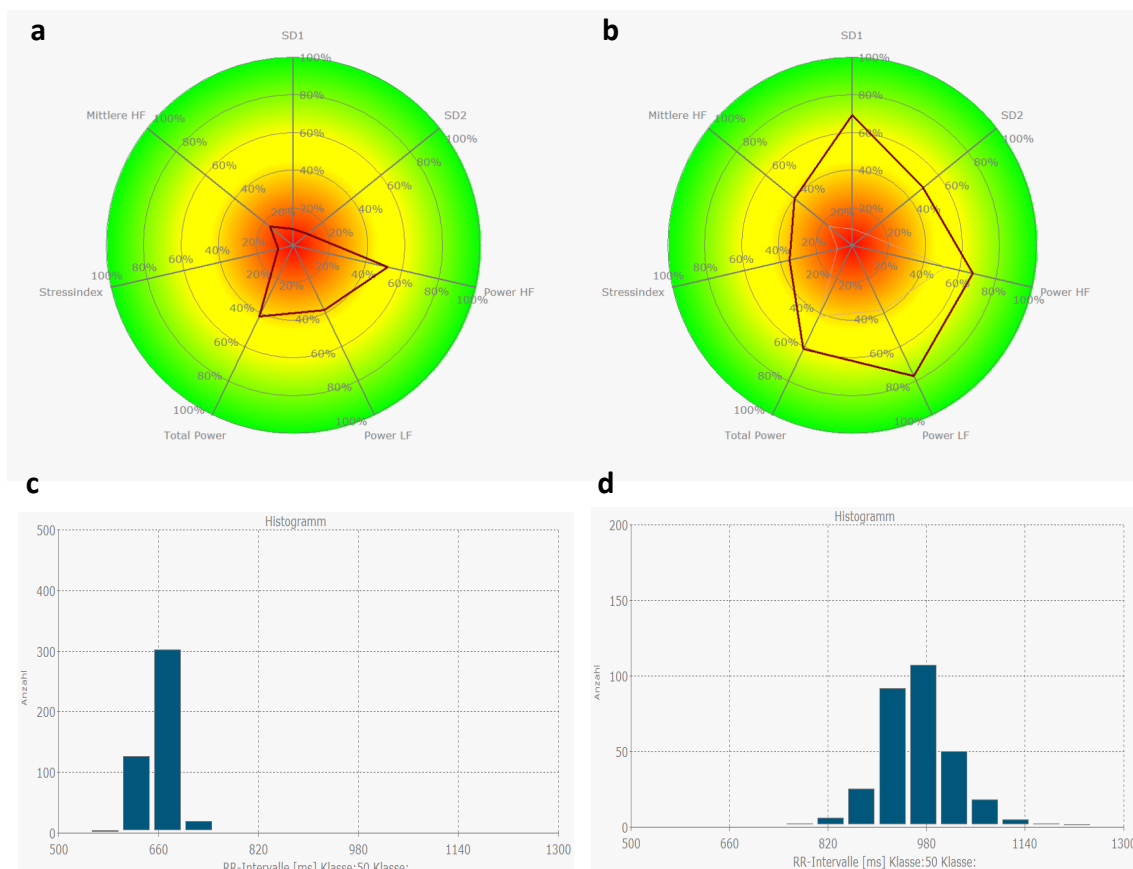


Abbildung 2 (a) Rang-Diagramm eines Probanden vor der Therapieeinheit (b) Rang-Diagramm vom selben Probanden nach der Therapieeinheit. Betrachtet man den Stressindex zwischen a) und b) so ist eine Verbesserung des Stressindex in Prozent festzustellen. (c) Histogramm eines Probanden vor der Therapieeinheit (d) Histogramm vom selben Probanden nach der Therapieeinheit. Hier ist eine deutliche Verbesserung der RR-Intervalle zu erkennen. Eine geringe Streuung und eine hohe Anzahl deuten auf eine schlechte Herzratenvariabilität und damit auf ein Ungleichgewicht zwischen Sympathikus und Parasympathikus hin, was sich als Stress äußert



Diskussion

Laut aktuellen Forschungsbefunden lassen sich Gehirnwellen in vier Frequenzgruppen unterteilen, die Beta-, Alpha-, Theta-, und Delta-Wellen, die in einem EEG-Frequenzspektrum je nach mentalem Aktivierungszustand zwischen 0,5 und 50 Hertz beobachtet werden (13). Jeder äußere Sinnesreiz ruft eine elektrische Potenzialänderung, in diesem Fall als evoziertes (=hervorgerufenes) Potenzial bezeichnet, hervor. Nimmt das Ohr beispielsweise ein akustisches Signal wahr, so ist nach Weiterleitung über Hörnerv, nach etwa 10 ms eine elektrische Potenzialänderung im Gehirn messbar (14). Beschallt man das Ohr nun in regelmäßigen Abständen mit einem Ton, so passen sich die Hirnwellen der Frequenz dieses äußeren Signals an, dies bezeichnet man als Frequenzfolgereaktion oder auch als Brainwave-Entrainment. Ein Problem bei dieser Methode liegt darin, dass die Frequenzen der Hirnwellen nicht im für den Menschen hörbaren Bereich liegen, deswegen ist es nicht möglich einfache bestimmte Töne der jeweiligen Frequenz vorzuspielen (das menschliche Ohr kann nur Frequenzen von etwa 30 bis 18.000 Hz wahrnehmen). Jedoch ermöglichen einfache physikalische Effekte die benötigten Frequenzen zu erzeugen.

Monaurale und Binaurale Beats

Monaurale Beats machen sich das physikalische Phänomen der Schwebung zu Eigen. Es werden zwei unterschiedlich, aber sehr nah beieinander liegende Frequenzen abgespielt. Durch Überlagerung und Auslöschung der Amplituden bei den entstehenden Phasenverschiebungen, entsteht eine Schwebungsfrequenz, die der Differenz der beiden Grundfrequenzen entspricht. Sind beide Frequenzen gleich laut, entsteht eine Erklärung der stressreduzierenden Wirkung des brainLight Systems. Werden die Töne per Kopfhörer einzeln in je ein Ohr gespielt, erzeugt man Binaurale Beats. Dadurch kann es vorm Eintreten ins Gehör nicht zur Schwebung kommen. Das Gehirn versucht nun diese beiden Töne zu überlagern, wodurch ein eigener Ton im Nucleus olivaris superior erzeugt wird. Binaurale Beats haben die geringste Effizienz bei der Erzeugung von AEPs, was auf ihre geringe Modulationstiefe zurückzuführen ist, diese liegt bei 3 dB (14).

Ein besonderer Effekt der binauralen Beats ist die Hemisphären Synchronisation, die nur bei dieser Tonart zu beobachten ist.

Hemisphären Synchronisation

Die Hemisphären-Synchronisation basiert auf der Frequenzfolgereaktion, nach der die Gehirnwellen sich der äußeren Frequenz anpassen. Sie wird durch binaurale Beats erzeugt.

Während die linke Gehirnhälfte für Logik, Verstand und Analyse verantwortlich ist, arbeitet die rechte Hälfte intuitiv, emotional und unkontrolliert. Dazu passend sind Beta- und Alpha-Wellen vornehmlich in der linken Hemisphäre zu finden, wohingegen sich Theta- und Delta-Wellen eher in der rechten Hemisphäre lokalisieren. Bei stark unterschiedlicher Verteilung der Frequenzen in den Gehirnhälften fühlt sich die Person meist unausgeglichen und wenig belastbar (15). Bei Depressionen beispielsweise ist die emotionale rechte Hemisphäre deutlich aktiver, als die für Logik verantwortliche linke Hälfte, was zu irrationalen und überzogenen Reaktionen auf harmlose Ursachen führt (16).

Umgekehrt steigert eine Hemisphären-Synchronisation die geistige Klarheit und führt damit zu Leistungs- und Konzentrationssteigerung, aber auch ein gesteigertes Selbstbewusstsein kann festgestellt werden (15). Durch eine Hemisphären-Synchronisation arbeiten Herz und Verstand also Hand in Hand.



Literaturverzeichnis

1. Banzer W, Lucki K, Bürklein M, Rosenhagen A, Vogt L. Sportmedizinische Aspekte kardialer Risikostratifizierung. *Herzschr. Elektrophys* 2006; 17(4):197–204.
2. L. Rensing MKBRVR. *Mensch im Stress – Psyche, Körper, Moleküle*. 1. Auflage. München: Spektrum Akademischer Verlag; 2006.
3. LS Köster. *Dissertation – Das Stresshormonsystem bei situativ induzierten Panikattacken – Eine Untersuchung im Rahmen therapeutischer in-vivo Expositionen*. Berlin; 2010.
4. Gahery Y, Vigier D. Inhibitory effects in the cuneate nucleus produced by vago-aortic afferent fibers. *Brain Research* 1974; 75(2):241–6. Available from: URL:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0006899374907446>.
5. Servan-Schreiber D. *Die neue Medizin der Emotionen: Stress, Angst, Depression : gesund werden ohne Medikamente*. Taschenbuchausg. München: Goldmann; 2006.
6. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC. *Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuation: A Quantitative Probe of Beat-to-Beat Cardiovascular Control*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center; 1981.
7. Hick C, Hick A. *Intensivkurs Physiologie: Seite 61*: Urban & Fischer bei Elsevier; 2009. Available from: URL:<http://books.google.de/books?id=i24RdZqg5ngC>.
8. HRV-Allgemein: *Einführung [Die Herzratenvariabilität]*; 2011 [cited 2012 Feb 24]. Available from: URL:<http://www.hrv24.de/HRV-Einfuehrung.htm>.
9. Bauer A, Kantelhardt JW. Deceleration capacity of heart rate as a predictor of mortality after myocardial infarction: Cohort study. *The lancet* 2006; 367(9523):1674–81.
10. Mück-Weymann M. Depressionen und Herzratenvariabilität - Seelentief zwingt Herzschlag in enge Bahn. *Der Hausarzt* 2005; 3:64–9.
11. Prof. Dr. Matthias Kohl. *Fallzahlplanung für die Studie "Entspannter Gesundarbeiter"*; 2011.
12. Prof. Dr. Matthias Kohl. *Statistische Analyse der Daten aus der Studie "Die Gesundarbeiter"*; 2012.
13. Schandry R. *Biologische Psychologie*. Weinheim: Beltz/PVA; 2003.
14. alphabrain. *Technologie und Wirkung* [cited 2012 Jul 11]. Available from: URL:http://www.alphabrain.de/Technologie:_:11.html.
15. BRAIN-mentalsystems. *Das Elektroenzephalogramm (EEG) und die Bedeutung der einzelnen Gehirnwellen sowie Hemisphären-Synchronisation*; 2012 [cited 2012 Nov 7]. Available from: URL:<http://www.brain-mentalsystems.de/aktuelles.php?id=2>.
16. *Mind Programming. Synchronisierung*; 2012. Available from: URL:<http://www.neuro-programmer.de/gehirnwellen/synchronisierung/>.