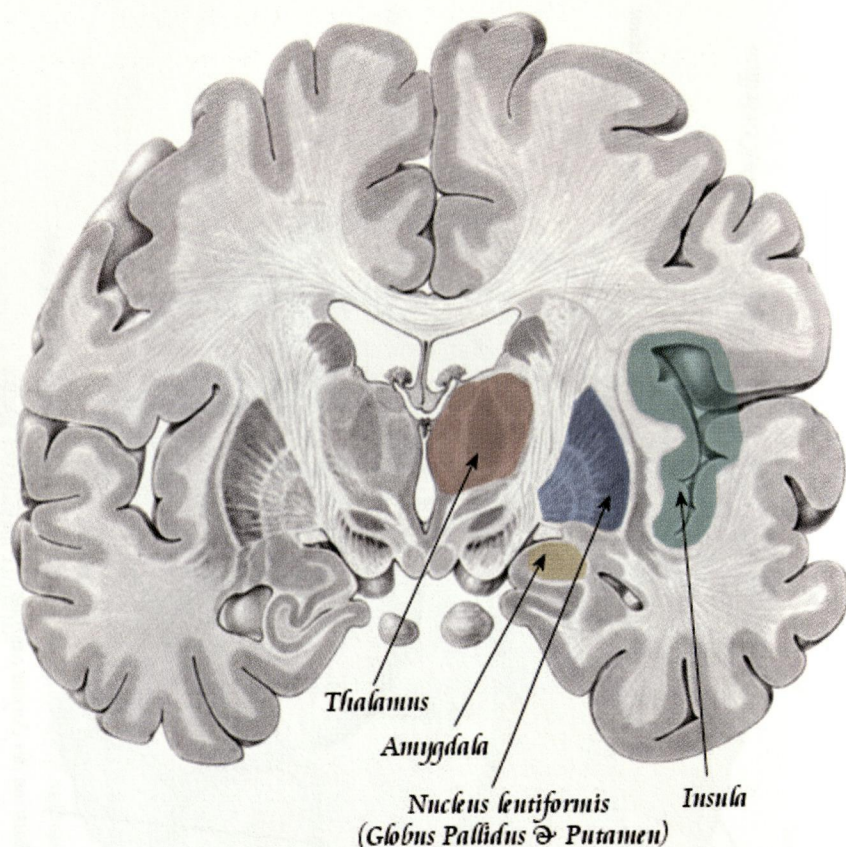




diese Abbildungen des Gehirns wurden von Ingo Zobel erstellt

Mechanismen des Lernens in Trance: funktionelle Bildgebung und Neuropsychologie

Ulrike Halsband

■ Mit dem Befund, dass eine hypnotische Trance-Induktion zu plastischen Veränderungen im menschlichen Gehirn führt, gelang ein wesentlicher Durchbruch in der Erforschung der neuronalen Grundlagen der Hypnose. Wir untersuchten zunächst mit Sauerstoff 15-PET in einem Within-Subject-Design die neuronalen Mechanismen beim hochbildhaften Wortpaar-Assoziationslernen unter Hypnose und im Wachzustand. Versuchspersonen waren hochsuggestible rechtshändige Normalprobanden. In der Lernphase wurde ihnen auf einem Bildschirm eine Liste von schwer assoziierbaren Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit präsentiert, beim Abruf erschien jeweils nur das erste Wort, und der hiermit assoziierte Terminus sollte aus dem Gedächtnis reproduziert werden.

Die Ergebnisse zeigten in der Enkodierungsphase in Hypnose verstärkte occipitale und präfrontale Aktivierungen. In der Abrufphase (Wachzustand) zeigten sich in beiden Versuchsbedingungen Aktivierungen bilateral präfrontal, im anterioren Cingulum, sowie im Präcuneus. Beim Abruf der Inhalte, die zuvor unter Hypnose erlernt wurden, wurden zusätzliche Aktivierungen im Sehzentrum, sowie erhöhte neuronale Aktivitäten im präfrontalen Cortex und Cerebellum sichtbar.

Auf behavioraler Ebene wurde in einer zweiten Versuchsreihe, einem Within-Subject-Design, das Lernverhalten von Wortpaarassoziationen unterschiedlicher Bildhaftigkeit (hochbildhaft/abstrakt) und Schwierigkeit (leicht/schwer) in Trance und im Wachzustand bei Hochsuggestiblen und Niedrigsuggestiblen untersucht. In der Lernphase (Enkodierung) wurde den Probanden eine Liste von Wortpaaren visuell (Versuch 1) oder auditiv (Versuch 2) präsentiert. In der Abrufphase (Wachzustand) wurde in randomisierter Reihenfol-

ge jeweils nur das erste Item der Wortpaare präsentiert, und die Probanden sollten das zweite Wort aus dem Gedächtnis assoziieren. Hochsuggestible Probanden erzielten in der schweren bildhaften Assoziationsbedingung einen Lernvorteil in Trance, und das sowohl in der visuellen als auch in der auditiven Versuchsbedingung. Hingegen zeigten die niedrigsuggestiblen Versuchspersonen bei hochbildhaften Wortpaaren keine Unterschiede im Lernverhalten in Hypnose und im Wachzustand. Interessanterweise waren die Hochsuggestiblen auch im Wachzustand den Niedrigsuggestiblen überlegen. Die Lerneffekte waren auch nach einer 10-minütigen Interferenz nachweisbar.

Die Befunde sind relevant für unser Verständnis der neuronalen Grundlagen der Hypnose und der neuropsychologischen Mechanismen der Hypnotisierbarkeit.

Schlüsselwörter: Hypnose, Lernen, visuelle und auditive Bedingungen, neurale Repräsentation, PET, occipitaler Cortex, Cerebellum, Präcuneus, präfrontaler Cortex

Einleitung

Hypnotische Tranceinduktion stellt ein neurobiologisch erfassbares Korrelat der Hirnfunktion in einem veränderten Bewusstseinszustand dar (Rainville et al., 2002). Ein spannendes neurowissenschaftliches Thema in der Tranceforschung ist die Fragestellung, welche neurobiologischen Mechanismen diesem veränderten Bewusstseinszustand zugrunde liegen und ob in der Trance veränderte Lernleistungen nachweisbar sind.

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. Somit gelang es, Aktivierungen im Gehirn gewissermaßen "online" zu analysieren. Hierbei misst die PET den regionalen Blutfluss im Gehirn unter Verwendung radioaktiv markierter Substanzen, sog. Positronenstrahler. Im Gegensatz hierzu handelt es sich bei der fMRT um ein nicht-invasives Verfahren, das auf den magnetischen Eigenschaften des Gewebes beruht. Von essentieller Bedeutung ist hierbei das BOLD-Verfahren (Blood Oxygenation Level Dependent), das auf den unterschiedlichen elektromagnetischen Eigenschaften des mit Sauerstoff beladenen Hämoglobins basiert und Veränderungen des Blutes im Gehirngewebe misst, die durch erhöhte Neuronenaktivität ausgelöst werden. Logothetis et al. (2001) gelang es nachzuweisen, dass mit BOLD-fMRT tatsächlich Veränderungen der Neuronenaktivität gemessen und vor allem Eingangssignale aus anderen Hirnarealen und ihre lokale Verarbeitung erfasst werden.

Unsere Untersuchungen der neuronalen Grundlagen deklarativen Lernens mittels funktioneller Bildgebung ergaben eine weitgehende Übereinstimmung der PET- und

fMRT-Befunde (z.B. Halsband et al., 1998, 2002a; Krause et al., 1999a,b; Mottaghi et al., 1999, 2000; Schmidt et al., 2002); auch von anderen Forschergruppen wurde über eine weitgehende Übereinstimmung der PET- und fMRT Ergebnisse berichtet (z.B. Schall et al., 2003). Obwohl die fMRT als nicht-invasives Verfahren diverse Vorteile gegenüber der PET aufweist (Otte & Halsband, 2004), hat dennoch die Mehrzahl der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Hirnmechanismen der Hypnose die PET als geeignetes Instrumentarium gewählt, da es sich hierbei um eine geräuscharme und somit leise Versuchsanordnung handelt, die einer Trance-Induktion nicht negativ entgegenwirkt. Im Gegensatz hierzu ist der Proband im fMRT einem konstanten Geräuschpegel von ca. 100 Dezibel ausgesetzt, der zwar mittels fMRT-tauglicher Spezialkopfhörer auf ca. 70 Dezibel gesenkt werden kann, aber immer noch ein starkes interferierendes Hintergrundgeräusch bildet. Um eine möglichst entspannte Lernbedingung unter Hypnose schaffen zu können, haben wir uns in der hiesigen Untersuchung ebenfalls für die PET als geeigneter Untersuchungsmethode entschieden.

Es konnte von unterschiedlichen Forschergruppen gezeigt werden, dass eine hypnotische Trance-Induktion zu plastischen Veränderungen im menschlichen Gehirn führt (z. B. Crawford et al., 1998, in diesem Heft; Faymonville et al., 2000; Grond et al., 1995; Kosslyn, et al., 2000; Maquet et al., 1999; Rainville et al., 1997, 1999, 2002; Spiegel & Kosslyn, in diesem Heft; Szechtman et al., 1998). In der Tranceinduktion erfolgt durch die Fokussierung der Aufmerksamkeit deren Hinlenkung nach innen, was dann zumeist eine intensive Vorstellung und Beschreibung eines inneren Bildes nach sich zieht. Im veränderten Bewusstseinszustand in Hypnose weitet sich die Aufmerksamkeit auf möglichst viele Aspekte des Erlebens aus, so dass der entstandene Erlebnisraum subjektiv "farbig und erlebbar, zu einer Form der Wirklichkeit wird" (Revenstorf, 1999). Hierbei scheint dem Faktum des farbigen Erlebens eine besondere Bedeutung zuzukommen. Diese Interpretation wird durch neueste Ergebnisse aus der Hirnforschung gestützt, die zeigen konnten, dass mit einem intensiveren Farb- und Bilderleben unter Hypnose plastische Veränderungen in der Hirnaktivität einhergehen, die charakterisiert sind durch zusätzliche linksseitige Aktivierungen im Fusiform (Brodmann'sches Gebiet 19) und inferioren temporalen Cortex (Gebiet 20). Die linksseitigen Aktivierungen waren dabei interessanterweise nur unter Hypnose beobachtbar (sowohl wenn der Farbstimulus real präsentiert wurde als auch bei der Suggestion der reinen Vorstellung desselben Stimulus) und im normalen Wachzustand der Probanden nicht registrierbar (Kosslyn et al., 2000). Spezifische neurophysiologische Veränderungen unter Hypnose konnten nicht nur im visuellen Bereich, sondern auch in anderen Sinnesmodalitäten nachgewiesen werden (z. B. Szechtman et al., 1998; Walter et al., 1990). Die Ergebnisse sprechen somit für eine vermehrte Nutzbarmachung multimodaler sensorischer Verarbeitungsstrategien unter Hypnose.

Es stellt sich nun 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). Somit berichteten Crawford und Allen (1996) bei Personen mit hoher hypnotischer Suggestibilität über einen verbesserten Abruf bildhafter Wortpaarassoziationen. Bislang blieb es jedoch weitgehend ungeklärt, welche Hirnmechanismen dem Lernen unter Hypnose zugrunde liegen und inwieweit eine vermehrte Nutzung bildhafter Enkodierungsstrategien sich positiv auf die Bewältigung von Lernprozessen unter Hypnose auswirkt.

In unserer Studie wurden die neuronalen Grundlagen des Lernens mit der PET untersucht. In der Lernphase (Enkodierung) wurde den Probanden auf einem Bildschirm eine Liste von 12 Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit präsentiert (Beispiele: Affe-Kerze, Sonne-Vogel), die sie innerlich nachsprechen und lernen sollten. Das Lernverhalten wurde in Trance und im Wachzustand untersucht. 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.

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit die in der visuellen Darbietung nachgewiesene Lernleistung von hochbildhaften Wortpaaren in Trance modalitätsspezifisch ist oder als modalitätsübergreifendes Phänomen zu betrachten ist.

Zur Klärung dieser Frage wurde in einer zweiten Versuchsreihe untersucht, welche Effekte bei einer auditiven Präsentation der Wortpaare nachweisbar sind. Wie in der o. g. Versuchsbedingung beschrieben, wurden die Versuchspersonen im Wachzustand und unter hypnotischer Trance untersucht. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die o. g. Befunde auf andere Modalitäten übertragbar sind, und eine verbesserte Lernleistung bildhafter Wortpaarassoziationen unter Hypnose auch in der auditiven Modalität nachweisbar ist.

Versuch 1: Visuelles Wortpaarassoziationslernen

Methoden

Versuchspersonen

15 rechtshändige männliche Versuchspersonen wurden mit einer modifizierten Version der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS, Form A) auf hohe vs. niedrige Suggestibilität hin getestet. Sieben Versuchspersonen mit den höchsten Suggestibilitätswerten wurden für die Teilnahme an der PET-Untersuchung ausgewählt. Die hochsuggestiblen Versuchspersonen wiesen einen Mittelwert auf der HGSHS-Skala > 7.0 auf. Ihr durchschnittliches Alter betrug 25.4 Jahre (± 3.1), und keiner wies eine neurologische oder psychiatrische Erkrankung auf. Die Versuchspersonen wurden gemäß den Richtlinien der Erklärung von Helsinki informiert; und alle

gaben ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an dieser Studie.

Bei allen Teilnehmern wurde das Gehirn zuvor kernspintomographisch untersucht (1.5 T), wobei man keine pathologischen strukturellen Auffälligkeiten entdeckte.

Positronen-Emissions-Tomographie (PET)

Die PET erlaubt die absolute Quantifizierung des regionalen cerebralen Blutflusses, rCBF (Frackowiak et al., 1980; Herzog et al., 1996). Der rCBF-Wert wurde bestimmt, indem der Positronen-emittierende Tracer O-15-H₂O intravenös appliziert und dann die Verteilung über zwei Minuten im Gehirn gemessen wurde.

O-15-H₂O wurde mit Hilfe des energiearmen Deuteronen-Beschleunigers Cyclone 3 (Ion Beam Application, Inc., Louvain-la-Neuve, Belgien) erzeugt. Cyclone 3 ist ein kompakter Zyklotron, der zur Erzeugung von Sauerstoff-15 (15O) für PET-Applikationen positiv geladene Deuteronen bis auf 3.8 MeV beschleunigt. Dieses Gas wurde unter Einsatz von Wasserstoff auf dem Palladium-Katalysator in Wasserdampf umgewandelt. Unter Einsatz von Dialyse-Techniken wurde der Wasserdampf dann mit steriler Kochsalzlösung in einem Wassermodule gemischt (Clark et al., 1987). Die Halbwertszeit von Sauerstoff-15 liegt bei 123 Sekunden.

Die Hirndurchblutungsmessungen wurden mit einem GE Advance PET Scanner (General Motors Medical Systems, Milwaukee; Wisconsin, US) durchgeführt. Der Scanner besitzt 18 Detektor-Ringe mit 672 Kristallringen (6 x 6 Blöcken) und liefert 35 Querschnitte durch das Gehirn im Abstand von 4.25 mm (center to center/axial sampling interval), die 152 mm axial (axiales Gesichtsfeld) mit einer Blendenöffnung von 550 mm erfasst werden. Die genauen technischen Details dieser PET-Kamera wurden von Lewellen et al. (1996) beschrieben. Um 15 transverse Schichtbilder im Abstand von 6.5 mm, 27 mm oberhalb der Cantomeatallinie akquirieren zu können, wurde der Kopf des Probanden mit einem Laser-Positionierungssystem auf der Cantomeatallinie markiert. Zum Bildaufbau verwendete man einen gefilterten Rück-Projektions-Algorithmus (back-projection algorithm) auf einer 128 x 128 Matrix. Die räumliche Auflösung ("full-width half-maximum") betrug 8 mm.

Während der Präsentation jeder kognitiven Stimulationsaufgabe wurde der rCBF gemessen, indem man die Verteilung der Radioaktivität im Gehirn nach einer intravenösen Injektion von 300 MBq Wasserstoff-15 (10 ml in 10-15 s), verabreicht durch eine Unterarm-Kanüle, aufzeichnete.

In einer zweistündigen Sitzung wurden insgesamt acht Aufgaben durchgeführt. Der Mindestabstand zwischen den Wasserstoff-15-Injektionen betrug 10 min. Bei jedem der acht Scans wurden die kognitiven Stimulationsparameter jeweils 15 s vor Injektion des radioaktiven Tracers Wasserstoff-15 präsentiert. Emissionsdaten wurden im dreidimensionalen Modus für 90 s gewonnen und einem statischen Rahmen zugeordnet (Holm et al., 1995).

Experimenteller Versuchsaufbau: Visuelles Wortpaarlernen

Es wurde eine verbale Gedächtnisaufgabe verwendet. Den Versuchspersonen wurde in der Lernphase (Enkodierung) auf einem Bildschirm eine Liste von 12 semantisch nicht verknüpften Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit präsentiert (Beispiele: Affe - Kerze, Sonne - Vogel), die sie lernen (Enkodierungsphase) und später wieder abrufen sollten (Abrufphase). Es wurden ausschließlich zweisilbige Worte verwendet. Die Wortpaare standen in keinem direkten semantischen Zusammenhang, waren also logisch unverbunden und deshalb schwierig zu assoziieren. Es handelte sich somit um sog. schwierige Wortpaarassoziationen ("hard word associations") nach dem Wechsler-Gedächtnistest (Untertest VII).

Wir verwendeten ein "Within-Subject-Design", was bedeutet, dass jede Versuchsperson unter zwei Bedingungen getestet wurde, a) in Trance und b) im Wachzustand.

Die Stimuli wurden auf einem 21-Zoll-Computerbildschirm dargeboten. Der Monitor befand sich in 70 cm Abstand von den Augen der Testpersonen (Schriftart: Times New Roman, Größe: 72). Die Probanden erhielten die Instruktion, die Worte zu lesen (Dauer der Präsentation: 4 s, Pause: 1 s) und sich die Wortpaarassoziationen einzuprägen. Beide Worte erschienen zentriert in schwarzen Buchstaben auf weißem Hintergrund. Zur Vermeidung von Lateralisierungseffekten wurde das zweite Wort immer unterhalb des ersten präsentiert. Zwischen den Scans der Enkodierungs- und der Abrufphase wurden in einer Übung die jeweils gleichen Wortpaarassoziationen den Versuchspersonen in randomisierter Reihenfolge visuell präsentiert. Die Übungsphase diente dazu, sicherzustellen, dass alle Probanden mindestens 80% der Wortpaarassoziationen korrekt wiedergeben konnten. In der Abrufphase wurde den Versuchspersonen jeweils das erste Wort gezeigt. Dieser Teil der Untersuchung befasste sich somit mit den Hirnmechanismen der Lern- bzw. Enkodierungsphase. In der gleichen PET-Untersuchung haben wir jedoch auch die Mechanismen der Abrufphase analysiert. Hierzu fand eine erneute PET-Untersuchung statt, in der jeweils das erste Item der Wortpaare präsentiert wurde. Die Probanden sollten dann das fehlende Wort aus dem Gedächtnis reproduzieren (Abrufphase).

Während der Referenzbedingungen wurden den Probanden 12 Nicht-Wort-Paare präsentiert, die sie lesen sollten (Kontrollbedingung: Enkodierungsphase). Die zweisilbigen Pseudowörter wurden so gewählt, dass sie der Lautsprache des Deutschen entsprachen, jedoch keinen Sinngehalt aufwiesen, Beispiele: Huka-Balok, Mafe-Bedu, Pire-Zulag). In einer zweiten Referenzbedingung wurden den Versuchspersonen 12 einzelne Pseudo-Wörter (s.o.) präsentiert (Kontrollbedingung: Abrufphase). Die bedeutungslosen Wörter waren ebenfalls zweisilbig und nach den phonetischen Regeln der deutschen Sprache gebildet. Die Probanden sollten die Pseudo-Wörter lesen, ohne sie sich einzuprägen.

Datenanalyse

Die Daten wurden zunächst in das ANALYZE-Format transformiert unter Verwendung eines Konvertierungsprogramms. Die Auswertung der PET-Daten wurde auf einer SPARC 20-Workstation unter MatLab (Version 4.2.c) mit der Statistischen Parametrischen Mapping (SPM 96)-Software durchgeführt (The Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK).

Jeder rekonstruierte PET-Scan wurde der Kommissurenlinie entlang in einen stereotaktischen Raum entsprechend dem Talairach-Tournoux-Atlas (Talairach & Tournoux, 1988) angeordnet. Es wurden räumliche Transformationen durchgeführt, um die durch individuelle Unterschiede der Geometrie des Gehirns bedingte Inter-Subjekt-Variabilität auszugleichen und damit Analysen über Probandenpopulationen zu erlauben, die das individuelle Hirn in einen standardisierten anatomischen Raum überführen. Dieses Prozedere ermöglicht die Durchführung von Gruppenanalysen und die Ausgabe standardisierter räumlicher Koordinaten, was somit einer räumlichen Normalisierung entspricht. Die Transformationen der PET-Daten wurden mittels hoch aufgelöster anatomischer MRT-Aufnahmen durchgeführt. Eine Glättung der Bilddaten erfolgte, um Inter-Subjekt-Unterschiede zu kompensieren und das Signal/Rausch-Verhältnis zu erhöhen. Unterschiede im mittleren globalen Fluss wurden mittels einer Kovarianzanalyse (ANCOVA) auf einer Voxel-für-Voxel-Basis korrigiert, wobei die globale Zählrate als Kovariante der regionalen Blutflusswerte über alle Probanden für jeden Datensatz eingesetzt wurde. Die ANCOVA berechnet für jede Aktivierungsbedingung und für jeden Voxel im stereotaktischen Raum einen adjustierten mittleren regionalen cerebralen Blutflusswert (normalisiert auf einen mittleren cerebralen Blutfluss von 50 ml/ 100 g/ min) und einer adjustierten Varianz. Die ANCOVA beinhaltet t-Tests zwischen den Scans verschiedener Bedingungen und somit einen direkten Mittelwertsvergleich. Die statistischen Parameter wurden dann in einem Bild zusammengeführt, der SPM (Friston et al., 1995a).

Signifikant aktivierte Voxel wurden mit dem Allgemeinen Linearen Modell bestimmt (The Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK). Es wurde eine Design-Matrix definiert, welche Kontraste für signifikante Aktivierungen beinhaltete zwischen den Lernbedingungen (Wachzustand vs Hypnose) und der Referenzbedingung I (Präsentation von Pseudo-Wort-Paaren) bzw. der Abfrage und der Referenzbedingung II (einzelne Pseudo-Wörter). Voxel wurden als signifikant betrachtet, wenn sie ein Signifikanzniveau von $Z = 3.72$ ($P < 0.0001$) überschritten und einer Mindestclustergröße von 33 aktivierten Voxeln angehörten ($P < 0.05$, korrigiert für multiple Vergleiche) (Friston et al., 1994).

Die Ergebnisse wurden analysiert, indem einerseits ein Vergleich mit der Referenz-Aufgabe gezogen, andererseits die Trancebedingung von der Wachbedingung subtrahiert wurde und vice versa. Letzteres Verfahren wird als kognitive Subtraktionsmethode bezeichnet.

Ergebnisse

In der Enkodierungsphase waren in beiden Versuchsbedingungen (Hypnose und Wachzustand) bilaterale Aktivierungen im präfrontalen Cortex (Brodmann Areale 9/45/46) und im anterioren cingulären Cortex nachweisbar. Unter Hypnose zeigten sich die Unterschiede in einer zusätzlichen occipitalen und verstärkten präfrontalen Aktivierung. In der Abrufphase (Wachzustand) zeigten sich bilaterale präfrontale und anteriore cinguläre Aktivierungen sowie Aktivierungen im medialen parietalen Cortex (Brodmann Areal 7, Präcuneus) und im Cerebellum. Beim Abruf der Inhalte, die zuvor unter Hypnose erlernt wurden, waren stärkere Ausprägungen der Aktivierungen im präfrontalen Cortex und Cerebellum, sowie zusätzliche Aktivierungen im Sehzentrum nachweisbar (s. Abb. 1, Tab. 1 und 2).

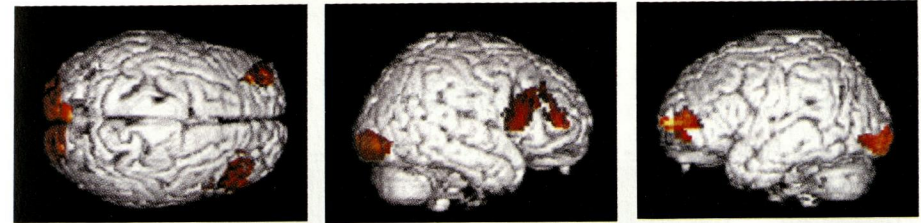
Tab. 1: Enkodieren der Wortpaare mit hoher Bildhaftigkeit MINUS Referenz. Koordinaten (x, y, z) nach dem Atlas von Talarach & Tournoux (1988), die Regionen sind nach Brodmann (BA) benannt.

x	y	z	Z	BA	Region
Hypnose					
-36	-56	18	8.09	19	Occipitaler Cortex, links
15	74	4	7.73	18	Occipitaler Cortex, rechts
36	42	36	7.46	10	Präfrontaler Cortex, rechts
-26	54	12	6.90	10	Präfrontaler Cortex, links
63	-21	38	4.36	46	Lateraler frontaler Cortex, links
-6	14	39	3.95	32	anteriores Cingulum, links
Wachzustand					
10	-96	4	5.13	17/18	Occipitaler Cortex, links u. rechts
18	52	-4	4.08	10/11	Präfrontaler Cortex, rechts
-21	48	0	3.71	10	Präfrontaler Cortex, links
-12	24	21	4.39	32	anteriores Cingulum, links

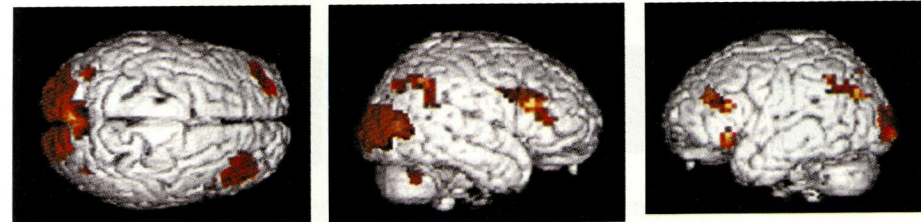
Tab. 2: Abruf der Wortpaare mit hoher Bildhaftigkeit MINUS Referenz. Koordinaten (x,y,z) nach dem Atlas von Talarach & Tournoux (1988), die Regionen sind nach Brodmann (BA) benannt.

x	y	z	Z	BA	Region
Hypnose					
-12	-71	0	8.72	18	Occipitaler Cortex, links
43	-84	8	8.34	19	Occipitaler Cortex, rechts
-20	48	0	8.92	10	Präfrontaler Cortex, rechts
-14	57	12	6.68	10/11	Präfrontaler Cortex, links
9	-68	40	6.95	7	Präcuneus, rechts
-12	-69	42	6.23	7	Präcuneus, links
2	-53	-8	5.50		Cerebellum, rechts
-20	30	16	4.97	29	anteriores Cingulum, links
Wachzustand					
0	-79	44	5.19	7	Präcuneus, bilateral
36	48	33	5.94	9	Präfrontaler Cortex, rechts
36	46	32	4.37	9	Präfrontaler Cortex, links
-2	-44	19	4.13	29	anteriores Cingulum, links
2	-53	-8	4.03		Cerebellum, rechts

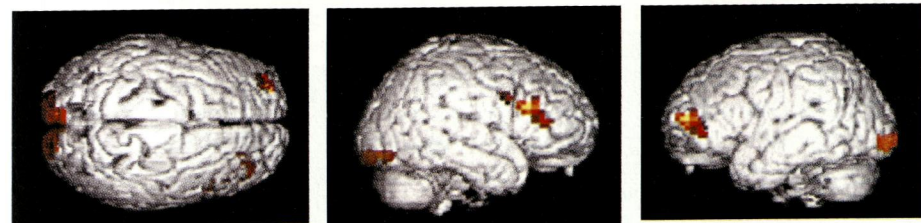
Hypnose: Enkodieren



Hypnose: Abruf



Wachzustand: Enkodieren



Wachzustand: Abruf

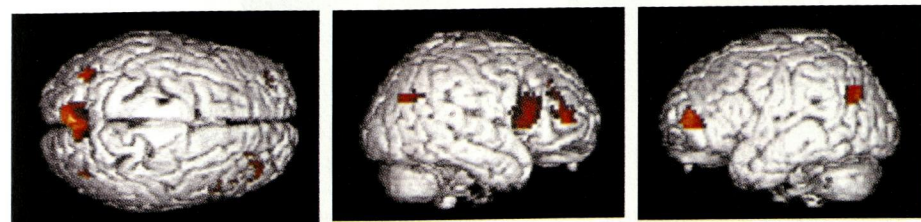


Abb. 1: PET Aktivierungen beim Abruf von Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit nach vorherigem Lernerwerb unter Trance (oben) im Vergleich zum Wachzustand (unten).

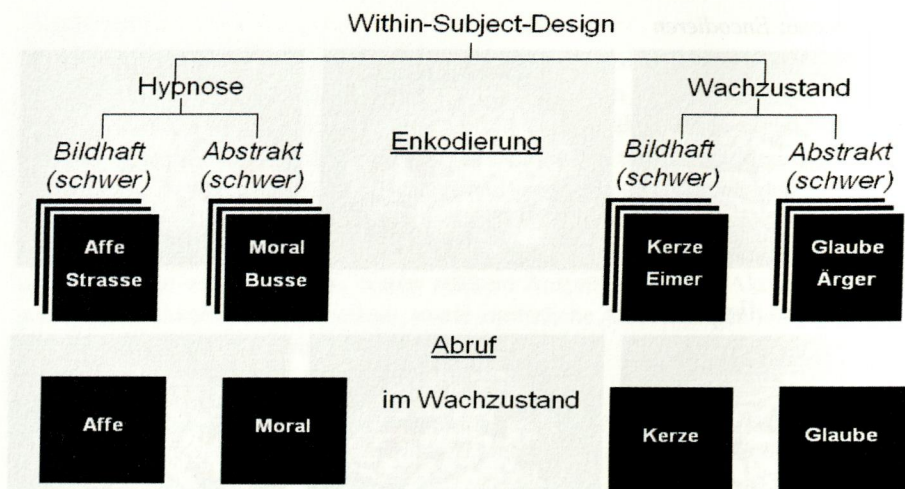


Abb. 2: Versuchsaufbau: visuelles Wortpaarassoziationslernen

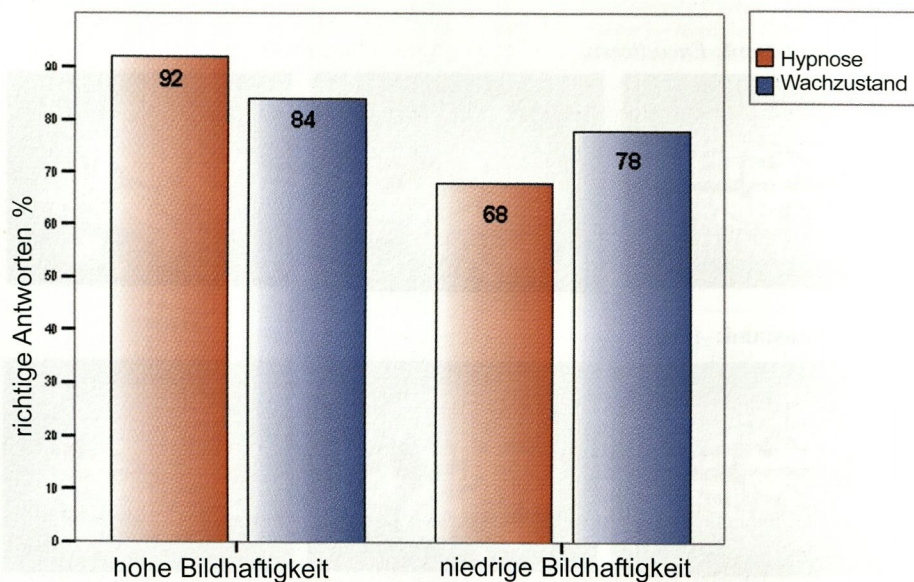


Abb. 3: Korrekte Antworten (in %) beim Abruf von Wortpaaren mit hoher im Vergleich zu niedriger Bildhaftigkeit. Das Erlernen von Wortpaaren erfolgte in hypnotischer Trance oder im Wachzustand

Eine nach der Studie erfolgte Befragung der Probanden nach der Lernstrategie ergab, dass unter Hypnose alle Versuchspersonen die Wortpaare in Form von Bildern gelernt hatten.

Auf behavioraler Ebene wurde die Lernleistung hoch bildhafter im Vergleich zu abstrakten Wortpaaren untersucht, der Versuchsaufbau ist in Abb. 2 dargestellt.

Es konnte gezeigt werden, dass sich unter Hypnose der Abruf von abstrakten Wortpaaren (Moral - Busse) verschlechterte, wobei sich die Reproduktionsleistung bei Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit (Affe - Kerze) hingegen verbesserte (Halsband, 2001) (s. Abb. 3).

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse sprechen für eine vermehrte Einbindung occipitaler und präfrontaler Strukturen in Trance beim Erlernen und Abruf hochbildhafter Wortpaare.

Versuch 2: Auditives Wortpaarassoziationslernen

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit die in der visuellen Darbietung nachgewiesene verbesserte Behaltensleistung in Trance von hochbildhaften Wortpaaren modalitäts-spezifisch ist oder als ein modalitätsübergreifendes Phänomen zu betrachten ist. Zur Klärung dieser Fragestellung wurde in einer neuen Versuchsreihe untersucht, welche Effekte bei einer auditiven Präsentation der Wortpaare nachweisbar sind. Wie in der o. g. Versuchsbedingung beschrieben, wurden die Versuchspersonen im Wachzustand und unter hypnotischer Trance untersucht. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass die o.g. Befunde auf andere Modalitäten übertragbar sind, und dass eine verbesserte Lernleistung bildhafter Wortpaarassoziationen unter Hypnose auch in der auditiven Modalität nachweisbar ist.

Methoden

Vorversuch

Stichprobe Vortest

Die Stichprobe für den Vortest umfasste 34 rechtshändige studentische Versuchspersonen mit Deutsch als Muttersprache (Alter 24 Jahre, SD 6.2). Bei keinem der Probanden lag eine psychische Störung oder neurologische Erkrankung vor. Alle Probanden waren gegenüber der Hypnose sehr aufgeschlossen; es handelte sich somit um eine motivierte Versuchspersonengruppe. Die Probanden wurden anhand einer modifizierten Version der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSMS Form A) auf hohe vs. niedrige Suggestibilität hin untersucht. Die Trancetiefe wurde anhand einer 7-stufigen Ratingskala aus der HGSMS Form A erfasst.

Als hochsuggestibel wurden Versuchspersonen mit einem Mittelwert auf der HG-SHS-Skala > 7.0 , als Niedrigsuggestible jene mit einem Skalenmittelwert < 4.0 klassifiziert.

Im zweiten Teil des Vortests wurden den Probanden je vier Wortpaarlisten mit jeweils 18 Wortpaaren mit hoher und niedriger Bildhaftigkeit auditiv im Wachzustand präsentiert, um die Behaltensleistung im Wachzustand als Baseline zu erfassen. Die Wortpaarbedingungen waren unterteilt in: 1. eine leichte bildhafte, 2. eine schwere bildhafte, 3. eine leichte abstrakte sowie 4. eine schwere abstrakte Wortpaarbedingung. In der leichten bildhaften Bedingung (Beispiele: Wasser - Tropfen, Kerze - Flamme) waren die Items jedes Wortpaares logisch-semantic miteinander assoziiert; hingegen wiesen in der schweren bildhaften Bedingung (Beispiele: Blume - Tasche, Asche - Vorhang) die Wortpaare keinen direkten Bezug zueinander auf. Auch die abstrakte Wortpaarbedingung wurde in zwei Schwierigkeitsstufen unterteilt: eine leichte abstrakte Bedingung (Beispiele: Problem - Lösung, Freude - Lächeln) sowie eine schwere abstrakte Bedingung (Beispiele: Friede - Adel, Idee - Sitte), die nach denselben Assoziationsregeln wie die Wortpaare der bildhaften Bedingung gebildet worden waren.

In der Abrufphase sollten die Probanden nach einmaliger auditiver Präsentation jeweils das zweite Wort ergänzen, nachdem das jeweils erste Item vorgegeben worden war. Der Cut-off-Wert für die Teilnahme am Versuch lag bei 80% richtig erlernter Wortpaare.

Hauptversuch

Versuchspersonen

Für den Hauptversuch wurden aufgrund der Ergebnisse des Vorversuches (Suggestibilitätsscore, Gedächtnisleistung) 22 Versuchspersonen, 11 Hochsuggestible, HGSHS-Wert > 7.0 und 11 Niedrigsuggestible, HGSHS-Wert < 4.0 , ausgewählt. Das durchschnittliche Alter der Versuchspersonen betrug 25.5 Jahre (SD 6.8).

Versuchsaufbau

Die Versuchspersonen wurden in 90-minütigen Einzelsitzungen getestet. Der Versuchsablauf setzte sich aus sechs Teilabschnitten zusammen: 1) Fokussierung und Tranceeinleitung, 2) Stufeninduktion, 3) metaphorische Geschichte, 4) Vorbereitung auf den Lernversuch, 5) Vorlesen der Wortpaare, 6) Ausleitung der Trance, Rückkehr in den Wachzustand.

Die Tranceeinleitung erfolgte nach einer modifizierten Induktion von Revenstorf (persönliche Kommunikation). Ausgangspunkt für die Tranceeinleitung war eine Bündelung der Aufmerksamkeit mittels direkter Induktion durch Fixation auf einen Gegenstand am Fußboden bzw. am Körper des Probanden. Des Weiteren wurden Ruhe- und Entspannungssuggestionen gegeben. Im nächsten Induktionsschritt wurde

eine Stufen-Induktion durchgeführt, welche die Versuchspersonen in jeweils zehn Schritten tiefer in die Trance führen sollte. In einer der Induktionen stiegen sie z.B. in zehn Schritten mit einem Ballon in die Höhe, in einer anderen gingen sie zehn Stufen eine Treppe hinunter, eine weitere Induktion thematisierte wiederum in zehn Abschnitten eine Bootsfahrt über einen See bzw. die Probanden tauchten in der Vorstellung in zehn-Meter-Schritten in der Südsee in die Tiefe. Den einzelnen Themen zugeordnet erhielten die vier Induktionen ihre jeweilige Benennung: 1. Ballon-Induktion, 2. Stufen-Induktion, 3. Boots-Induktion, 4. Tiefsee-Induktion (s. Abb. 4). Die Stufen-Induktionen erfolgten in randomisierter Reihenfolge. Um eine Trance-Vertiefung zu erreichen, wurde im Anschluss eine kurze allegorische, bildhaft gut umsetzbare Geschichte vorgelesen. Dabei handelte es sich um

- die Weisheit des Meisters (aus Peseschkian, 2003. Der Kaufmann und der Papagei.)
- die Löwengeschichte (Trenkle, 2002. Die Löwengeschichte.)
- die Geschichte vom Adler, der sich für ein Huhn hielt (übernommen von Revenstorf, persönliche Kommunikation)
- die Traktor-Geschichte (Peseschkian, s. o.).

Die Auswahl der Geschichten erfolgte ebenfalls in randomisierter Reihenfolge. Somit wurde gewährleistet, dass keine der einzelnen Lernversuchsbedingungen einem Artefact unterlag, indem eine spezifische Tranceinduktionkombination (z.B: Treppe - Adler) eine bessere Trancevoraussetzung ergab als eine Alternativkombination.

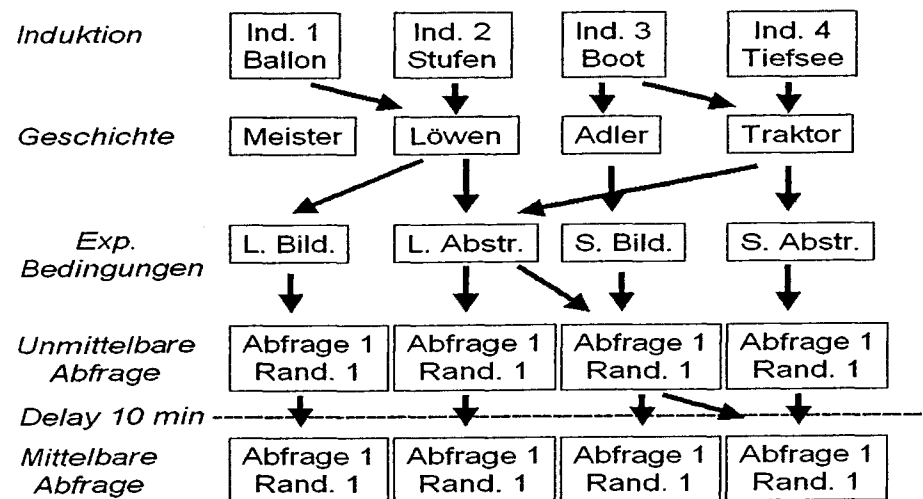


Abb. 4: Übersichtsschema des Versuchsaufbaus auditiv präsentierter Wortpaarassoziationen

Im Anschluss an die Geschichten folgte eine standardisierte Vorbereitung auf den darauf folgenden Lerndurchgang. Es wurde den Probanden suggeriert, dass es ihnen leicht fallen werde, im jetzigen entspannten Zustand die nun folgende Wortpaarliste zu erlernen. In randomisierter Reihenfolge wurde eine der 18-Item-Wortpaarlisten (leicht bildhaft, schwer bildhaft, leicht abstrakt, schwer abstrakt) langsam und betont vorgelesen. Danach erfolgte mittels einer standardisierten Ausleitung (Revenstorff, persönliche Kommunikation) die Rückführung aus der hypnotischen Situation und die erste Abfrage im Wachzustand. Im Anschluss daran füllten die Probanden zehn Minuten lang einen Fragebogen aus, dann erfolgte die zweite, mittelbare Abfrage derselben Wortpaare (s. Abb. 4).

Wortpaarlisten

Den Probanden wurden jeweils 18 hochbildhafte sowie 18 abstrakte Wortpaare vorgelesen. Die Bedingungen waren in sich nochmals unterteilt in eine leichte bildhafte Wortpaarbedingung, bei der sich die Worte sachlich - logisch aufeinander beziehen (z. B. Himmel - Wolke, Hafer - Pony) und eine schwere bildhafte Wortpaarliste, in der beide Begriffe hochbildhaft, jedoch ohne Bezug zueinander sind (z. B. Apfel - Löwe, Sichel - Tanne). Die abstrakte Wortpaarbedingung war analog in eine leichte abstrakte Bedingung (z. B. Lehre - Bildung, Frage - Antwort) sowie eine schwere abstrakte Bedingung (z. B. Eignung - Geruch, Erfolg - Buße) unterteilt.

Somit gab es vier Versuchsbedingungen, in denen die Versuchspersonen jeweils einmal eine der Wortpaarlisten in Hypnose hörten und sie anschließend im Wachzustand unmittelbar wiedergeben sollten. Dazu wurde ihnen in der Abrufphase in randomisierter Reihenfolge jeweils das erste Wort des Wortpaares vorgegeben, das sie mit dem richtigen Item ergänzen sollten. Die richtigen und falschen Antworten wurden auf einer Abfrageliste markiert.

Anschließend füllten die Versuchspersonen einen Fragebogen zur zuvor gehörten Induktion aus (Trancetiefe, Geschichte), um einen zehnminütigen Delay zu erreichen. Dann wurden wiederum die ersten Items der zuvor gelernten Wortpaarlisten, nochmals randomisiert, wie zum ersten Abfragezeitpunkt vorgegeben, und von den Probanden mit dem zweiten Wort ergänzt. Die richtigen und falschen Antworten wurden wie zuvor auf einer Liste vermerkt. Dieses Vorgehen wurde über alle vier Wortpaarbedingungen hin gleich gehalten. Die Bedingungen sowie die Induktionen und die Geschichten innerhalb der Induktion wurden bei jeder Versuchsperson neu randomisiert dargeboten.

Die Trancebedingung und die Kontrollbedingung (Wachzustand) fanden an zwei aufeinander folgenden Tagen statt. In der Kontrollbedingung beschäftigte sich der Experimentator für genau die gleiche Zeitspanne mit den Probanden wie in der Trancebedingung. Statt den Stufen-Tranceinduktionen wurden den Versuchspersonen jedoch einfache arithmetische Rechenaufgaben vorgelesen (z. B. $8+5=13$). Im An-

schluss hieran wurde ein kurzer Reisebericht zitiert. Die Randomisierung und Abfrage der Lernversuche erfolgte wie im Trancezustand (bildhaft leicht/schwer, abstrakt leicht/schwer). 50% der Versuchspersonen nahmen zuerst an der Kontrollbedingung und danach am Lernversuch in Trance teil, bei den anderen Probanden war die Reihenfolge umgekehrt.

Ergebnisse

Es wurde eine ANOVA für Wiederholungsmessungen (repeated measurement design) durchgeführt.

Unmittelbares Reproduzieren

Bildhafte Wortpaare

Die Ergebnisse zeigen, dass hochsuggestible Probanden in Trance die Wortpaare in der schweren bildhaften Bedingung besser lernten als die Niedrigsuggestiblen ($p<0.05$). Des Weiteren zeigten die Hochsuggestiblen in dieser Versuchsbedingung bessere Lernleistungen als im Wachzustand ($p<0.05$). Somit lag die Lerneffektivität der Hochsuggestiblen unter Hypnose bei der Reproduktion der schwer bildhaften Wortpaare bei durchschnittlich 96%, im Wachzustand erzielten dieselben Probanden ein durchschnittliches Lernergebnis von 90%. Hingegen war in dieser Versuchsanordnung für die niedrigsuggestiblen Probanden kein signifikanter Unterschied in der Reproduktionsleistung nachweisbar (s. Abb. 5A).

Im Gegensatz dazu waren in der leichten bildhaften Lernbedingung in Trance keine signifikanten Unterschiede zwischen den Hoch- und den Niedrigsuggestiblen nachweisbar. Dies könnte u. U. auf einen Deckeneffekt zurückzuführen sein, da beide Versuchsgruppen in dieser leichtesten Lernbedingung mühelos den 90%-Performanz-Level überschritten. Interessanterweise zeigten jedoch im Wachzustand die Hochsuggestiblen bessere Leistungen beim Erlernen der leichten bildhaften Wortpaare als die niedrigsuggestiblen Probanden ($p<0.01$).

Im Wachzustand ergab sich in der schwer bildhaften Versuchsanordnung zwischen den hoch- und niedrigsuggestiblen Probanden ebenfalls ein signifikanter Unterschied ($p<0.05$), der jedoch weniger schwer ausgeprägt war als in der leicht bildhaften Bedingung.

Die Ergebnisse sind im Einklang mit einer mündlichen Befragung der Versuchspersonen, wonach die Hochsuggestiblen vermehrt dazu tendierten, die optimale Lernstrategie zu verwenden, d.h. die jeweiligen Wortpaare in ein einziges mentales Bild zu transferieren (Beispiel: ein Affe, der eine Banane isst). Diese Strategie war besonders effektiv in der leicht bildhaften Bedingung anzuwenden.

Abstrakte Wortpaarassoziationen:

In allen Versuchsbedingungen wurden die leicht abstrakten Wortpaarassoziationen signifikant besser reproduziert als die schwer abstrakten Wortpaarassoziationen ($p<0.01$).



Abb. 5 A: Unmittelbarer Abruf auditiv präsentierter Wortpaarassoziationen (leichte und schwere bildhafte Wortpaarbedingungen), im Wachzustand und unter Hypnose. In der oberen Zeile dargestellt ist die Lernleistung der bildhaften Wortpaare, in der unteren Zeile die Reproduktionsleistung der abstrakten Wortpaare.

Auffallend war, dass unter Hypnose die schwer abstrakten Wortpaare signifikant schlechter erlernt wurden als im Wachzustand. Die schlechtesten Lernleistungen zeigten die hochsuggestiblen Probanden in der Versuchsbedingung schwer abstrakt / Lernen unter Hypnose. Hier lag die durchschnittliche Reproduktion nur bei 9%. Hingegen waren dieselben Probanden in der Lage, schwer abstrakte Wortpaare, die sie im Wachzustand erlernten, mit 35% korrekt wiederzugeben.

Als sehr interessantes Ergebnis dieser Verhaltensstudie ist festzustellen, dass sich für die unter Hypnose erlernten Wortpaare ein gravierender Nachteil für die hochsuggestiblen Probanden hinsichtlich der Wiedergabeleistung abstrakter Wortpaare ergab. Bei den schwer bildhaften Wortpaarassoziationen hingegen wirkte sich das Lernen unter Hypnose positiv auf die Wiedergabeleistung aus. Die hoch- und niedrigsuggestiblen Probanden unterschieden sich nicht in ihrer Lernleistung abstrakter Wortpaare, wenn diese zuvor im Wachzustand erlernt wurden.

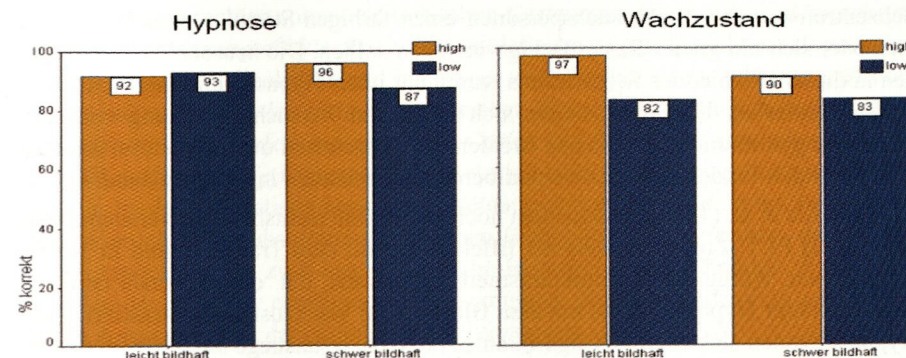


Abb. 5B: Mittelbares Reproduzieren der bildhaften Wortpaarassoziationen nach einer zehnmütigen Verzögerung.

Mittelbares Reproduzieren

Bildhafte und abstrakte Wortpaare

In keiner der Versuchsbedingungen war nach einer 10-minütigen Verzögerung ein signifikanter Verlust in der Lernleistung nachweisbar. Weder in der bildhaften noch in der abstrakten Versuchsbedingung war ein Lernverlust beim mittelbaren Reproduzieren nachweisbar. Abb. 5B zeigt die Ergebnisse in der bildhaften Versuchsbedingung; die Lernleistung konnte jedoch auch in der abstrakten Bedingung aufrechterhalten bleiben. Die Lerneffekte in den entsprechenden Versuchsbedingungen konnten somit ohne jegliche Einschränkung über die 10-minütige Unterbrechung hinweg beibehalten bleiben.

Schlussfolgerung

Hochsuggestible Probanden können hochbildhafte Wortpaarassoziationen besser lernen als Niedrigsuggestible. Den größten Lernvorteil erzielten sie in Trance, sowohl in der visuellen als auch in der auditiven Versuchsbedingung. Die Hochsuggestiblen waren auch im Wachzustand den Niedrigsuggestiblen im Erlernen der bildhaften Wortpaare überlegen.

Diskussion

1. PET-Studie

Ein interessanter Befund unserer PET-Untersuchung ist der, dass unter Hypnose sowohl in der Lern- als auch in der Abrufphase vermehrte Aktivierungen im Occipitalbereich (Sehzentrum) nachweisbar sind. Diese Ergebnisse sind im Einklang mit der Studie von Kosslyn et al. (2000; vgl. Spiegel & Kosslyn, in diesem Heft). Die Autoren berichteten in Hypnose über zusätzliche Aktivierungen im linken Fusiform des

Sehzentrums, wenn die Versuchspersonen einen farbigen Stimulus präsentiert bekamen oder sich ein graues Raster farbig vorstellen sollten. Die neuronalen Aktivierungen in diesem Gebiet des Sehzentrums waren nur unter Hypnose und nicht im Wachzustand eruierbar. Hingegen zeigten sich in unserer Versuchsanordnung verstärkte Aktivierungen in unterschiedlichen Arealen des Sehzentrums unter Hypnose, leichtere Aktivierungen fanden sich im Occipitalbereich jedoch auch im Wachzustand.

Rainville et al. (1999) untersuchten hochsuggestible rechtshändige Versuchspersonen mittels PET. Zum Nachweis der Effekte, die mit dem Trancezustand in Verbindung stehen, wurde die Subtraktionsmethode genutzt, d.h. der regionale cerebrale Blutfluss unter Hypnose wurde mit dem Blutfluss im Wachzustand kontrastiert. Unter Hypnose fanden sich ebenfalls signifikante Aktivierungsanstiege beidseits im Occipital-Lappen; diese Ergebnisse unterstützen somit die Annahme, dass die erhöhten Aktivierungen im Sehzentrum unter Hypnose als Korrelat der vermehrten Einbeziehung visueller Vorstellungen zu interpretieren sind. Spiegel und Kosslyn (2004, in diesem Heft) postulierten, dass die urteilende und wertende Funktion des Frontalhirns auf das Occipitalhirn auf die im Wachzustand vermittelten Umwelteindrücke in hypnotischer Trance in umgekehrter Sequenz erfolgen: In der Trance setzen sich verbale Instruktionen leichter in innere Bilder um und rufen somit eine veränderte Realitätswahrnehmung hervor. Die Ergebnisse sind relevant für ein besseres Verständnis der Konstruktion von Wirklichkeit unter Hypnose (Peter, 2001). Neurobiologisch ist bei der Wahrnehmung und der Imagination von visuellem Material ein Anstieg in der lokalen Hirndurchblutung in jenen Arealen nachweisbar, die an der visuellen Verarbeitung beteiligt sind (z.B. Roland & Friberg, 1985). Peter (2001) argumentiert, dass ein Zusammenspiel der Plastizität unserer Wirklichkeitskonstruktion und der neuronalen Äquivalenz der tatsächlich wahrgenommenen bis hin zur halluzinativ imaginierten Wirklichkeit die essentielle Grundlage dafür bildet, dass eine hypnotherapeutische Intervention erfolgreich ist. Je genauer der Therapeut nach den primären Sinnesmodalitäten (visuell, akustisch, kinästhetisch, olfaktorisch oder gustatorisch) frage und je modalitätsübergreifender der Zugang gewählt werde, umso "wirklicher" wird der entsprechende hypnotisch-suggestierte Sinneseindruck des Klienten konstruiert werden.

In einer neueren Studie von Rainville et al. (2002) sollten die Probanden unmittelbar nach dem PET-Scannen ihre mentale Relaxation und Absorption jeweils als Index für eine erfolgreiche hypnotische Trance bewerten. Unter Hypnose gaben alle Versuchspersonen einen erhöhten Grad an Relaxation und Absorption an. Als Nächstes wurde versucht, eine Korrelation zwischen den Hirnaktivierungen und den subjektiv empfundenen Relaxations- und Absorptionseffekten aufzustellen. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: 1) Relaxationsbezogene Aktivierungseffekte: Positive Korrelationen zeigten sich bilateral frontal und rechts occipital im oberen occipitalen Gyrus. Im Gegensatz hierzu ergaben sich negative Korrelationen im rechten posterioren Parietal-Lappen, bilateral in den mittleren und inferioren tempo-

ralen, sowie im rechten somato-sensorischen Cortex und der Insula. 2) Absorptionsbezogene Aktivierungseffekte: Positive Korrelationen waren im rechten inferioren parietalen Cortex, im Thalamus und anterioren cingulären Cortex, bilateral präfrontal und im linken Nucleus lentiformis nachweisbar. Hingegen zeigten sich negative Korrelationen im linken inferioren parietalen Cortex und Präcuneus, sowie beidseitig im occipitalen Cortex. Die interessante Dichotomie einer beidseitigen occipitalen Aktivierung in der relaxations-bezogenen Versuchsanordnung und einer beidseitigen Deaktivierung in der absorptions-bezogenen Bedingung lässt vermuten, dass es sich hierbei tatsächlich um zwei unterschiedliche Hirnmechanismen handelt. Es ist somit der Grad der subjektiv empfundenen Entspannung, der entscheidend zu sein scheint für die Ausprägtheit der occipitalen Aktivierungen.

In unserer PET-Studie wurden nur hochsuggestible Probanden untersucht, die bereits vor dem Versuch über positive Tranceerfahrungen verfügten. Anhand einer mündlichen Befragung berichteten alle Versuchspersonen, die Trance als sehr entspannend empfunden zu haben, was somit auf einen ausgeprägten mentalen Relaxationsgrad schließen lässt.

Als ein weiteres interessantes Ergebnis unserer PET-Studie sind die verstärkten präfrontalen Aktivierungen unter Hypnose zu nennen, die sowohl in der Lern- als auch in der Abrufphase nachweisbar sind.

In den letzten Jahren haben wir in einer Reihe von Untersuchungen die bildgebenden Verfahren der PET und der fMRT eingesetzt mit dem Ziel, die bei der Enkodierung und dem Abruf von Wortpaarassoziationen involvierten neuronalen Mechanismen im Wachzustand zu differenzieren. Es konnte eine Beteiligung des bilateralen präfrontalen Cortex (mit stärkerer linksseitiger Aktivierung) und des anterioren cingulären Cortex während der Enkodierung episodischen Materials nachgewiesen werden. Beim Abruf der Inhalte zeigte sich eine bilaterale präfrontale Aktivierung (mit stärkerer rechtsseitiger Ausprägung), eine bilaterale Aktivierung im anterioren cingulären Cortex, sowie zusätzlich eine Aktivierung im medialen parietalen Cortex (Präcuneus) (z.B. Halsband et al., 1998, 2002; Krause et al., 1999a,b; Mottaghy et al., 1999a,b; Schmidt et al., 2002). Der Befund, dass die bereits im Wachzustand registrierten präfrontalen Aktivierungen in der Lern- und Abrufphase unter Hypnose noch verstärkt auftreten, ist im Einklang mit der Studie von Rainville et al. (1999). Die Autoren berichteten über vermehrte Aktivierungen im frontalen Cortex, in den inferioren frontalen Gyri und im rechten anterioren cingulären Cortex. Zusätzlich fanden sich Aktivierungen im rechten anterioren superioren Temporalgyrus und der linken Insula.

Maquet et al. (1999) berichteten ebenfalls über linkshemisphärische Veränderungen unter Hypnose im präzentralen, prämotorischen, ventrolateral-präfrontalen und parietalen Bereich, sowie über signifikante rechtshemisphärische Erhöhungen im anterioren Cingulum.

Interessanterweise ergeben sich aus neurobiologischer Perspektive Überlappungen mit neuronalen Schaltkreisen, denen eine bedeutende Funktion in der Aufmerksamkeit (Kemma, 2003; Raz et al., 2002, 2004, in diesem Heft; Sturm, 2003) und der impliziten Informationsverarbeitung (Halsband, 1999; Halsband et al., 2003) zuteil wird. Neuronale Schaltkreise, die bei der Aufrechterhaltung der Daueraufmerksamkeit (z.B. bei der Bewältigung klassischer Vigilanzaufgaben) involviert sind, zeigten rechtsseitige Aktivierungen im ventrolateralen und dorsalen frontalen Cortex, sowie in Regionen des parietalen Cortex. Als bedeutende Strukturen des orientierenden Aufmerksamkeitssystems seien die frontale Augenregion, Pulvinar, Colliculus superior, temporo-parietale Grenzregion und der obere Parietal-Lappen zu nennen. Im Bereich der exekutiven Funktionen wurde den anterioren cingulären Strukturen eine bedeutende Funktion zugeschrieben (Raz, et al., 2002, 2004, in diesem Heft).

Zu den Strukturen des impliziten Lernens zählen u. a. der prämotorische Cortex, das supplementäre motorische Areal, cinguläre und parietale Regionen, Basalganglien und das Cerebellum (Halsband et al., 2003). Die Nutzung impliziten Wissens und die Anregung zu impliziter Informationsverarbeitung nehmen ja bekanntermaßen eine Schlüsselfunktion in der hypnotherapeutischen Intervention ein. Bei der Anwendung der implizit erlernten Fähigkeiten wird ein Teil der Wahrnehmung von den eigenen Handlungen abgespalten und sowohl unbewusst registriert als auch durchgeführt. Hypnose scheint somit auch einen direkten Einfluß auf unterschiedliche Aspekte des impliziten Gedächtnisses auszuüben, das neben motorischen Fertigkeiten und Skills auch Priming-Aufgaben, einfache Assoziationen, die auf den Prinzipien des Konditionierens beruhen, sowie nicht-assoziatives Lernen umfasst.

Fokussierung und Lenkung der Aufmerksamkeit sind wesentliche Merkmale jeder Hypnoseinduktion und werden der Funktion der Frontallappen zugeordnet. Fuster (1997) berichtete, dass der frontale Cortex neuronale Netzwerke auf subcorticaler Ebene moduliert, indem er sie aktiviert oder hemmt. Die Ergebnisse von Walter (1992) zeigten bei hoch suggestiblen Personen unter Hypnose eine Erhöhung des rCBF in linkshemisphärischen superior frontalen sowie bilateralen inferioren frontalen Arealen, die mit einem verminderten Blutfluss in anderen nicht frontalen Arealen einhergingen. Im Gegensatz hierzu berichteten Gruzelić und Mitarbeiter (Gruzelić, 1998, 2000, in diesem Heft; Gruzelić & Warren, 1993; Kallio et al., 2000) über eine Inhibition linker präfrontaler Kortexareale in hypnotischer Trance.

Die unter Hypnose veränderte frontale Aktivität ist relevant für unser Verständnis der neuronalen Mechanismen hypnotischer Dissoziation. Unter Hypnose ist es von Vorteil, dass beim Lernvorgang irrelevante oder störende Wahrnehmungen ausgeblendet (dissoziiert) werden können, wie Schmerz, emotionale Komponenten oder interferierende visuelle und akustische Reize (Erickson, 1939/1995; Revenstorf & Peter, 2001; Spiegel & Vermetten, 1994). Neurobiologisch wurde als Erklärungsmodell der Dissoziation vor allem die Relevanz frontaler Exekutivfunktionen hervorgehoben

(Woody & Parvolden, 1998), wobei jedoch die Funktion des frontalen Cortex in einem komplexen neuronalen Netzwerk zu interpretieren ist (Kallio et al., 2001). Crawford et al. (1998, in diesem Heft) vertreten die Hypothese, dass durch die hypnotische Analgesie ein supervidierendes Aufmerksamkeitssystem im anterioren frontalen Cortex aktiviert werde, das über corticale und subcortical neuronale Netzwerkverbindungen die thalamo-corticalen Aktivitäten reguliere. Rainville et al. (1999) berichteten, dass spezifische hypnotische Suggestionen zu einer Aktivierung frontaler Regionen führe und über "top-down"-Prozesse eine Bedeutungsveränderung der wahrgenommenen Reize ermögliche.

2. Verhaltensstudien

Erste Versuche, die Lernleistung unter Hypnose experimentell zu quantifizieren, finden sich z.B. bei den Arbeiten von Gheorghiu (1965, 1973). Gheorghiu (1965) beobachtete bei einigen Versuchspersonen unter positiver Suggestion eine verbesserte Wiedergabe von Detailstrukturen beim Zeichnen von Tieren. Gheorghiu (1973) untersuchte die Reproduktionsleistung von Gegenständen im Wachzustand, Hypnose und autogenem Training. Die Objekte wurden zuvor im Wachzustand kopiert und benannt. Die Ergebnisse zeigten unter Hypnose eine bessere Reproduktionsleistung als unter autogenem Training. Nach Gheorghiu (1973) könnte die mnestische Leistungssteigerung unter Hypnose einerseits damit zusammenhängen, dass eine affektive Deblockierung entstanden ist, die auf die hypnotische Entspannung zurückgeführt werden könnte (siehe auch Dorcus, 1960). Andererseits wäre es denkbar, dass die verbesserten Resultate auf eine erhöhte bildhafte Repräsentation der zu erlernenden Gegenstände in der Hypnose zurückzuführen sind.

In unserer Studie konnte auf behavioraler Ebene gezeigt werden, dass sich unter Hypnose im Vergleich zum Wachzustand der Abruf von schwer assozierbaren Wortpaaren mit hoher Bildhaftigkeit verbesserte. Dieser Befund war in der visuellen und auditiven Versuchsbedingung nachweisbar. Somit konnte erstmals gezeigt werden, dass eine verbesserte Umsetzung bildhafter Repräsentationen nicht modalitätsspezifisch ist. Dieser Lernerfolg war auch nach einer 10-minütigen Interferenz nachweisbar. Hingegen war die Abrufleistung abstrakter Wortpaarassoziationen (leichte und schwierige Versuchsbedingung) stark vermindert, wenn die Enkodierung in Trance stattgefunden hat.

Die Befunde unserer Studie, dass Hypnose zu einer Erhöhung der bildhaften Repräsentation führt, stehen im Einklang mit der Studie von Bongartz (1985). Mit einer indirekten Herangehensweise wurde der Frage nachgegangen, wie sich die Assoziation der Bildhaftigkeit auf die Lern- und Abrufleistung auswirkt. Während einer Altersregression wurden in Hypnose Wörter, wie z.B. Ofen, Spaten, Bäcker vorgelesen. Im Anschluss wurden die in der Rückführung gelernten Wörter zusammen mit Wörtern vorgelesen, die denen aus der Rückführung ähnlich waren und in der Regression nicht

vorkamen. Diese waren entweder Wortpaare mit großer semantischer Ähnlichkeit, wie etwa Ofen und Herd oder Spaten und Schaufel, oder aber Wortpaare mit hoher akustischer Ähnlichkeit, wie z.B. Bäcker-Wecker. Nun sollten die Probanden diejenigen Wörter ankreuzen, von denen sie annahmen, dass sie zuvor vorgelesen worden waren. Die Ergebnisse zeigten bei hochsuggestiblen Personen eine höhere Fehlerleistung beim Wiedererkennen der semantisch ähnlichen Wörter als im Wachzustand, hingegen zeigten dieselben Versuchspersonen eine verbesserte Leistung beim Wiedererkennen der akustisch ähnlichen Wortpaare. Bongartz unterstrich damit die Hypothese, dass Hypnose eine eher bildhafte Repräsentation verlangt. Dieses führt bei Hochsuggestiblen zu einer besseren Diskrimination zwischen dem zuvor dargestellten Wort, welches das kodierte Bild beschreibt, und einem akustisch ähnlichen Distraktor. Hingegen zeigte sich der gegenteilige Effekt bei der Verwendung semantisch naheliegender Wortpaare (z.B. Schaufel - Spaten), wobei die Ähnlichkeit der semantischen Bilder, die beim Abruf assoziiert wurden, zu einer schlechteren Abrufleistung führte. Die verschlechterten Leistungen könnten darauf zurückzuführen sein, dass in der hypnotischen Altersregression eine Interferenz bei bildhaft ähnlichen Präsentationen entstanden ist. Diese Interferenz könnte möglicherweise durch die assoziative Nähe entstanden sein, in der eine Art Überdeckungs-Effekt des schon Gewussten mit dem neu Präsentierten entstanden ist.

In unserer Studie haben nur die hochsuggestiblen Probanden in der schweren bildhaften Assoziationsbedingung einen Lernvorteil in Trance erzielt, sowohl in der visuellen als auch in der auditiven Versuchsbedingung. Hingegen zeigten die niedrigsuggestiblen Versuchspersonen keine Unterschiede im Lernverhalten hochbildhafter Wortpaare in Hypnose und im Wachzustand. Sweeney et al. (1986) berichteten ebenfalls über einen verbesserten Abruf hochbildhafter Wortpaare in Hypnose. Im Gegensatz zu unserer Studie fanden sich jedoch keine Unterschiede beim Erlernen abstrakter Wortpaare in Hypnose und im Wachzustand. Ein wesentliches Problem in der Studie von Sweeney et al. (1991) liegt jedoch darin, dass die Autoren keine Unterteilung in Hoch- und Niedrigsuggestible vornahmen, und wir somit eine sehr heterogene Versuchspersonengruppe mit unterschiedlichsten Tranceerlebnissen vorfinden. Crawford und Allen (1996) berichteten über einen verbesserten Lernabruf von Wortpaarassoziationen unter Hypnose bei den Hochsuggestiblen. Ein besserer Lerneffekt in Hypnose war jedoch nur in einem Within-Subject Design (Untersuchung derselben Probanden in unterschiedlichen Versuchsbedingungen) und nicht in einem Between-Subject Design (Untersuchung unterschiedlicher Probanden in unterschiedlichen Versuchsbedingungen) nachweisbar.

Interessanterweise waren in unserer Studie die Hochsuggestiblen auch im Wachzustand den Niedrigsuggestiblen überlegen. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit anderen Studien, die bei Personen mit hoher hypnotischer Suggestibilität im Vergleich zu Niedrigsuggestiblen über einen verbesserten Abruf von Wortpaarassoziationen

berichteten (Crawford & Allen, 1996, T'Hoehn, 1978). In der Studie von T'Hoehn (1978) sollten hoch- und niedrigsuggestible Versuchspersonen im Wachzustand 4 Wortpaarlisten von jeweils 9 Wortpaaren unterschiedlicher Ausprägtheit der Bildhaftigkeit erlernen. Die Hochsuggestiblen zeigten eine bessere Reproduktionsleistung bildhafter Wortpaare als die Niedrigsuggestiblen. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die Hochsuggestiblen a priori über bessere Lernstrategien als die niedrig Suggestiblen verfügen. Andere Autoren berichteten über eine schnellere motorische Reaktionszeit der Hochsuggestiblen (Braffman & Kirsch, 2001) und eine erhöhte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Ingram et al., 1979). Auffallend war, dass in unserer Untersuchung die hochsuggestiblen Probanden oft spontan die Informationen über die jeweils zu erlernenden Wortpaare in ein mentales Bild übertrugen und somit leichter erlernen konnten. Diese Strategie war jedoch nur auf das Erlernen der bildhaften Wortpaare anwendbar, die abstrakten Wortpaarkonstellationen waren nicht in ein mentales Bild transferierbar.

Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse für eine verbesserte Umsetzung bildhafter Repräsentationen bei Hochsuggestiblen. Die besten Lernergebnisse erzielten die hochsuggestiblen Probanden in Hypnose. Die Befunde haben therapeutische Implikationen und sind relevant für unser Verständnis der Konstruktion von Wirklichkeit unter Hypnose (Peter, 2001).

Literatur

- Bongartz, W. (1985). Encoding of High- and Low-Imagery Nouns during Hypnotic Age Regression. In: Experimentelle und klinische Hypnose 1985, I, Heft 20, 143-151.
- Braffman, W., & Kirsch I. (2001). Reaction time as a predictor of imaginative suggestibility and hypnotizability. Contemporary Hypnosis, 18, 107-119. In: Crawford, J. (2004). The Neuroscience of Hypnosis: Contributions of Genetic, Neuroanatomical and Speed of Information Processing Factors to Hypnotic Responsiveness. In diesem Heft von HyKog.
- Clark, J.C., Crouzel, C., Meyer, G.J., Strijckmans, K. Current methodology for oxygen-15 production for clinical use. Appl Radiat Isot 1987; 38, 597-600.
- Crawford, H.J., & Allen, S.N. (1996). Paired-associate learning and recall of high and low imagery words: moderating effects of hypnosis, hypnotic susceptibility level, and visualization abilities. American Journal of Psychology, 109(3), 353-72.
- Crawford, H.J., Knebel, T., Kaplan, L., Vendemia, J.M., Xie, M., Jamison, S., Pribram, K.H. (1998). Hypnotic analgesia: 1. Somatosensory event-related potential changes to noxious stimuli and 2. Transfer learning to reduce chronic low back pain. International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis. 46(1), 92-132
- Erickson, M.H. (1939/1995). Eine hypnotische Technik für Patienten mit Widerstand: Der Patient, die Technik, die Grundlagen und Feldexperimente. In Rossi, E.L. (Hrsg.). Gesammelte Schriften von Milton H. Erickson (Band 1, Kap. 13, 416-461). Carl Auer, Heidelberg
- Faymonville, M.E., Laureys, S., Degueldre, C., DelFio, G., Luxen, A., Franck, G., Lamy, M.,

- Maquet, P. (2000). Neural mechanisms of antinoceptive effects of hypnosis. *Anesthesiology* 92(5), 1257-67
- Frackowiak, R.S., Lenzi, G.L., Jones, T., Heather, J.D. (1980). Quantitative measurement of regional cerebral blood flow and oxygen metabolism in man using 15O and positron emission tomography: theory, procedure and normal values. *Journal of Computer Assisted Tomography* 4, 727-36
- Friston, K.J., Worsley, K.J., Frackowiak, R.S.J., Mazziotta, J.C., Evans, A.C. (1994). Assessing the significance of focal activations using their spatial extent. *Human Brain Mapping* 1, 210 - 20
- Friston, K.J., Ashburner, J., Frith, C.D., Poline, J.-B., Heather, J.D., Frackowiak, R.S.J. (1995a). Spatial registration and normalisation of images. *Human Brain Mapping* 2, 165-89
- Fuster, J.M. (1997). *The prefrontal cortex: Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe*, 3rd ed. New York: Raven Press
- Gheorghiu, V.A. (1963). Untersuchung individueller Eigenheiten der Vorstellungen mittels Hypnose. *Psychiatrie, Neurologie und medizinische Psychologie* 17 (7), 265-274. In Revenstorf, D., & Peter, B. (2001). *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. München: Springer-Verlag.
- Gheorghiu, V.A. (1973). Hypnose und Gedächtnis: Untersuchungen zur hypnotischen Hypermesie und Amnesie. München: Goldmann. In Revenstorf, D., & Peter, B. (2001). *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. München: Springer-Verlag.
- Grond, M., Pawlik, G., Walter, H., Lesch, O.M., Heiss, W.D. (1995). Hypnotic catalepsy-induced changes of regional cerebral glucose metabolism. *Psychiatry Research*, 61(3), 173-179
- Gruzelier, J., & Warren, K. (1993). Neuropsychological evidence of reductions on left frontal tests with hypnosis. *Psychological Medicine*, 23(1), 93-101
- Halsband, U. (1999). *Neuropsychologische und neurophysiologische Studien zum motorischen Lernen*, Lengerich: Pabst Science Publishers
- Halsband, U. (2001). Können wir unsere Leistungen durch Hypnose verbessern? *Skeptiker*, 14 (4), 167-172
- Halsband, U., Krause, B.J., Schmidt, D., Herzog, H., Tellmann, L., Müller-Gärtner, H.W. (1998). Encoding and retrieval in declarative learning: a positron emission tomography study. *Behavioural Brain Research*, 97, 69-78
- Halsband, U., Krause, B.J., Sipilä, H., Teras, M., Laihin, A. (2002). PET studies on the memory processing of word pairs in bilingual Finnish-English subjects. *Behavioural Brain Research*, 132, 47-57
- Halsband, U., Kaller, C., Lange, R., Unterrainer, J. (2003). Neuronale Mechanismen impliziten und expliziten Lernens. In B.J. Krause & H.W. Müller-Gärtner (eds.), *Bildgebung des Gehirns*. München: EcoMed Verlag, 76-109
- Holm, S., Law, I., Paulson, O. (1995). 3D PET activation studies with H2150 bolus injection. Count rate performance and dose optimization. In Jones, T., Myers, R., Bailey, D. (eds). *Quantification of Brain Function using PET*. San Diego: Academic Press.
- Ingram, R.E., Saccuzzo, D.P., McNeill, B.W., McDonald, R. (1979). Speed of information processing in high and low susceptible subjects: a preliminary study, *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 27,42-47. In Crawford, H.J. et al in diesem Heft von HyKog.
- Kallio, S., Revonsuo, A., Hamalainen, H., & Gruzelier, J.H. (2000). Anterior brain functions and hypnosis: A test of the frontal hypothesis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 49, 95-108
- Kallio, S., Revonsuo, A., Hamalainen, H., Markela, J., Gruzelier, J. (2001). Anterior brain functions and hypnosis: a test of the frontal hypothesis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*;49(2), 95-108
- Kemna, L. (2003). Visuelle Aufmerksamkeit. In B.J. Krause & H.W. Müller-Gärtner (eds.) *Bildgebung des Gehirns*. München: EcoMed Verlag, 205-216
- 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(8), 1279-84.
- Krause, B.J., Horwitz, B., Taylor, J.G., Schmidt, D., Mottaghy, F.M., Herzog, H., Halsband, U., Müller-Gärtner, H. (1999a). Network analysis in episodic encoding and retrieval of word-pair associates: a PET study. *European Journal of Neuroscience*, 11, 3293-301.
- Krause, B.J., Schmidt, D., Mottaghy, F.M., Taylor, J., Halsband, U., Herzog, H., Tellmann, L., Müller-Gärtner, H.W. (1999b). Episodic retrieval activates the precuneus irrespective of the imagery content of word pair associates. *A PET study. Brain*, 122, 255-63
- Lewellen T.K., Kohlmyer S.G., Miyaoka R.S., Kaplan M.S., Stearns C.W., & Schubert S.F. (1996). Investigation of the Performance of the General Electric ADVANCE Positron Emission Tomograph in 3D Mode. *IEEE Trans Nucl Sci*, 43, 2199-206.
- Logothetis, N.K., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T., Oeltermann, A. (2001). Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*, 412 (6843), 150-157
- Maquet, P., Faymonville, M.E., Degueldre, C., Delfiore, G., Franck, G., Luxen, A., Lamy, M. (1999). Functional neuroanatomy of hypnotic state. *Biological Psychiatry*; 45(3), 327-33
- Mottaghy, F.M., Shah, N.J., Krause, B.J., Schmidt, D., Halsband, U., Jäncke, L., Müller-Gärtner, H.W. (1999). Neuronal correlates of encoding and retrieval in episodic memory during a paired-word association learning task: a functional magnetic resonance imaging study. *Experimental Brain Research*, 128, 332-42.
- Mottaghy, F.M., Krause, B.J., Schmidt, D., Hautzel, H., Herzog, H., Shah, N.J., Halsband, U., Müller-Gärtner, H.W. (2000). Comparison of PET and fMRI activation patterns during declarative memory processes. *Nuklearmedizin*, 39, 196-203
- Otte, A., Halsband, U. (2003). Brain imaging tools in neurosciences. To appear in: Halsband, U. (ed.). *Brain Imaging in Neurosciences*. Frankfurt: Peter Lang GmbH-Europäischer Verlag der Wissenschaften (2004).
- Peseschkian, N. (2003). *Der Kaufmann und der Papagei*. Frankfurt: Fischer.
- Peter, B. (2001). Hypnose und die Konstruktion von Wirklichkeit . In Revenstorf, D., & Peter, B. (2001). *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. Heidelberg: Springer
- Poldrack, R.A., Clark, J., Pare-Blagoev, E.J., Shohamy, D., Crespo Moyano, J., Myers, C., Gluck, M.A. (2001). Interactive memory systems in the human brain. *Nature*, 414 (6863), 546-50

- Rainville, P., Duncan, G.H., Price, D.D., Carrier, B., Bushnell, M.C. (1997). Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. *Science*, 277(5328), 968-71
- 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(1), 110-25.
- 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(6), 887-901
- Raz, A., & Shapiro, T. (2002). Hypnosis and neuroscience - A cross talk between clinical and cognitive research. *Arch Gen Psychiatry*, 59, 85-90
- Raz, A., Fossella, J.A., McGuinness, P., Zephrani, Z. R., Posner, M. I. (2004). Neural correlates and exploratory genetic associations of attentional and hypnotic phenomena, invited paper for the jubilee edition of "Hypnose und Kognition"
- Revenstorf D (1999). Klinische Hypnose, Gegenwärtiger Stand der Theorie und Empirie. *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 49 (1), 5-13.
- Revenstorf, D., & Peter, B. (2001). *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. Springer-Verlag: München
- Roland, P.E., & Friberg, L. (1985). Localisation of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology* 53, 1219-1243. In Revenstorf, D., & Peter, B. (2001). *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. Springer-Verlag: München
- Schmidt, D., Krause, B.J., Mottaghy, F.M., Halsband, U., Herzog, H., Tellmann, L., Müller-Gärtner, H.W. (2002). Brain systems engaged in encoding and retrieval of word-pair associates independent of their imagery content or presentation modalities. *Neuropsychologia*, 40, 457-70.
- Schall, U., Johnson, P., Lagopoulos, J., Jüptner, M., Jentzen, W., Thienel, R., Dittmann-Balcar, A., Bender, S., Ward, F.B. (2003). Functional brain maps of Tower of London performance: a positron emission tomography and functional magnetic resonance imaging study. *NeuroImage* 20, 1154-1161.
- Spiegel, D., & Kosslyn, S. (2004). Glauben ist Sehen: Die Neurophysiologie der Hypnose. In diesem Heft von Hypnose und Kognition.
- Spiegel, D., & Vermetten, E. (1994). Physiological correlates of hypnosis and dissociation. In D. Spiegel (ed) *Dissociation: Culture, Mind and Body*. Washington: American Psychiatric Press, Chapter 8, 185-209
- Sturm, W. (2003). Funktionelle Netzwerke zur Kontrolle der Aufmerksamkeitsintensität. In B.J. Krause & H.W. Müller-Gärtner (eds). *Bildgebung des Gehirns*. München: EcoMed Verlag, 194-204
- Sweeney, C.A., Lynn, S. J., & Bellezza, F.S. (1986). Hypnosis, hypnotizability, and imagery-mediated learning. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 34, 29-40.
- 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 Science, USA*, 95, 1956-1960
- Talairach & Tournoux (1988). *Co-planar stereotaxic atlas of the human brain I 3-Dimensional*

Proportional System: An Approach to Cerebral Imaging. Stuttgart: Thieme

- T'Hoën, P. (1978). Effects of hypnotizability and visualizing ability on imagery-mediated learning. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 26, 45-54. In Crawford, H.J., & Allen, S.N. (1996). Paired-associate learning and recall of high and low imagery words: Moderating effects of hypnosis, hypnotic susceptibility level, and visualization abilities. *American Journal of Psychology*, Fall 1996, Vol. 109, No. 3, 353-372
- Walter, H., Podreka, I., Steiner, M., Suess, E., Benda, N., Hajji, M., Lesch, O.M., Musalek, M., Passweg, V. (1990). A contribution to classification of hallucinations. *Psychopathology* 23: 97-105
- Walter, H. (1992). *Hypnose: Theorien, neurophysiologische Korrelate und praktische Hinweise zur Hypnosetherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Woody, E., & Parvolden, P. (1998). Dissociation in hypnosis and frontal executive function. *American Journal of Clinical Hypnosis* 40, 206-216

Mechanisms of learning in trance: functional brain imaging studies and neuropsychology

Ulrike Halsband

This study examined the fundamental question whether verbal memory processing in hypnosis and in the awake state is mediated by a common neural system or by distinct cortical areas. Seven right handed subjects (25.4 years, sd 3.1) with high hypnotic susceptibility scores were PET-scanned whilst either encoding/retrieving word associates in hypnosis or in the awake state. Word pairs were visually presented and highly imageable, but not semantically related (e.g. monkey-table). Presentation of pseudowords served as a reference condition. An emission scan was recorded after each intravenous administration of O-15 water. Encoding under hypnosis was associated with more pronounced bilateral activations in the occipital cortex and the prefrontal areas as compared to learning in the awake state. During memory retrieval of word pairs that had been previously learnt under hypnosis, activations were found in the occipital lobe and the cerebellum. Under both experimental conditions precuneus and prefrontal cortex showed a consistent bilateral activation which was most marked when the learning had taken place under hypnosis.

In order to further analyze the effect of hypnosis on imagery-mediated learning we administered sets of highly imageable word pairs and sets of abstract words. In the first experimental condition word pair associates were presented visually, in the second condition auditorily. It was found that highly hypnotizable persons recalled significantly more high imagery words under hypnosis as compared to low hypnotizables both in the visual and auditory condition. Furthermore, high imagery words were also better recalled by the highly hypnotizable subjects during the non-hypnotic condition. The memory effect was consistently present under both,

immediate and delayed recall conditions. Taken together, the findings advance our understanding of the neural representation that underlies hypnosis and the neuropsychological correlates of hypnotic susceptibility.

Key-words: hypnosis, learning, verbal memory processing, visual and auditory conditions, neural representation, PET, occipital lobe, cerebellum, precuneus, prefrontal cortex.

Prof. Dr. Ulrike Halsband
Neuropsychologie
Institut für Psychologie
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Engelbergerstrasse 41
79098 Freiburg
e-mail: halsband@psychologie.uni-freiburg.de

*** Im Brennpunkt des Interesses!**

Revenstorf
Peter

**Hypnose
in Psychotherapie,
Psychosomatik
und Medizin**

Manual für die Praxis

Dirk Revenstorf, Burkhard Peter (Hrsg.)
2001, 802 S., 17 Abb., 20 Tab. Geb.
ISBN 3-540-67480-2

Springer

Bei fast allen psychischen und psychosomatischen Problemen ist die Hypnose von großem therapeutischem Nutzen. Hier beschreiben renommierte Herausgeber und Autoren praxisbezogen Basistechniken, Anwendungsmöglichkeiten und Durchführung.

Bestellen Sie jetzt bei Ihrer Buchhandlung!
Weitere Infos unter www.springer.de/psychologie

Die G.-Preise für Bücher sind gültig in Deutschland und enthalten 7% MwSt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.
d60 8907/MPP/SE

Springer Fachbücher.*
Wissen mit Tiefenwirkung.

 **Springer**

Hirnphysiologische Korrelate der Hypnoanalgesie

Wolfgang Larbig

■ Am Beispiel kulturvergleichender transkultureller Feld- und Laborexperimente wurden hirnelektrische Aktivitäten in Erwartung und während akuter schmerzhafter Stimulation mit Hilfe der Messung des Spontan-EEGs und der langsamen kortikalen Potentiale erfasst. Es wurden kortikale Korrelate der Schmerzwahrnehmung bei religiös motivierten Tranceriten griechischer Feuerläufer, Hakenschwungzelebranten in Sri Lanka, bei einem Fakir, einer Gruppe von Marathonläufern sowie in kontrollierten Laborstudien untersucht. In den Feldexperimenten wurde das EEG mit Hilfe einer drahtlosen Telemetrieanlage erfasst. Bei allen Probanden zeigte sich in Antizipation, sowie während der Schmerzapplikation eine signifikante Verlangsamung des EEG-Grundrhythmus in den Thetabereich (3.5 - 5.0 Hz) über somatosensorischen Hirnabschnitten, die mit der Schmerzverarbeitung befasst sind.

Ausgehend von diesen Befunden wurden in kontrollierten Laborexperimenten die EEG-Ergebnisse der Feldstudien bestätigt. Je intensiver die Schmerzreizung (elektrischer Schmerzreiz + akustischer Stressor) war, desto deutlicher zeigte sich die EEG-Synchronisation, die im Vergleich zu den Kontrollpersonen um 2 Standardabweichungen ausgeprägter war. Außerdem zeigte sich eine signifikante Zunahme der Negativierung der langsamen kortikalen Potentiale (LKP) in Antizipation der Schmerzreize im Gegensatz zu neutralen Reizen.

Die Daten weisen auf eine erhöhte Schmerztoleranz bei erhöhter kortikaler Thetaaktivität (schmerzblockierender "Mikroschlaf") und gleichzeitig erhöhter sensomotorischer Aktivität hin. Diese Dissoziation zwischen "passivem" Gehirn und "aktivem" Körper wird als ein möglicher Mechanismus effektiver Schmerzkontrolle interpretiert.

Somatosensorisch evozierte Potential (SEP)-Daten hinsichtlich Änderungen des P150-P260-Komplexes während der Hypnoanalgesie sind inkonsistent. Einige Untersuchungen fanden reduzierte