

Veränderungen der Plastizität im Gehirn unter Hypnose

*Ulrike Halsband
Thilo Hinterberger*

1. Einleitung:

Was ist essentiell für Hypnose?

Was bedeutet neuronale Plastizität?

Hypnose ist durch fokussierte Aufmerksamkeit, eine erhöhte Compliance für Suggestionen und Imaginationen sowie eine reduzierte Fähigkeit kritischen Denkens charakterisiert. Hypnose vergrößert unterschiedliche Aspekte des eigenen Bewusstseins und kann diese Erfahrung in eine andere Art der Realität umwandeln (Peter 2009a; Revenstorf 1996).

Um eine Übersicht über die Wirkmechanismen der Hypnose zu erhalten, wurde Tabelle 1 erstellt, die nach Tart (2000, 2001) modifiziert wurde. Sie zeigt, welche Rolle Hypnose bei der Interaktion spielt und welche Einflüsse sie auf die Verarbeitung, die Konzentration, das Gedächtnis, das Zeitempfinden und die Stressverarbeitung ausübt.

In Hypnose ist die sensorische Verarbeitung limitiert und durch Suggestionen bestimmt. Dabei spielt der spezielle Rapport zwischen Hypnotiseur und Hypnotisierten und auch die Absorption auf die Stimme des Hypnotiseurs eine Schlüsselrolle. Hypnotische Trance ist von erhöhter Suggestibilität begleitet. In Altersregression können z.B. hochsuggestible Personen in Hypnose bestimmte Kindheitserinnerungen sensorisch und emotional wiedererleben.

Im Bereich des Gedächtnisses ist in Hypnose ein verbessertes Erinnerungsvermögen an bildhaftes Material sowie eine reduzierte Lernleistung abstrakter Inhalte feststellbar (Halsband 2004; 2006). Des Weiteren nehmen die Nutzung impliziten Wis-

Hypnose - ZHH 2010, 5(1+2), 33-50

Ulrike Halsband, Universität Freiburg

Thilo Hinterberger, Universitätsklinikum Freiburg

Veränderungen der Plastizität im Gehirn unter Hypnose

Hintergrund und Ziele: Die Suche nach Hirnkorrelaten, welche Hypnose charakterisieren, ist ein spannendes Thema für die Neurowissenschaften. In den hiesigen Untersuchungen galt besonderes Interesse den neurobiologischen Grundlagen der Auswirkungen von Suggestionen und imaginären Prozessen in Hypnose. **Methode:** Mittels moderner Techniken wurden die Hirnkorrelate erfasst und sichtbar gemacht. Hierzu gehören die funktionelle Bildgebung (funktionelle Magnetresonanztomographie, fMRT und Positronenemissionstomographie, PET), sowie als neurophysiologische Messmethode die Elektroenzephalographie (EEG). **Ergebnisse:** Das Gehirn reagiert auf Suggestionen in Hypnose anders als auf Instruktionen ohne Hypnose: Wenn Probanden in Hypnose suggeriert wurde, einen grauen Stimulus als farbig zu interpretieren (visuelle Illusion), waren mittels fMRT zeitgleich zu Aktivierungen im fusiformen Gyrus und im ACC (anterioren cingulären Cortex) bilaterale Aktivierungen im intraparietalen Sulcus nachweisbar. In Hypnose konnten bildhafte Assoziationen leichter gelernt werden, was bei Hochsuggestionen mit nachweisbaren Veränderungen der Hirnaktivität einherging (PET). Als Beispiel einer suggerierten Bewegung wurden die neuronalen Mechanismen bei der Armlevitation untersucht. Die vom hypnotisierten Probanden subjektiv empfundene Erfahrung einer Fremdkontrolle der Bewegung korrelierte mit entsprechenden Veränderungen im EEG, insbesondere in senso-motorischen Regionen. Desweiteren konnten in einer tiefen hypnotischen Trance unterschiedliche Aktivierungsmuster im Vergleich zu einer leichten Trance festgestellt werden (Stufeninduktion). Diese Ergebnisse waren spezifisch für die Bedingung Hypnose nachweisbar und unterscheidbar von Veränderungen in der Hirnaktivität bei Meditation. **Schlussfolgerungen:** Mittels hypnotischer Suggestionen ist es möglich, den normalen Ablauf der Wahrnehmungsverarbeitung dahingehend zu beeinflussen, dass die für die hypnotisch induzierten Wahrnehmungsveränderungen verantwortlichen Hirnareale tatsächlich in Bereitschaft versetzt werden, diese optimal umsetzen zu können. Es gelang auf neurobiologischer Ebene nachzuweisen, dass der Wirklichkeitscharakter von Suggestionen durch hypnotische Trance gesteigert wird.

Schlüsselwörter: Hypnose, Suggestionen, neuronale Plastizität, EEG, fMRT, PET

Changes in brain plasticity under hypnosis

Background and aims of the study: The search for the neural correlates that characterize hypnosis is a topic of great interest in neurosciences. As a main aim of the present investigations we tried to investigate whether suggestions of a subjective experience induced by hypnosis are in fact accompanied by corresponding neuronal changes in the brain. **Methods:** We analysed brain activity in hypnosis using functional magnetic resonance imaging (fMRI), positron emission tomography (PET) and electroencephalography (EEG). **Results:** The brain reacts to suggestions under hypnosis differently compared to instructions without hypnosis. Using fMRI, functional changes in effective connectivity were observed in a visual illusion condition. When a grey chart was presented in hypnosis and subjects were asked to perceive it in colours, both the right fusiform gyrus and the ACC were found to receive bilateral input from intraparietal sulcus. Learning of high-imagery words in hypnosis was associated with (i) more pronounced bilateral activation in the occipital cortex and prefrontal areas (PET) and (ii) an improved memory performance. In an EEG study the neurophysiological correlates of a motor suggestion in hypnosis were systematically analysed. During arm levitation, signifi-

*cant changes in EEG activity were observed which were most pronounced in sensory motor areas. The suggested movement was perceived as being external. Different activity patterns occurred in deep hypnosis as compared to light hypnosis. Findings were specific to hypnosis and differed from the neuronal correlates of a meditative trance. **Conclusions:** Hypnotic suggestions and illusions increase the experience of reality and correlate with specific brain activation patterns. Visual and motor illusions resulted in an enhanced neuronal response in brain areas that play a crucial role in perception and/or motor processing.*

Keywords: hypnosis, brain plasticity, fMRI, PET, EEG

sens und die Anregung zu impliziter Informationsverarbeitung eine Schlüsselfunktion in der hypnotherapeutischen Intervention ein.

Hypnose kann zur Stressbewältigung eingesetzt werden, was auch der Prävention dient, um gesundheitsschädliche Auswirkungen von Stress zu vermeiden. Mittels hypnotherapeutischer Intervention kann das Immunsystem gestärkt und eine effektivere Stressbewältigung erzielt werden.

Die Suche nach Hirnkorrelaten, welche Hypnose charakterisieren, ist ein Thema von großem Interesse für die Neurowissenschaften. Hypnose kann als ein modifizierter Bewusstseinszustand interpretiert werden, der eine dynamische Veränderung der Gehirnaktivität widerspiegelt (z.B. Halsband 2006; Rainville et al., 2002). Hierbei spielen Begriffe wie plastische Veränderungen im Gehirn oder neuronale Plastizität eine entscheidende Rolle. Plastizität wird von unterschiedlichen Forschergruppen auf unterschiedliche Weise definiert. Der Terminus bezieht sich sowohl auf kurzfristige wie auch auf langfristige Veränderungen neuronaler Aktivität. Wir zitieren aus einem aktuellen Review zu diesem Thema von Berlucchi und Buchtel (2009, S. 307): "The term plasticity has been in use in brain science for well over a century to refer to the suspected changes in neural organization which may account for various forms of behavioral modifiability either short-lasting or enduring, including maturation, adaptation to a mutable environment, specific and unspecific kinds of learning, and compensatory adjustments in response to functional losses from aging or brain damage

Tab.1 Beitrag von Hypnose bei psychologischen Leistungsparametern.

Hypnose	
Interaktionen	spezieller Rapport
Input/Verarbeitung	begrenzt und durch Suggestionen bestimmt
Konzentration	Steigerung der Konzentrationsfähigkeit
Gedächtnis	<i>explizites Lernen:</i> verbesserte Umsetzung bildhafter Repräsentationen, reduzierte Erinnerung an abstraktes Material; verbessertes <i>implizites Lernen</i>
Zeitempfinden	Zeitverzerrung, Progression, Regression
Stressverarbeitung	Stressverminderung

Veränderung der Plastizität im Gehirn

[...] researchers have tended to apply the concept to virtually any change in the nervous system. An idea of the multiplicity and variety of meanings which have been attributed to the term neural plasticity [...]" Im hiesigen Kontext bezieht sich der Terminus Plastizität auf eine kurzfristige Veränderung neuronalen Verhaltens. Folgendes Beispiel soll dies erläutern: Nur unter Hypnose reagierten bei der Präsentation eines grauen Rasters Neurone im fusiformen Gyrus, die funktionell mit Farbsehen zu tun haben, so auf die Suggestion, als sei der Stimulus farbig und tatsächlich Farbiges präsentiert worden. Es handelt sich somit um eine transiente Aktivitätsänderung von Neuronen, denen eine wichtige Funktion sowohl beim Farbsehen (Lee et al. 2000) als auch im Farbgedächtnis (Slotnick 2009) zukommt. Diese Neurone "feuern" im Wachzustand nur dann, wenn tatsächlich ein farbiges Stimulus gezeigt wird, sind in Hypnose jedoch auch dann aktiv, wenn dem Probanden suggeriert wird sich "einzubilden", dass er ein farbiges Raster vor sich habe. Dies ist ein Beispiel für eine kurzfristige Änderung der neuronalen Responz im veränderten Bewusstseinszustand. Als hochinteressante Fragestellung gilt es in zukünftigen longitudinalen Studien zu analysieren, inwieweit wiederholte Suggestionenübungen in Hypnose tatsächlich auch zu längerfristigen plastischen Veränderungen führen.

Ziel ist, mit funktioneller Bildgebung und elektrophysiologischen Verfahren Veränderungen neuronaler Hirnaktivitäten unter Hypnose nachzuweisen. Für den Hypnotherapeuten besonders relevant ist die Fragestellung, wie hypnotische Suggestionen im Gehirn umgesetzt werden. Können die für die hypnotisch induzierten Wahrnehmungsveränderungen verantwortlichen Hirnareale tatsächlich in Bereitschaft versetzt werden? Diese Frage wurde in zweifacher Weise untersucht: 1) Armlevitation als Beispiel einer suggerierten Bewegung, 2) hypnotisch erzeugte Illusionen von Farbwahrnehmungen. Des Weiteren analysierten wir mittels EEG Veränderungen in leichter im Vergleich zur tiefen Trance (Stufeninduktion) und gingen mittels fMRT der Frage nach den neuronalen Korrelaten einer verbesserten Lernleistung unter Hypnose nach.

Für die Praxis der Hypnotherapie sollte es von entscheidender Bedeutung sein zu erfahren, unter welchen Bedingungen die neuronale Plastizität und somit die Selbstorganisationsfähigkeit des Gehirns in spezifischer Weise beeinflusst werden kann (Schiepek et al., 2003). Für die Bewertung der Effizienz der Hypnose und der Hypnotherapie ist es hoch relevant, geeignete Indikatoren und Lokalisierungshilfen für die Identifikation veränderungsaktiver Hirnbereiche zu finden (Halsband 2010). Als Hilfe für die neurowissenschaftliche Terminologie sei in diesem Zusammenhang auf das Glossar verwiesen, das in HYPNOSE UND KOGNITION, Band 21 (2004, S. 261ff) unter dem Spezialleitthema *Hirn und Hypnose* erschienen ist.

Einige der hiesigen Befunde basieren auf Einzelfallstudien. Wir sind uns der Tatsache bewusst, dass die Ergebnisse in ihrer Aussagekraft limitiert und nicht ohne Weiteres generalisierbar sind. Die Grundlagen evidenz-basierender Analysen von Einzelfallstudien gelten jedoch in der medizinischen und psychologischen Wissenschaft als wichtiges und methodisch anerkanntes Verfahren (Crombie 1996; Klein & Myers

1999). In zukünftigen Studien sollen Gruppenanalysen durchgeführt werden, um die hiesigen Befunde zu bestätigen.

2. Neurophysiologie: EEG Studien

Die Ergebnisse bislang vorliegender EEG Studien sind sehr heterogen; für einen detaillierten Überblick siehe Halsband et al. (2009). Diese Heterogenität kann teilweise auf die große Variabilität der Areale intrazerebralen Ursprungs, die EEG Dimensionalität, die Technologie und Analyseverfahren zurückgeführt werden und auch auf die Vielzahl unterschiedlicher Induktionsmöglichkeiten, wie z.B. direkte/indirekte Suggestionen, Verwirrungstechniken etc.. Desweiteren wurden unterschiedliche Tranceiefen untersucht und unterschiedliche Phasen der Induktion, wie z.B. Autofokussierung, Armlevitation, Stufeninduktion). An den meisten Studien zu bemängeln ist die fehlende Unterscheidung der Hirnaktivierungen während spezifisch definierter Zeitpunkte in der hypnotischen Trance.

Wir untersuchten eine hochsuggestible Person (männlich/Alter: 25) mittels EEG während einer hypnotischen Tranceinduktion. Der experimentelle Aufbau beinhaltete die Messung eines 64 Kanal-EEGs, plus periphere physiologische Messungen.¹ Zu Beginn wurde in einer 15-minütigen Baseline-Sitzung das Normal-EEG aufgezeichnet. Diese bestand aus 5 Minuten mit geöffneten Augen in entspannter Position zu sitzen, 5 Minuten mit geschlossenen Augen und 5 Minuten einen Text aus einem Buch zu lesen. Anschließend erfolgte die hypnotische Induktion, in welcher der Teilnehmer dem Hypnotiseur etwa einen Meter entfernt gegenüber saß. Die 26-minütige Induktion unterteilte sich in folgende Phasen: i) Autofokussierung und Einleitung, ii) Aufrechterhaltung der mentalen und physischen Entspannung, iii) Armlevitation, iv) Stufeninduktion (Herunterschreiten einer imaginären Treppe), um den Teilnehmer einen tieferen Trancezustand erreichen zu lassen (Stufe 1 bis Stufe 10), v) metaphorische Geschichte, Tranceverankerung und vi) Auflösung/Beendigung der Hypnose.

Für die statistischen Analysen wurden die EEG-Daten auf Augenbewegungen korrigiert. Phasen mit großen Amplituden der Artefakte wurden aus der Analyse entfernt. Eine Fast Fourier Transformation (FFT) über sekundenweise verschobene 2s Intervalle wurde angewandt, wodurch sich eine Auflösung von 0.5 Hz ergab. Die Fourier-Amplituden wurden durch Quadrieren in die spektrale Leistungsdichte (power spectrum density, PSD) umgewandelt. Die PSD wurde in Bänder von 4,0 - 7,5 Hz (Theta Band), 8,0 - 12,0 Hz (Alpha Band) und 25,5 - 70,0 Hz (Gamma Band) zusammengefasst. Die Region zwischen 47,0 - 53,0 Hz wurde wegen eventueller 50,0 Hz Brummstörungen ausgespart. Hier sollen die Ergebnisse zweier besonders interessanter Phasen dargestellt werden: 1) die Armlevitationsphase und 2) die Stufeninduktion. Diese beiden Phasen führten zu eindeutigen Veränderungen in den Theta-, Alpha- und Gamma-Frequenzbändern (genauere Details siehe Halsband et al., 2009; für eine umfassende Darstellung der Ergebnisse siehe Hinterberger et al., im Druck).

Veränderung der Plastizität im Gehirn

2.1 Armlevitation

Hypnotische Suggestionen können Bewegungen hervorrufen, die vom Hypnotisierten als fremdgesteuert und nicht seiner willentlichen Kontrolle unterliegend empfunden werden (Heap & Aravind 2002; Kirsch & Lynn 1997; Weitzenhoffer 2000). Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Armlevitation. Die Armlevitation dient als eine mögliche Verifizierung einer hypnotischen Trance. Es wurde von mehreren Autoren berichtet, dass eine solche Bewegung vom Hypnotisierten - obwohl selbst-induziert - einem externen Ursprung zugeordnet wird (Blakemore et al. 2003; Heap & Aravind 2002; Oakley 1999; Raz & Shapiro 2002).

Die Erfahrung einer solchen als „fremdgesteuert“ empfundenen Bewegung unterscheidet sich von normalen Erfahrungen einer willentlich durchgeführten Bewegung (Haggard et al. 2004). Wir suggerierten unserer Versuchsperson in Hypnose, dass sein Arm durch einen Heliumballon nach oben gezogen wird. Diese Suggestion resultierte in der dazugehörenden Armbewegung nach oben. Der linke Arm der Person begann sich ca. 25 cm von der Sessellehne nach oben zu heben und blieb bis zum Ende der Hypnose in diesem Zustand (siehe Abbildung 1).

Veränderungen in der Armlevitationsphase bezüglich der globalen PSD konnten in der zeitaufgelösten Darstellung in Abbildung 1 nicht eindeutig identifiziert werden. Es wurde eine zusätzliche statistische Analyse durchgeführt und die Minute 12-13 mit der Minute 11-12 verglichen. Signifikante Veränderungen wurden in Abbildung 1a topographisch dargestellt. In Minute 12 begann sich der linke Arm zu heben und blieb gehoben bis zur Beendigung der Tranceinduktion. Während dieser Armlevitation konnten signifikante Abnahmen im Theta-Band festgestellt werden. Am stärksten traten diese in zentralen Bereichen ($t < -5$, $p < 0,001$) auf. Die Leistung im Alpha-Band stieg im occipitalen und parietalen Cortex signifikant stärker an als in frontalen Arealen (occipital $t > 4$, $p < 0,001$). Im Gegenteil dazu konnte in zentralen Bereichen, wie z.B. in sensomotorischen Regionen, ein Trend zur Abnahme der PSD im Alpha-Band gezeigt werden. Diese Aktivitätsabnahme tritt im Bereich der Arm- und Handareale der rechten und linken Hemisphäre auf und war noch deutlicher im hier nicht dargestellten Bereich von 12-16 Hz des sensomotorischen Rhythmus (SMR) zu sehen ($t < -3$, $p < 0,001$). Die Gamma-Leistung stieg signifikant in occipitalen und temporalen Arealen an ($t > 4$, $p < 0,001$). Im Gegensatz dazu konnte in zentralen Arealen ($t > -3$, $p < 0,002$) eine starke Abnahme der PSD im Gamma-Band gemessen werden (Abbildung 1a).

Unsere Ergebnisse stimmen mit denen aus der Positronen Emissions Tomographie (PET) Studie von Blakemore und Kollegen (2003) überein. Die Autoren untersuchten die Gehirnaktivierungen bei drei unterschiedlichen Bewegungen: 6 hochsuggestible Versuchspersonen sollten ihren linken Unterarm willkürlich nach oben bewegen (aktive Bewegung); ihr Unterarm wurde durch einen Apparat nach oben gedrückt (passive Bewegung); oder ihnen wurde suggeriert, dass der – in diesem Fall inaktive Apparat – den Unterarm nach oben drücken würde (ideomotorische Bewegung); zusätzlich

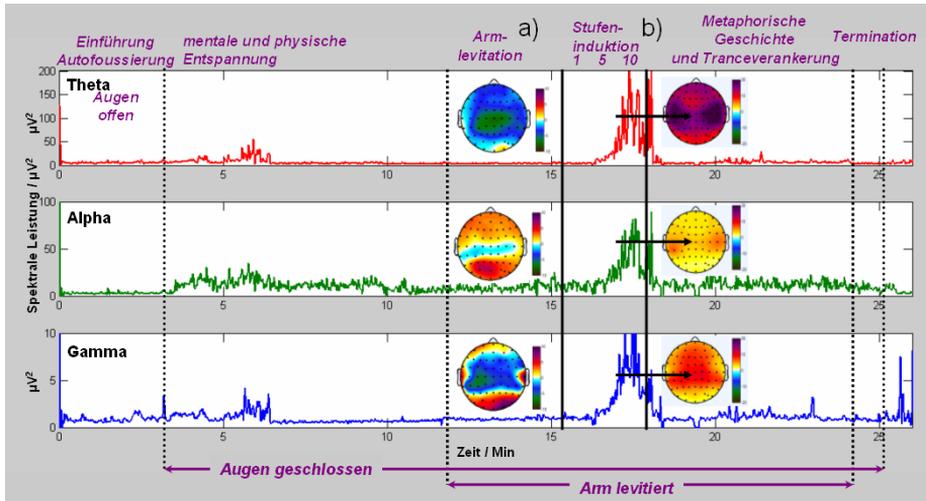


Abb. 1: Der Zeitgraph stellt die Globale Powerspektrumdichte (PSD) im EEG dar. Sowohl bei der Armlevitation (Abb. 1 a) als auch bei der Stufeninduktion (Abb. 1 b) wurden Veränderungen im Theta-, Alpha- und Gamma-Band gemessen. Die Farbspektren zeigen signifikante Werte (t -Test) im Bereich von -10 (blau) bis 10 (rot) für die Armlevitationsphase und von -20 bis 20 für die Stufeninduktionsphase (Halsband et al., 2009; Hinterberger et al. im Druck). Abb. 1a: Die Farbspektren der Armlevitationsphase zeigen einen Anstieg (gelb/rot) oder eine Abnahme (blau/grün) der Spektralpower. Abb. 1b: Die Farbspektren zeigen eine räumliche Verteilung der Aktivität in der letzten Hälfte der Stufeninduktion (Stufe 6 bis Stufe 10) im Vergleich zur Stufe 1 bis Stufe 5.

wurde in einer Baselinebedingung (Rest) gemessen. Erwartungsgemäß schätzten die Versuchspersonen in der passiven und ideomotorischen Bedingung die Bewegung signifikant unwillkürlicher ein als in der aktiv-willkürlichen Bedingung. Die Erfahrung einer Fremdkontrolle der Bewegung korrelierte mit Aktivierungen im cerebellären-parietalen Netzwerk (Cerebellum und bilaterales parietales Operculum). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Gehirn die suggerierte Bewegung als passiv bzw. fremd kontrolliert registriert und als fremd attribuiert. Die Erfahrung der Fremdkontrolle einer suggerierten Bewegung war auch Gegenstand einer Untersuchung von Haggard et al. (2004), die bestätigte, dass hochsuggestible Versuchspersonen unwillkürliche, ideomotorische Fingerbewegungen signifikant ähnlicher zu passiven Fingerbewegungen einschätzten. Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse dafür, dass ideomotorische Bewegungen als qualitativ und quantitativ unterschiedlich zu normalen willkürlichen Bewegungen eingestuft werden. Kritisch anzumerken ist, dass in den Untersuchungen von Blakemore et al. (2003) und Haggard et al. (2004) keine Kontrollbedingungen mit Imagination ohne Hypnose durchgeführt wurden, sodass letzt-

Veränderung der Plastizität im Gehirn

endlich keine Aussage über den Vorteil von Hypnose im Vergleich zu bloßer Imagination gemacht werden kann.

2.2 Stufeninduktion

In einer separaten Analyse wurde die Stufeninduktion systematisch untersucht. Die Stufeninduktion ist eine Technik, in der die hypotisierte Person tiefer und tiefer in Trance geht. In unserer Studie wurde die Versuchsperson instruiert, eine Treppe imaginär nach unten zu schreiten. Je weiter der Teilnehmer die zehn Stufen dieser imaginären Treppe hinunterstieg, desto tiefer wurde der Zustand der hypnotischen Trance erfahren.

Es wurde ein statistischer Vergleich (t-Test) gerechnet für jede einzelne Elektrode zwischen einem Intervall, in dem die Stufen sechs bis zehn (44 Sekunden) und eins bis fünf (50 Sekunden) imaginär hinabgestiegen wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass im tiefen hypnotischen Zustand (Stufeninduktion 6 - 10) Veränderungen der Hirnaktivierungen auftraten, die im leichten hypnotischen Zustand nicht nachweisbar waren. Während der letzten Hälfte der Stufeninduktionsphase konnte ein hoch signifikanter Anstieg in allen Frequenzbändern beobachtet werden (Abbildung 1b). Im Theta-Band ($t > 10,0$, $p < 0,001$) wurde ein starker globaler Anstieg gemessen, speziell bilateral in den sensomotorischen Arealen. Im Alpha-Band war der Anstieg weniger stark ausgeprägt ($t > 3$, $p < 0,002$ für sensomotorische Areale), aber signifikant - wieder mit einer stärkeren Aktivierung in bilateralen sensomotorischen Bereichen. Innerhalb des Gamma-Bandes konnten die stärksten Aktivierungen in parietalen, zentralen und frontalen Hirnregionen ($t > 4$, $p < 0,001$ für zentrale Bereiche) gemessen werden.

Unsere Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit der EEG-Studie von Katayama und Kollegen (2007), die ebenfalls über unterschiedliche Aktivierungen in tiefer im Vergleich zu leichter Hypnose berichteten. Interessanterweise zeigten sich in unserer Studie Erhöhungen in der Aktivität innerhalb der sensomotorischen Areale in allen drei untersuchten Frequenzbändern (Alpha, Gamma und Theta). Unser Proband berichtete, dass er sich nicht nur eine Steintreppe bildhaft vorgestellt habe, sondern auch in seiner Vorstellung auf dieser Stufe um Stufe nach unten gegangen sei. Es handelt sich hierbei somit um eine Interaktion einer suggerierten Bewegung (Treppen nach unten gehen) und einer bildhaften Vorstellung der Treppe. Hier sei auf die interessante Studie von Konradt et al. (2005, 2004) verwiesen. Die Probanden sollten in Hypnose in ihrer Vorstellung ein Tor durchschreiten (Suggestionen wurden mit unterschiedlichen Instruktionen über die mentale Entfernung des Toreingangs durchgeführt). Interessanterweise benötigten die Versuchspersonen mehr Zeit in ihrer Vorstellung, ein weiter entferntes Tor zu durchschreiten, als ein nahes Tor zu durchqueren. Das bedeutet, dass in Hypnose eine vorgestellte Bewegung wie ein „reales“ Bewegungsmuster eingestuft und als wahr und wirklich erlebt wird.

2.3 Schnittstelle Hypnose und Meditation

Es stellt sich die Frage, in wie weit die plastischen Veränderungen im Gehirn, die bei einer hypnotischen Tranceinduktion nachweisbar sind, spezifisch für eine Hypnoseinduktion sind oder auch bei anderen Entspannungstechniken auftraten. Sowohl Hypnose als auch verschiedene Meditationstechniken können als Zustände veränderter Aufmerksamkeit interpretiert werden, die wiederum das Zusammenwirken kortikaler und subkortikaler Gehirnareale aktivieren. Es bestehen Gemeinsamkeiten und auch Unterschiede zwischen Hypnose und Meditation. Dies wurde an anderer Stelle ausführlich diskutiert (siehe Halsband et al., 2009). Somit nimmt z.B. der spezielle Rapport zwischen Hypnotiseur und Hypnotisierten sowie die Absorption auf die Stimme des Hypnotiseurs in der Hypnose eine Schlüsselfunktion ein, während derartig interpersonelle Interaktionen in den Meditationsformen keinen wesentlichen Bestandteil bilden.

Als Kritikpunkt der bisherigen Studien ist aufzuführen, dass, obwohl seit mehr als 50 Jahren sowohl zu Hypnose als auch zu Meditation – getrennt voneinander – eine große Anzahl von Studien mit neurowissenschaftlichen Methoden durchgeführt wurde (vgl. z.B. Coromaldi et al. 2004), bis heute kaum Untersuchungen existieren, die die Auswirkungen beider Verfahren im unmittelbaren Vergleich („Within-Subject Design“) systematisch untersucht haben. Es besteht somit ein wachsendes Interesse, die plastischen Veränderungen in der Hypnose mit unterschiedlichen Meditationsformen direkt zu vergleichen (Grant & Rainville 2005; Holroyd 2003; Otani 2003). In dieser Studie (Halsband 2008) wurden daher die neurophysiologischen Korrelate von Hypnose und Meditation mittels EEG in derselben Versuchsperson untersucht.

Der Proband (43 Jahre) beginnt seit mehr als 18 Jahren jeden Tag mit Meditationsübungen des tibetischen Vajrayana-Buddhismus (entsprechend den Lehren der seit ca. 1000 n. Chr. bestehenden Traditionen der Nyingmapa- und Kagyüpa-Schulen). Er erwies sich als hochsuggestibel nach der deutschen Version der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility.

Es wurde ein 32-Kanal-EEG mit Hilfe einer Elektrodenhaube an den Standardpositionen des erweiterten internationalen 10/20-Systems abgeleitet. Die aufgezeichneten Daten wurden mittels Fast-Fourier-Transformation für die folgenden Frequenzbänder analysiert: Theta 1 (3,71-5,57 Hz), Theta 2 (5,57-7,42 Hz), Alpha 1 (7,42-9,28 Hz), Alpha 2 (9,28-11,13 Hz), Beta (13,0-30,0 Hz) und Gamma (30,0-49,0 Hz). Die Frequenzfenster der Theta- und Alpha-Bänder wurden, nach den von Klimesch (1999), sowie Aftanas und Golocheikine (2001) vorgeschlagenen Verfahren, individuell definiert, mit Alpha-Peak-Frequenz des Probanden als Bezugspunkt. Als gemeinsames Merkmal für tiefe Hypnose und Meditation zeigten sich – im Vergleich zur Kontrollbedingung – signifikante Zunahmen der Power im Alpha 1-Band, insbesondere an zentralen Ableitorten (C3, Cz, C4). Temporal (T3, T4) fand sich ein stärkerer Alpha-Power-Anstieg unter Hypnose, während im frontalen Bereich (F3, Fz, F4) nur in der Meditationsbedingung eine signifikante Zunahme nachweisbar war (Abb. 2a).

Als weiterer differentieller Befund ergab sich in beiden Theta-Bändern ein hoch-

Veränderung der Plastizität im Gehirn

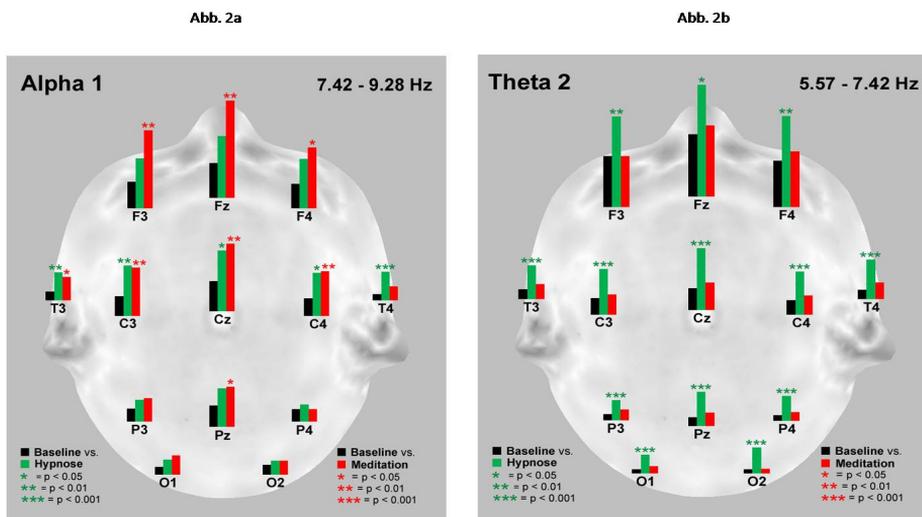


Abb. 2: Powerspektren des Alpha 1- (Abb. 2a) und Theta 2- (Abb. 2b) Frequenzbandes im EEG. Dieselbe Versuchsperson wurde in Hypnose und in tibetischer buddhistischer Meditation im Vergleich zur Baseline gemessen. Das jeweilige Signifikanzniveau ist durch Sternchen gekennzeichnet: * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$ (Halsband, 2008).

signifikanter Anstieg der Power ausschließlich für tiefe Hypnose, während sich für Meditation keine signifikanten Unterschiede gegenüber der Kontrollbedingung fanden (Abb. 2b).

Die Befunde veränderter Hirnaktivität während Hypnose und Meditation bei ein und derselben Versuchsperson liefern Hinweise auf überlappende und distinkte neurophysiologische Aktivierungsmuster. In weiteren Untersuchungen soll mit einer größeren Fallzahl ein systematischer Vergleich zwischen verschiedenen Meditationsformen und Hypnose weiteren Aufschluss über die neuronalen Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser veränderten Bewusstseinszustände geben.

Was bedeutet das für den Hypnotherapeuten? Hypnose führt zu spezifischen Veränderungen im Gehirn, die man nicht auf dieselbe Weise mit Meditationsverfahren erzielen kann. Hierzu zählt z.B. die Verminderung der Alpha Wellen im frontalen Bereich. Fingelkurts und Kollegen (2007) konnten in einer EEG-Einzelfallstudie einer hochsuggestiblen Person (Virtuoso) eine Störung in der funktionellen Synchronität neuronaler Verbindungen innerhalb des linken frontalen Cortex nachweisen. Zusammen bestätigen die Befunde die Ergebnisse von Gruzelier (2000, 2004), dass unter Hypnose eine Hypofrontalität nachweisbar ist. Das kritische Denkvermögen und selbständiges Planen sind herabgesetzt. Der hypnotisierte Proband kann sich somit leichter vom Hypnotiseur lenken und beeinflussen lassen.

3. Funktionelle Bildgebung

Ein wesentlicher Durchbruch gelang der modernen Hirnforschung mit der Einführung der Verfahren der dynamischen Bildgebung. Hierzu zählen die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und die funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT), die die Darstellung funktionsabhängiger Veränderungen mit einer hohen räumlichen Auflösung ermöglichen.

3.1 Hypnose und visuelle Suggestionen

In Hypnose kann es zu Veränderungen der Wahrnehmung kommen. Dies ist gleichzeitig mit Veränderungen der Hirnaktivität verbunden. In einer PET Studie wurden von Kosslyn und Kollegen (2000; vgl. auch Spiegel & Kosslyn 2004) 8 hochhypnotisierbaren Versuchspersonen in Hypnose suggeriert, dass sie eine graue Vorlage als farbig (positive visuelle Illusion) und eine farbige Vorlage als grau (negative visuelle Illusion) sehen würden. In weiteren Durchgängen sollten sie die gleiche Aufgabe auch ohne Hypnose, imaginativ durchführen, sowie, als Baseline, die Vorlagen realitätskonform – also grau als grau, farbig als farbig wahrnehmen. Das Gehirn reagierte auf Suggestionen in Hypnose anders als auf Instruktionen ohne Hypnose. Ohne Hypnose, auf die bloße Aufforderung zu imaginieren, zeigte sich eine Aktivierung in der für Farbwahrnehmung zuständigen fusiformen Region nur rechts. Wenn jedoch die Farb-Suggestion in hypnotischer Trance gegeben wurde, zeigten sich zusätzlich auch signifikante Aktivierungen im Fusiform des Sehentrums links (sowie in der linken lingualen Region inferior temporal). Mit anderen Worten: Das Gehirn reagiert in Hypnose also nicht auf das, was von der Retina über den Nervus opticus gemeldet wird, sondern es konstruiert seine Wirklichkeit entsprechend der jeweiligen hypnotischen Suggestionen (Peter 2008, 2009a, b).

Bei der Studie von Kosslyn und Mitarbeiter (2000) ist jedoch zu kritisieren, dass Suggestionen zur farblichen Veränderung nur unter Hypnose gegeben wurden - Instruktionen zur Imagination hingegen nicht. Es blieb somit ungeklärt, ob Unterschiede zwischen den zwei Bedingungen die Auswirkungen der Suggestion oder hypnotischen Trance bzw. eine Kombination dieser beiden reflektieren. Daher ist es nicht möglich, aus dieser Studie zu interpretieren, ob hypnotische Trance der Faktor war, der die Unterschiede in den Hirnaktivitäten verursachte. In Kooperation mit der Universität Maastricht wurde eine Studie mit fMRT und einem experimentellen Design, in dem dieselben Suggestionen in- und außerhalb der Hypnose verwendet wurden, durchgeführt (Otto 2007). Mittels fMRT wurden Veränderungen des rCBF gemessen. Dabei wurde kurzzeitig wiederholt gemessen, um eine möglichst hohe zeitliche Auflösung der Daten zu bekommen. Um die Voxel-Zeitverläufe für folgende Richtungen neuronaler Interaktionen und den Informationsfluss zu identifizieren, wurde das Granger Causality Mapping (Roebroek et al., 2005) verwendet.

Drei Probanden wurden instruiert, einen grauen Stimulus als farbig und einen far-

Veränderung der Plastizität im Gehirn

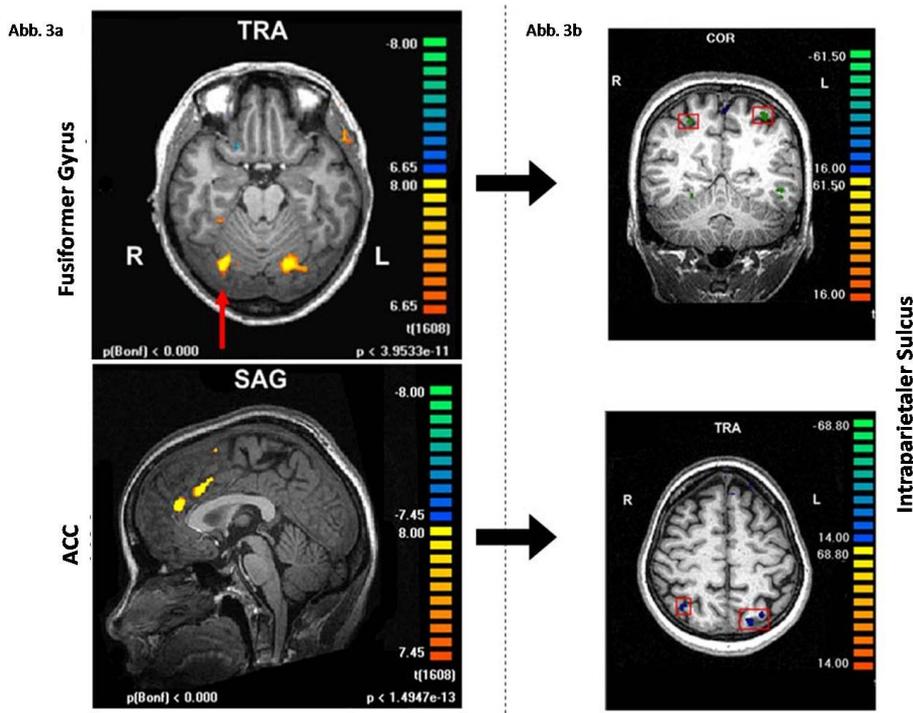


Abb. 3: fMRI Aktivierungen in Hypnose. Den Versuchspersonen wurde suggeriert, ein graues Muster farbig wahrzunehmen. Es zeigten sich signifikante bilaterale Aktivierungen im fusiformen Gyrus (Abb. 3a, oben) und in zwei Foci im anterioren cingulären Cortex (ACC, Abb. 3a, unten), sowie ein simultaner Aktivitätsanstieg im intraparietalen Sulcus (Abb. 3b) (Otto, 2007).

bigen Stimulus als grau (visuelle Illusion), oder einen farbigen Stimulus als farbig und einen grauen Stimulus als grau (realitätskonform) zu interpretieren. Dieselben Instruktionen erfolgten in Hypnose und im Wachzustand.

Eine Kontrastanalyse zwischen individuellen hypnotischen Illusionen und Wahrnehmungsbedingungen zeigte einen signifikanten Anstieg der Aktivität im bilateralen fusiformen Gyrus (Abb. 3a, links) und in zwei Foci im linken anterioren cingulären Cortex (ACC, Abb. 3b, links).

Wird ein grauer Stimulus in Hypnose präsentiert und die Probanden müssen ihn sich farbig vorstellen, so waren gleichzeitig zu den Aktivierungen im fusiformen Gyrus (Abb. 3a, rechts) und im ACC bilaterale Aktivierungen im intraparietalen Sulcus nachweisbar (Abb. 3b, rechts).

Unsere Befunde einer verstärkten linksseitigen Aktivierung im Farbsehzentrum

(fusiformer Gyrus) in Hypnose wird durch die Ergebnisse von Maquet und Kollegen (1999) sowie Jasiukaitis und Kollegen (1996) unterstützt. Beide Forschergruppen berichteten in Hypnose über verstärkte linksseitige Aktivierungen im fusiformen Gyrus. Neuere Arbeiten belegen, dass dem fusiformen Gyrus sowohl beim Farbsehen (Lee et al., 2000), als auch im Farbgedächtnis (Slotnick, 2009) eine bedeutende Funktion zuteil wird.

Die in unserer Studie gefundenen Aktivierungen im ACC sollten dahingehend interpretiert werden, dass diese Hirnregion für die affektive Bedeutungsgebung relevant ist. Die Rolle des ACC für die affektive Bedeutungsgenerierung wurde bereits 1997 durch die viel zitierte Schmerzuntersuchung von Rainville und Kollegen festgestellt und in einer PET-Untersuchung zur hypnotischen Veränderung auditorischer Halluzinationen von Szechtman et al. (1998) bestätigt. In letzterer Untersuchung zeigten 8 hochhypnotisierbare Versuchspersonen, die hypnotisch-auditorische Halluzinationen verwirklichen konnten, einen signifikanten Aktivierungsanstieg im rechten rostralen Gyrus Cinguli (Brodmann Areal 32). Interessanterweise waren die cingulären Aktivierungen jedoch nicht feststellbar, wenn der gleiche Stimulus bloß vorgestellt werden sollte oder wenn die Probanden (eine zusätzliche Gruppe von 6 Versuchspersonen) die auditorische Halluzination nicht verwirklichen konnten.

Die Bedeutung der Aktivierungen im intraparietalen Sulcus ist bislang unklar. Es wurde wiederholt hervorgehoben, dass dieser Hirnregion eine wichtige Funktion in der Perzeption zuteil wird (Cusack, 2005). Sowohl in der auditiven Wahrnehmung eines doppeldeutigen Stimulus (ambiguous auditory figure) (Cusack, 2005) als auch bei der visuellen Darbietung eines inkongruenten Reizes (Brouwer et al., 2009) konnten vermehrte Aktivierungen im intraparietalen Sulcus nachgewiesen werden. Es wäre somit denkbar, dass diese Hirnregion in der suggerierten Farbbedingung in Hypnose aktiviert wurde, weil ein perzeptueller Mismatch zwischen dem real präsentierten Reiz (graues Muster) und dem suggerierten Reiz (farbiges Muster) bestand.

Die spezifischen Aktivierungen im Gehirn, die auf eine substanzielle Änderung der Wirklichkeitskonstruktion im Sinne von Illusion und Halluzination hindeuten, zeigen sich offenbar nur in hypnotischer Trance und sind nicht allein durch Vorstellung zu erreichen. Mit anderen Worten: Der Wirklichkeitscharakter der Suggestionen wird durch hypnotische Trance signifikant gesteigert. Das bedeutet für den Psychotherapeuten, dass es durchaus einen Unterschied macht, ob man einen Patienten hypnotisiert oder nicht (Peter 2008, 2009a, b).

3.2. Lernen unter Hypnose

Es stellt sich die Frage, inwieweit eine vermehrte Einbindung sensorischer Parameter sich positiv auf die Bewältigung von Lernprozessen unter Hypnose auswirkt und somit zu einer verbesserten Umsetzung bildhafter Assoziationen in Hypnose führt (Bongartz 1985; Crawford & Allen 1996; Halsband 2004, 2006). Somit berichteten Crawford und Allen (1996) bei Personen mit hoher hypnotischer Suggestibilität über

Veränderung der Plastizität im Gehirn

einen verbesserten Abruf bildhafter Wortpaarassoziationen. Ziel dieser Studie war es zu klären, welche Hirnaktivierungen beim Lernen und Abruf hochbildhafter Wortpaare in Hypnose im Vergleich zum Wachzustand nachweisbar sind.

Mit O-15 H₂O PET wurden die neuronalen Mechanismen von Enkodieren und Abruf hochbildhafter Wortpaare bei hochsuggestiblen Versuchspersonen systematisch untersucht (Halsband, 2006). Die Probanden wurden mittels der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS Form A) auf hohe oder niedrige Suggestibilität getestet. Sieben Versuchspersonen mit den höchsten Suggestibilitätswerten > 7 wurden für die Teilnahme an der PET-Untersuchung ausgewählt. Das durchschnittliche Alter betrug 25,4 Jahre (Range 6,2). Der Versuch wurde bei allen Versuchspersonen im Wachzustand und unter Hypnose durchgeführt. Er gliedert sich in zwei Hauptbestandteile:

1) *Lernphase (Enkodierung)*: Den Probanden wurde auf einem Bildschirm eine Liste von 12 Wortpaaren präsentiert. Diese Wortpaare sind laut einer Deutschen Sprachdatenbank - mit 800 Nomina auf einer Skala zwischen 6 und 7 – als hochbildhaft einstuftbar (Baschek et al. 1977). Beispiele sind die Wortpaare Affe-Kerze, Sonne-Vogel. Die Wortpaare standen semantisch in keinem Zusammenhang (das bedeutet, dass Wortpaare, wie Rose-Tulpe oder Löwe-Tiger nicht präsentiert wurden) und waren daher schwierig zu assoziieren. Es wurden ausschließlich zweisilbige Wörter benutzt, die in der deutschen Sprache häufig verwendet werden (Meier 1964). Die Probanden wurden aufgefordert, die Wortpaare innerlich nachzusprechen und zu lernen.

2) *Abrufphase*: In der Abrufphase (Wachzustand) wurde in randomisierter Reihenfolge nur jeweils das erste Item der Wortpaare präsentiert, und die Probanden sollten das zweite Wort aus dem Gedächtnis assoziieren.

Als Referenzbedingung wurden Nonsens Wörter verwendet. Es handelte sich hierbei um zweisilbige Pseudowörter, die nach den Regeln der deutschen Lautsprache kreiert wurden (Beispiel: Homuk-Sofel)

Die Ergebnisse wurden bereits an anderer Stelle publiziert und ausführlich diskutiert (Halsband 2004, 2009). In der Enkodierungsphase zeigten sich in Hypnose zusätzliche bilaterale Aktivierungen im occipitalen Cortex und im präfrontalen Cortex. In der Abrufphase waren unter Hypnose vermehrte bilaterale anteriore cinguläre und präfrontale Aktivierungen (Arbeitsgedächtnis), sowie Aktivierungen im Präcuneus, im medialen parietalen Cortex (Brodmann Areal 7) feststellbar. Interessanterweise korrelierten die vermehrten Hirnaktivierungen mit einer verbesserten Lernleistung schwer assoziierbarer Wortpaare in Hypnose (Halsband, 2004). Hingegen sind abstrakte Wortpaare (Beispiel: Moral-Buße) in Hypnose schwerer erlernbar als im Wachzustand. Dieser Befund war sowohl in einer visuellen, als auch auditiven Versuchsanordnung und auch nach einer 10-minütigen Interferenz nachweisbar (Halsband & Herfort 2007).

Hieraus lassen sich folgende therapeutische Implikationen ableiten: Die Wahl einer bildhaften Vorgehensweise ist in der Hypnotherapie von Vorteil, da in die Hypnoseinduktion eingearbeitete metaphorische Geschichten von unserem Gehirn in idea-

ler Weise umgesetzt und verarbeitet werden können. Auch das Ansprechen unterschiedlicher Wahrnehmungsmodalitäten scheint von großem Vorteil zu sein. Hingegen sollte das Verarbeiten komplexer abstrakter Informationen vermieden werden, da das Gehirn in hypnotischer Trance wenig „empfänglich“ zu sein scheint für derartige Vorgehensweisen wie das Überführen konkreter Vorstellungen in allgemeingültige Prinzipien.

4. Zukunftsperspektiven

Für die Praxis der Hypnotherapie sollte es von entscheidender Bedeutung sein zu erfahren, unter welchen Bedingungen die neuronale Plastizität und somit die Selbstorganisationsfähigkeit des Gehirns in spezifischer Weise beeinflusst wird. Neuronale Selbstorganisation komplexer dynamischer Systeme stellt als interdisziplinäres Vorhaben ein essentielles Verbindungsglied dar: neurobiologische, psychische und soziale Phänomene erhalten einen gemeinsamen paradigmatischen Rahmen (Schiepek et al. 2003).

In zukünftigen Forschungsprojekten könnte ein interdisziplinärer Forschungsansatz es ermöglichen, die plastischen Veränderungen im Gehirn unter Hypnose sowohl als regionale Aktivierungseffekte mittels bildgebender Verfahren (gemessen in der PET und fMRT) zu erfassen, als auch simultan die Änderungen der elektrischen Aktivität (gemessen mit dem EEG und der Magnetencephalographie, MEG) cortical und subcortical mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zuzuordnen. Ein derartiges integratives Arbeitsprogramm gewährleistet durch die fMRT eine hohe räumliche Auflösung im 2 mm Bereich, mittels PET eine hohe Sensitivität für regionale Änderungen des Blutflusses und durch die EEG und MEG eine zeitliche Auflösung im msec-Bereich.

Als weitere interessante Zukunftsperspektive bietet sich die Integration der Analyse neurochemischer Veränderungen an, wie z.B. die Auswirkung der hypnotischen Trance auf die Stresshormon- (z.B. Cortisol, β - Endorphin) und Neurotransmitterproduktion. Durch eine immer verfeinerte Technik und durch das Zusammenwachsen einzelner Verfahren zu kombinierten Gerätetypen, wie z.B. dem Siemens MR-PET, lassen sich zukünftig Aktivierungseffekte und neurochemische Veränderungen in derselben Untersuchung analysieren. Somit können simultan anatomische, funktionelle und biochemische Messungen durchgeführt werden.

Danksagung

UH bedankt sich für die finanzielle Unterstützung für die Hypnoseforschung bei der *Milton H. Erickson Gesellschaft für Klinische Hypnose e.V. (MEG)*, der *Milton Erickson Stiftung*, der *Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Hypnose e.V. (DGZH)* und der *Deutschen Gesellschaft für Hypnose und Hypnotherapie e.V. (DGH)*. TH dankt der *BIAL-Stiftung* (Projekt 83/08), sowie dem *Samueli-Institut* (VA, USA) für ihre Unterstützung.

Veränderung der Plastizität im Gehirn

Literatur

- Aftanas, L. I. & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters* 310: 57-60.
- Baschek, I. L., Bredenkamp, J., Oehle, B. & Wippich, W. (1977). Bestimmung der Bildhaftigkeit (I), Konkretheit (C) und der Bedeutungshaltigkeit (M) von 800 Substantiven. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 24, 353-396.
- Berlucchi, G. & Buchtel, H. A. (2009). Neuronal plasticity: historical roots and evolution of meaning. *Exp Brain Res*, 192, 307-319.
- Blakemore, S. J., Oakley, D. A. & Frith, C. D. (2003). Delusions of alien control in the normal brain. *Neuropsychologia*, 41, 1058-1067.
- Bongartz, W. (1985). Encoding of high- and low-imagery nouns during hypnotic age regression. *Experimentelle Klinische Hypnose*, 1, 143-51.
- Brouwer, G.J., Tong, F., Hagoort, P. & van Ee, R. (2009). Perceptual incongruence influences bistability and cortical activation. *PLoS*, 4 (3): e5056
- Coromaldi, E., Basar-Eroglu, C., & Stadler, M. A. (2004). EEG-Rhythmen während tiefer Meditation: Eine Einzelfallstudie mit einem Zen-Meister. *HyKog*, 21(1+2), 61-77.
- Crawford, H. J. & Allen, S. N. (1996). Paired- associated learning and recall of high and low imagery words: moderating effects of hypnosis, hypnotic susceptibility level, and visualization abilities. *American Journal of Psychology*, 109, 353-72.
- Crombie, I. K. (1996). *The pocket guide to critical appraisal*, BMJ Publishing Group, London.
- Cusack, R. (2005). The Intraparietal Sulcus and Perceptual Organization. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 17, 4, 641-651.
- Fingelkurts, A. A., Fingelkurts, A. A., Kallio, S. & Revonsuo, A. (2007). Cortex functional connectivity as a neurophysiological correlate of hypnosis: an EEG case study. *Neuropsychologia*, 45, 1452-1462.
- Grant, J. A. & Rainville, P. (2005). Hypnosis and meditation: similar experiential changes and shared brain mechanisms. *Medical Hypotheses* 65: 625-626.
- Gruzelier, J. H. (2000). Redefining hypnosis: theory, methods and integration. *Contemporary Hypnosis*, 17, 51-70.
- Gruzelier, J. H. (2004). Neurophysiologische Erörterung der ungünstigen Aspekte der Hypnose unter besonderer Berücksichtigung der Bühnenhypnose. *HyKog*, 21(1+2), 225-259.
- Haggard, P., Cartledge, P., Meilyr, D. & Oakley, D. A. (2004). Anomalous control: When 'free-will' is not conscious. *Consciousness and Cognition*, 13, 646-654.
- Halsband, U. (2004). Mechanismen des Lernens in Trance: funktionelle Bildgebung und Neuropsychologie. *Hypnose und Kognition*, 21, 11-38.
- Halsband, U. (2006). Learning in trance: functional brain imaging studies and neuropsychology. *Journal of Physiology Paris*, 99, 470-482.
- Halsband, U. (2008). Hypnose und Meditation: Was passiert in unserem Gehirn? *Suggestionen*, 1, 6-24.
- Halsband, U. (2010). Hypnose und Meditation. In G. Schiepek (im Druck), *Neurobiologie der Psychotherapie*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Halsband, U. & Herfort, A. (2007). Neurobiologische Grundlagen der medizinischen Hypnose. In S. Schulz-Stübner (Hrsg.), *Medizinische Hypnose von A – Z* (pp. 7-38). Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Halsband, U., Mueller, S., Hinterberger, T. & Strickner, S. (2009) Plasticity changes in the brain in hypnosis and meditation. *Contemporary Hypnosis*, 26, 4, 194-215.
- Heap, M. & Aravind, K. K. (2002). *Hartland's medical and dental hypnosis*. 4th ed. Edinburgh (UK): Churchill Livingstone.

Halsband und Hinterberger

- Hinterberger, T. Schöner, J & Halsband, U (im Druck). Analysis of electrophysiological state patterns and changes during hypnosis induction. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*
- Hebb, D.O. (1949), *The organization of behavior*, New York: Wiley
- Holroyd, J. (2003). The science of meditation and the state of hypnosis. *American Journal of Clinical Hypnosis* 46(2): 109-28.
- Jasiukaitis, P., Nouriani, B., Hughdahl, K. & Spiegel, D. (1997). Relaterizing hypnosis: Or, have we been barking up the wrong hemisphere? *Int J Clin Exp Hypn* 36: 38-52.
- Katayama, H., Gianotti, L. R., Isotani, T., Faber, P. L., Sasada, K., Kinoshita, T. & Lehmann, D. (2007). Classes of multichannel EEG microstates in light and deep hypnotic conditions. *Brain Topography*, 20, 7-14.
- Kirsch, I., & Lynn, S. J. (1997). Hypnotic involuntariness and the automaticity of everyday life. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 40, 329-348.
- Klein, H. & Myers, M. (1999). A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems, *MIS Quarterly*, and 23(1): 67-93.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research. Brain Research Reviews* 29: 169-195.
- Konradt, B., Deeb, S., & Scholz, O. B. (2004). Motorische Imagination in Hypnose. Alpha- und Thetapower während motorischer Imagination. *HyKog*, 21(1+2), 183–204.
- Konradt, B., Deeb, S. & Scholz, O. B. (2005). Motor imagery in hypnosis: accuracy and duration of motor imagery in waking and hypnotic state. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 53, 148-69.
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., Costantini-Ferrando, M. F., Alpert, N. M. & Spiegel, D. (2000). Hypnotic visual illusion alters color processing in the brain. *American Journal of Psychiatry*, 157, 1279–84.
- Lee, HW, Hong, SB, Seo, DW, Tae, WS & Hong, SC (2000). Mapping of functional organization in human visual cortex: electrical cortical stimulation. *Neurology*. 54(4):849-54.
- Maquet, P., Faymonville, M. E., Degueldre, C., Delfiore, G., Franck, G., Luxen, A. & Lamy, M. (1999). Functional neuroanatomy of hypnotic state. *Biological Psychiatry*, 45, 327- 333.
- Meier, H. (1964). *Deutsche Sprachstatistik*. Hildesheim: Georg Ohms-Verlag.
- Oakley, D. A. (1999). Hypnosis and conversion hysteria: a unifying model. *Cognitive Neuropsychiatry*; 4:243–65.
- Otani, A. (2003). Eastern meditative techniques and hypnosis: a new synthesis. *American Journal of Clinical Hypnosis* 46: 97-108.
- Otto, T. (2007). *Effective Connectivity Changes in Hypnotic Visual Illusion*. Master Thesis, University of Maastricht - A study carried out by Otto, T., Halsband, U., Goebel, R.
- Peter, B. (2008). *Wie Hypnose im Gehirn Wirklichkeit schafft: Zur Rolle der hypnotischen Trance in der Psychotherapie*. *Hypnose-ZHH*, 3(1+2), 127-148.
- Peter, B. (2009a). Is it useful to induce a hypnotic trance? A hypnotherapist's view on recent neuroimaging results. *Contemporary Hypnosis*, 26 (3), 129-184.
- Peter, B. (2009b). *Hypnose und die Konstruktion von Wirklichkeit*. In D. Revensdorf & B. Peter (Hrsg.), *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin. Ein Manual für die Praxis* (pp. 32-40). Heidelberg: Springer.
- Rainville, P., Hofbauer, R. K., Paus, T., Duncan, G. H., Bushnell, M. C. & Price, D. D. (1999). Cerebral mechanisms of hypnotic induction and suggestion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 110-125.
- Rainville, P., Hofbauer, R. K., Bushnell, M. C., Duncan, G. H. & Price, D. D. (2002). Hypnosis modulates activity in brain structures involved in the regulation of consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 887–901.

Veränderung der Plastizität im Gehirn

- Raz, A. & Shapiro, T. (2002). Hypnosis and neuroscience: cross talk between clinical and cognitive research. *Archives of General Psychiatry*, 59:85–90.
- Revenstorf, D. (1996). Klinische Hypnose– Gegenwärtiger Stand der Theorie und Empirie. *Psychotherapie, Psychosomatik und medizinische Psychologie*, 49, 5–13.
- Roebroeck, A., Formisano, E. & Goebel, R. (2005). Mapping directed influence over the brain using Granger causality and fMRI. *NeuroImage*, 25, 230-242.
- Schiepek, G., Lampertz, M., Perlitz, V., Vogeley, K. & Schubert, C.(2003). Neurobiologie der Psychotherapie – Ansatzpunkte für das Verständnis und die methodische Erfassung komplexer biopsychischer Veränderungsprozesse. In G. Schiepek (Hrsg) *Neurobiologie der Psychotherapie*, pp 1-27, Stuttgart, Schattauer Verlag
- Slotnick, SD (2009). Memory for color reactivates color processing region. *Neuroreport*, 20(17):1568-71.
- Spiegel, D., & Kosslyn, S. M. (2004). Glauben ist Sehen: Die Neurophysiologie der Hypnose. *Hypnose und Kognition*, 21(1+2), 119–137.
- Szechtman, H., Woody, E., Bowers, K. S. & Nahmias, C. (1998). Where the imaginal appears real: a positron emission tomography study. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 1956–60.
- Tart, C. T. (2000). Investigating altered states of consciousness on their own terms: A proposal for the creation of state-specific sciences. *International Journal of Parapsychology*, 11, No. 1, 7-41.
- Tart, C. T. (2001, August). Meditation: some kind of (self)hypnosis? a deeper look. Speech at the 109th Annual Convention of the American Psychological Association at San Francisco.
- Weitzenhoffer, A. M. (2000). *The practice of hypnotism* (2nd ed.). New York: Wiley.

Prof. Dr. Ulrike Halsband (D. Phil., Oxon)
 - Neuropsychologie -
 Institut für Psychologie
 Universität Freiburg
 Engelbergerstr. 41
 D-79106 Freiburg
 halsband@psychologie.uni-freiburg.de

erhalten: 26.10.2009

revidierte Version akzeptiert: 17.5.2010