Die Effekte von posthypnotischen Suggestionen und Autosuggestionen auf die Bewertung ungesunder Lebensmittel

Eine Untersuchung mittels funktioneller Magnetresonanztomographie

Vera U. Ludwig
Christine Stelzel, Harald Krutiak
Lena M. Paschke, Amadeus Magrabi
Rosa Steimke, Norbert Kathmann
Henrik Walter

Einführung

Hypnose ist ein Zustand fokussierter Aufmerksamkeit und erhöhter Suggestibilität, der in der Regel durch verbale Suggestionen eingeleitet wird. Während der Hypnose können den Teilnehmern verschiedenste Suggestionen gegeben werden, welche ihre Wirkung entweder sofort oder nach dem hypnotischen Zustand entfalten. In letzterem Fall werden diese als *posthypnotische Suggestionen* bezeichnet (Iani, Ricci, Baroni, & Rubichi, 2009; Iani, Ricci, Gherri, & Rubichi, 2006; Raz, Fan, & Posner, 2005; Raz, Shapiro, Fan, & Posner, 2002; Wheatley & Haidt, 2005) oder als *Posthypnose-Aufgaben* (Scholz, 2014, in diesem Heft S. 31ff). Hypnotische Suggestionen können bei dafür empfänglichen Menschen zu vielseitigen Effekten führen, wie z. B. Lähmung bzw. Katalepsie (Cojan et al., 2009; Halligan, Athwal, Oakley, & Frackowiak, 2000), dem Empfinden eigener Bewegungen als fremdgesteuert (Blakemore, Oakley, & Frith, 2003), dem Wahrnehmen von Buchstaben in Farben (Cohen Kadosh, Henik, Catena, Walsh, & Fuentes, 2009), sensorischen Schmerzen ohne eine affektive Komponente (Rainville, Duncan, Price, Carrier, & Bushnell, 1997), visuellen Illusionen (Kosslyn, Thompson, Costantini-Ferrando, Alpert, & Spiegel, 2000) oder akustischen Halluzinationen (Szechtman, Woody, Bowers, & Nahmias, 1998). Ebenso können hypnotische Suggestionen moralische Urteile und moralisches Verhalten beeinflussen (Brüne et al., 2012; Wheatley & Haidt, 2005). Bisher wurde jedoch in keiner Studie mittels funktioneller Bildgebung untersucht, ob Hypnose auch Belohnungsverarbeitung und Entscheidungsfindung beeinflussen kann. Angesichts des breiten und erfolgreichen Einsatzes der Hypnose zur Behandlung maladaptiver Entscheidungsfindung wie Nikotinsucht oder Übergewicht (Allison & Faith, 1996; Barnes et al., 2010; Carmody et

Hypnose-ZHH **2014, 9 (1+2), 117-146**

Vera U. Ludwig*, Christine Stelzel, Harald Krutiak, Lena M. Paschke, Amadeus Magrabi, Rosa Steimke, Norbert Kathmann, Henrik Walter

*Forschungsbereich Mind and Brain, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Charité - Universitätsmedizin Berlin

Die Effekte von posthypnotischen Suggestionen und Autosuggestionen auf die Bewertung ungesunder Lebensmittel: Eine Untersuchung mittels funktioneller Magnetresonanztomographie

In früheren funktionellen Bildgebungsstudien wurde bereits gezeigt, dass sich Hypnose auf Prozesse der Wahrnehmung, der Motorik und des Gedächtnisses auswirken kann. Bisher hat jedoch noch keine Studie unter Verwendung funktioneller Bildgebung untersucht, ob Hypnose auch die Belohnungsverarbeitung und Entscheidungsfindung beeinflussen kann. In der vorliegenden Studie haben wir untersucht, ob posthypnotische Suggestionen die Attraktivität ungesunder Lebensmittel verringern kann und ob dies wirksamer ist, als die Attraktivität durch eigene Anstrengung mittels Autosuggestion zu vermindern. Hierzu wurden 16 Teilnehmer hypnotisiert und 16 weitere benutzten Autosuggestion mit dem Ziel, einen farbigen Hinweisreiz (einen „Anker"; blau oder grün) mit Ekel in Bezug auf bestimmte Snacks (süß oder salzig) zu verknüpfen. Danach gaben die Teilnehmer während einer Messung mittels funktioneller Magnetresonanz-Tomographie (fMRT) Gebote auf Snacks ab, die auf einem blauen oder grünen Hintergrund gezeigt wurden. Sowohl Hypnose als auch Autosuggestion führten zu einer Abwertung (d.h. Reduzierung der Attraktivität) der Snacks. Dies zeigte sich in den Entscheidungen der Probanden, im Selbstbericht und in einem verminderten blood-oxygen-level-dependent (BOLD) Signal im ventromedialen präfrontalen Cortex (vmPFC), einer Region, von der man annimmt, dass sie den subjektiven Wert von Objekten repräsentiert. Unterschiedliche vmPFC Subregionen reagierten auf den Anker und die Snacksorte. Der Anker hatte stärkere Auswirkungen auf den vmPFC nach der Hypnose als nach der Autosuggestion, was darauf hinweisen könnte, dass Hypnose wirksamer ist als Autosuggestion. Ähnlich wie in früheren Studien war der Precuneus an den hypnotischen Effekten beteiligt, indem dieser während der Anker-Präsentation kodierte, ob ein Snack süß oder salzig war. Unsere Ergebnisse zeigen, dass posthypnotische Suggestionen Bewertungsprozesse und die Entscheidungsfindung beeinflussen können.

Schlüsselwörter: Entscheidungsfindung, Hypnose, Autosuggestion, Selbstkontrolle, Gehirnforschung, fMRT, ventromedialer präfrontaler Cortex, Precuneus

The suggestible brain: posthypnotic effects on value-based decision-making

Hypnosis can affect perception, motor function, and memory. However, so far no study using neuroimaging has investigated whether hypnosis can influence reward processing and decision-making. Here we assessed whether posthypnotic suggestions can diminish the attractiveness of unhealthy food and whether this is more effective than diminishing attractiveness by one's own effort via autosuggestion. Sixteen participants were hypnotized and 16 others were instructed to associate a color cue (blue or green) with disgust regarding specific snacks (sweet or salty). Afterwards, participants bid for snack items shown on an either blue or green background during functional magnetic resonance imaging (fMRI) measurement. Both hypnosis and autosuggestion successfully devalued snacks. This was indicated by participants' decision-making, their self-report, and by decreased blood-oxygen level-dependent (BOLD) signal in the ventromedial prefrontal cortex (vmPFC), a region known to represent value. Different

vmPFC subregions coded for cue and snack type. The cue had significantly stronger effects on vmPFC after hypnosis than after autosuggestion, indicating that hypnosis was more effective in genuinely reducing value. Supporting previous findings, the precuneus was involved in the hypnotic effects by encoding whether a snack was sweet or salty during hypnotic cue presentation. Our results demonstrate that posthypnotic suggestions can influence valuation and decision-making.

Keywords: value-based decision-making, hypnosis, autosuggestion, self-control, neuroscience, fMRI, ventromedial prefrontal cortex, precuneus

Dr. Vera U. Ludwig
Forschungsbereich Mind and Brain
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Charité - Universitätsmedizin Berlin
Charitéplatz 1
10117 Berlin
Vera.Ludwig@gmx.net.

Bei diesem Artikel handelt es sich um eine Übersetzung von folgendem Originalartikel: Ludwig, V. U., Stelzel, C., Krutiak, H., Magrabi, A., Steimke, R., Paschke, L. M., Kathmann, N., & Walter, H. (2013). The suggestible brain: posthypnotic effects on value-based decision-making. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* (doi: 10.1093/scan/nst11). Relevante Informationen aus dem Zusatzmaterial vom Originalartikel wurden in diesen Artikel mit eingearbeitet. Außerdem wurden einige Ergänzungen und Änderungen vorgenommen, die der Verständlichkeit und Vollständigkeit dienen sollen.

al., 2008; Kirsch, Montgomery, & Sapirstein, 1995; Schweizer, 2003; Schweizer & Revenstorf, 2008; Schweizer, Schlarb, & Revenstorf, 2001) ist dies allerdings eine naheliegende und wesentliche Frage.

In der neurowissenschaftlichen Literatur zur Entscheidungsfindung wird angenommen, dass das Gehirn während einer Entscheidung allen vorhandenen Optionen einen subjektiven Wert („subjective value“) zuweist. Auf Basis dieser Werte kann dann die beste Option ausgewählt werden (Rangel, Camerer, & Montague, 2008). Man weiß aus früheren Studien, dass das so genannte *blood-oxygen-level dependent* (BOLD) Signal im ventromedialen präfrontalen Cortex (vmPFC, Abb. 1A) mit dem subjektiven Wert von Entscheidungs-Optionen korreliert. Der vmPFC umfasst den rostralen anterioren cingulären Cortex (rACC) und den medialen orbitofrontalen Cortex (mOFC; Basten, Biele, Heekeren, & Fiebach, 2010; Brosch, Coppin, Schwartz, & Sander, 2012; Grabenhorst & Rolls, 2011; Hare, O'Doherty, Camerer, Schultz, & Rangel, 2008; Kable & Glimcher, 2007; Lebreton, Jorge, Michel, Thirion, & Pessiglione, 2009; Peters & Büchel, 2010; Plassmann, O'Doherty, & Rangel, 2010). Das BOLD-Signal wird mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) gemessen und dient als indirektes Maß für neuronale Aktivierung (Coltheart, 2006; Henson, 2006; Huettel, Song, & McCarthy, 2009; Logothetis, 2008; Poldrack, Mumford, & Nichols, 2011).

Wenn man Probanden während einer fMRT-Messung beispielsweise Bilder von Lebensmitteln oder anderen Objekten zeigt, dann ist das BOLD-Signal im vmPFC

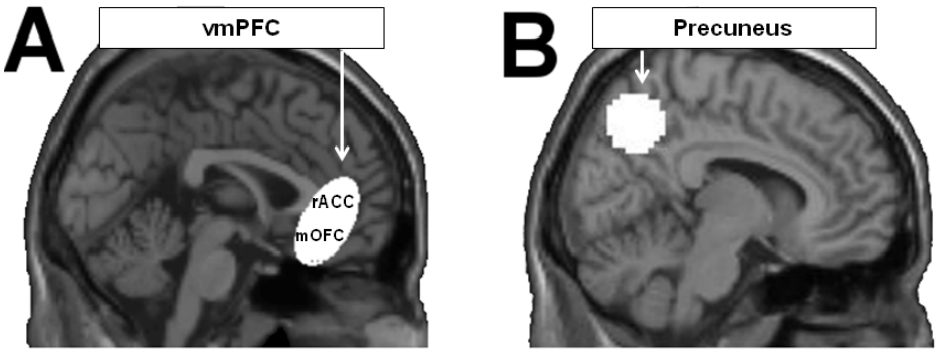


Abb. 1: Gezeigt sind die Gehirnregionen, die in dieser Studie von besonderem Interesse waren (region of interests; ROIs). Diese Regionen wurden von uns auf Basis von Koordinaten, die in früheren Studien berichtet wurden, vordefiniert und dienten dazu, unsere Analyse räumlich zu begrenzen (siehe Zusatzmaterial des Originalartikels für genauere Informationen zur Erstellung). Es handelt sich bei der Abbildung um einen Saggitalschnitt (Hinterkopf links, Gesicht rechts). Teilabbildung A zeigt die von uns verwendete ROI vom ventromedialen präfrontalen Cortex (vmPFC), bestehend aus Teilen vom medialen orbitofrontalen Cortex (mOFC) und dem rostralen anterioren cingulären Cortex (rACC). Zu beachten ist, dass die genauen Grenzen der Region, die als „vmPFC" bezeichnet wird, nicht genau definiert sind und in der Literatur teilweise unterschiedlich gezogen werden. Teilabbildung B zeigt unsere Precuneus ROI.

umso stärker, je mehr die Probanden bereit sind, für ein Objekt zu bezahlen (Chib, Rangel, Shimojo, & O'Doherty, 2009; Plassmann, O'Doherty, & Rangel, 2007), oder je mehr sie sich wünschen, ein Lebensmittel zu konsumieren (Hare, Camerer, & Rangel, 2009; Janowski, Camerer, & Rangel, 2013; Litt, Plassmann, Shiv, & Rangel, 2011). Einige Studien haben gezeigt, dass Wert-Signale im vmPFC moduliert werden können, und zwar durch Selbstkontrolle, Aufmerksamkeitsverschiebung (Hare et al., 2009; Hollmann et al., 2011), oder „Mindsets" (Bhanji & Beer, 2012; für Studien bezüglich der Modulation des Belohnungswertes von Geschmack- oder Geruchsempfindungen siehe de Araujo, Rolls, Velazco, Margot, & Cayeux, 2005; Grabenhorst & Rolls, 2008; Grabenhorst, Rolls, & Bilderbeck, 2008; Plassmann, O'Doherty, Shiv, & Rangel, 2008). Wenn Probanden beispielsweise ihre Aufmerksamkeit auf Gesundheitsaspekte von Lebensmitteln lenken, korreliert das Signal im vmPFC stärker mit der Bewertung der Gesundheit (statt nur des Geschmacks) des Essens und die Teilnehmer treffen gleichzeitig gesündere Entscheidungen (Hare, Malmaud, & Rangel, 2011). In einer anderen Studie wurde gezeigt, dass der vmPFC weniger auf die Darbietung von Bildern von Essen oder Zigaretten reagiert, wenn die Teilnehmer sich auf die (negativen) langfristigen anstatt die (positiven) kurzfristigen Folgen des Konsums dieser

Lebensmittel oder Zigaretten konzentrieren (Kober et al., 2010). Insgesamt betrachtet gibt es bisher allerdings nur relativ wenige Erkenntnisse im Bezug auf die experimentelle Manipulation von Wert-Signalen im vmPFC während der Entscheidungsfindung.

In der vorliegenden Studie untersuchten wir daher, ob posthypnotische Suggestionen den subjektiven Wert, den Menschen ungesunden Lebensmitteln während der Entscheidungsfindung zuweisen (anders gesagt: deren Attraktivität), beeinflussen können. Den subjektiven Wert maßen wir durch Entscheidungsverhalten, d.h. über die Bereitschaft, für Snacks zu zahlen, sowie über Selbstbericht und das durch fMRT gemessene BOLD-Signal im vmPFC. Weiterhin fragten wir, ob Hypnose stärkere Auswirkungen auf die Reduktion der Attraktivität von Lebensmitteln hat als eine selbstkontrollierte Reduktion, hier als *Autosuggestion* bezeichnet (Baudouin, 2003; Coué, 2013). Der Begriff der Autosuggestion bezeichnet den Prozess der Umsetzung einer mentalen Veränderung in sich selbst durch sich selbst (z.B. durch wiederholte, an sich selbst gerichtete Suggestionen und durch das sich Vorstellen bestimmter Bilder). Die Einbindung von Autosuggestion (oder Selbstkontrolle) als Vergleichsgruppe zur Hypnose stellt hierbei einen neuartigen Ansatz dar. Frühere Studien haben typischerweise Kontrollgruppen aus Teilnehmern gebildet, die entweder angewiesen wurden, hypnotisches Verhalten zu simulieren (Cojan et al., 2009) oder die die gleichen Suggestionen wie die hypnotisierten Teilnehmer erhielten, allerdings ohne eine hypnotische Induktion (Iani et al., 2006). Ein weiterer Ansatz ist es, die hypnotischen Effekte zwischen hoch suggestiblen und weniger suggestiblen Teilnehmern zu vergleichen (Raz et al., 2002). In der vorliegenden Studie verglichen wir jedoch Hypnose mit Autosuggestion, da es klinisch und praktisch relevant ist, zu testen, ob Hypnose effektiver ist als Versuche, eine mentale Veränderungen selbständig in „Eigenregie“ umzusetzen.

Weiterhin prüften wir, ob der Precuneus (eine Hirnregion im medialen Teil des parietalen Lappens, Abb. 1B) an der hypnotischen Beeinflussung der Entscheidungsfindung beteiligt ist. Frühere Studien haben nämlich nahe gelegt, dass der Precuneus eine wichtige Rolle bei hypnotischen Effekten spielt: In einer Studie von Cojan et al. (2009) erhielten die Teilnehmer hypnotische Suggestionen für eine linksseitige Lähmung. Wenn sie nun angewiesen wurden, ihre linke Hand zu bewegen – wozu sie nicht in der Lage waren – wurde eine erhöhte Aktivierung im Precuneus gemessen. Außerdem zeigte der Precuneus eine erhöhte funktionelle Konnektivität mit dem primären motorischen Cortex. Die Autoren deuteten ihre Ergebnisse in Bezug auf Studien, die gezeigt haben, dass der Precuneus an mentaler Bildersprache oder Symbolik, sowie der Verarbeitung selbst-bezogener Prozesse beteiligt ist (Cavanna & Trimble, 2006; Lou et al., 2004). Sie schlugen vor, dass das Verhalten während hypnotischer Effekte durch verstärkte Selbst-Überwachung („self-monitoring“) und interne Repräsentationen gesteuert werden, welche durch Vorstellungskraft und die hypnotischen Suggestionen generiert werden.

Unsere Hypothese war, dass Hypnose Bewertungsprozesse und somit das Ent-

scheidungsverhalten in Bezug auf ungesunde Snacks verändern kann und dass sich dies während dieser Entscheidungen durch ein verringertes BOLD-Signal im vmPFC zeigen würde. Weiterhin erwarteten wir, dass Hypnose stärkere Effekte auf die Entscheidungsfindung haben würde als Autosuggestion. Schließlich nahmen wir an, dass der Precuneus insofern funktional an der hypnotischen Wirkung beteiligt sein würde, als dass er relevante Informationen über den Inhalt der Suggestionen repräsentieren würde.

Durchführung

Stichprobe

Wir testeten 32 Probanden (18 weiblich, gemitteltes Alter = 24,94, SD = 3,70), 16 davon in einer Hypnose-Gruppe und 16 in einer Autosuggestions-Gruppe. Die folgenden Einschlusskriterien galten: Rechtshändigkeit, normale oder korrigiert-normale Sehfähigkeit, keine vormaligen Essstörungen oder andere psychiatrische oder neurologische Störungen, keine Medikation, welche die Hirnaktivierung beeinflussen könnte, keine Diät zum Zeitpunkt der Studie, Mögen von sowohl süßen als auch salzigen Snacks und mittelhohe bis hohe hypnotische Suggestibilität (selektiert durch die Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility: Form A; HGSHS:A; zum Studieneinschluss mussten die Teilnehmer eine Score zwischen 7 und 12 erreichen; Shor & Orne, 1962). Probanden beider Gruppen wurden gematcht in Bezug auf ihr Alter, ihr Geschlecht und ihre hypnotische Suggestibilität (Tab. 1). Die Probanden wurden für ihre Teilnahme bezahlt und willigten zur Teilnahme schriftlich ein. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Charité Universitätsmedizin zugelassen.

Versuchsablauf

Durchschnittlich 1,6 Wochen (Spanne: 1 Tag bis 22 Tage) vor dem eigentlichen Experiment nahmen die Teilnehmer der Hypnosegruppe an einer Gruppensitzung mit dem Hypnotiseur teil, um sicherzustellen, dass sie sich am Testtag während der Hypnose wohl fühlen würden und der Zustand der Trance als solcher vertraut sein würde. Bei dieser Sitzung führte der Hypnotiseur die Gruppe in eine entspannte und angenehme hypnotische Trance.

Am Testtag wurden alle Teilnehmer gebeten, für 4 Stunden vor ihrer Ankunft im Labor nichts zu essen sowie nichts außer Wasser zu trinken (Abb. 2A; s. S. 129). Dies diente dazu, den Appetit der Probanden auf Snacks während des Experimentes zu erhöhen. Nach Ankunft füllten die Probanden zunächst einen prä-experimentellen Fragebogen aus, in dem sie danach gefragt wurden, was und wann sie an dem Tag bereits gegessen hatten, wie hungrig sie waren und wie stark ihr derzeitiges Bedürfnis war, süße bzw. salzige Snacks zu essen (Ergebnisse in Tab. 1). Dann wurde den Teilnehmern die experimentelle Aufgabe erklärt und sie hatten Gelegenheit, die experimentelle Aufgabe an einem Computer zu üben.

 © www.MEG-Stiftung.de, Konradstr. 16, D-80801 München

Anschließend wurde auf dem Computer-Monitor, vor dem die Probanden saßen, eine Farbe gezeigt, die den Bildschirm komplett ausfüllte. Diese war entweder blau für die eine Hälfte der Probanden oder grün für die andere Hälfte der Probanden. Diese Farbe diente als Anker/Erinnerungsreiz, um später im Experiment ein Gefühl von Ekel bezüglich bestimmter Snacks hervorzurufen und auf diese Weise die Attraktivität der Snacks zu reduzieren. 16 Probanden wurden hypnotisiert und 16 Probanden benutzten Autosuggestion um die gezeigte Ankerfarbe mit Ekel vor süßen oder salzigen Snacks zu verknüpfen (süß für die eine Hälfte der Probanden, salzig für die andere Hälfte). Die genauen Verfahren hierzu werden in den nächsten Abschnitten beschrieben.

Nach der Intervention maßen wir die Entscheidungen und die Hirnaktivierung der Teilnehmer mittels fMRT, während sie bei einer virtuellen Auktion auf ungesunde Snacks Gebote abgaben (Abb. 2B; s. S. 129). Die Teilnehmer in der Hypnose-Gruppe waren während der Messung in einem normalen Wachzustand, da die Hypnose zuvor beendet wurde. Nach dem Experiment füllten die Teilnehmer einen post-experimentellen Fragebogen über ihre Erfahrungen aus.

Warum wurde Ekel nur für eine bestimmte Snacksorte (süß oder salzig) induziert? Dieses Vorgehen wurde gewählt, da wir bestimmen wollten, ob Hypnose bzw. Autosuggestion eine Abscheu gegen spezifische Lebensmittel induzieren kann. Hätten wir einfach nur Abscheu gegen Lebensmittel im Allgemeinen beim Anblick des Ankers suggeriert/instruiert, dann hätte es sein können, dass der Anker ein allgemeines Unwohl- oder Ekelgefühl induziert hätte. Das Herbeiführen einer Abwertung ganz spezifischer Lebensmittel ist für die Praxis jedoch viel sinnvoller als ein allgemeines Ekelgefühl. Versuchsdurchgänge (Trials) mit der jeweils anderen Snacksorte (süß oder salzig) konnten in unserem Experiment somit außerdem als sinnvolle Kontroll- bzw. Vergleichs-Trials dienen, die nicht durch die Hypnose/Autosuggestion beeinflusst werden sollten. Wir nennen die Snacks, die mit Ekel verknüpft wurden (entweder süß oder salzig, je nach Proband) *Ziel-Snacks* und die anderen *Kontroll-Snacks*.

Details zum Verfahren für die Hypnose-Gruppe

Die 16 Probanden in der Hypnosegruppe wurden von einem professionellen Hypnotiseur (Autor H.K.) in einer Einzelsitzung hypnotisiert während sie vor dem Monitor mit der blauen oder grünen Farbe saßen. Die Teilnehmer schlossen hierfür zunächst die Augen. Die Trance wurde induziert mittels Arm-Katalepsie (Versteifung eines Armes, der aufrecht mit dem Ellbogen auf die Armlehne des Stuhls gestellt wurde) sowie angenehmen Suggestionen und positiven Bilder zur Entspannung. Der Hypnotiseur leitete die Teilnehmer dann in einen Zustand, in dem sie starken Ekel empfanden. Dies tat er, in dem er eine lebhafte Erfahrung suggerierte, welche sich um ein Objekt drehte, was die Probanden vor der Hypnose als besonders ekelhaft bezeichnet hatten (z.B. verschimmelten Joghurt). Die Teilnehmer wurden an dieser Stelle gebeten, ihre Augen zu öffnen und die Farbe auf dem Monitor vor sich anzuschauen (blau für die eine Hälfte der Probanden, grün für die andere). Diese Farbe diente, wie oben bereits er-

Tab. 1: Vergleich der beiden Gruppen Hypnose und Autosuggestion

	Hypnose	*Autosuggestion*	*Vergleich*
Geschlechterverhältnis	7 männlich, 9 weiblich	7 männlich, 9 weiblich	n.s.
Alter	23,13 (3,40)	24,94 (3,70)	t(30) = -1,443 p > 0,15
*Hypnotische Suggestibilität (HGSHS:A)**	9,00 (1,51)	8,88 (1,45)	t(30) = 0,239 p > 0,80
Hunger vor dem Experiment (1-7)	5,13 (0,96)	5,06 (1,06)	t(30) = 0,175 p > 0,85
Bedürfnis vor dem Experiment, Ziel-Snacks zu essen (1-7)	4,31 (1,25)	3,56 (1,75)	t(30) = 1,395 p > 0,15
Bedürfnis vor dem Experiment, Kontroll-Snacks zu essen (1-7)	4,38 (1,67)	4,25 (1,24)	t(30) = 0,241 p > 0,80

* mögliche Werte der HGSHS:A: 1-12; eingeschlossen in dieser Studie: 7-12

Gezeigt sind Mittelwerte (Standardabweichung). n.s.: nicht signifikant. Die Daten bezüglich des Hungers der Probanden und des Bedürfnisses, bestimmte Snacks zu essen, wurden mittels eines prä-experimentellen Fragebogens erhoben. Ziel-Snacks: die Snacksorte (süß oder salzig), die mittels Hypnose oder Autosuggestion für den jeweiligen Probanden abgewertet wurde. Kontroll-Snacks: die jeweils andere Snacksorte, die nicht beeinflusst wurde (süß oder salzig).

wähnt, als posthypnotischer Anker, der die posthypnotische Suggestion nach der Hypnose wieder hervorrufen sollte.

Es wurde den Probanden nun suggeriert, dass sich eine Verknüpfung zwischen der gezeigten Farbe und dem Gefühl von Ekel vor entweder süßen oder salzigen Snacks formen würden (süß für die eine Hälfte der Probanden, salzig für die andere Hälfte). Es wurde dazu gesagt, dass die Ekel-Verknüpfung nur für diesen einen Tag andauern würde. Ein Teilnehmer öffnete seine Augen nicht. In diesem Fall benannte und beschrieb der Hypnotiseur die gezeigte Anker-Farbe. Den Teilnehmern wurde auch gesagt, dass sich ihr Arm, der sich von der Induktion noch aufrecht auf der Armlehne befand, langsam nach unten in Richtung Armlehne bewegen würde (Ideomotorik), so

wie sich die Verknüpfung zwischen Farbe, Ekel und Snacksorte festigen würde. Es wurde ferner suggeriert, dass, sobald die Verknüpfung komplett geformt sei, der Arm die Armlehne berühren würde und sich die Augen des Probanden wieder schließen würden. Da sich der Arm des Teilnehmers, der seine Augen geschlossen hielt, ebenfalls nach unten bewegte, wurde auch dieser Proband in die Datenanalyse mit eingeschlossen. Es dauerte durchschnittlich 3 Minuten und 6 Sekunden (SD = 1 Minute und 26 Sekunden), bis der Arm der Probanden die Stuhllehne berührte. Der Hypnotiseur beendete die Hypnose mit angenehmen Suggestionen und orientierte die Probanden zurück zur Umgebung. Wichtig ist zu betonen, dass während der Hypnose keine posthypnotische Amnesie suggeriert wurde: Alle Probanden wussten also, was ihnen während der Hypnose suggeriert worden war.

Die Nützlichkeit der Induktion ideomotorischer Bewegungen während der Hypnose, wie hier von uns verwendet, wurde beispielsweise von Milton Erickson diskutiert (Havens, 1996, S. 98-102; Rossi, 1980). Für den Hypnotiseur ist es relativ leicht, mittels Suggestionen Bewegungen bestimmter Körperteile beim Hypnotisierten auszulösen. Für den Hypnotisierten ist diese Erfahrung einer scheinbar unwillkürlichen Bewegung jedoch faszinierend und ungewöhnlich. Daher erhöht die Erfahrung einer solchen unwillkürlichen Bewegung bei dem Hypnotisierten das Interesse, die Motivation zur Teilnahme und die Konzentration auf das hypnotische Verfahren. Außerdem stärkt die Erfahrung die Erwartung des Hypnotisierten, dass auch andere Suggestionen effektiv sein werden. Bei dem Verfahren, das in der vorliegenden Studie angewandt wurde, erlebt der Proband, dass sich sein Arm abwärts bewegt, ohne dass er dies bewusst steuert, also als Reaktion auf die Suggestion des Hypnotiseurs. Die Tatsache, dass sich der Arm scheinbar von selbst abwärts bewegt, dient dem Probanden als Evidenz, dass auf der unbewussten Ebene tatsächlich „etwas geschieht“ und dass die hypnotischen Suggestionen tatsächlich funktionieren. Das wiederum stärkt seine Erwartungen bezüglich der Wirksamkeit der eigentlich relevanten Ekel-bezogenen Suggestionen. (Vgl. hierzu auch die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Studien zur hypnotischen Armlevitation, Peter et al. 2012, 2014, in diesem Heft S. 83ff).

Beachten Sie, dass unser Verfahren bei der Hypnose nicht vollständig standardisiert war. Auch wenn das Gesamtverfahren immer gleich war, erlaubten wir eine gewisse Flexibilität beim genauen Wortlaut der Suggestionen sowie der Zeit, die die Probanden für die Ekel-Verknüpfung benötigten. Der Grund hierfür war, dass wir annehmen, dass ein großer Teil der Wirksamkeit von Hypnose aus der individuell-zugeschnittenen Interaktion des Hypnotiseurs mit dem Hypnotisierten resultiert: Der Hypnotiseur beobachtet den Hypnotisierten fortwährend und reagiert entsprechend auf ihn oder sie.

Details zum Verfahren für die Autosuggestions-Gruppe

Auch die Teilnehmer der Autosuggestions-Gruppe saßen während der Intervention vor dem Monitor mit der blauen oder grünen Farbe (blau für die eine Hälfte der

Probanden, grün für die andere). Der Versuchsleiter erklärte den Teilnehmern, dass es in der Studie um die Fähigkeit ginge, Emotionen zu kontrollieren. Sie erhielten die Anweisung, die Farbe auf dem Bildschirm (den Anker) mit Ekel vor entweder süßen oder salzigen Snacks zu verknüpfen (süß für die eine Hälfte der Probanden, salzig für die andere Hälfte). Die Zeit, die jeder Autosuggestions-Proband zur Verfügung hatte, um auf den Monitor zu schauen und die Verknüpfung zu formen, war gleich gehalten zu der Zeit, die ein gematchter Probanden aus der Hypnose-Gruppe benötigt hatte. Die Teilnehmer konnten während dieser Zeit eine selbstgewählte autosuggestive Strategie anwenden (siehe Tab. 2 für die berichteten Strategien).

Experimentelle Aufgabe

Die Auktion war eine Variante der sogenannten Becker-DeGroot-Marschak Auktion (Becker, DeGroot, & Marschak, 1964; Plassmann et al., 2007) und dauerte etwa 35 Minuten. Den Probanden wurden im MRT-Scanner Bilder von süßen und salzigen Snacks (z.B. Schokolade, Chips) gezeigt. Sie konnten für jeden von ihnen mittels Knopfdruck zwischen 0 € und 2,50 € (in 0,50 €-Schritten) bieten. Die Snacks wurden auf einem blauen oder grünen Hintergrund gezeigt: Das heißt, während zwei von vier Blöcken der Auktion wurden die Snacks auf der Ankerfarbe, welche mit Ekel assoziiert war, gezeigt (AnkerAN-Blöcke) und während der beiden anderen Blöcke wurden die Snacks auf der neutralen Farbe (AnkerAUS-Blöcke) gezeigt. Auf diese Weise konnte die posthypnotische Suggestion im MRT-Scanner quasi „an- und ausgeschaltet“ werden. Für die Hälfte der Probanden waren der erste und der dritte Block AnkerAN-Blöcke und der zweite und der vierte Block AnkerAUS-Blöcke. Für die andere Hälfte der Probanden war es umgekehrt. Demnach gab es also vier Trial-Typen insgesamt: Ziel-Snacks-AnkerAN, Kontroll-Snacks-AnkerAN, Ziel-Snacks-AnkerAUS und Kontroll-Snacks-AnkerAUS (Abb. 2C; s. S. 129).

Die Blöcke dauerten jeweils etwa 6 Minuten. Zwischen den Blöcken lösten die Probanden zur Ablenkung vorgegebene Mathematik-Aufgaben, um zu vermeiden, dass sich die Ekelgefühle, die durch den Anker in AnkerAN-Blöcken ausgelöst wurden auf den nächsten Block ohne die Ankerfarbe übertrugen. Beim Beginn jedes AnkerAN-Blockes wurden die Probanden an die Suggestion bzw. Instruktion erinnert, und zwar durch den folgenden Text: „Erinnere Dich daran, was die Farbe [blau/grün] im Hintergrund bedeutet“.

Unser Stimulus-Set bestand aus 50 hochaufgelösten Bildern von in Deutschland gut bekannten und beliebten Snacks (25 süße und 25 salzige). Für jeden Block wurden 40-43 Stimuli zufällig zur Präsentation ausgewählt. Etwa die Hälfte der Snacks in jedem Block waren Ziel-Snacks und die andere Hälfte waren Kontroll-Snacks (d.h. die Hälfte war süß, die andere salzig). Kein Stimulus wurde mehr als einmal pro Block gezeigt.

Um für die Probanden einen Anreiz zu bieten, ehrlich und genau zu antworten, konnten sie bei der Auktion einen echten Snack ersteigern. Wenn die Teilnehmer dies

 © www.MEG-Stiftung.de, Konradstr. 16, D-80801 München

Tab. 2: Strategien in der Autosuggestionsgruppe

Probanden	*Selbstberichtete benutzte Strategie*
Proband 1	ekelerregende Bilder vorgestellt
Proband 2	sich selbst immer wieder gesagt "Salzig ist eklig"
Proband 3	versuche mir vorzustellen, ganz viele süße Sachen essen zu müssen
Proband 4	süße Dinge vorgestellt, dabei die Farbe angesehen
Proband 5	Vorstellung von ekeligen grünen Dingen, die mit Snacks in Berührung kommen
Proband 6	teilweise Selbstsuggestion, teilweise bewusstes Herabsenken des Preises
Proband 7	Farbe Grün hat zu Ekel gepasst
Proband 8	vorgestellt, von Süßigkeiten so vollgestopft zu sein, dass einem schlecht ist
Proband 9	keine
Proband 10	vorgestellt, zu viel Süßes zu essen
Proband 11	sich eingeredet "wenn ich grün sehe finde ich süß ekelig"
Proband 12	an unangenehme Erfahrung/Geschmack in der Vergangenheit gedacht
Proband 13	sich an die Regel erinnert
Proband 14	sich selber gesagt, dass grün und salzige Snacks eklig sind und nicht schmecken, weil sie bitter sind
Proband 15	an salzige Snacks gedacht, die ich sowieso nicht so gerne mag
Proband 16	"überessen" vorgestellt

Strategien, die die Probanden in der Autosuggestionsgruppe zur Abwertung von Snacks benutzten, berichtet im post-experimentellen Fragebogen.

nicht erfolgreich taten, taten sie dies mit dem Wissen, dass sie nach dem Experiment noch eine weitere halbe Stunde (hungrig) vor Ort bleiben müssten. Die Regeln der Auktion waren wie folgt: Jeder Proband erhielt für die Auktion 2,50 € zusätzlich zur restlichen Vergütung. Am Ende der fMRT-Messung wurde einer der Trials des jeweiligen Probanden zufällig vom Computer ausgewählt. Nun bot der Computer gegen das Gebot, das der Proband auf diesem Trial abgegeben hatte. War das Gebot des Computers höher als das des Probanden, so erhielt der Proband keinen Snack, durfte jedoch die 2,50 € behalten. Bot der Computer dagegen genauso viel oder weniger als der Proband, so kaufte der Proband den Snack für den Preis, den der Computer geboten hatte und behielt den Rest der 2,50 €. Die optimale Strategie bei dieser Auktion ist es, im-

mer genau so viel zu bieten, wie einem der Erwerb des jeweiligen Snacks tatsächlich wert ist. Außerdem sollte man jede der zahlreichen Entscheidungen ernst nehmen und als die einzige Entscheidung ansehen, die zählt, da man während des Experimentes ja noch nicht weiß, welcher Versuchsdurchgang später zufällig ausgewählt wird.

Post-experimentelle Fragebögen

Die post-experimentellen Fragebögen unterschieden sich teilweise zwischen den beiden Gruppen. Die folgenden Fragen waren identisch: "Wie stark haben Sie Ekel empfunden bei süßen Snacks vor blauem Hintergrund?“ (die gleiche Frage tauchte drei weitere Male auf in den Variationen "süß vor grün", "salzig vor grün" und "salzig vor blau"), "Wie stark haben Sie den Ekel im Allgemeinen körperlich gespürt?", "Wie automatisch oder aber von Ihnen selbst kontrolliert erschien Ihnen dieser Ekel, falls Sie Ekel empfunden haben?", "Bitte seien Sie ehrlich: Haben Sie während des Experimentes manchmal nur so getan, als ob Sie Ekel spüren würden?" und " Haben Sie während des Experimentes oft bewusst daran gedacht, was die Hintergrundfarbe bedeutet, und die Assoziation mit Ekel bewusst/willentlich wieder abgerufen?" Die Antworten wurden auf Likert-Skalen von 1-7 angegeben. Einige Fragen mit freier Antwortmöglichkeit über die subjektiven Erfahrungen der Teilnehmer wurden ebenfalls gestellt (z. B. in Bezug auf die Strategien, die die Teilnehmer in der Autosuggestions-Gruppe verwendeten; vgl. Tab. 2).

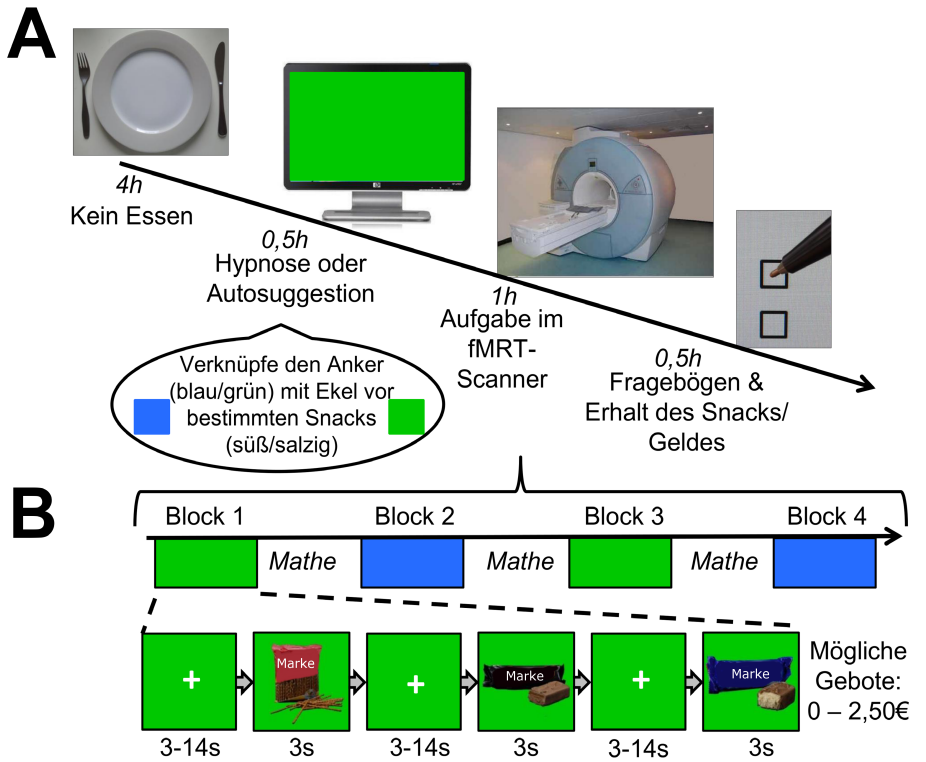
Analyse des Verhaltens und des Selbstberichtes

Varianzanalysen (ANOVA) mit Messwiederholung wurden verwendet, um die Gebote, die Reaktionszeiten bei den Geboten und die post-experimentellen Ekel-Bewertungen zu analysieren. Diese wurden mit den Innersubjektfaktoren „Snacksorte“ (Ziel-Snacks/Kontroll-Snacks) und „Anker“ (AnkerAN/AnkerAUS) und mit dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Hypnose/Autosuggestion) aufgesetzt. Vor der Analyse wurden die Gebote Log-transfomiert, um das Kriterium einer Normalverteilung zu erfüllen (siehe Zusatzmaterial des Originalartikels für weitere Informationen). Um die beiden Gruppen bezüglich der verbleibenden Selbstbericht-Fragen zu vergleichen, wurden unabhängige t-Tests bei normal verteilten sowie nicht-parametrische Mann-Whitney-Tests bei nicht normal verteilten Daten verwendet. Für die ANOVAs wurde η^2 als Maß der Effektgröße berechnet. Dies stellt den Anteil der Varianz der abhängigen Variable dar, der durch einen Effekt erklärt wird. Die Effektstärke r für t-Tests und Mann-Whitney-Tests wurde nach Rosenthal (1991; S. 19) berechnet, wobei diese wie folgt interpretiert werden kann: r = 0,10 als kleine, r = 0,30 als mittlere und r = 0,50 als große Effektstärke (Cohen, 1988).

fMRT-Datenerfassung und -vorverarbeitung

Die Daten wurden mit einem Siemens 3T Tim Trio MRT-Scanner mit einer 12-Kanal-Kopfspule erhoben. In jedem Block wurden 185 funktionelle Bilder mit jeweils 33

 © www.MEG-Stiftung.de, Konradstr. 16, D-80801 München



C

		Snacksorte (süß oder salzig): Ziel-Snacks	Kontroll-Snacks
Anker (blau oder grün)	AnkerAN	*Ziel-Snacks-AnkerAN*	*Kontroll-Snacks-AnkerAN*
	AnkerAUS	*Ziel-Snacks-AnkerAUS*	*Kontroll-Snacks-AnkerAUS*

Abb. 2: Durchführung: A. Versuchsablauf. Die Teilnehmer kamen hungrig zum Experiment. Anschließend wurden sie entweder hypnotisiert oder sie verwendeten Autosuggestionen mit dem Ziel, eine Verknüpfung zwischen einem Farbreiz (dem so genannten Anker; grün oder blau, je nach Proband) und Ekel bezüglich süßer oder salziger Snacks (je nach Proband) herzustellen. Danach führten die Probanden während einer fMRT-Messung eine virtuelle Auktion auf ungesunde Snacks durch, welche je nach Block auf einem blauen oder grünen Hintergrund gezeigt wurden. Die Probanden konnten bei dieser Auktion einen echten Snack ersteigern. B. Experimentelle Auktion. Für diese Abbildung wurden die originalen Stimulus-Bilder bearbeitet, so dass die Markennamen der Snacks nicht mehr erkennbar sind. C. Übersicht über die verschiedenen Arten von Versuchsdurchläufen (Trials).

axialen Schichten in absteigender Reihenfolge mit einer T2*-sensitiven *one-shot gradient-echo echo-planar imaging* (EPI) Sequenz aufgenommen. Es wurden folgende Parameter verwendet: *repetition time* = 2 s, *echo time* = 25 ms, *field of view* = 24 cm, Matrixgröße = 64 x 64, Voxelgröße = 3 x 3 x 3 mm und Zwischenschichtenabstand = 0,75 mm. Die funktionellen Bilder wurden *realigned* und anhand von Fieldmaps *unwarped, slice-time* korrigiert, räumlich auf die standardisierte Montreal National Institute (MNI) EPI-Template normiert und anschließend mit einem isotropen 8-mm full-width half-maximum Gauß-Filter geglättet. Die Koordinaten in dieser Veröffentlichung sind dementsprechend MNI-Koordinaten. Weitere Details zur Erfassung und Vorverarbeitung der fMRT-Daten finden sich in den Zusatzinformationen des Originalartikels.

fMRT-Datenanalyse

Zunächst berechneten wir generalisierte lineare Modelle auf der Einzel-Probanden Ebene. In einem ersten Modell modellierten wir Ziel-Snack-Trials, Kontroll-Snack-Trials und verpasste Trials als box-car Funktionen von 3s Länge und konvolvierten diese mit der hämodynamischen Antwort-Funktion. Abhängig vom Block kodierten die Ziel-Snack- und Kontroll-Snack-Regressoren demnach: Ziel-Snacks-AnkerAN und Kontroll-Snacks-AnkerAN, oder Ziel-Snacks-AnkerAUS und Kontroll-Snacks-AnkerAUS. Die Bewegungsparameter wurden als so genannte *regressors of no interest* mit einbezogen. Zudem wurde ein zeitlicher Hochpassfilter von 128s verwendet. Ein zweites Modell, welches auf die gleiche Weise aufgestellt wurde wie das erste, enthielt zusätzlich den parametrischen Modulator Gebotshöhe. Dieser diente dazu, Regionen zu identifizieren, die mit der Höhe der Gebote korrelierten. Alle relevanten Kontraste wurden für jeden Probanden einzeln berechnet. Auf der zweiten Auswertungsebene verwendeten wir einseitige t-Tests, um die Effekte aller Probanden miteinander zu vergleichen, sowie unabhängige t-Tests für die Gruppenvergleiche.

Unsere Hauptanalysen beschränkten wir auf Voxel innerhalb der Regionen, die für uns von besonderem Interesse waren (*regions of interests,* abgekürzt ROIs), nämlich den vmPFC und den Precuneus (Abb. 1). Die Ergebnisse korrigierten wir mit der *family-wise-error* (FWE) *small-volume* Korrektur bei $p < 0{,}05$ innerhalb unserer ROIs. Der Vollständigkeit halber berichten wir auch andere relevante Effekte innerhalb der ROIs bei einer liberaleren Schwelle von $p < 0{,}001$, unkorrigiert. Darüber hinaus berechneten wir eine explorative Analyse der Aktivierung im gesamten Gehirn (auch außerhalb der ROIs), ebenfalls bei einer Schwelle von $p < 0{,}001$, unkorrigiert. Weitere Details zur Analyse der fMRT-Daten finden sich in den Zusatzinformationen des Originalartikels.

Regions of Interest (ROIs)

Für die beiden Regionen, die uns besonders interessierten – vmPFC und Precuneus – fertigten wir *a priori* ROIs an (siehe Abb. 1 sowie Zusatzinformationen des Original-

artikels für weitere Details). Diese Regionen erfüllten den Zweck, die Hauptanalysen räumlich auf bestimmte Hirnregionen zu beschränken und wurden für die *small-volume* Korrektur verwendet. Für den vmPFC erstellten wir eine probabilistische ROI, die die Koordinaten von mehreren früheren Studien über subjektive Bewertungsprozesse berücksichtigte (Abb. 1A). Für den Precuneus verwendeten wir die Peak-Koordinaten aus der Studie von Cojan (2009) mit einer 15mm Sphere um diesen Peak herum (Abb. 1B).

Ergebnisse

Gebote

Die Gebote pro Bedingung sind in Abbildung 3A gezeigt. Die Daten aller Probanden zusammengenommen zeigten einen Haupteffekt von Snacksorte, $F(1,30) = 16,095$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,29$, der daraus resultierte, dass die Teilnehmer weniger Geld für Ziel-Snacks als für Kontroll-Snacks boten. Ebenso gab es einen Haupteffekt des Ankers, $F(1,30) = 17,686$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,02$, da die Teilnehmer während AnkerAN-Blöcken durchschnittlich weniger für die Snacks boten als während AnkerAUS-Blöcken. Schließlich gab es eine Interaktion von Anker x Snacksorte, $F(1,30) = 22,953$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,04$, da die Differenz zwischen den Geboten für Ziel-Snacks und Kontroll-Snacks während AnkerAN-Blöcken größer war als während AnkerAUS-Blöcken. Darüber hinaus gab es keine Interaktionen zwischen Gruppe x Snacksorte, Gruppe x Anker oder Gruppe x Snacksorte x Anker (alle $p > 0,50$), und auch keinen Haupteffekt von Gruppe ($p = 0,16$). Dies bedeutet, dass sich die Effekte von Hypnose und Autosuggestion auf die Gebote nicht signifikant unterschieden.

Paarweise Vergleiche für alle Teilnehmer zusammen ergaben ferner, dass die Gebote für Ziel-Snacks-AnkerAN erwartungsgemäß niedriger waren als die für jede der drei anderen Bedingungen (alle $p < 0,001$; alle hier berichteten p-Werte sind Bonferroni-korrigiert). Es gab keinen Unterschied zwischen Kontroll-Snacks-AnkerAN und Kontroll-Snack-AnkerAUS ($p < 0,50$). Unerwarteter Weise waren die Gebote für Ziel-Snacks-AnkerAUS auch niedriger als die Gebote für Kontroll-Snacks-AnkerAN ($p < 0,05$) und tendenziell niedriger als die für Kontroll-Snacks-AnkerAUS ($p < 0,10$).

Zusammengefast führten also sowohl Hypnose als auch Autosuggestion zu einer erfolgreichen Abwertung von Ziel-Snacks während der Ankerpräsentation, gemessen durch das Entscheidungsverhalten während der Auktion.

Die Reaktionszeiten für die Gebote (Tab. 3) unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen oder den Bedingungen ($p > 0,10$ für alle Haupteffekte und Interaktionen).

Selbstbericht

Die Ergebnisse der post-experimentellen Fragebögen sind in den Abbildungen 3B (Ekel-Bewertungen) und 2C (andere Fragen) gezeigt. Im Hinblick auf die Ekel-Bewertungen gab es einen Haupteffekt der Snacksorte, $F(1,30) = 17,177$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,18$, da Ziel-Snacks durchschnittlich als ekelhafter bewertet wurden als Kontroll-

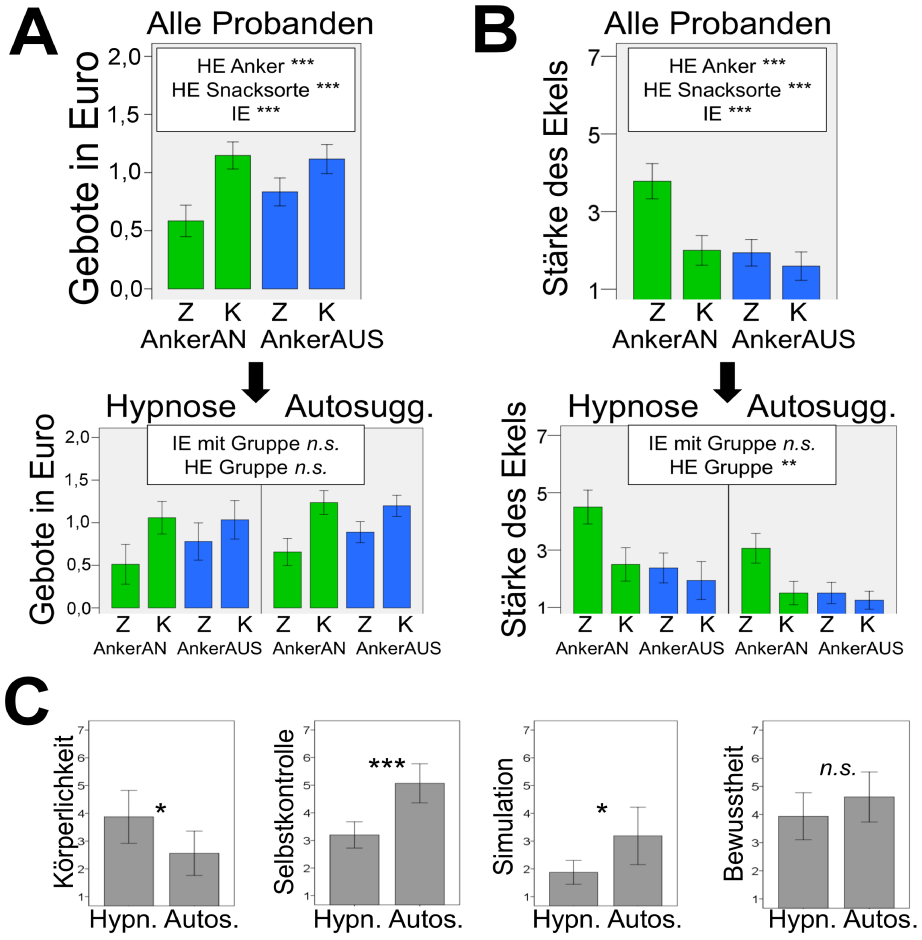


*Abb. 3: Verhalten und Selbstbericht. A. Gebote. B. Post-experimentelle Bewertungen des Ekelgefühls. C. Post-experimentelle Antworten zu den Fragen (von links nach rechts), wie körperlich sich der Ekel anfühlte, wie selbstkontrolliert (vs. automatisch) er sich anfühlte, zu welchem Grad die Probanden nur simulierten, Ekel zu empfinden und wie oft sie bewusst an die Suggestion/Instruktion zurückgedacht hatten. Gezeigt sind 95% Konfidenzintervalle des Mittelwertes, angepasst für within-subject Designs nach Loftus und Masson (1994). Z: Ziel-Snacks (süß oder salzig, je nach Proband); die Snacks, für die Ekel empfunden werden sollte. K: Kontroll-Snacks; die andere Sorte Snacks. AnkerAN: Trials, bei denen die Hintergrundfarbe der Snacks die Farbe war, die die Ekelerfahrung reaktivieren sollte (blau oder grün, je nach Proband). AnkerAUS: Trials, bei denen die Snacks auf der neutralen Hintergrundfarbe gezeigt wurden. HE: Haupteffekt. IE: Interaktionseffekt. *** p <0,001, ** p <0,01, * p <0,05, n.s.: nicht signifikant.*

 © www.MEG-Stiftung.de, Konradstr. 16, D-80801 München

Tab. 3: Gemittelte Reaktionszeiten pro Bedingung in Sekunden

Anker	*Snacksorte*	*Hypnose (n = 16) Mittelwert (SD)*		*Autosuggestion (n = 16) Mittelwert (SD)*	
AnkerAN	*Ziel-Snacks*	1,434	(0,247)	1,457	(0,229)
	Kontroll-Snacks	1,475	(0,216)	1,440	(0,150)
AnkerAUS	*Ziel-Snacks*	1,476	(0,192)	1,409	(0,198)
	Kontroll-Snacks	1,442	(0,203)	1,381	(0,205)

Ziel-Snacks (süß oder salzig, je nach Proband); die Snacks, für die Ekel empfunden werden sollte. K: Kontroll-Snacks; die andere Sorte Snacks. AnkerAN: Trials, bei denen die Hintergrundfarbe der Snacks die Farbe war, die die Ekelerfahrung reaktivieren sollte (blau oder grün, je nach Proband). AnkerAUS: Trials, bei denen die Snacks auf der anderen, neutralen Hintergrundfarbe gezeigt wurden.

Snacks. Weiterhin gab es einen Haupteffekt des Ankers, $F(1,30) = 48{,}661$, $p < 0{,}001$, $\eta^2 = 0{,}20$, da Snacks in AnkerAN-Blöcken als ekelhafter bewertet wurden als während AnkerAUS-Blöcken. Schließlich gab es eine Interaktion von Anker x Snacksorte, $F(1,30) = 23{,}236$, $p < 0{,}001$, $\eta^2 = 0{,}08$: Wie erwartet wurden nämlich Ziel-Snacks insbesondere bei AnkerAN-Blöcken als ekliger wahrgenommen als Kontroll-Snacks. Es gab jedoch keine Interaktionen von Gruppe x Anker, Gruppe x Snacksorte oder Gruppe x Anker x Snacksorte (alle $p > 0{,}15$). Dies bedeutet, dass die Faktoren Anker und Snacksorte die Ekelbewertungen nach Hypnose und nach Autosuggestion gleichermaßen beeinflussten. Allerdings gab es einen Haupteffekt des Faktors Gruppe, da die Teilnehmer der Hypnose-Gruppe durchschnittlich, über alle Bedingungen hinweg, von einem höheren Grad an Ekel berichteten als die Autosuggestions-Gruppe, $F(1,30) = 10{,}76$, $p = 0{,}003$, $\eta^2 = 0{,}26$.

Wie vorhergesagt zeigten paarweise t-Tests über die Teilnehmer beider Gruppen zusammen, dass der berichtete Ekel für Ziel-Snacks-AnkerAN höher war als bei jeder anderen Bedingung (alle $p < 0{,}001$; Bonferroni-korrigiert). Die restlichen drei Bedingungen unterschieden sich nicht voneinander (alle korrigierten $p > 0{,}40$). Somit weisen die Ekel-Bewertungen pro Bedingung, genauso wie die Gebote, darauf hin, dass beide Interventionen bezüglich der Abwertung von Ziel-Snacks gleichermaßen erfolgreich waren.

Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich jedoch in den anderen Selbstbericht-Fragen (Abb. 3C): Teilnehmer der Hypnose-Gruppe gaben nämlich an, dass sie den Ekel als körperlicher, $t(30) = 2{,}250$, $p = 0{,}03$, $r = 0{,}38$, und weniger selbstgesteuert (d.h. automatischer) erlebt hatten als Teilnehmer in der Autosuggestions-Grup-

pe, U = 22,500, p < 0,001, r = - 0,70 (Beachte: zwei Messwerte fehlten hier). Zudem berichteten die Teilnehmer der Autosuggestions-Gruppe häufiger, lediglich vorgegeben zu haben, Ekel zu empfinden als die Teilnehmer der Hypnose-Gruppe, t (20,033) = -2,499, p = 0,02, r = 0,49 (Freiheitsgrade wurden angepasst auf Grund von ungleichen Varianzen). In Bezug auf die Häufigkeit des bewussten Wiederabrufens der Suggestionen bzw. Instruktionen während des Experiments unterschieden sich die beiden Gruppen hingegen nicht, U = 91,500, p = 0,16, r = -0,25.

Korrelation zwischen vmPFC Aktivierung und Geboten über alle Bedingungen hinweg

In der fMRT-Analyse untersuchten wir zunächst, ob das BOLD-Signal im vmPFC mit dem subjektiven Wert der gezeigten Snacks korreliert, wie frühere Studien vielfach gezeigt haben. Hierfür ermittelten wir, ob es Voxel innerhalb unserer vmPFC ROI (Abb. 1A) gab, die mit den Geboten korrelierten. Dies testeten wir zunächst unabhängig von der Bedingung (Hypnose vs. Autosuggestion) über alle 32 Teilnehmer hinweg. Wie erwartet, korrelierte sowohl der rACC als auch Teile des mOFCs bei p < 0,05 (korrigiert) mit den Geboten (Abb. 4). Das heißt, je höher das Gebot der Teilnehmer für einen Snack war, desto höher war die Aktivierung des vmPFC (bestehend auf rACC und mOFC). Dies spricht dafür, dass man das BOLD-Signal in dieser Region (mit gegebener Vorsicht) als Indikator für die wahrgenommene Attraktivität der gezeigten Snacks benutzen kann.

Effekte auf den vmPFC

Unser nächstes Ziel war es nun, zu überprüfen, ob das BOLD-Signal im vmPFC mit den Geboten während der Auktion und dem Selbstbericht der Probanden übereinstimmt. Wir testeten somit Effekte des Ankers (AnkerAUS > AnkerAN), der Snacksorte (Kontroll-Snacks > Ziel-Snacks) und die Interaktion von Anker x Snacksorte (stärkeres Signal für Kontroll-Snacks > Ziel-Snacks während AnkerAN-Blöcken verglichen mit AnkerAUS-Blöcken). Diese Vergleiche wurden innerhalb unserer vmPFC ROI (Abb. 1A) berechnet und zwar für Probanden beider Gruppen zusammen (der Vergleich zwischen den Gruppen wurde erst im zweiten Schritt durchgeführt, siehe unten). Dabei sollte eine verminderte Attraktivität von Snacks durch ein vermindertes BOLD-Signal im vmPFC wiedergespiegelt werden.

In der Tat fanden wir für all diese Vergleiche eine signifikante Änderung des BOLD-Signals im vmPFC in die erwartete Richtung (Abb. 5). Die Auswirkungen von Anker- und Snacksorte waren beide bei p < 0,05 (korrigiert) signifikant, während die Interaktion von Anker x Snacksorte bei p < 0,001 (unkorrigiert) signifikant war. Interessanterweise wurden Aktivierungen für die drei Effekte in verschiedenen, aber teilweise überlappenden Bereichen des vmPFCs gefunden.

Die Hirnregionen, deren Aktivierung durch den Anker, die Snacksorte und ihre Interaktion beeinflusst wurden (Abb. 5) überlappten mit der Hirnregion, deren Aktivie-

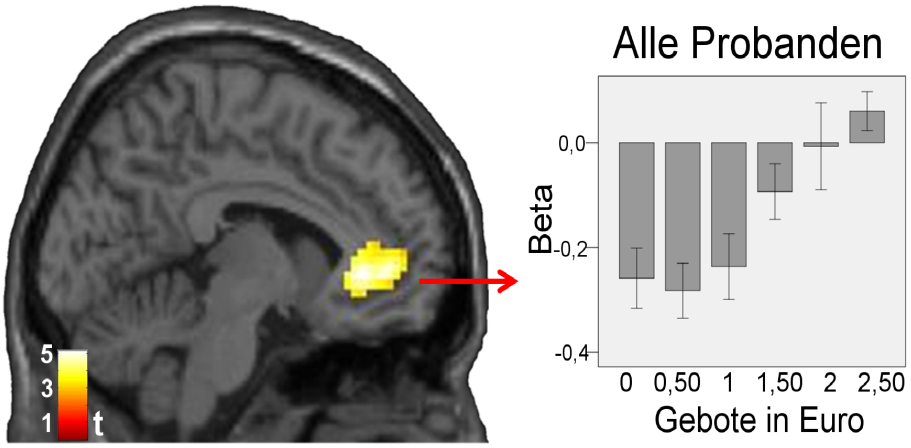


Abb. 4: Korrelation des BOLD-Signals mit den Geboten über alle Bedingungen hinweg für die Teilnehmer beider Gruppen zusammen (n = 32; Peak: -6, 35, -2, T = 5,09). Das heißt, diese Region war umso stärker aktiv, je mehr die Probanden für einen Snack boten, d.h. je attraktiver ein Snack wahrgenommen wurde. Die Ergebnisse wurden hier mit der vmPFC ROI (Abb. 1A) maskiert (d.h. Korrelationen außerhalb des vmPFC werden nicht gezeigt). Zum Zwecke der Visualisierung werden die Aktivierungen bei einer etwas liberaleren Schwelle von p < 0,005 (sowie einer minimalen Cluster-Größe von k = 10) gezeigt. Das Diagramm (Beta-Plot) visualisiert die Ergebnisse (Mittelwert beta ± 1 Standardfehler). Es wurde auf eine Weise erstellt, welche Unabhängigkeit von den Hauptanalysen sicherstellt (siehe Zusatzmaterial im Originalartikel und Litt et al., 2011).

rung mit den Geboten über alle Bedingungen hinweg korrelierte (Abb. 4). Dies deutet stark darauf hin, dass Hypnose und Autosuggestion in der Tat erfolgreich die subjektive Bewertung von Lebensmitteln bzw. deren Attraktivität verändern konnten. Somit bestätigte die fMRT-Analyse (die Daten der Probanden beider Gruppen gemeinsam analysiert) die gefundenen Verhaltenseffekte insofern, als dass der vmPFC auf die experimentellen Manipulationen in die erwartete Richtung reagierte.

Im letzten Schritt wurden dann die Effekte auf den vmPFC in der Hypnose-Gruppe mit denen in der Autosuggestions-Gruppe direkt verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass der Effekt des Ankers auf den rACC (ein Teilbereich der vmPFC ROI) in der Hypnose-Gruppe stärker war als in der Autosuggestions-Gruppe, $p < .05$ (korrigiert; Abb. 6A). Der Effekt der Snacksorte und der Interaktionseffekt von Anker x Snacksorte unterschieden sich hingegen innerhalb der vmPFC ROI nicht signifikant zwischen den Gruppen.

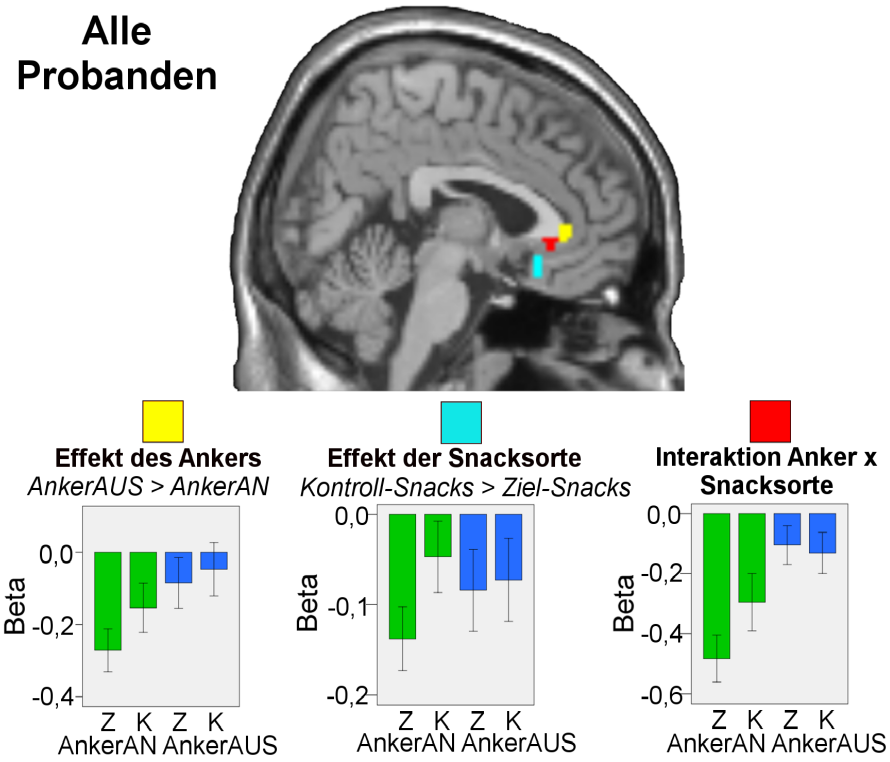


Abb. 5: Effekt des Ankers (gelb), der Snacksorte (hellblau) und der Interaktion von Anker x Snacksorte (rot) im vmPFC für die Teilnehmer beider Gruppen gemeinsam analysiert (n = 32; Peaks innerhalb der ROI für Anker: -6, 35, -2, T = 4,01; Snacksorte: 6, 26, -17, T = 4,29; Anker x Snacksorte: 0, 32, -2, T = 3,63). Die Ergebnisse sind mit der vmPFC ROI maskiert (d.h. Aktivierungen außerhalb der ROI werden nicht gezeigt). Zum Zwecke der Visualisierung werden die Aktivierungen bei p < 0,005 (k = 10) gezeigt. Die Diagramme (Beta-Plots) visualisieren die Ergebnisse (Mittelwert beta ± 1 Standardfehler) und wurden in einer Weise, welche Unabhängigkeit von der Hauptanalyse sicher stellt sicher, konstruiert (siehe Zusatzmaterial des Originalartikels). Z: Ziel-Snacks (süß oder salzig, je nach Proband); die Snacks, für die Ekel empfunden werden sollte. K: Kontroll-Snacks; die andere Sorte Snacks. AnkerAN: Trials, bei denen die Hintergrundfarbe der Snacks die Farbe war, die die Ekelerfahrung reaktivieren sollte (blau oder grün, je nach Proband). AnkerAUS: Trials, bei denen die Snacks auf der neutralen Hintergrundfarbe gezeigt wurden.

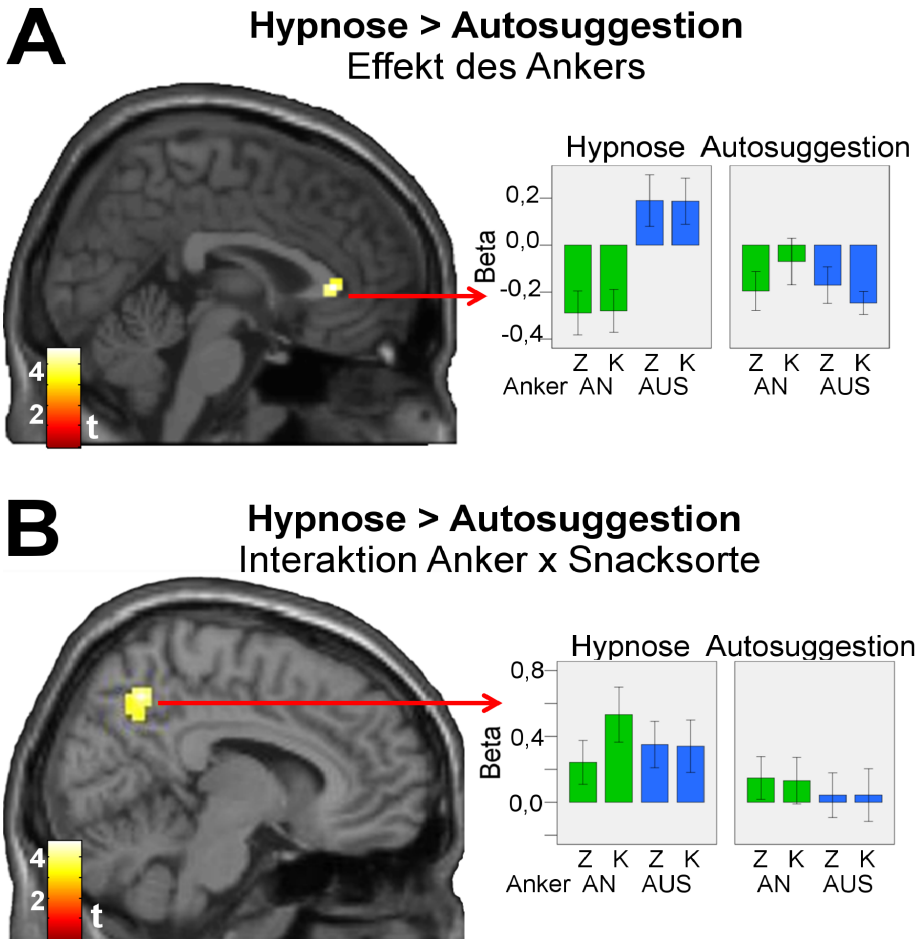


Abb. 6: Gruppenunterschiede. A. In der Hypnose-Gruppe war der Effekt des Ankers auf den vmPFC signifikant stärker als in der Autosuggestions-Gruppe (Peak: 3, 32, 4, T = 4,73). B. Ebenfalls gab es in der Hypnose-Gruppe einen stärkere Interaktionseffekt von Anker x Snacksorte im Precuneus (Peak: 9, -58, 46, T = 4,00). Die Ergebnisse werden von der vmPFC ROI in Teilabbildung A und von der Precuneus ROI in Teilabbildung B maskiert. Zum Zwecke der Visualisierung werden die Aktivierungen bei p < 0,005 (k = 10) gezeigt. Die Diagramme (Beta-Plots) visualisieren die Ergebnisse (Mittelwert beta ± 1 Standardfehler) und wurden in einer Weise, welche Unabhängigkeit von der Hauptanalyse sicher stellt, konstruiert (siehe Zusatzmaterial des Originalartikels). Z: Ziel-Snacks (süß oder salzig, je nach Proband); die Snacks, für die Ekel empfunden werden sollte. K: Kontroll-Snacks; die andere Sorte Snacks. AnkerAN: Trials, bei denen die Hintergrundfarbe der Snacks die Farbe war, die die Ekelerfahrung reaktivieren sollte (blau oder grün, je nach Proband). AnkerAUS: Trials, bei denen die Snacks auf der neutralen Hintergrundfarbe gezeigt wurden.

Effekte auf den Precuneus

Sollte der Precuneus funktionell an der Wirkung der Hypnose oder der Autosuggestion beteiligt sein, würden wir erwarten, in dieser Region einen Effekt des Ankers, der Snacksorte oder deren Interaktion zu finden. Wie auch beim vmPFC (siehe letzter Abschnitt) testeten wir zunächst diese drei Effekte für die Daten aller Probanden gemeinsam für alle Voxel der Precuneus ROI (Abb. 1B; n = 32). Hierbei ergab sich kein Effekt des Ankers oder der Snacksorte; allerdings wurde ein Interaktionseffekt von Anker x Snacksorte bei $p < 0,05$ (korrigiert) festgestellt (Peak: 6, -55, 52, T = 4,25).

Im nächsten Schritt wurden dann die Effekte auf den Precuneus zwischen der Hypnose-Gruppe und der Autosuggestions-Gruppe verglichen. Die Interaktion von Anker x Snacksorte im Precuneus war signifikant stärker in der Hypnose-Gruppe bei $p < 0,05$ (korrigiert). Abb. 6B zeigt die Durchschnittswerte der Betawerte aus den Interaktions-Voxeln pro Bedingung. Das Muster zeigt, dass die Dreifach-Interaktion von Gruppe x Anker x Snacksorte dadurch entstand, dass sich nur in der Hypnose-Gruppe das Precuneus-Signal zwischen Ziel-Snacks und Kontroll-Snacks in AnkerAN-Blöcken voneinander unterschied, während dies in AnkerAUS-Blöcken nicht der Fall war. Dies deutet darauf hin, dass der Precuneus tatsächlich funktionell an der Wirkung der hypnotischen Suggestionen beteiligt war, da er relevante Informationen über die hypnotischen Suggestionen zu repräsentieren schien. Schließlich fanden wir auch eine stärkere Aktivierung des Precuneus für alle Trials insgesamt (verglichen gegen die Baseline) für die Hypnose-Gruppe im Vergleich zur Autosuggestions-Gruppe, $p < 0,05$ (korrigiert; Peak: 0, -61, 34, T = 3,89).

Whole-Brain-Analyse

Obgleich unsere Hypothesen auf unsere beiden ROIs beschränkt waren, führten wir der Vollständigkeit halber auch eine explorative Analyse des Signals im ganzen Gehirn durch. Diese *whole-brain* Analyse ergab, dass sowohl die Snacksorte als auch die Interaktion von Anker x Snacksorte Effekte auf mehreren Regionen außerhalb unserer ROIs hatten (für die Probanden beider Gruppen zusammen analysiert, n = 32). Unter anderem war die rechte vordere Insula aktiver bei Ziel-Snacks als bei Kontroll-Snacks. Eine Interaktion von Anker x Snacksorte wurde weiterhin zum Beispiel im fusiformen Gyrus, dem posterioren cingulären Cortex und dem Gyrus parahippocampalis gefunden (siehe Zusatzinformationen des Originalartikels für alle Ergebnisse). Die Analyse zeigte weiterhin, dass die Gruppenunterschiede zwischen Hypnose und Autosuggestion weitgehend auf den vmPFC und den Precuneus begrenzt waren.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden entweder posthypnotische Suggestionen oder Autosuggestionen angewendet, um bei den Teilnehmern einen Farb-Anker (blau oder grün) mit einem Ekelgefühl in Bezug auf ungesunde Snacks (entweder süße oder sal-

zige) zu verknüpfen. Sowohl Hypnose als auch Autosuggestion verminderten die Attraktivität der Snacks in suggestiblen Teilnehmern auf diese Weise signifikant, wie Verhalten, Selbstbericht und Aktivierungsmuster im vmPFC zeigten. Im Vergleich zu Teilnehmern, die Autosuggestion eingesetzt hatten, berichteten Teilnehmer, die hypnotisiert worden waren, von Effekten, die als körperlicher, automatischer und echter (d.h. nicht simuliert) wahrgenommen wurden. Während die Auswirkungen der Hypnose und der Autosuggestion auf das Verhalten gleich stark waren, hatte der Anker darüber hinaus deutlich stärkere Auswirkungen auf das BOLD-Signal im vmPFC (genauer gesagt den rACC) in der Hypnose-Gruppe im Vergleich zur Autosuggestions-Gruppe.

Da sich während des Experiments beide Gruppen nicht unterschiedlich verhielten – es gab keine Unterschiede bei den Geboten –, kann der Gruppenunterschied im vmPFC-Signal nicht dem Verhalten der Teilnehmer zugeschrieben werden (Egner, Jamieson, & Gruzelier, 2005). Die Erkenntnis, dass der vmPFC mit dem subjektiven Wert oder der Attraktivität von Entscheidungsoptionen korreliert, ist eine der etabliertesten Erkenntnisse in der neurowissenschaftlichen Literatur zur Entscheidungsfindung (Basten et al., 2010; Chib et al., 2009; Grabenhorst & Rolls, 2011; Hare et al., 2009; Hare et al., 2011; Hare et al., 2008; Janowski et al., 2013; Kable & Glimcher, 2007; Litt et al., 2011; Peters & Büchel, 2010; Plassmann et al., 2007; Plassmann et al., 2010). Daher ist eine mögliche Erklärung für den Gruppenunterschied im vmPFC, dass Hypnose eine „wahrhaftigere" Verringerung der wahrgenommenen Attraktivität der Snacks induziert. Diese Interpretation sollte jedoch mit Vorsicht behandelt werden, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Signal im vmPFC auch reduziert wird, wenn der Wert eines Objekts sich nicht wirklich verändert (z.B. wenn die Teilnehmer während das Betrachtens von Bildern an etwas Negatives denken, oder durch andere unabhängige Prozesse). Allerdings wird diese Interpretation dadurch unterstützt, dass nur Teilnehmer der Autosuggestions-Gruppe berichteten, manchmal nur vorgegeben zu haben, Ekel zu fühlen. Für die Interpretation spricht außerdem, dass das BOLD-Signal in der exakt gleichen vmPFC-Region, die mehr durch Hypnose als durch Autosuggestion beeinflusst wurde, mit den Geboten über alle Bedingungen hinweg korrelierte.

Interessanterweise war nur der durch den Farb-Anker induzierte Effekt im vmPFC, nicht aber der Effekt der Snacksorte oder der Interaktion von Anker x Snacksorte in der Hypnose-Gruppe signifikant stärker ausgeprägt als in der Autosuggestions-Gruppe. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass der Farb-Anker eine besondere Rolle bei der Wirkung der hypnotischen Suggestionen hatte. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass die markanten Farbhinweise schnell und automatisch verarbeitet werden, während es mehr kognitive Verarbeitung benötigt, Snacks bestimmten Kategorien (wie süß oder salzig) zuzuordnen.

Im Hinblick auf die Frage nach den neuronalen Mechanismen von Hypnose deuten unsere Ergebnisse auf eine Rolle des Precuneus hin, wie bereits die Ergebnisse

einer früheren Studie von Cojan et al. (2009). Im Vergleich zur Baseline-Aktivierung wurde für alle Trials eine höhere Precuneus-Aktivierung nach der Hypnose als nach der Autosuggestion gefunden. Zudem zeigte sich eine Dreifach-Interaktion von Anker x Snacksorte x Gruppe. Diese Interaktion wurde dadurch hervorgerufen, dass der Precuneus nur in der Hypnose-Gruppe zwischen süßen und salzigen Snacks, die auf der Ankerfarbe gezeigt wurden, differenzierte. Das heißt, in der Hypnose-Gruppe war der Precuneus während der Präsentation von abgewerteten Ziel-Snacks weniger aktiv als während der von Kontroll-Snacks. Dieses galt allerdings ausschließlich für Trials, in denen der posthypnotische Anker gezeigt wurde. Der Precuneus schien also spezifische Informationen über den Inhalt der posthypnotischen Suggestion zu kodieren.

Im Hinblick auf die gefundenen Gruppenunterschiede sollten zwei Punkte besonders beachtet werden. Zunächst gelten alle unsere Schlussfolgerungen für eine sehr frei durchgeführte Autosuggestion und nicht für eine stark strukturierte oder langfristig trainierte Form der Autosuggestion: Teilnehmer in unserer Autosuggestions-Gruppe wählten und verwendeten ihre eigenen autosuggestiven Strategien. Im Gegensatz dazu erhielten die Teilnehmer der Hypnose-Gruppe eine relativ standardisierte und strukturierte Intervention. Diese Vorgehensweise wurde in der vorliegenden Studie gewählt, um eine annähernd alltagsnahe Situation in der Autosuggestions-Gruppe herzustellen, in der Menschen versuchen, ihr Verlangen nach bestimmten ungesunden Lebensmitteln durch eigene Anstrengung zu reduzieren. Jedoch ist deswegen wichtig zu beachten, dass die Wirksamkeit von Autosuggestion durch genaue Anweisungen oder durch ein langfristiges Training der Teilnehmer wahrscheinlich erhöht werden könnte.

Der zweite wichtige Punkt in Bezug auf Gruppenunterschiede ist, dass unsere Teilnehmer danach ausgesucht wurden, dass sie gut auf hypnotische Suggestionen reagieren. Dabei haben wir angenommen, dass Teilnehmer, die gut auf Hypnose reagieren, ebenso gut darin sind, Autosuggestion anzuwenden. Dies basierte auf verschiedenen Belegen: Beispielsweise profitieren Personen mit hoher hypnotischer Suggestibilität mehr von autogenem Training (welches Autosuggestion beinhaltet; Schultz, 1956) und kognitiver Selbsthypnose bei der Behandlung von Kopfschmerzen verglichen mit Personen mit niedriger Suggestibilität (ter Kuile et al., 1994). Darüber hinaus sind Probanden mit hoher hypnotischer Suggestibilität auch außerhalb eines hypnotischen Zustandes sehr empfänglich für Suggestionen (Kirsch & Braffman, 2001; McGeown et al., 2012; Raz, Kirsch, Pollard, & Nitkin-Kaner, 2006). Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass Autosuggestion noch stärkere Effekte gehabt hätte, wenn wir unsere Teilnehmer speziell auf Grund ihrer Fähigkeit zur Autosuggestion ausgewählt hätten.

Der Befund der aktuellen Studie, dass nicht nur Hypnose, sondern auch Autosuggestion die Entscheidungsfindung beeinflussen kann, verdient besondere Beachtung. Im post-experimentellen Fragebogen berichteten die Teilnehmer, welche Strategien sie zur Abwertung der Snacks angewandt hatten: Typischerweise stellten sie sich ekel-

 © *www.MEG-Stiftung.de, Konradstr. 16, D-80801 München*

hafte Objekte vor und sagten sich immer wieder, dass die Snacks ekelhaft seien (Tab. 2). Es gibt in der Neuroimaging-Literatur nur sehr wenige Studien, die sich explizit mit Autosuggestion befassen. Ausnahmen hierzu sind Studien über autogenes Training (Naglatzki et al., 2012; Schlamann, Naglatzki, Greiff, Forsting, & Gizewski, 2010) und über den Placebo-Effekt (Eippert et al., 2009; Raz, 2007; Wager et al., 2004), welcher auch unbewusste Autosuggestion beinhaltet oder zumindest die Überzeugung, dass eine bestimmte medizinische Behandlung wirksam ist. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Autosuggestion als Instrument zur Beeinflussung der Wahrnehmung oder des Verhaltens ein vielversprechendes Gebiet für zukünftige neurowissenschaftliche und klinische Forschung darstellt.

Interessanterweise schlug Coué (2013) vor, dass eine Fremdsuggestion nur dadurch funktionieren kann, dass sie sich im Kopfe des Probanden in eine Autosuggestion umwandelt. Demzufolge könnten auch die Auswirkungen in unserer Hypnose-Gruppe ganz oder teilweise aufgrund von Autosuggestionen aufgetreten sein, da die Teilnehmer ihre eigenen kognitiven Ressourcen verwendet haben dürften, um die heterosuggestiven Effekte zu unterstützen. Es ist sehr schwierig, autosuggestive von heterosuggestiven Komponenten der Hypnose experimentell zu trennen. Eine Möglichkeit hierzu bestünde darin, Heterohypnose mit Selbsthypnose zu vergleichen unter Verwendung der exakt gleichen Suggestionen für beide Bedingungen. Allerdings erfordert Selbsthypnose ein entsprechendes Training und wird in der Regel über den Weg der Hetero-Hypnose (Sacerdote, 1981) gelehrt. Eine weitere Möglichkeit wäre es, eine posthypnotische Amnesie zu induzieren, so dass den Teilnehmern nicht bewusst wäre, was ihnen während der Hypnose suggeriert wurde (Mendelsohn, Chalamish, Solomonovich, & Dudai, 2008). Auf diese Weise könnte zumindest bewusste Autosuggestion ausgeschlossen werden. Allerdings sind nur wenige Menschen empfänglich für eine posthypnotische Amnesie, und es ist schwierig festzustellen, ob die Teilnehmer diese tatsächlich entwickelt haben.

Für Leser, die sich nicht nur für Hypnose und Autosuggestion interessieren, sondern auch für die neuronale Basis der Entscheidungsfindung, sind folgende Überlegungen relevant: Die vorliegende Studie kann als Experiment über die Bewertung von Objekten mit verschiedenen Attributen/Eigenschaften gesehen werden. Die verwendeten Bilder von Snacks besaßen zwei auffallende Eigenschaften, die sich von Trial zu Trial unterschieden, nämlich Art des Geschmacks (süß oder salzig) und die Hintergrundfarbe der Bilder (blau oder grün). Hypnose und Autosuggestion verändert den Wert der Ausprägungen dieser beiden Eigenschaften systematisch: Für jeden Teilnehmer wurde jeweils eine Geschmacksart und eine Hintergrundfarbe mit einem negativen Wert (z.B.: salzig = ekelhaft; und grün = ekelhaft) verknüpft, während die jeweils andere Geschmacksart und Hintergrundfarbe als neutral bzw. positiv belassen wurde. Während die Teilnehmer die Attraktivität der gezeigten Stimuli bewerteten, mussten sie hierfür beide Stimulus-Eigenschaften wahrnehmen und bewerten und diese Teilwerte dann zu einem Gesamtwert integrieren (zusammen mit anderen Variablen; von

Winterfeldt & Fischer, 1975). Wir haben in dieser Studie nun gezeigt, dass verschiedene Teilbereiche des vmPFCs die Werte verschiedener Stimulus-Attribute nachverfolgen (Abb. 5): Während der rACC am sensitivsten in Bezug auf den Wert der Hintergrundfarbe war, zeigten weiter ventral gelegene Teile des rACCs und der mOFC eine Reaktion in Abhängigkeit des Wertes der Geschmacksart (süß/salzig). Somit weisen unsere Ergebnisse, die durch die Verwendung von Hypnose gewonnen wurden, darauf hin, dass die Werte verschiedener Eigenschaften von Objekten in unterschiedlichen vmPFC Teilbereichen repräsentiert werden. Dies wiederum demonstriert, dass Hypnose und Autosuggestion für die Untersuchung der neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung nützlich sein können (Oakley & Halligan, 2009; Raz, 2011; Raz & Shapiro, 2002).

Zusammengefasst zeigen unsere Ergebnisse, dass posthypnotischen Suggestionen und in geringerem Maße auch Autosuggestionen die Entscheidungsfindung und subjektive Bewertung von Lebensmitteln auf der Verhaltensebene, phänomenologisch und auf neuronaler Ebene beeinflussen können. Somit sind diese Verfahren sowohl als hilfreich für die Untersuchung der neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung anzusehen, als auch dafür, Menschen zu helfen, bessere Entscheidungen im alltäglichen Leben zu treffen.

Danksagung

Wir danken Antonio Rangel für hilfreiche Diskussionen bezüglich des Studiendesigns und der Datenanalyse. Wir danken außerdem Sven Reichelt für die Aufnahme der Bilder für das Stimulus-Set und Hilke Plassmann für Beratung bezüglich der Erstellung dieser Stimuli. Ebenfalls danken wir Walter Bongartz für das Bereitstellen deutscher Materialien der HGSHS:A, Dominik Bach, Björn Schott, Susanne Erk und Dar Meshi für Diskussionen und Torsten Wüstenberg für das Bereitstellen der MATLAB-Toolbox für die Erstellung der vmPFC ROI. Die Studie wurde von der VW-Stiftung (II/84 051) und der Studienstiftung des deutschen Volkes (Stipendium für V.U.L) finanziert.

Literatur

Allison, D. B., & Faith, M. S. (1996). Hypnosis as an adjunct to cognitive-behavioral psychotherapy for obesity: a meta-analytic reappraisal. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 64(3), 513-516.

Barnes, J., Dong, C., McRobbie, H., Walker, N., Mehta, M., & Stead, L. (2010). Hypnotherapy for smoking cessation. Cochrane Database of Systematic Reviews(10), 1-34.

Basten, U., Biele, G., Heekeren, H. R., & Fiebach, C. J. (2010). How the brain integrates costs and benefits during decision making. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(50), 21767-21772.

Baudouin, C. (2003). Suggestion and Autosuggestion. Whitefish, Montana: Kessinger Publishing. (Original work published in 1927).

Becker, G., DeGroot, M., & Marschak, J. (1964). Measuring utility by a single-response sequential method. Behavioral Science 9, 226 -232.

Bhanji, J. P., & Beer, J. S. (2012). Taking a different perspective: Mindset influences neural regions that

represent value and choice. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7(7), 782-793.

Blakemore, S. J., Oakley, D. A., & Frith, C. D. (2003). Delusions of alien control in the normal brain. Neuropsychologia, 41(8), 1058-1067.

Brosch, T., Coppin, G., Schwartz, S., & Sander, D. (2012). The importance of actions and the worth of an object: dissociable neural systems representing core value and economic value. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 7(5), 497-505.

Brüne, M., Tas, C., Wischniewski, J., Welpinghus, A., Heinisch, C., & Newen, A. (2012). Hypnotic ingroup–outgroup suggestion influences economic decision-making in an Ultimatum Game. Consciousness and Cognition, 21(2), 939–946.

Carmody, T. P., Duncan, C., Simon, J. A., Solkowitz, S., Huggins, J., Lee, S., & Delucchi, K. (2008). Hypnosis for smoking cessation: a randomized trial. Nicotine & Tobacco Research, 10(5), 811-818.

Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. Brain, 129(3), 564-583.

Chib, V. S., Rangel, A., Shimojo, S., & O'Doherty, J. P. (2009). Evidence for a common representation of decision values for dissimilar goods in human ventromedial prefrontal cortex. Journal of Neuroscience, 29(39), 12315-12320.

Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). New York: Academic Press.

Cohen Kadosh, R., Henik, A., Catena, A., Walsh, V., & Fuentes, L. J. (2009). Induced cross-modal synaesthetic experience without abnormal neuronal connections. Psychological Science, 20(2), 258-265.

Cojan, Y., Waber, L., Schwartz, S., Rossier, L., Forster, A., & Vuilleumier, P. (2009). The brain under self-control: modulation of inhibitory and monitoring cortical networks during hypnotic paralysis. Neuron, 62(6), 862-875.

Coltheart, M. (2006). What has functional neuroimaging told us about the mind (so far)? Cortex, 42(3), 323-331.

Coué, E. (2013). Self Mastery Through Conscious Autosuggestion (Kindle ed.). Stokowski Press (Originalarbeit wurde 1922 publiziert). Abgerufen am 23. April 2013 von www.amazon.de/Mastery-Through-Conscious-Autosuggestion-ebook/dp/B00683MKLK/

de Araujo, I. E., Rolls, E. T., Velazco, M. I., Margot, C., & Cayeux, I. (2005). Cognitive modulation of olfactory processing. Neuron, 46(4), 671-679.

Egner, T., Jamieson, G., & Gruzelier, J. (2005). Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. NeuroImage, 27(4), 969-978.

Eippert, F., Bingel, U., Schoell, E. D., Yacubian, J., Klinger, R., Lorenz, J., & Büchel, C. (2009). Activation of the opioidergic descending pain control system underlies placebo analgesia. Neuron, 63(4), 533-543.

Grabenhorst, F., & Rolls, E. T. (2008). Selective attention to affective value alters how the brain processes taste stimuli. European Journal of Neuroscience, 27(3), 723-729.

Grabenhorst, F., & Rolls, E. T. (2011). Value, pleasure and choice in the ventral prefrontal cortex. Trends in Cognitive Sciences, 15(2), 56-67.

Grabenhorst, F., Rolls, E. T., & Bilderbeck, A. (2008). How cognition modulates affective responses to taste and flavor: top-down influences on the orbitofrontal and pregenual cingulate cortices. Cerebral Cortex, 18(7), 1549-1559.

Halligan, P. W., Athwal, B. S., Oakley, D. A., & Frackowiak, R. S. (2000). Imaging hypnotic paralysis: Implications for conversion hysteria. Lancet, 355(9208), 986-987.

Hare, T. A., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2009). Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system. Science, 324(5927), 646-648.

Hare, T. A., Malmaud, J., & Rangel, A. (2011). Focusing attention on the health aspects of foods changes value signals in vmPFC and improves dietary choice. Journal of Neuroscience, 31(30), 11077-11087.

Hare, T. A., O'Doherty, J., Camerer, C. F., Schultz, W., & Rangel, A. (2008). Dissociating the role of the orbitofrontal cortex and the striatum in the computation of goal values and prediction errors. Journal of Neuroscience, 28(22), 5623-5630.

Havens, R. A. (Ed.). (1996). The Wisdom of Milton H. Erickson: Hypnosis and Hypnotherapy: Volume 1. New York: Irvington Publishers, Inc.

Henson, R. (2006). What has (neuro)psychology told us about the mind (so far)? A reply to Coltheart (2006). Cortex, 42(3), 387-392.

Hollmann, M., Hellrung, L., Pleger, B., Schlogl, H., Kabisch, S., Stumvoll, M., . . . Horstmann, A. (2011). Neural correlates of the volitional regulation of the desire for food. International Journal of Obesity, 36, 648–655.

Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (2009). Functional Magnetic Resonance Imaging (2 ed.). Massachusetts: Sinauer.

Iani, C., Ricci, F., Baroni, G., & Rubichi, S. (2009). Attention control and susceptibility to hypnosis. Consciousness and Cognition, 18(4), 856-863.

Iani, C., Ricci, F., Gherri, E., & Rubichi, S. (2006). Hypnotic suggestion modulates cognitive conflict. Psychological Science, 17(8), 721-727.

Janowski, V., Camerer, C., & Rangel, A. (2013). Empathic choice involves vmPFC value signals that are modulated by social processing implemented in IPL. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 8(2), 201-208.

Kable, J. W., & Glimcher, P. W. (2007). The neural correlates of subjective value during intertemporal choice. [10.1038/nn2007]. Nature Neuroscience, 10(12), 1625-1633.

Kirsch, I., & Braffman, W. (2001). Imaginative suggestibility and hypnotizability. Current Directions in Psychological Science, 10(2), 57-61.

Kirsch, I., Montgomery, G., & Sapirstein, G. (1995). Hypnosis as an adjunct to cognitive-behavioral psychotherapy: a meta-analysis. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 63(2), 214-220.

Kober, H., Mende-Siedlecki, P., Kross, E. F., Weber, J., Mischel, W., Hart, C. L., & Ochsner, K. N. (2010). Prefrontal–striatal pathway underlies cognitive regulation of craving. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(33), 14811-14816.

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. Am J Psychiatry, 157(8), 1279-1284.

Lebreton, M., Jorge, S., Michel, V., Thirion, B., & Pessiglione, M. (2009). An automatic valuation system in the human brain: evidence from functional neuroimaging. Neuron, 64(3), 431-439.

Litt, A., Plassmann, H., Shiv, B., & Rangel, A. (2011). Dissociating valuation and saliency signals during decision-making. Cerebral Cortex, 21(1), 95-102.

Loftus, G. R., & Masson, M. E. J. (1994). Using confidence intervals in within-subject designs. Psychonomic Bulletin & Review, 1(4), 476-490.

Logothetis, N. K. (2008). What we can do and what we cannot do with fMRI. [10.1038/nature06976]. Nature, 453(7197), 869-878.

Lou, H. C., Luber, B., Crupain, M., Keenan, J. P., Nowak, M., Kjaer, T. W., **et al.** (2004). Parietal cortex and representation of the mental self. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101(17), 6827-6832.

McGeown, W. J., Venneri, A., Kirsch, I., Nocetti, L., Roberts, K., Foan, L., & Mazzoni, G. (2012). Suggested visual hallucination without hypnosis enhances activity in visual areas of the brain. Consciousness and Cognition, 21(1), 100-116.

Mendelsohn, A., Chalamish, Y., Solomonovich, A., & Dudai, Y. (2008). Mesmerizing memories: Brain substrates of episodic memory suppression in posthypnotic amnesia. Neuron, 57(1), 159-170.

Naglatzki, R. P., Schlamann, M., Gasser, T., Ladd, M. E., Sure, U., Forsting, M., & Gizewski, E. R. (2012).

Cerebral somatic pain modulation during autogenic training in fMRI. European Journal of Pain, 16(9), 1293-1301.

Oakley, D. A., & Halligan, P. W. (2009). Hypnotic suggestion and cognitive neuroscience. Trends in Cognitive Sciences, 13(6), 264-270.

Peter, B., Piesbergen, C., Lucic, T., Staudacher, M., & Hagl, M. (2014). Zur Rolle der taktilen Unterstützung bei der Armlevitation. Hypnose-ZHH, 9(1+2), 83-116.

Peter, B., Schiebler, P., Piesbergen, C., & Hagl, M. (2012). Elektromyographische Untersuchungen zur hypnotischen Armlevitation. Unterschiede zwischen willkürlichem Armheben und unwillkürlicher Armlevitation. Hypnose-ZHH, 7(1+2), 99-124.

Peters, J., & Büchel, C. (2010). Neural representations of subjective reward value. Behavioural Brain Research, 213(2), 135-141.

Plassmann, H., O'Doherty, J., & Rangel, A. (2007). Orbitofrontal cortex encodes willingness to pay in everyday economic transactions. Journal of Neuroscience, 27(37), 9984-9988.

Plassmann, H., O'Doherty, J., Shiv, B., & Rangel, A. (2008). Marketing actions can modulate neural representations of experienced pleasantness. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(3), 1050-1054.

Plassmann, H., O'Doherty, J. P., & Rangel, A. (2010). Appetitive and aversive goal values are encoded in the medial orbitofrontal cortex at the time of decision making. Journal of Neuroscience, 30(32), 10799-10808.

Poldrack, R. A., Mumford, J. A., & Nichols, T. E. (2011). Handbook of Functional MRI Data Analysis: Cambridge University Press.

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), 968-971.

Rangel, A., Camerer, C., & Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. Nat Rev Neurosci, 9(7), 545-556. [10.1038/nrn2357].

Raz, A. (2007). Hypnobo: perspectives on hypnosis and placebo. American Journal of Clinical Hypnosis, 50(1), 29-36.

Raz, A. (2011). Hypnosis: a twilight zone of the top-down variety. Trends in Cognitive Sciences, 15(12), 555-557.

Raz, A., Fan, J., & Posner, M. I. (2005). Hypnotic suggestion reduces conflict in the human brain. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102(28), 9978-9983.

Raz, A., Kirsch, I., Pollard, J., & Nitkin-Kaner, Y. (2006). Suggestion reduces the Stroop effect. Psychological Science, 17(2), 91-95.

Raz, A., & Shapiro, T. (2002). Hypnosis and neuroscience: a cross talk between clinical and cognitive research. Arch Gen Psychiatry, 59(1), 85-90.

Raz, A., Shapiro, T., Fan, J., & Posner, M. I. (2002). Hypnotic suggestion and the modulation of Stroop interference. Arch Gen Psychiatry, 59(12), 1155-1161.

Rosenthal, R. (1991). Meta-analytic Procedures for Social Research (Rev. ed.). Newbury Park, CA: Sage.

Rossi, E. L. (Ed.). (1980). The Collected Papers of Milton H. Erickson on Hypnosis (Vol. 1). New York: Irvington.

Sacerdote, P. (1981). Teaching self-hypnosis to adults. International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis, 29(3), 282-299.

Schlamann, M., Naglatzki, R., Greiff, A. d., Forsting, M., & Gizewski, E. R. (2010). Autogenic training alters cerebral activation patterns in fMRI International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis, 58(4).

Scholz, O. B. (2014). Das Unbewusste und die Posthypnose-Aufgabe (PHA). Hypnose-ZHH, 9(1+2), 31-43.

Schultz, I. H. (1956). Das autogene Training: Konzentrative Selbstentspannung. Versuch einer klinisch-praktischen Darstellung. Stuttgart: Georg Thieme.

Schweizer, C. (2003). Hypnotheraie bei Tabakabusus. Dissertation, Universität Tübingen.

Schweizer, C., & Revenstorf, D. (2008). Raucher-Entwöhnung mit Hypnotherapie. Langzeit-Katamnese zur Wirksamkeit. Hypnose-ZHH, 3(1+2), 33-56.

Schweizer, C., Schlarb, A., & Revenstorf, D. (2001). Hypnotherapeutische Raucherentwöhnung in Gruppen. Experimentelle und klinische Hypnose. Sonderdruck., 17(1), 61–99.

Shor, R. E., & Orne, E. C. (1962). The Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility, Form A. Palo Alto, USA: Consulting Psychologists Press.

Szechtman, H., Woody, E., Bowers, K. S., & Nahmias, C. (1998). Where the imaginal appears real: a positron emission tomography study of auditory hallucinations. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 95(4), 1956-1960.

ter Kuile, M. M., Spinhoven, P., Linssen, A. C. G., Zitman, F. G., Van Dyck, R., & Rooijmans, H. G. M. (1994). Autogenic training and cognitive self-hypnosis for the treatment of recurrent headaches in three different subject groups. Pain, 58(3), 331-340.

von Winterfeldt, D., & Fischer, G. W. (1975). Multi-attribute utility theory: models and assessment procedures. In D. Wendt & C. A. J. Vlek (Eds.), Utility, Probability, and Human Decision Making (pp. 47-86). Dordrecht, the Netherlands: Reidel.

Wager, T. D., Rilling, J. K., Smith, E. E., Sokolik, A., Casey, K. L., Davidson, R. J., ..., Cohen, J. D. (2004). Placebo-induced changes in FMRI in the anticipation and experience of pain. Science, 303(5661), 1162-1167.

Wheatley, T., & Haidt, J. (2005). Hypnotic disgust makes moral judgments more severe. Psychological Science, 16(10), 780-784.