

EEG-Korrelationen zwischen räumlich weit entfernten Paaren

THILO HINTERBERGER¹, URSULA MOCHTY², STEFAN SCHMIDT¹,
LISA-MILENA ERAT¹, HARALD WALACH²

Zusammenfassung – Die Erforschung einer außersinnlichen Verbindung zwischen Versuchspersonen, welche sich in der Korrelation ihrer Gehirnaktivitäten widerspiegeln könnten, hat inzwischen in Freiburg eine beachtliche Tradition. Im vorliegenden Beitrag werden die Methoden und Ergebnisse von drei EEG-Studien berichtet, die von Hinterberger et al. in den vergangenen Jahren mit eng verbundenen Personen durchgeführt wurden. Zwei dieser Studien waren sehr aufwändig, da 16 bzw. 20 Versuchspaare in etwa 750 km entfernten Labors zwischen Tübingen bzw. Freiburg und Northampton/England gleichzeitig gemessen wurden. Während einer Person Bilder unterschiedlicher Kategorien gezeigt wurden, die sie durch einen Knopfdruck auf ihre Wirkung hin bewerten sollte, verweilte die andere Person in Ruhe, jedoch möglichst in enger empathischer (mentaler) Verbindung mit ihrem Partner. Eine nichtparametrische statistische Analyse der EEGs der nicht-stimulierten Teilnehmer in Bezug auf die Stimulation der Partner zeigte zwar einige außergewöhnliche Signifikanzen, die jedoch einer schwer zu bestimmenden Korrektur für multiple Tests unter Umständen nicht standhalten. Ein Effekt im Alpha-Band, der bei den eng verbundenen Paaren bei der Präsentation affektiver Bilder auftrat, konnte jedoch in allen drei Studien gleichsam gefunden werden. Schließlich wird diskutiert, inwiefern die Ergebnisse die Theorie der Verschränkung von Gehirnfunktionen im Sinne der verallgemeinerten Quantentheorie unterstützen könnten.

EEG Correlations between Far Distant Pairs of Participants

Abstract – The search for correlations in the brain activities between distant pairs of participants has become a popular research method especially in Freiburg/Germany over the last decade. It was meant to be a tool for investigating correlations of brain functions in terms of an extrasensory connection between related people which would

-
- 1 Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg, Breisacher Str. 115b, D-79106 Freiburg/Breisgau. E-Mail: thilo.hinterberger@uniklinik-freiburg.de
 - 2 School of Social Sciences, University of Northampton, Park Campus, Boughton Green Road, NN2 7AL Northampton, England. E-Mail: telepathy.NH@googlemail.com

also support the idea of an entanglement of brain functions. Recently, three elaborate studies have been conducted by the authors; two of them were correlating brain signals which were simultaneously recorded in remote laboratories at a distance of 750 km and more. A comparison of the study outcome shows that each study bears some significant correlations which seem to be extraordinary; nevertheless, those significances are very weak and after applying a potential correction for multiple testing they would probably vanish. These significances were replicable in all three studies for the Alpha rhythm which was increased in non-stimulated participants during the time when their closely related co-participants were exposed to pictures with affective content. It is discussed whether the correlations might be artefacts and how far the results may support the theory of a generalized entanglement between the brain functions of the participants.

Einleitung

Die Existenz einer außersinnlichen oder telepathischen Verbindung zwischen sich nahe stehenden Personen ist in den Erfahrungen vieler Menschen stark verankert, auch in unserer westlichen Gesellschaft. Normalerweise zeigt sich eine außersinnliche Wahrnehmung von Ereignissen vorwiegend bei bedeutsamen und emotional bewegenden Geschehnissen wie Krankheit, Tod oder schwerer Unfall, und vor allem zwischen Personen, die sich gut kennen, z.B. Ehepaare, Zwillingspaare, Verwandte oder Freunde (Schouten 1981). Eine solche persönliche Verbindung konnte, trotz mangelnder wissenschaftlicher Erklärung der zugrunde liegenden Mechanismen, häufig in parapsychologischen Studien verifiziert werden (vgl. Schmied-Knittel & Schetsche 2003).

Aus dem Blickwinkel der gegenwärtigen Wissenschaft werden lebende Organismen als offene Systeme angesehen, die in einem fortwährenden Austausch von Materie, Energie und Information mit ihrer physischen Umgebung stehen. Die Mannigfaltigkeit der Interaktionen von Organismen mit ihren Umwelten ist wohlbekannt. Während die Prozesse der konventionellen Wahrnehmung auf bekannten biophysikalischen Grundprinzipien beruhen, zeichnen sich ‚übersinnliche‘ Wahrnehmungen dadurch aus, dass sie nicht durch eine physikalische Informationsübertragung erklärt werden können. Dies wird besonders deutlich an solchen ‚übersinnlichen‘ Wahrnehmungen, die über große Distanzen stattfinden und deshalb offensichtlich keinen konventionellen Erklärungsansatz gestatten. Da alle Prozesse der Wahrnehmung stets im Gehirn ihre neuronalen Korrelate zeigen, kann eine so genannte übersinnliche Signalübertragung als ortsunabhängige (nicht-lokale) Korrelation neuronaler Prozesse zwischen Organismen betrachtet werden. Bis heute wurde dieses Phänomen noch nicht vollstän-

dig untersucht; die hier vorgestellten Ergebnisse liefern jedoch wesentliche Informationen dazu.

Im Jahr 1965 publizierten Duane und Behrendt den ersten Bericht über korrelierte Signale zwischen Personen auf Distanz und bezeichneten es als ‚Neuronalen Energietransfer‘ (Duane & Behrendt 1965). Sie testeten eineiige Zwillingspaare und berichteten von einem Auftreten des Alpha-Rhythmus in einem Zwilling, während der andere Zwilling, der sich sechs Meter weit entfernt in einem anderen Raum aufhielt, sensorisch stimuliert wurde. Diese so genannte ‚Extrasensorische Induktion‘ trat in 2 von 15 getesteten Zwillingspaaren auf, jedoch nicht zwischen Versuchspersonen in Kontrollpaaren, die nicht miteinander verwandt waren.

Orme-Johnson et al. (1982) zeigten Veränderungen interhemisphärischer EEG-Kohärenzen zwischen Versuchspersonen, während an einem entfernten Ort eine große Gruppe mit der transzendentalen Sidhi-Meditationstechnik, auch bekannt als ‚Yogic Flying‘, meditierte. Die Autoren untersuchten die Effekte des ‚Yogic Flying‘, da von dieser Technik behauptet wird, dass sie den größten Einfluss auf die Umwelt habe (Maharishi 1986). Die EEG-Kohärenz zwischen den Versuchspersonenpaaren wurden für die Elektrodenpositionen F3, F4, C3, C4 berechnet. Sie führten das Experiment an drei Versuchspersonenpaaren immer zur selben Tageszeit an sechs Kontroll- und sechs Versuchstagen durch. An den Versuchstagen deckte sich die Messung mit der Gruppenmeditation ‚Yogic Flying‘, während an den Kontrolltagen keine Gruppenmeditation stattfand. Die Studienergebnisse deuten daraufhin, dass eine Veränderung der Kohärenz in einem Gehirn mit anderen Gehirnen über Distanz interagiert und als Konsequenz deren Kohärenz ebenfalls verändert wird.

Ein erstes Experiment, welches eine nicht-lokale Interaktion in der Neurophysiologie von sich in räumlicher Distanz befindender Menschen demonstrierte, wurde von dem mexikanischen Psychologen Jacobo Grinberg-Zylberbaum unter dem Titel „The Einstein-Podolsky-Rosen paradox in the brain: the transferred potential“ (Grinberg-Zylberbaum 1993) publiziert und bietet den Ausgangspunkt für einige weiteren Experimente zu diesem Thema, aber auch zu einer kontroversen Diskussion.

In drei verschiedenen Experimenten konnten sie eindrucksvoll so genannte transferierte Potenziale zwischen zwei EEGs von zwei räumlich voneinander getrennten Versuchspersonen (Vpn) feststellen. Vor der tatsächlichen Messung hatten die Teilnehmer einen Zustand der ‚direkten Kommunikation‘ (ohne miteinander zu sprechen) herzustellen, indem sie gemeinsam meditierten und/oder mit geschlossenen Augen Seite an Seite in einem dunklen Raum saßen, ohne sich zu berühren. Diese Verbindung/emotionale Nähe sollte auch aufrechterhalten werden, wenn die Vpn nach dieser Phase räumlich getrennt wurden. Eine der Vpn wurde mit simultanen Lichtblitzen von 100ms Dauer und einer Tonfolge von 1kHz-Tönen stimuliert, während die andere Versuchsperson in einem anderen Raum ruhend verweilte. Hierbei zeigte sich, dass das evozierte Potential der stimulierten Versuchsperson auch

im EEG der anderen nicht-stimulierten Vp entdeckt werden konnte, d.h. die Wellenform des so genannten transferierten Potentials war der Wellenform des korrespondierenden evozierten Potentials der stimulierten Vp ähnlich. Das Fehlen des transferierten Potentials ohne eine vorherige ‚direkte Kommunikation‘ wurde als Indiz für die Wichtigkeit der gegenseitigen Einstimmung der Versuchspersonen untereinander angesehen, um ein transferiertes Potential zu erhalten.

Grinberg-Zylberbaum et al. (1994) konnten die Ergebnisse ihrer vorherigen Studien replizieren, wobei eine Erhöhung der Distanz zwischen den Versuchsräumen auf 14,5 Meter die Ergebnisse nicht beeinflusste. Als Kontrollgruppe dienten hier Testpersonen, die nichts über die Anwesenheit einer zweiten Testperson wussten. Die ‚direkte Kommunikation‘ wurde durch eine zwanzigminütige gemeinsame Meditation hergestellt. Das transferierte Potential wurde nur im Falle einer vorherigen ‚direktem Kommunikation‘ und unter der Voraussetzung, dass ein ausgeprägtes evoziertes Potential in der stimulierten Testperson gemessen werden konnte, gefunden.

Nachfolgende Versuche, diese Ergebnisse zu replizieren, waren nur teilweise erfolgreich (Fenwick & Vigus 1998; Sabell et al. 2001), so dass große Zweifel an den Ergebnissen Grinberg-Zylberbaums entstanden.

Fenwick und Mitarbeiter (1998) testeten elf sich nahe stehenden und elf sich kaum kennende VP-Paare. Sie verwendeten eine auditorische statt visuelle Stimuli. Die Ersteren sollten sich vor dem Experiment 20 Minuten lang still auf einander einstimmen, um die emotionale Beziehung zu stärken. Als Ergebnis der Studie wurden keine signifikanten EEG-Korrelationen für die Kontrollpaare gefunden. Die Experimentalgruppe zeigte jedoch annähernd signifikante Korrelationen ($p=0,06$). Für Paare mit hohen Empathieangaben konnte eine Signifikanz von $p=0,05$ erzielt werden. Im Licht dieser Resultate scheint die Beziehung zwischen zwei Personen von großer Wichtigkeit für das Auftreten korrelierter EEG-Muster zu sein.

Dagegen scheiterte der Versuch von Sabell et al. (2001), Grinberg-Zylberbaums Pilotstudie zu replizieren. Sie stimulierten jeweils einen der Partner von 12 Paaren oder engen Freunden, die gemeinsam 20 Minuten meditierten, und ebenfalls von 12 Kontrollpaaren, die einander nicht kannten, mit einem auditorischen Stimulus mit kurzen Tönen von 70dB Lautstärke, welche durch Kopfhörer dargeboten wurden, um ein auditorisches evoziertes Potential hervorzurufen. Die nicht-stimulierte Versuchsperson wurde durch einfaches Rauschen von 70 dB sensorisch isoliert. Sie befand sich in 10 Meter entfernten Räumen. Sowohl die evozierten Potentiale, als auch das Powerspektrum der Frequenzbänder 3-6, 6-9, 9-12 und 12-15 Hz wurden im Bereich ± 1 sec um die Stimulation für die Daten der nicht-stimulierten Personen berechnet. Das einzig positive Ergebnis dieser Studie war ein signifikanter Anstieg der Del-

ta/Theta-Aktivität nach dem Ton in der Kontrollgruppe und ein Abfall dieser Aktivität in der Meditationsgruppe.

Standish et al. (2001) berichteten bei 5 von 60 gesunden Versuchsparen okzipitale EEG-Korrelationen bei visueller Stimulation und bei einer Distanz der Messräume von 10 Metern. Das Ziel dieses Experiments war es, die Erkennung der Stimulationsantwort zu optimieren. Die Autoren entwickelten eine neue Methode der Signalerkennung zur Messung von kleinen und intermittierenden Signalen bei der ‚Empfängerperson‘ und verwendeten nicht-parametrische statistische Verfahren (May et al. 2001). Indem sie Versuchspersonen mit großer Meditationserfahrung rekrutierten, versuchten sie die Wahrscheinlichkeit der Erfassung der Korrelationsphänomene zu erhöhen. Außerdem führten sie Vorexperimente zur Optimierung der visuellen Stimuli durch und legten dabei empirisch ein Zeitfenster für das korrelierte EEG-Muster fest. Es ergab sich ein Fenster von 80-180ms nach Stimulusbeginn für die optimale Erfassung des visuell evozierten Potenzials der stimulierten Vpn. Die Forscher untersuchten das zufällige Kohärenzniveau der Korrelation zwischen zwei EEG-Aufnahmen, die von zwei verschiedenen Personen stammten, die einander nicht kannten und auch nicht wussten, dass ihre Aufnahmen verglichen werden sollten. Das EEG wurde zunächst in über 100 Datensets von je 1-Sekunden-Epochen unterteilt und gemittelt. Danach wurden die Kreuzkorrelationskoeffizienten der EEG-Datensegmenten der beiden Personen berechnet. Aus der Analyse der Korrelationen, die im Bereich zwischen -0,37 bis + 0,46 lagen, schlossen sie, dass zufällige EEGs, die von zwei nicht in Beziehung zueinander stehenden Personen aufgenommen wurden, nicht nullkorreliert sind.

Standish und Kollegen (2003) versuchten danach zum ersten Mal ähnliche Ergebnisse zwischen zwei Versuchspersonen auch unter Verwendung von funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI) zu erhalten. Vor dem Beginn der Messung verbrachten Vp1 und Vp2 miteinander zehn Minuten in meditativer Stille, um eine empathische Verbindung zueinander herzustellen. Die im fMRI-Scanner liegende Person wurde instruiert, sich auf das Erhalten von Bildern von der anderen Vp zu konzentrieren. Währenddessen saß die andere Person im Kontrollraum, wo sie Stimuli eines entweder statischen oder sich verändernden Schachbrettmusters präsentiert bekam. Die Stimulation war mit den fMRI-Aufnahmen synchronisiert. Es wurde ein Anstieg der Sauerstoffsättigung im Blut im visuellen Areal 18 und 19 mit $p < 0,001$ in der einen VP beobachtet, während die andere VP alternierenden Schachbrett-Stimuli ausgesetzt war. Ein Signal im Gehirn der nicht-stimulierten Person konnte hier zwar nachgewiesen werden; nachdem die Rollen getauscht wurden, konnte der Effekt jedoch nicht mehr beobachtet werden.

Radin (2003, 2004) verwendete in seinen Studien zwei Räume, die 20 Meter voneinander entfernt waren, und präsentierte ein Live-Videobild des ‚Empfängers‘ als Stimulus für die Versuchsperson, die als ‚Sender‘ fungierte. Die Testpersonen wurden instruiert, sich meditativ

rend auf die Gegenwart des jeweils anderen zu konzentrieren. Zusätzlich tauschten sie vor Beginn des Experiments einen persönlichen Gegenstand miteinander aus. Es fand sich eine positive Korrelation zwischen den EEGs der beiden VPn, welche zeitlich mit dem Stimulus synchronisiert war. Variationen der EEG-Signale des ‚Senders‘ auf den Stimulus beeinflussten die Stärke der Korrelation zwischen den EEGs. Weiterhin zeigte sich, dass, je stärker die Hautleitfähigkeitsreaktion (EDA) des ‚Senders‘, desto größer die Korrelation des EEGs zwischen ‚Sender‘ und ‚Empfänger‘ war.

In einer Studie von Wackermann et al. (2003) befanden sich die Versuchspersonen in zwei nebeneinander liegenden abgeschirmten Messkammern. Jeweils einer Person eines Versuchspersonenpaares wurden alternierende Schachbrettmuster in zufälligen Intervallen dargeboten, während die andere Person entspannt im zweiten Raum saß. Es wurden zwei verschiedene Experimentalgruppen untersucht: 1) miteinander in Beziehung stehende Personen (Ehepaare, Verwandte und Freunde), die vor Beginn des Experiments eine ‚empathische‘ Verbindung (20 min) herstellen sollten; 2) nicht miteinander in Beziehung stehende Personen, d.h. die Versuchspersonen kannten sich vor Beginn des Experiments nicht und wussten nichts voneinander. Statt eine ‚empathischen Verbindung‘ aufrecht zu erhalten, sollten sich die nichtstimulierten Versuchspersonen in demselben Zeitraum entspannen. Die Kontrollgruppen bestanden einerseits aus eng verbundenen Paaren, bei welchen der Monitor, auf dem die Stimuli präsentiert wurden, abgedeckt wurde, sodass keine Stimulation des einen Partners stattfand. Andererseits wurden Daten von Einzelpersonen aufgenommen, während keine andere Testperson im zweiten Raum anwesend war und stimuliert wurde. EEG-Daten wurde von sechs Elektrodenpositionen C 3,4, P 3,4 und O 1,2 abgeleitet mit Cz als Referenz. Im Gegensatz zu Grinberg-Zylberbaum et al. (1994) wurden keine ‚transferred potentials‘ gefunden. Allerdings traten signifikante Fluktuationen im gemittelten EEG-Powerspektrum der nicht-stimulierten Versuchspersonen zu Zeiten auf, wo die visuell evozierten Potentiale (VEPs) der stimulierten Versuchspersonen am höchsten waren. Diese wurden in Experimentalgruppe 1 und 2, aber nicht für die Kontrollgruppe 3 gefunden. Dieses Ergebnis steht ebenfalls im Widerspruch zu Grinberg-Zylberbaum et al. (1994), da nun der Effekt unabhängig von einer emotionalen Bindung zwischen den Versuchspersonen auftrat.

In einer Replikationsstudie von Wackermann et al. (2004) wurden nur Personen getestet, die miteinander verwandt waren; sie wurden nicht angewiesen, eine ‚empathische Verbindung‘ herstellen. Das Experiment wurde unter zwei Bedingungen durchgeführt: einer ‚nicht-verdeckten‘, bei der jeweils die eine Person mit Schachbrettmustern stimuliert wurde, und einer ‚verdeckten‘, bei der die gleiche Person vor dem mit einem Schild abgedeckten Monitor saß und die Schachbrettstimuli nicht sehen konnten. Die Autoren fanden Abweichungen von der Durchschnittswahrscheinlichkeit für die ‚verdeckte‘ als auch für die ‚nicht-verdeckte‘ Bedingung. Dies ist ein interessantes Ergebnis, da man daraus schließen könnte, dass der

‚Empfänger‘ auf die physische Anwesenheit des Stimulus reagiert anstatt auf die Gehirnantwort des ‚Senders‘ auf den Stimulus. Eine andere Erklärung für dieses Ergebnis könnte ein Versuchsleitereffekt sein. Wackermann und Kollegen führten noch eine ähnliche dritte Studie durch, die jedoch noch nicht öffentlich verfügbar ist. Die Studien von Wackermann und Kollegen wurden am selben Institut in Freiburg, aber mit anderer Technik, von Wolfgang Ambach repliziert. Auch hier steht die Publikation noch aus.

Richards et al. (2005) verwendeten funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRI) und EEG, um die in einem früheren Experiment angenommene Korrelation neuronaler Signale zwischen physisch und sensorisch voneinander isolierten Personen zu bestätigen. In ihrer Studie wurde die nicht-stimulierte Versuchsperson mit isolierten Brillen in den fMRI-Scanner gesetzt. Die andere Versuchsperson saß 15 Meter entfernt vor einem Videomonitor, der sechs Stimulus-on/off Bedingungen in alternierender Abfolge präsentierte. Die Stimulus-on-Bedingung bestand aus alternierenden Schachbrett-Mustern, während die Stimulus-off-Bedingung ein statisches Schachbrett zeigte. Sie fanden statistisch signifikante Veränderungen in der fMRI-Aktivierung und im EEG bei nicht-stimulierten Versuchspersonen zwischen der Stimulus-on- und der Stimulus-off-Bedingung ($p < .001$, korrigiert für Mehrfachvergleiche). Diese Veränderungen traten im fMRI in den visuellen Hirnarealen 18 und 19 (Brodmann-Areale) auf. Dieser Befund konnte nur bei einer Versuchsperson gefunden werden. Diese Daten stellen einen weiteren Beweis dafür dar, dass neuronale Signale korreliert sein können.

Im folgenden Kapitel werden die Methoden und Ergebnisse von drei weiteren, aufwändigen Studien, welche Hinterberger et al. in den zurückliegenden Jahren durchgeführt haben, berichtet. Die insgesamt 76 Versuchspaare liefern eine große Datenmenge, die zur Klärung der kontroversen Diskussion beiträgt.

Methoden

Prinzipielle Vorüberlegungen

Für alle unsere Studien erschienen uns einige Modifikationen der bisher verwendeten Vorgehensweisen wesentlich. Ein Ziel unserer ersten Studie (Hinterberger et al. im Druck) war es, die Studien von Wackermann et al. (2003, 2004) zu replizieren. Die Replikation sollte unabhängig sein, d.h. mit vollständig eigenem Hardwareaufbau an einem anderen Ort, mit anderen Versuchspersonenpaaren, jedoch mit der gleichen Stimulation und einem ähnlichen Analyseverfahren durchgeführt werden. So wurden in der ersten Studie sieben Kanäle des EEGs und das Elektrokulogramm (EOG) beider Personen jedes Paares abgeleitet, die in zwei nicht aneinander angrenzenden Räumen saßen. Die beiden Systeme liefen während des Versuchs ohne eine Signalverbindung vollkommen unabhängig voneinander (s.u.), so dass das Argu-

ment eines möglichen Übersprechens des Stimulussignals auf das EEG der nicht-stimulierten Person weitgehend entkräftet werden konnte.

Um die Diskussion über eine mögliche Signalübertragung zwischen den Probandenpaaren durch ungenügende Abschirmung zu beenden, haben wir unsere beiden darauf folgenden Studien mit sehr großen Distanzen von ca. 750km zwischen den Labors durchgeführt und so eine bestmögliche Abschirmung erzielt und zusätzlich die Möglichkeit einer konventionellen Signalübertragung ausgeschlossen. Sollten hier Effekte der Korrelation zwischen der Stimulation einer Person in einem Labor und dem EEG-Verhalten der weit entfernten Person im anderen Labor auftreten, dann würde sich dies nicht mehr mit einer klassischen Signalübertragung über die uns bekannten Wechselwirkungen der Physik erklären lassen, da das elektromagnetische Umfeld an beiden Orten sehr verschieden und jegliches Signal der Stimulation am Ort des anderen Labors bereits unermesslich abgeschwächt und überlagert ist. Empirischen Berichten zufolge scheint die außersinnliche Wahrnehmung zwischen Menschen von deren räumlicher Distanz unabhängig zu sein und weist damit Eigenschaften auf, die als nicht-lokal bezeichnet werden können. Der Vergleich mit dem physikalischen Phänomen der Verschränkung von Quanten, welche aus der Superposition desselben Zustandes gemessen werden, könnte hier mögliche Erklärungs- oder zumindest Beschreibungsmodelle liefern, welche in der so genannten schwachen Quantentheorie oder verallgemeinerten Quantentheorie beschrieben wurden (Atmanspacher et al. 2002). Obwohl eine direkte Analogie zum Bell-Experiment (Aspect et al. 1982a) hier nicht realisierbar schien, weist unser Ansatz durchaus Parallelen auf. Beispielsweise sollte die stimulierte Person in der dritten und letzten Replikationsstudie jedes Bild mit einem Tastendruck bewerten, was einer Messung bzw. Festlegung eines psychischen Zustandes entspricht. In Analogie dazu könnte erwartet werden, dass gerade dadurch sich in der nicht-stimulierten Person der Zustand ebenfalls bestimmt und unter Umständen im EEG nachgewiesen werden kann. Die Diskussion über die für den Nachweis von verschränkten Zuständen erforderlichen komplementären Variablen hält jedoch in diesem Zusammenhang noch an und soll daher hier nicht weiter ausgeführt werden (vgl. von Lucadou et al. 2007; Walach 2007; von Stillfried et al. 2006; Gernert 2005).

Experimenteller Aufbau

In allen drei Studien wurden jeweils zwei identische EEG-Verstärkersysteme verwendet (EEG8, Contact Precision Instruments, Inc., UK mit A/D Wandlerkarte DAS1602 der Firma Measurement Computing), welche sich in den jeweils beteiligten Labors befanden. Die PCs zur Steuerung und Datenspeicherung befanden sich in jeweils angrenzenden Räumen. Die erste Replikationsstudie wurde in zwei nicht benachbarten Laborräumen am Uniklinikum Tübingen durchgeführt. Beide Computersysteme wurden zu Beginn einer jeden Aufzeich-

nung (Durchgang) über eine Signalleitung miteinander synchronisiert, welche kurz nach dem Start physikalisch wieder getrennt wurde, so dass die Systeme unabhängig voneinander arbeiteten. Die Übereinstimmung der Samplingrate der beiden Analog/Digitalwandlerkarten wurde in Testmessungen auf eine Gleichlaufabweichung von etwa 1 Sample bei 512 S/s in 30 Minuten bestimmt. Alle drei Studien wurden mit diesen Systemen durchgeführt. Bei den beiden letzten Studien befand sich das erste Labor an der Universität von Northampton in England, das zweite Labor entweder im etwa 800 km entfernten Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie an der Universität Tübingen, oder im etwa 750 km entfernten Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Uniklinikum Freiburg i. Br..

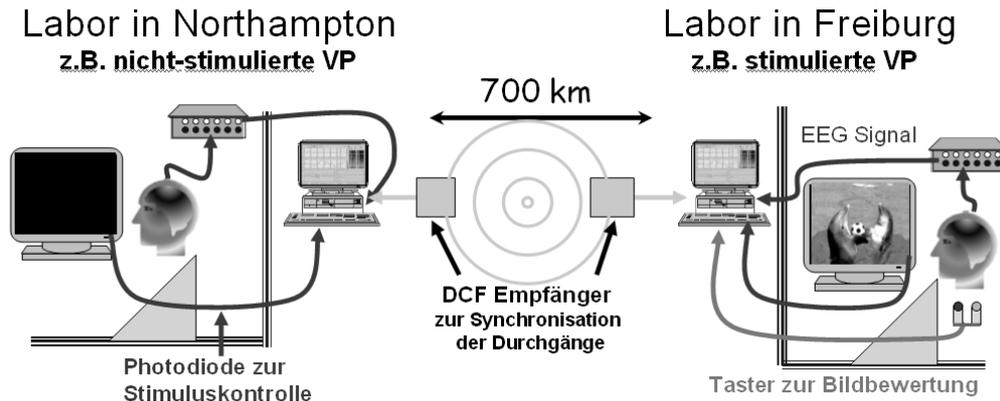


Abbildung 1: Versuchsaufbau für das Experiment zwischen den etwa 750km entfernten Labors in Northampton und Freiburg i.Br.. Bei beiden Versuchspersonen wurden die Gehirnsignale gemessen während nur eine Person Bilder gezeigt bekam, die sie durch einen Tastendruck bewerten sollte. Die andere Person verweilte dagegen in ruhender Verbundenheit. Die beiden Computersysteme wurden über das DCF-Zeitsignal auf eine Genauigkeit von etwa 20 ms synchronisiert.

Zur Synchronisation über diese weiten Entfernungen wurde das DCF-Zeitsignal verwendet, indem jeder Computer mit einem DCF-Empfängermodul verbunden wurde. Dieses Signal wird von Frankfurt aus gesendet und ist in einem Umfeld von etwa 1000 bis 2 000 km empfangbar. Damit genügte eine telefonische Absprache der beiden Versuchleiter, um den Durchgang mittels des Zeitsignals mit etwa 20ms Genauigkeit automatisiert starten zu lassen. Die DCF-Empfänger wurden auch hier nach dem Start wieder abgeschaltet.

Bei beiden VPn wurden gleichzeitig 8 Kanäle EEG, vertikale Augenbewegungen (EOG), sowie in den letzten beiden Studien auch die Hautleitfähigkeit gemessen. Die Ergebnisse der Hautleitfähigkeit werden hier nicht berichtet, da sie ein anderes Auswerteverfahren erfordern. Das EEG wurde mit Ag/AgCl Elektroden an den Positionen Cz, C3, C4, Fz, Pz, Oz, A1, A2 nach dem internationalen 10/20 System gemessen. Das EOG-Signal wurde verwendet, um Blinzel- und Bewegungsartefakte der Augen im EEG zu korrigieren. Die Signale wurden im Frequenzbereich von 0.01 bis etwa 45 Hz erfasst und mit 512 Samples/s auf 16 Bit digitalisiert.

Studienteilnehmer

Im Gegensatz zu Wackermann et al. (2003) hatten wir die Erwartung, dass der Effekt stärker bei miteinander in Beziehung stehenden Versuchspersonen ausgeprägt sein sollte als bei nicht in Beziehung stehenden VPn. Daher wurde die erste Studie mit zehn einander unbekanntem Paaren und zehn sehr vertrauten Paaren durchgeführt. In den beiden darauf folgenden ‚Fernstudien‘ wurden nur sehr gut bekannte Paare gemessen, deren Verbundenheit mit einem Fragebogen erfasst worden war. Da die in dieser ersten Replikation gefundenen Effekte fast ausschließlich bei den eng verbundenen Teilnehmern auftraten, wurden in den beiden folgenden Fernstudien nur noch Paare/Freunde/Geschwister mit einer sehr engen Beziehung einbezogen und vor allem solche, die bereits wechselseitige ‚telepathische‘ Erfahrungen berichten konnten. So waren an der zweiten Studie 16 Paare und an der dritten 20 Paare beteiligt, deren Verbundenheit durch einen geeigneten Fragebogen ermittelt worden war. Vor jedem Durchgang sollten die Personen sich durch ein fünfminütiges Beisammensein mittels einer telefonischen Verbindung aufeinander einstimmen. Da jede der beiden Personen je einmal als sogenannte ‚stimulierte Person‘ und einmal als ‚nicht-stimulierte Person‘ fungieren konnte, ergab sich für die Analyse bei den beiden Fernstudien 28 bzw. 38 als Gesamtzahl an Paarvergleichen, die für die Auswertung zur Verfügung standen. Diese Zahlen ergaben sich aufgrund der Vertauschung der Rollen, die bei den meisten Paaren vorgenommen wurde, wodurch ein Paar für zwei Vergleiche zur Verfügung stand.

Stimulusbedingungen

Eine weitere Modifikation zu früheren Studien betraf die Wahl des visuellen Stimulusmaterials. Da Radin (2004) berichtete, dass die Stärke der evozierten Potenziale in der stimulierten Person mit der Stärke des Effekts in der nicht-stimulierten Person korreliert, haben wir zusätzlich zur Stimulation mit dem alternierenden Schachbrettmuster noch fotografische Bilder aus dem *International Affective Picture System* (IAPS) verwendet. So wurden in der ersten Studie sowohl so genannte ‚neutrale‘ Bilder gezeigt, die mit einem geringen

Arousal und positiver Valenz gewertet worden waren, als auch ‚affektive‘ Bilder mit negativer Valenz und hohem Arousal, welche eine stärkere Reaktion zeigen sollten. Einer der beiden Teilnehmer sah einen alternierenden Schachbrettstimulus oder Bilder aus dem IAPS, während die andere Versuchsperson in dem anderen Raum saß, ohne stimuliert zu werden.

Tabelle 1: Übersicht über die gewählten Parameter bei der Durchführung der drei Replikationsstudien.

Studie	1. Tübingen -Tübingen	2. Northampton -Tübingen	3. Northampton -Freiburg
Stimulus Design (in Durchgänge unterteilt, ge- nannt ist die Anzahl der Trials)	80 IAPS (40neutral+40 affektiv) 80 Schachbrett 80 IAPS (40neutral+40 affektiv) verdeckt: 80 schwarz 80 IAPS (40neutral+40 affektiv) 80 Schachbrett	80 Partner 80 SEB 80 schwarz 80 IAPS (40neutral+40affektiv) 40 Partner	ca. 141 IAPS (47 affektiv+47 neutral+47 positiv) ca. 141 IAPS (47 affektiv+47 neutral+47 positiv)
Elektroden- positionen	Cz, C3, C4, Fz, Pz, Oz, A1,A2, vEOG,	Cz, C3, C4, Fz, Pz, Oz, A1,A2, vEOG, SCR	Cz, C3, C4, Fz, Pz, Oz, A1,A2, vEOG, SCR(nicht-stim. VP)
Interstimulus- dauer	3-6 sec	4-7 sec	2-10 sec (mean 6 sec)
Stimulusdauer	1 sec	2 sec	0.5-5 sec variable (mean 2 sec)
Teilnehmer	10 eng verbundene Paare 10 nicht bekannte Paare	16 eng verbundene Paare	20 eng verbundene Paare
Alter und Geschlecht	24w/16m 18-51 (mean 27)	16w/14m 21-59 (mean 36)	28w/12m 21-81(mean 42)
Gültige Sitzungen	10+10	28	38

IAPS : International Affective Picture System, SEB: Selbst gewählte emotionale Bilder

Es wurden signifikante Veränderungen im gemittelten EEG der nicht-stimulierten Versuchspersonen hypothetisiert, und zwar in jenen Zeiträumen, die mit den Stimulusperioden bei stimulierten Versuchspersonen korrespondierten. Als Vergleichsbedingungen wurden zufällige Intervalle gleicher Länge aus den Daten ausgewählt. Zusätzlich erwarteten wir, diesen Effekt nur in der unverdeckten Bedingung zu finden, d.h. in der Bedingung, in der die Person den Stimulus tatsächlich gesehen hat und damit ein elektrisches Signal im Gehirn der stimulierten Versuchsperson zu finden ist, jedoch nicht in der Bedingung, in der der Monitor abgedeckt wurde und auch die stimulierte Person kein ereigniskorreliertes Potenzial aufwies.

Die Wahl der Stimuli ist nochmals in Verbindung mit vielen anderen Parametern in Tabelle 1 zur Übersicht dargestellt. In Studie 2 wurden zusätzlich noch Bilder des Versuchspartners, sowie Bilder aus einem eigenen emotionalen Bilderkatalog, genannt SEB (selbst gewählte emotionale Bilder), mit einbezogen. Die Stimulus-Onset-Zeiten wurden durch randomisierte Interstimulus-Intervalle zufällig gewählt. In der dritten Studie war auch die Betrachtungszeit der Bilder variabel, da die Personen aufgefordert waren, jedes Bild nach dem Kriterium „Ich mag dieses Bild“ oder „Ich mag dieses Bild nicht“ durch einen entsprechenden Druck auf eine grüne oder rote Taste zu bewerten. Erst danach wurde das Bild ausgeblendet. Im Folgenden soll der Zeitraum einer einzigen Bildpräsentation als ein Trial bezeichnet werden. Während die stimulierte Person die Bilder betrachtete, verweilte die nicht-stimulierte Person entspannt in einem bequemen Sessel im anderen Labor.

Datenanalyse

Die gesamte Datenanalyse wurde in Matlab Version 7.2 eigens programmiert. Die Analyseverfahren ähneln stark der von Wackermann et al. (2004) beschriebenen Methode mit einigen Modifikationen (Leins et al. 2007; Hinterberger et al., in Vorbereitung).

Vorverarbeitung

Die Daten wurden zunächst so aufbereitet, dass in einer visuellen Durchsicht Abschnitte, welche Artefakte aufwiesen, von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden konnten. Danach wurden Korrekturfaktoren für die EOG-Korrektur bestimmt und das EEG auf Augenblinzeln und -Bewegungen hin korrigiert. Die Kanäle wurden auf die Mastoiden referenziert, woraus 6 EEG-Kanäle hervorgingen (Fz, Cz, Pz, Oz, C3 und C4).

Um sowohl die ereigniskorrelierten Potenziale (EKP), als auch das Verhalten der verschiedenen Frequenzbänder analysieren zu können, wurden die EKP im Bereich von 1 bis 45 Hz gefiltert, während zusätzlich 7 Frequenzbänder extrahiert wurden, nämlich die langsamen Potenziale (SCP, 0.01-2 Hz), Delta (1-4 Hz), Theta (4-8 Hz), Alpha (8-12 Hz), Beta1 (12-

20 Hz), Beta2 (20-30 Hz), and Gamma (30-45 Hz). Um die Anzahl der Variablen zu reduzieren, wurde die Leistung in den Frequenzbändern lediglich für die gemittelte Aktivität aller Elektroden berechnet, während die EKPs auch für jeden Kanal separat bestimmt werden sollten. Die Bandleistung in den 6 Frequenzbändern (Delta bis Gamma) ergab sich aus einer geeigneten Glättung der Wurzel der quadrierten Amplitudenwerte. Um den Einfluss von Artefakten zu limitieren, wurden die Bandleistungen auf den 10-fachen Mittelwert begrenzt. Das EOG-Signal selbst stand nach Filterung im Bereich 0.01 bis 2 Hz ebenfalls als weitere Variable zur Verfügung. Insgesamt ergaben sich so die folgenden 15 Variablen: 1 EOG, 7 EEG für die EKP-Analyse und die 7 Frequenzbänder. In den letzten beiden Studien wurde die Zeitauflösung für die weitere Analyse auf 32 Samples/s reduziert.

Statistische Analyse

Alle 15 Kanäle wurden derselben statistischen Prozedur unterzogen. Für die weitere Analyse sind mehrere Ansätze möglich:

1. Analyse der ereigniskorrelierten Potenziale der nicht-stimulierten Person im Zeitraum der Bildpräsentation in Abhängigkeit von der Bildkategorie. Diese Methode ist vergleichbar mit den früheren Studien.
2. Analyse der EEG-Trialmittelwerte der nicht-stimulierten Person im Zeitraum der Bewertung (Tastendruck), d.h. eine Sekunde davor bis eine Sekunde danach in Abhängigkeit von der Bildkategorie (nur Studie 3).
3. Kreuzkorrelation der EEG-Aktivitäten beider Probanden im Stimulationzeitraum oder im Falle der 3. Studie im Bereich der Bewertung durch den Tastendruck. Dieser Ansatz wird hier nicht weiter berichtet, sondern in einer ausführlicheren Publikation vorgestellt (Hinterberger et al., in Vorbereitung).

Hier sollen vor allem die Resultate der ersten Methode vorgestellt werden, da diese bei allen drei Studien durchgeführt wurde und auch am ehesten vergleichbare Ergebnisse zu den Studien von Wackermann et al. liefert.

Aus den EEG-Verläufen der stimulierten Person ergaben sich die sinnvollen Zeitbereiche, in denen nach einer Korrelation oder Abweichung des EEGs in der nicht-stimulierten Person gesucht wurde. Demnach wurden die EEGs der nicht-stimulierten Probandendaten aller Kanäle und Bänder über alle vergleichbaren Stimuli im Analysebereich von Stimulus-Onset bis 2 bzw. 3 Sekunden danach gemittelt. So ergaben sich Mittelwertkurven für jede Analysevariable, jeden Probanden und jede Stimuluskategorie. Für die EKP-Analyse der breitbandig gefilterten Daten sowie der SCP- und EOG-Daten wurde eine Baseline im Bereich SO-0.2 s bis SO (SO=Stimulus-Onset) abgezogen. Da wir zunächst lediglich an der Amplitude eines EKPs und nicht an deren Polarität interessiert waren, wurden die Absolutwerte der Amplitu-

den berechnet und die Kurven mit einem Savitzky-Golay-Filter zweiter Ordnung mit einer Weite von 5 Samples berechnet, entsprechend einem Tiefpassfilter von 7 Hz (Savitzky & Golay 1964). Für die spektralen Daten wurde die mittlere Aktivität eines Durchgangs abgezogen.

Um nun die signifikante Abweichung der einzelnen Mittelwertkurven (Mwk) zu bestimmen, wurde ein nicht-parameterischer Ansatz gewählt, in dem die Amplituden zu jedem Zeitpunkt einer Mwk mit den Amplituden von 1.000 bis 10.000 zufälligen, aus denselben Daten gezogenen Mittelwerten verglichen wurden (Randomisationstest). Die Studie 1 wurde mit 1.000, die Studie 2 mit 10.000 und die Studie 3 mit 5.000 Randomisationen gerechnet. Die unterschiedliche Anzahl an Vergleichsdurchgängen hat auf das Ergebnis nur einen minimalen Einfluss und hing mit der z.T. fast eine Woche dauernden Rechenzeit auf einem PC mit 3 GHz Prozessor zusammen. Die Erstellung einer der tausenden zufälligen Mwk geschah, indem eine mögliche, jedoch zufällig gewählte Sequenz von SO mit denselben Rahmenbedingungen (Stimuluskategorie, Interstimulus-Intervall, etc.) erstellt wurde und damit Mwk mit Hilfe dieser Sequenz aus demselben EEG in gleicher Weise berechnet wurden wie für die tatsächliche Stimulussequenz. Schließlich wurde jeder Amplitudenwert einer tatsächlichen Mwk mit den Amplituden der 1.000 bis 10.000 arbiträren Mwk nach seiner Amplitude verglichen und erhielt eine Rangnummer. Da es keine Hinweise darauf gibt, welche Latenz ein mögliches telepathisch erzeugtes EKP besitzt, wurden diese Ränge sampleweise für den gesamten Analysebereich gebildet.

Für die Reduktion der Rangkurve auf einen einzigen Rangwert pro Kurve wurde das Mittel der 3 Samples mit den höchsten Amplituden in der tatsächlichen Kurve genommen, die dann mit den jeweils höchsten Amplituden der zufälligen Mwk sortiert wurden. Damit lässt sich ein EKP mit beliebiger Latenz zuverlässig erfassen.

Die Ränge lassen sich nun direkt in Wahrscheinlichkeiten umrechnen. D.h., bei 10.000 Vergleichen ist auf einer einseitigen Skala jeder Rang größer 500 signifikant auf dem 5% Niveau. Um alle Probanden zusammenzufassen, ist es notwendig, die Wahrscheinlichkeitswerte über die inverse kummulative Verteilungsfunktion Φ^{-1} in z-Werte nach (1) zu überführen,

$$z^{gesamt} = \frac{1}{\sqrt{M}} \sum_{j=1}^M \Phi^{-1}(r_j) \quad (1)$$

wobei r_j für den Rang des j-ten Probanden bei M Probanden steht ($M=10, 28$ oder 38).

Als weiteren Schritt wurde der prozentuale Anteil signifikanter Werte über alle Variablen, Kategorien und Personen bestimmt, der ebenfalls im Bereich um 5% im Falle der Nullhypothese sein sollte.

Da in den Studien viele Variablen mit großteils unbekanntem statistischen Abhängigkeitsverhältnissen verwendet werden, ist eine angemessene Korrektur für multiples Testen nur schwer möglich. Somit ist es sinnvoll, die Variablen zunächst stark zusammenzufassen und erst dann auf Signifikanz zu testen. Im Folgenden werden die verschiedenen Schritte der Variablenreduktion genannt:

1. Höchste Reduktionsstufe: Mittelung über alle EEG-Kanäle, Mittelung der Aktivität der Trialmittelwerte über alle Trials. Ergebniswert: Entweder ein Wert, der alle Bildkategorien beinhaltet oder ein Wert pro Bildkategorie. Bildkategorien sind unabhängige Stichproben und daher Bonferroni-korrigierbar.
2. Aufspaltung in Kanäle: 17 Kanäle pro Bildkategorie. Kanäle sind statistisch stark voneinander abhängig und sind daher nicht einfach korrigierbar
3. Auflösung der Zeit: Zeitpunkte weisen ebenfalls hohe Korrelationen auf und sind daher auch nicht trivial korrigierbar.

Die folgenden Fragestellungen sollen durch die nachfolgenden Ergebnisse überprüft und beantwortet werden:

1. Gibt es ein signifikantes EKP in den nicht-stimulierten VPs, welches in allen Stimuluskategorien in ähnlicher Weise vorhanden ist, analog zu den EKPs der stimulierten Person?
2. Können die Ergebnisse der früheren Studien, welche einen Effekt bei Stimulation mit alternierendem Schachbrettmuster berichten, repliziert werden?
3. Treten Effekte vor allem in den negativ-affektiven Bildern auf, gemäß der Annahme, dass solche Ereignisse stärker wahrgenommen werden?
4. Falls ja, sind dies Effekte, welche bei eng verbundenen VP-Paaren auftreten, jedoch nicht bei den sich nicht Kennenden?
5. Solche Effekte können nicht nur in der gemittelten Zeitreihe zu finden sein, sondern auch in spektralen Variablen. Ist dies der Fall?

Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse der drei Studien beziehen sich auf die Analyse der Zeiträume nach Stimulus-Onset wie oben beschrieben und beantworten die Hypothesen wie folgt: Auf der höchsten Reduktionsstufe betrachten wir die z-Werte, welche alle Bildkategorien einschließen, und die EKPs der gemittelten EEG-Aktivität aller Kanäle. Für die EKPs bei zusammengefassten Ableitungen ergeben sich für alle drei Studien keine signifikanten Unterschiede. Eine Unterteilung der globalen EKPs in die unterschiedlichen Bildkategorien zeigt ebenfalls keine

signifikanten Resultate bei allen drei Studien. Ebenso bleiben die Analysen der langsamen Potenziale (SCP) und der EOGs im Gesamtergebnis nichtsignifikant. Hypothese 1 fällt damit negativ aus, Hypothese 3 für die Zeitreihen-EKPs ebenfalls.

Für die Analyse der Schachbrett-Stimulation zeigen sich weder für die EKPs, gemittelt über alle Kanäle, noch für die einzelnen Elektroden signifikante Resultate. Auch die Analyse der Frequenzbänder bleibt hier global nichtsignifikant. Damit konnte auch Hypothese 2 nicht positiv beantwortet werden.

Erst in der Analyse der Frequenzbänder tauchen signifikante Veränderungen vor allem im Delta-, Theta- und Alpha-Band auf. In der ersten Studie bleiben zwar alle Werte bei den einander unbekannt Paaren nichtsignifikant, jedoch fanden wir bei miteinander in Beziehung stehenden Testpersonen jeweils in den nicht-stimulierten Versuchspersonen einen signifikanten Anstieg von ereignisbezogener EEG-Aktivität im Theta- und Alpha-Band während der Präsentation von emotionalen Bildern (Stouffer z im Bereich zwischen 2,1 bis 2,5). Dadurch scheint sich Hypothese 4 und 5 zu bestätigen.

Bemerkenswert ist vor allem die Erhöhung der Theta-Aktivität in Studie 1 und 3, wenn alle Bildkategorien zusammengefasst werden, sowie die ähnlich signifikante Erhöhung der Alpha-Aktivität in allen drei Studien bei der Präsentation von affektiven Bildern. Diese konnte auch bei den SEB-Bildern festgestellt werden. Ein Gesamteffekt über alle drei Studien in der Alpha-Zunahme bei affektiven Bildern von $z=4,0$ entspricht einer Wahrscheinlichkeit von $p=0,00003$, die auch bei einer Korrektur über 15 Analysevariablen und 4 Bildkategorien noch signifikant bleibt. Mit diesem Ergebnis konnten die Hypothesen 3, 4 und 5 positiv beantwortet werden.

Diskussion

Betrachtet man die Ergebnisse aller drei Studien, so finden sich keinerlei besonders hoch signifikante Werte in der Analyse der EKPs der nicht-stimulierten Personen. Damit wäre die Replikation der von anderen Autoren berichteten Effekten in den EKP-Mittelwertkurven fehlgeschlagen. Die statistische Power des Auswertungs-Algorithmus wurde, angewandt auf die Daten der stimulierten Personen, auf etwa 15 bis 17 Standardabweichungen für die meisten Variablen bestimmt, wodurch die hohe Sensitivität der Methode belegt werden konnte. Unter diesem Umstand kann wohl behauptet werden, dass, wenn überhaupt ein messbarer Effekt vorhanden ist, dieser sehr klein ist, da keine Variable der Analyse der nicht-stimulierten Personen mehr als 2,5 Standardabweichungen vom Rauschen abhebt und diese nach entsprechender Korrektur für multiples Testen das Signifikanzniveau nicht mehr erreichen.

Aus der ersten Studie gehen zumindest zwei Ergebnisse hervor. Zunächst scheint die Hypothese bestätigt worden zu sein, dass ein wichtiger Faktor für die Korrelation zwischen EEGs und einem Ereignis, bzw. Erlebnis einer anderen Person, zusammenbricht, wenn die beiden Personen nicht voneinander wissen und sich nicht kennen. Zum zweiten soll hervorgehoben werden, dass die Stimulation mit Schachbrett-Mustern keinerlei signifikante Ergebnisse ergab. Damit konnten die Resultate von Wackermann et al. nicht bestätigt werden. Allerdings bestätigte sich zum ersten Mal unsere weitere Hypothese, dass die Effekte vor allem in den affektiven Bildern zu finden sein sollten, da die subjektiven Berichte von Menschen mit außersinnlichen Erlebnissen meist von dramatischen Situationen, wie Tod, Unfall oder Bedrohung, handeln. Und in der Tat findet sich in allen drei Studien eine signifikante Erhöhung der Leistung im Alpha-Band, wenn der eng verbundene Versuchspartner Bildern mit dramatischem Inhalt ausgesetzt wurde. Jede Studie ergab in der Einzelbetrachtung zwar nur z-Werte im Bereich von 2,1 bis 2,5, die zumindest eine Korrektur bezüglich der Testung von 8 anderen Variablen (6 Bänder, EKP und EOG) unterzogen werden müssten und damit für sich genommen als wenig aussagekräftig zu betrachten sind; alle Studien zusammen jedoch ergeben ein z von 4,0, woraus ersichtlich wird, dass es doch sehr unwahrscheinlich ist, dass in der erwarteten Bildkategorie stets der Alphabereich erhöht war. Zudem liegt die Alpha-Aktivität in einem Bereich, der im EEG sehr wenig anfällig für Artefakte ist. Somit sind so genannte Ausreißer, die entweder durch starke Bewegungen verursacht werden, die sich am ehesten im Delta-Band zeigen würden, oder durch Anspannung (starke EMG-Aktivität), die sich vor allem im Beta- und Gamma-Band zeigen würde, als Erklärung unwahrscheinlich. Zudem finden sich im Delta- und Gamma-Band auch keine hohen Signifikanzen. Eine detailliertere Analyse soll in einem weiteren Schritt diesen Effekt noch genauer überprüfen.

Immer wieder wird berichtet, dass paranormale Fähigkeiten nur bei einigen begabten Personen zu erfolgreich reproduzierbaren Effekten führen. Wenn dies auch für die unbewussten physiologischen Reaktionen zutrifft, wie sie hier getestet worden waren, dann hätte das Zusammenfassen der Probanden in den vorliegenden Studien stärkere Effekte von möglicherweise einzelnen begabten Personen verwischt. Eine Analyse der Einzelpersonen würde jedoch eine begabte Person nur dann identifizieren, wenn sie sich auch nach Korrektur für multiples Testen (z.B. aufgrund der Probandenzahl) noch signifikant hervorhebt. Dies konnte leider für den Alpha-Band-Effekt bei affektiven Bildern nicht bestätigt werden, da hier viele Probanden zu dem Gesamteffekt beitragen.

Ein derzeit rege diskutiertes Modell zur Beschreibung nicht-lokaler Korrelationsphänomene bietet die so genannte verallgemeinerte Quantentheorie, auch schwache Quantentheorie genannt (engl. Weak Quantum Theory, WQT), die von Römer, Walach und Atmanspacher vorgeschlagen wurde (von Lucadou et al. 2007; Atmanspacher et al. 2002). Die Korrelationsphänomene werden hier mit der von Einstein-Podolski-Rosen beschriebene Theorie der

nicht-lokalen Verschränkung von Quantenzuständen verglichen, welche experimentell nachgewiesen werden konnten (Aspect et al. 1982a, 1982b). Die Messung nicht-lokaler Quantenverschränkungen ermöglicht ein Experiment, welches geeignet ist, die Verletzung der Bell'sche Ungleichung zu überprüfen. Dazu werden komplementäre Variablen eines Quantenzustandes gemessen. Das Vorhandensein von solchen komplementären Variablen ist dabei eine wichtige Randbedingung für den Nachweis von Verschränkungszuständen, ob im Quantenexperiment oder im psychophysikalischen Experiment. Zur Diskussion der Frage nach solchen Variablen sei auf Walach (2003, 2005), Atmanspacher et al. (2002), bzw. beim Graben & Atmanspacher (2006) verwiesen. Weiterhin wird als wichtiges Axiom angenommen, dass eine Informationsübertragung zwischen den Messorten der korrelierten Zustände nicht möglich ist, d.h. dass die Korrelation auf beiden Seiten erst durch den Vergleich der beiden Messungen ersichtlich wird.

Übertragen auf unsere vorliegenden Studien hieße das, dass, unter der Voraussetzung, dass unsere Analysevariablen in irgendeiner Form auf ein Set von komplementären Variablen zurückzuführen sind, entsprechend überzählige signifikante Korrelationen auftreten könnten.

Somit spricht für das Modell der nicht-lokalen Korrelation im Sinne der schwachen Quantentheorie die Tatsache, dass tatsächlich in jedem Experiment stets einige Variablen mehr signifikant wurden als zu erwarten waren (Studie 1: 6,25%, Studie 2: 5,25%, Studie 3: 6,05%). Im Falle der affektiven Bilder sogar deutlich mehr. Allerdings wäre ein verlässliches Korrelat zwischen einer bestimmten Variable und einer bestimmten Bildkategorie oder auch dem Präsentationszeitraum bereits eine Informationsübertragung im Shannon'schen Sinne. Das Axiom der Unmöglichkeit einer Signalübertragung wäre also nur gewahrt, wenn diese überzähligen Signifikanzen unsystematisch auftreten und demnach nicht reproduziert werden könnten. Damit spräche die bereits dreifach gefundene und unter Umständen reproduzierbare Alpha-Zunahme gegen dieses Modell. Hierzu müsste allerdings ein weiteres Experiment gemacht werden, welches unter der Annahme dieses Effekts im Alpha-Band diesen ein weiteres Mal bestätigt.

Schlussendlich bleibt noch zu bemerken, dass eine reproduzierbare Änderung des Alpha-Rhythmus bei dem Erleben von affektiven Stimuli einer eng verbundenen Person einen physiologisch interessanten Zusammenhang darstellen würde, während die Annahme ständig wechselnder Variablen in gewisser Weise physiologisch sinnlos erscheint.

Schlussfolgerungen

Trotz der Verwendung einer sehr hoch sensitiven Methode zur Erfassung ereigniskorrelierter Potenziale konnten unter Beachtung der notwendigen Korrekturen für multiples Testen nur grenzwertig signifikante Effekte gefunden werden. Auch wenn wir in dieser vorselektierten Population keine sehr deutlichen Effekte gefunden haben, kann daraus nicht der Schluss gezogen werden, sie wären unter keinen anderen Umständen messbar. Falls sich die gefundene Alphaband-Aktivierung während der Präsentation affektiver Bilder auch bei genauere Betrachtung als stabil herausstellen würde, dann wäre gezeigt, dass die Verbindung zweier Menschen zumindest in bedrohlichen Situationen nicht nur existiert, sondern, wenn auch nur sehr schwach, auch tatsächlich messbar nachgewiesen werden kann.

Danksagung

Wir möchten uns beim Samuelli Institute of Information Biology (SIIB), CA, der Rockefeller-Foundation, sowie der BIAL-Stiftung, Portugal, für die finanzielle Unterstützung dieser zum Teil sehr aufwändigen Studien bedanken.

Literatur

- Aspect, A.; Dalibard, J. & Roger, G. (1982a): „Experimental test of Bell's inequalities using time varying analyzers“. *Physics Review Letter* 49, 1804-1807.
- Aspect, A.; Grangier, P. & Roger, G. (1982b): „Experimental realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm-Gedankenexperiment: A new violation of Bell's inequalities“. *Physics Review Letter* 49, 91-94.
- Atmanspacher, H.; Romer, H. & Walach, H. (2002): „Weak quantum theory: Complementarity and entanglement in physics and beyond“. *Foundations of Physics* 32, 379-406.
- beim Graben, P. & Atmanspacher, H. (2006): „Complementarity in Classical Dynamical Systems“. *Foundations of Physics* 36, 291-306.
- Duane, T. D. & Behrendt, T. (1965): „Extrasensory Electroencephalographic Induction between Identical Twins“. *Science* 150, 367.
- Fenwick, B. C. & Vigus, P. N. (1998): The Transferred Potential. Ref Type, Unpublished Work.
- Gernert, D. (2005): „Conditions for entanglement“. *Frontier Perspectives* 14, 8-13.
- Grinberg-Zylberbaum, J. (1993): „Human Communication and the Electrophysiological Activity of the Brain“. *Journal of subtle energies* 3, 25-43.

- Grinberg-Zylberbaum, J.; Delaflor, M.; Attie, L. & Goswami, A. (1994): „The Einstein-Podolsky-Rosen Paradox in the Brain - the Transferred Potential“. *Physics Essays* 7, 422-428.
- Hinterberger, T.; Studer, P.; Jäger, M. & Walach, H.: „Event-related correlations between brain electrical activities of separated human participants“. *International Journal of Neuroscience*, (in press).
- Leins, U.; Goth, G.; Hinterberger, T.; Klinger, C.; Rumpf, N. & Strehl, U. (2007): „Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols“. *Applied Psychophysiology and Biofeedback* 32, 73-88.
- May, E. C.; Spottiswoode, S. J. P. & Faith, L. V. (2001): „A methodological issue in the study of correlation between psychophysiological variables“. The Parapsychological Association 44th Annual Convention. Proceedings of Presented Papers. Durham, NC, The Parapsychological Association, 166-178.
- Maharishi, Mahesh Yogi (1986): *Life supported by natural law*. Washington DC, Age of Enlightenment Press.
- Orme-Johnson, D. W.; Dillbeck, M. C. & Wallace, R. K. (1982): „Intersubject EEG Coherence: Is Consciousness a Field?“ *International Journal of Neuroscience* 160, 203-209.
- Richards, T. L.; Kozak, L.; Johnson, C. & Standish, L. J. (2005): „Replicable Functional Magnetic Resonance Imaging Evidence of Correlated Brain Signals Between physically and sensory isolated subjects“. *The Journal of alternative and complementary medicine* 11(6), 955-963.
- Radin, D. I. (2003): „Thinking outside the box: EEG correlations between isolated human subjects“. The Parapsychological Association 46th Annual Convention. Proceedings of Presented Papers. Canada, August 2-4, 2003. Durham, NC, The Parapsychological Association.
- Radin, D. I. (2004): „Event-related electroencephalographic correlations between isolated human subjects“. *Journal of Alternative & Complementary Medicine* 10, 315-323.
- Sabell, A.; Clarke, C. & Fenwick, B. C. (2001): „Inter-Subject EEG Correlations at a Distance - The Transferred Potential“. The Parapsychological Association 44th Annual Convention. New York, August 2-4, 2001. Durham, NC, The Parapsychological Association, 419-422.
- Savitzky, A. & Golay, M. J. E. (1964): „Smoothing and differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures“. *Anal. Chem.* 36, 1627.
- Schmied-Knittel, I. & Schetsche, M. (2003): „PSI-Report Deutschland: Eine repräsentative Bevölkerungsumfrage zu außergewöhnlichen Erfahrungen“. In: E. Bauer und M. Schetsche (Hg.), *Alltägliche Wunder: Erfahrungen mit dem Übersinnlichen - wissenschaftliche Befunde*. Würzburg, Ergon Verlag, 13-38.
- Schouten, S. A. (1981): „Analyzing Spontaneous Cases: A Replication Based on the Rhine Collection“. *European Journal of Parapsychology* 4, 113-158.
- Standish, L. J.; Johnson, L. C.; Kozak, L. & Richards, T. (2001): „Neural energy transfer between human subjects at a distance“. In: R. A. Chez (Hg.), *Bridging worlds and filling gaps in the science of healing*. Hawaii, Nov. 29 - Dez 03, 2001, 281-302.

- Standish, L. J.; Johnson, L. C.; Kozak, L. & Richards, T. (2003): „Evidence of correlated functional magnetic resonance imaging signals between distant human brains“. *Alternative Therapies* 9, 122-128.
- von Lucadou, W.; Römer, H. & Walach, H. (2007): „Synchronistic phenomena as entanglement correlations in generalized quantum theory“. *Journal of Consciousness Studies* 14, 50-74.
- von Stillfried, N. & Walach, H. (2006): „The whole and its parts: Are complementary and non-locality intrinsic to closed systems?“ *International Journal of Computing Anticipatory Systems* 17, 137-146.
- Wackermann, J. (2004): „Dyadic correlations between brain functional states: Present Facts and Future Perspectives“. *Mind & Matter* 2, 105-122.
- Wackermann, J.; Naranjo, J. R. & Pütz, P. (2004): „Event-Related correlations between brain electrical activities of separated human subjects“. The Parapsychological Association 47th Annual Convention. Proceedings of Presented Papers. New York, NY, August 5-8, 2004, 465-468.
- Wackermann, J.; Seiter, C.; Keibel, H. & Walach, H. (2003): „Correlations between brain electrical activities of two spatially separated human subjects“. *Neuroscience Letters* 336, 60-64.
- Walach, H. (2003): „Generalisierte Quantentheorie: Eine theoretische Basis zum Verständnis transpersonaler Phänomene“. In: W. Belschner, L. Hofmann und H. Walach (Hg.), *Auf dem Weg zu einer Psychologie des Bewusstseins*. Oldenburg: bis - Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg, 13-46.
- Walach, H. (2005): „Generalized entanglement: A new theoretical model for understanding the effects of complementary and alternative medicine“. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 11, 549-559.
- Walach, H. (2007): „Generalisierte Verschränkung - Ein theoretisches Modell zum Verständnis von Übertragungsphänomenen“. *Zeitschrift für Psychotraumatologie, Psychotherapie-wissenschaft, Psychologische Medizin* 5, 9-23.