

Auswirkung von Hypnose und Exposition in virtueller Realität auf die subjektive Trancetiefe und hirnpfysiologische Korrelate bei Akrophobie

Eine Pilotstudie

*Sarah Becker
Ann-Christine Ehlis
David Rosenbaum
Betti Schopp
Ramona Täglicb
Dirk Revenstorf*

Die Hypnose gilt als älteste Therapieform; Trancerituale gibt es in verschiedenen Formen seit mehr als 3000 Jahren in zahlreichen Kulturen; sie ist seit Beginn des 19. Jahrhunderts im medizinisch therapeutischen Bereich vertreten. Zur Hypnose wird auch seit einiger Zeit Virtuelle Realität (VR) als unterstützendes Mittel eingesetzt. Hierbei finden sich vor allem Studien im Bereich der Schmerz Wahrnehmung, die die Wirksamkeit des gemeinsamen Einsatzes von Hypnose und virtueller Realität belegen (z.B. Patterson et al., 2006; Patterson, 2010, Rousseaux et al 2022, Terzuli et al. 2023). Wissenschaftliche Studien zur Therapie von Angststörungen mit der Kombination von Hypnose und VR gibt es jedoch wenige (z.B. Choy et al., 2007). Der vorliegenden Studie gingen einige Studien voraus, die zum einen den Einfluss der Darbietungsform (Audio vs. Audiovisuelle VR) untersuchten und zum anderen den Einfluss der Suggestibilität überprüften (Engelhardt et al., 2019; Maier, 2020; Schweizer, 2020). Diese Untersuchungen konnten zeigen, dass VR eine sinnvolle Ergänzung zur Hypnose sein kann, da sie die Wirkung der Hypnose bei niedrig suggestiblen Personen u.U. erhöht. Die vorliegende Studie sollte zeigen, ob sich neben den subjektiven Trancemaßen auch hirnpfysiologische Korrelate der Kombination von Hypnose und VR bei der Tranceinduktion und der Exposition verändern.

Hypnotherapie ist ein humanistischer Therapieansatz, der in der psychotherapeutischen Behandlung salutogene Prozesse durch imaginative Strategien im veränderten Bewusstseinszustand der hypnotischen Trance anregt (Peter, 2017). Die verwendeten Vorstellungsbilder können durch die Darbietung als virtuelle Realität (VR) unterstützt werden. Bei VR handelt es sich um digital erzeugte Realität, die Bilder der Induktion und der Exposition in räumliche Erlebnisse übersetzt. Jedoch reagieren nicht alle Per-

Sarah Becker, Ann-Christine Ehlis, David Rosenbaum, Betti Schopp,
Ramona Täglic, Dirk Revenstorf
Universität Tübingen, Psychologisches Institut

Auswirkung von Hypnose und Exposition in virtueller Realität auf die subjektive Trancetiefe und hirnhysiologische Korrelate bei Akrophobie. Eine Pilotstudie

In den letzten Jahren wurde Hypnose vermehrt in Zusammenhang mit virtueller Realität (VR) zur Behandlung psychischer Störungen untersucht. Die hirnhysiologischen Veränderungen fanden bisher jedoch wenig Beachtung. Die vorliegende Pilot-Studie untersucht die Wirksamkeit von Audio-Tranceinduktion vs. audiovisueller VR-Tranceinduktion bei hoch- und niedrugsuggestiblen Personen, die an einer Höhenangst leiden. Die Teilnehmenden nutzten ein VR-Headset und durchliefen eine Tranceinduktion und anschließend eine Höhenexposition in einer virtuellen Umgebung. Es wurden die subjektive Trancetiefe, funktionelle Konnektivitäten (FC) mit fNIRS und die Veränderung der Höhenangst untersucht. Die funktionellen Konnektivitäten fungierten als hirnhysiologische Korrelate der Trancetiefe. Grundsätzlich wurde angenommen, dass Hochsuggestible tiefer in Trance gehen und dass die audiovisuelle VR zu einer tieferen Trance führt als die Audio-Tranceinduktion ohne visuellen Input. Es zeigte sich tatsächlich eine tiefere subjektive Trance bei Hochsuggestiblen. Außerdem wurde angenommen, dass Niedrugsuggestible in größerem Ausmaß von der audio-visuellen Tranceinduktion profitieren als Hochsuggestible, was bei Ersteren zu einer tieferen Trance führen würde, als wenn sie nur eine auditive Trance hören. Dies sollte bei Hochsuggestiblen nicht der Fall sein, da sie durch die VR-Bebilderung von eigenen inneren Bildern abgelenkt werden. Der unterschiedliche Einfluss von auditiver und audiovisueller Darbietung konnte hier bestätigt werden. Es wurde auch vermutet, dass der Übergang von der Tranceinduktion zur Höhenexposition eine Erhöhung der FC hervorruft, da durch die entstehende Angst die Trance vermindert werden könnte. Dies bestätigte sich nicht. Es zeigten sich auch keine Unterschiede in den FC während der Höhenexposition in Bezug auf Suggestibilität und Induktionsform. Weiterhin wurde angenommen, dass geringere FC mit einer größeren Angstreduktion durch die Exposition zusammenhängen. Ein entsprechender signifikanter Zusammenhang konnte zwischen der Reduktion der Zustandsangst (STAI) und geringeren FC zwischen dem linken DLPFC und dem Präcuneus gefunden werden. Eine Reduktion der Höhenangst (HIQ) dagegen ging mit einer geringeren FC zwischen dem rechten DLPFC und dem Präcuneus einher. Es werden die Implikationen der Ergebnisse, die untersuchten Hirnareale, sowie die Generalisierung der Ergebnisse diskutiert.

Schlüsselworte: Hypnose, Virtuelle Realität, Höhenangst, fNIRS, DLPC, Präcuneus

Effect of hypnosis and exposure to virtual reality on subjective trance depth and brain physiological correlates in acrophobia. A pilot study

In recent years, hypnosis has been increasingly studied in the context of virtual reality (VR) for the treatment of mental disorders. However, little attention has been paid to the physiological changes in the brain. The present pilot study investigates the efficacy of audio trance induction compared to audiovisual VR trance induction in high and low hypnotizable individuals with vertigo. Participants used a VR headset and underwent trance induction followed by altitude exposure in a virtual environment. The subjective trance depth as well as the functional connectivities (FC) with fNIRS and the change in dizziness were investigated. The fun-

ctional connectivities served as brain physiological correlates of trance depth. In principle, it was assumed that highly suggestible people go deeper into trance and that audiovisual VR leads to a deeper trance than audio trance induction without visual input. A deeper subjective trance was indeed found in high-suggestibles. It was also hypothesized that low-suggestibles would benefit from audio-visual trance induction to a greater extent than high-suggestibles, which would lead to a deeper trance in the former than if they only heard an auditory trance. This should not be the case for highly suggestible people, as they are distracted from their own inner images by the VR imagery. The different influence of auditory and audiovisual presentations was confirmed here. It was also assumed that the transition from trance induction to altitude exposure causes an increase in FC, as the resulting anxiety could reduce the trance. This was not confirmed. There were also no differences in FC during altitude exposure with regard to suggestibility and induction form. Furthermore, it was assumed that lower FC are related to a greater reduction in anxiety as a result of the exposure. A corresponding significant correlation was found between the reduction of state anxiety (STAI) and lower FC between the left DLPFC and the precuneus. In contrast, a reduction in fear of heights (HIQ) was associated with a lower FC between the right DLPFC and the precuneus. The implications of the results, the brain areas investigated and the generalization of the results are discussed.

Key Words: hypnosis, virtuell reality, acrophobia, fNIRS, DLPC, precuneus

Dirk Revenstorf, Prof. Dr.
Milton Erickson Akademie, Biesingerstr. 14, 72070 Tübingen
dredenstor@aol.com

erhalten: 28.12.2023

rev. Version akzeptiert: 12.6.2024

sonen gleich auf Hypnose. Unterschiede in der Hypnotisierbarkeit können mit Suggestibilitätstests gemessen werden. Fragebögen wie die Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS; Shor & Orne, 1963) ermöglichen eine Einteilung in hoch, mittel und niedrig suggestible Personen. Hochsuggestible profitieren im Allgemeinen mehr von der Hypnose. Während Suggestibilität als Persönlichkeitsmerkmal unverändert bleibt, stellt die Trancetiefe einen Zustand dar, der von Tag zu Tag und auch innerhalb einer Sitzung variieren kann (Krause & Riegel, 2015). Es scheint jedoch Zusammenhänge zwischen der Suggestibilität und der Trancetiefe zu geben. Eine Studie von Perry und Laurence (1980) konnte zeigen: Je höher die Suggestibilität einer Person war, desto tiefer war die maximale Trancetiefe, die mit der Skala für subjektive Trancetiefe (SSTT; Riegel et al., 2018) erfasst wird.

Neuronale Korrelate der Trancetiefe

Neben der subjektiven Trancetiefe wurden in der vorliegenden Studie bisher bekannte neuronale Korrelate der Trancetiefe betrachtet. Hierfür werden u.a. funktionelle Konnektivitäten (FC) genutzt, die zeitgleiche Korrelation zwischen neurophysiologischen (funktionellen) Messungen verschiedener Hirnregionen (Friston et al., 1993). Funktionelle Konnektivitäten erfassen die synchrone Aktivität, bilden also die Interaktion einzelner Gehirnregionen ab. Grundlage hierfür bildet der BOLD¹-Kontrast, der die aktivitätsabhängige Änderung der lokalen Blutoxygenierung im Gehirn widerspiegelt

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

(Ogawa et al., 1990). Unter anderem wurden bisher die Konnektivitäten zwischen drei Gehirnnetzwerken untersucht, die für hypnotische Trancezustände relevant sind: das Executive Control Network (ECN), das Salience Network (SN) und das Default Mode Network (DMN).

Jiang et al. (2017) konnten zeigen, dass die mittlere FC zwischen dem DMN (u.a. Posteriorer cingulärer Cortex) und dem exekutiven Netzwerk (u.a. DLPFC) durch eine Hypnose bei Hochsuggestiblen verringert wurde, was auf Niedersuggestible nicht zutraf. Dieser Befund wurde als eine verringerte Selbstwahrnehmung interpretiert und als eine Trennung zwischen Handeln und dem Bewusstsein für die Handlungen während der Hypnose (Cardeña et al., 2013; Pekala & Kumar, 2007, Terhune et al., 2011b). Pyka et al. (2011) konnten mit fMRT Daten dagegen eine erhöhte FC zwischen dem Präcuneus und dem DLPFC bei einer Lähmungssuggestion in Hypnose feststellen. Der Präcuneus zählt zum DMN und wird als funktioneller Kern der Selbstwahrnehmung beschrieben (Utevsky et al., 2014). Die Ergebnisse von Pyka et al. (2011) und Jiang et al. (2017) scheinen sich zwar zu widersprechen, doch ist in Rechnung zu stellen, dass durch die Lähmungssuggestion vermutlich ein verändertes Selbstbild suggeriert wird („ich bin gelähmt“), was die Aktivität des Precuneus involviert. Es kann aufgrund der Befundlage daher keine eindeutige Aussage bezüglich der Konnektivität zwischen DMN/Präcuneus und DLPFC während Hypnose gemacht werden.

Einige Studien fanden eine verringerte Aktivierung des DLPFC während Hypnose (Jiang et al., 2017; McGeown et al., 2009; Rainville et al., 1997). Bezüglich der Aktivität innerhalb des linken DLPFC-Netzwerkes und innerhalb des rechten DLPFC-Netzwerkes unter Einwirkung von Hypnose konnten aktuell keine Studien gefunden werden. Eine Vorgängerstudie untersuchte die FC zwischen dem rechten bzw. linken DLPFC und des somatosensorischem Assoziationskortex (SAC) während einer Hypnose anhand fNIRS-Daten (Schweizer, 2020). Der SAC wurde stellvertretend für das DMN verwendet. Tatsächlich ergab sich, dass Hochsuggestible eine geringere FC zwischen den genannten Bereichen aufwiesen, was für eine tiefere Trance der Hochsuggestiblen sprechen könnte. Eine ähnliche Schlussfolgerung bezüglich der Trancetiefe machten bereits McGeown et al. (2015), McGeown et al. (2009) und Deeley et al. (2012) anhand von fMRT-Daten. Aufgrund dessen wurde in der vorliegenden Studie angenommen, dass eine tiefere Trance mit einer verringerten Aktivität im DMN einhergeht und dies gewissermaßen einen objektiven Parameter für Trancetiefe darstellt.

Ziel der Studie

Die Kombination von Hypnose und Expositionstherapie scheint der Literatur zufolge gut vereinbar zu sein (z.B. Hirsch, 2012). Zusätzlich bietet die virtuelle Darbietung die Möglichkeit, die Wirkung sowohl von der Tranceinduktion als auch von der Exposition zu intensivieren und in standardisierter Form gezielt zur Behandlung von Ängsten bezüglich spezifischer Situationen einzusetzen (Wilhelm et al., 2018), darunter auch Höhenangst (z.B. Emmelkamp et al., 2001). In der vorliegenden Studie soll-

ten, aufbauend auf den Vorgängerstudien (Behringer, 2020; Maier, 2020; Laicher, 2020; Schweizer, 2020), die Effekte von VR-Expositionstherapie und Hypnose mit Audio- oder VR-Induktion auf die subjektive Trancetiefe und deren neurophysiologischen Korrelate untersucht werden. Dazu wurde eine Tranceinduktion, die entweder audio-visuell (VR) oder auditiv dargeboten wurde, einer VR-Exposition ansteigender Höhe vorgeschaltet.

Trancetiefe und Induktionsform: Es wurde erwartet, dass sich die Trancetiefen bzw. bestimmte FCs als Indikatoren der Trancetiefe der Hoch- und Niedrigsuggestiblen in der audiovisuellen VR Darbietung annähern, da Niedrigsuggestible durch die audiovisuellen VR in der Trancetiefe unterstützt werden könnten. Bezüglich der auditiven Tranceinduktion wurde somit erwartet, dass die Trancetiefen der Niedrigsuggestiblen im Vergleich zu den Hochsuggestiblen geringer ausfallen. Weiterhin wurde erwartet, dass letztere eine tiefere Trance erreichen als Niedrigsuggestible. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die VR-Induktion die Teilnehmenden in ihrer Imagination mehr unterstützt als die Audio-Induktion und damit die Hypnose verstärken könnte (Engelhardt et al., 2019). Daher wurde in der audiovisuellen VR-Tranceinduktion eine tiefere Trance erwartet als in der reinen Audio-Tranceinduktion.

Expositionswirkung und Induktionsform: Es wurden die Zusammenhänge zwischen der Trancetiefe während der Exposition und der Induktionsform betrachtet. Beim Übergang von der Tranceinduktion zur Höhenexposition wurde eine Reduktion der Trancetiefe erwartet, was in einer Erhöhung der FC resultieren würde, da die Angst den entspannten Wachzustand der Hypnose unterbrechen könnte. Eine Vorgängerstudie von Maier (2020) konnte zudem nachweisen, dass Hochsuggestible eine höhere Angst während der Höhenexposition vorwiesen. Aufgrund dessen wurde erwartet, dass die Hochsuggestiblen während der Exposition eine geringere Trancetiefe aufweisen als die Niedrigsuggestiblen, was in einer erhöhten FC resultieren würde. Ebenso wie in der Tranceinduktion wurde auch während der Höhenexposition eine tiefere Trance in der audiovisuellen VR-Tranceinduktion im Vergleich zur reinen Audio-Bedingung erwartet. Außerdem wurde erwartet, dass eine tiefere Trance mit einer größeren Reduktion der Höhenangst (HIQ-Fragebogen) und der Zustandsangst (STAI-s) einhergeht.

Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus 89 Teilnehmenden im Alter von 18 – 69 Jahren ($M = 27.60$ Jahre, $SD = 10.76$ Jahre, 37 männliche, 49 weibliche, 3 diverse s. Tabelle 1). Für die Analyse der fNIRS-Daten mussten 17 Teilnehmende aufgrund mangelhafter Signalqualitäten ausgeschlossen werden.

Design

Es wurde ein zweifaktorielles Design ohne Messwiederholung mit den Faktoren Suggestibilität (hoch, niedrig) und Tranceinduktionsart (Audio, audiovisuell-VR) verwen-

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

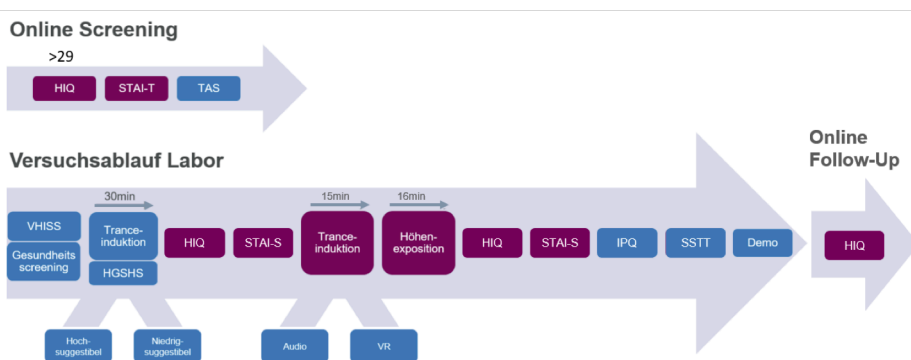


Abbildung 1. Ablauf der Untersuchung

det. Als abhängige Variable wurde die Trancetiefe sowohl subjektiv als auch deren hirnpfysiologische Korrelate betrachtet. Subjektiv wurde die Trancetiefe mithilfe der SSTT (Riegel et al., 2018) gemessen. Zur Messung der Hirnaktivitäten und funktionellen Konnektivitäten wurde die funktionelle Nahinfrarot-Spektroskopie (fNIRS) genutzt.²

Neuronal wurde die Trance anhand des kortikalen Blutflusses mithilfe des NIRS innerhalb des rechten und des linken DLPFC und innerhalb des Präcuneus (soweit er mit der Reichweite des NIRS an der Oberfläche erfasst wird) betrachtet sowie anhand der Konnektivitäten zwischen dem rechten und dem linken DLPFC, und zwischen diesen Regionen und dem Präcuneus gemessen.

Material und Ablauf

Mithilfe eines Online Screenings wurden zunächst höhenängstliche Personen ausgewählt, indem nur Teilnehmende mit einem Score >29 im Height Interpretation Questionnaire (Steinman & Teachman, 2011; 2012) an der Studie teilnehmen durften. Zu Beginn der Testung im Labor wurde ein standardisiertes Interview zur Höhenangst (vHISS; Huppert et al., 2017) und ein Gesundheitsscreening durchgeführt, um mögliche komorbide Erkrankungen auszuschließen. Nachfolgend hörten die Teilnehmenden eine 30-minütige Audio-Tranceinduktion (eingesprochen von W. Bongarz). Un-

Tabelle 1: Anzahl der Patienten in den Untersuchungsbedingungen Suggestibilität und Induktionsart.

Suggestibilität	Induktionsart		Summe
	Audio	audiovisuell VR	
hochsuggestibel	24	26	50
niedrigsuggestibel	19	20	39
Gesamtsumme	43	46	89

mittelbar nach der Tranceinduktion wurde die Suggestibilität mit Hilfe des HGSHS-5 (Riegel et al., 2021) ermittelt. Mithilfe dieses Wertes wurde innerhalb der Gruppe der hoch- und niedrig-suggestiblen Personen eine Randomisierung³ für die Zuordnung zu Audio- vs. audiovisuelle-Tranceinduktion vorgenommen. Nach der Suggestibilitätsmessung wurde die Zustandsangst (State-Trait-Anxiety-Inventory, STAI-S; Spielberger et al., 1983) und die Höhenangst (HIQ) erfasst. Danach erfolgte die eigentliche experimentelle Tranceinduktion und Höhenexposition mit dem VR-Headset während die fNIRS-Messung durchgeführt wurde. Am Anfang der VR-Anwendung erfolgte eine fünfminütige Ruhephase für die Baseline der fNIRS-Messung. Hier wurde nur ein schwarzer Bildschirm gezeigt. Danach begann automatisch entweder die Audio- oder audiovisuelle VR-Tranceinduktion, in der die Teilnehmenden imaginativ (Audio-Tranceinduktion) oder audiovisuell (VR-Tranceinduktion) in eine Unterwasserwelt eintauchten. An die – je nach Experimentalgruppe – unterschiedliche Tranceinduktion schloss sich die VR-Höhenexposition an, die für alle Teilnehmenden gleich war, nämlich der Blick auf eine Straßenkreuzung mit sich bewegenden Autos und Fußgängern aus ansteigender Höhe in zwanzig Stufen. Dabei erhielten die Teilnehmenden stereotyp sich wiederholende Stabilisierungssuggestionen⁴. Nach der Tranceinduktion und nachfolgender Höhenexposition beantworteten die Teilnehmenden die folgenden Fragebögen: Post-Messung des HIQ und STAI-S, Igroup Presence Questionnaire (IPQ; Schubert, 2003) zur Messung des Präsenzerlebens, SSTT (Riegel et al., 2018) zur Messung der subjektiven Trancetiefe, sowie demografische Daten (s. Abb. 1).

Ergebnisse

Suggestibilität und Trancetiefe. Es wurde eine 2x2 ANOVA mit den Faktoren Suggestibilität (hoch- vs. niedrigsuggestibel) und Tranceinduktionsart (Audio vs. audiovisueller VR) für die Variable der subjektiven Trancetiefe (SSTT) durchgeführt. Es ergab sich eine tiefere subjektive Trance der Hochsuggestiblen ($F(1,85) = 6.63, p = .012, \eta^2 = .07$, s. Abb. 2 oben).

Bezüglich der neuronalen Aktivität konnte ein signifikanter Interaktionseffekt der Faktoren Suggestibilität (hoch – vs. niedrigsuggestibel) und Tranceinduktionsart (Audio vs. audiovisuelle VR) innerhalb des linken DLPFC nachgewiesen werden ($F(1,68) = 5.31, p = .024, \eta^2 = .07$). Wie erwartet wiesen Hochsuggestible in der Audio-Tranceinduktion eine geringere neuronale Aktivität auf als Niedrigsuggestible. Währenddessen wiesen Niedrigsuggestible eine geringere neuronale Aktivität in der audiovisuellen VR-Tranceinduktion auf als Hochsuggestible (s. Abb. 2 unten). Wenn man davon ausgeht, dass eine geringere neuronale Aktivität mit einem erhöhten Ansprechen auf Hypnose und somit einer erhöhten Trancetiefe einhergeht (z.B. Schweizer, 2020), würden die Ergebnisse dafürsprechen, dass besonders Niedrigsuggestible von einer Unterstützung durch die VR profitieren. Währenddessen scheinen Hochsuggestible durch die zusätzliche VR weniger tief in Trance zu kommen als in der reinen Audio-Tranceinduktion.

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

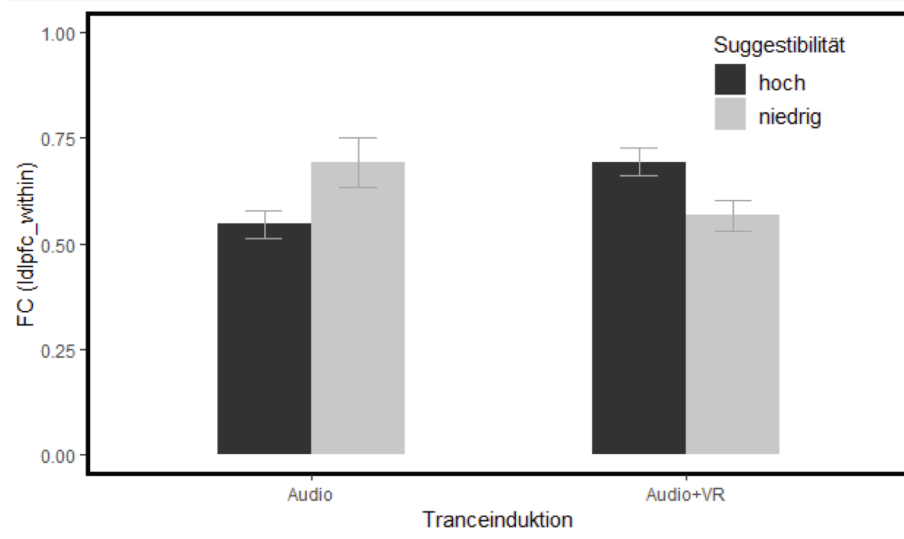
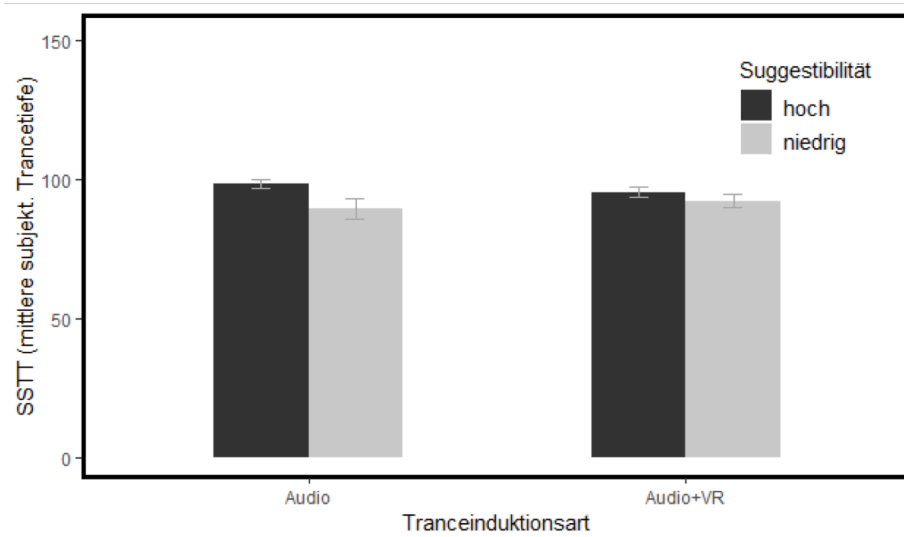


Abbildung 2. Darstellung der Interaktion der subjektiven Trancetiefe (oben) und der neuronalen Aktivität innerhalb des linken DLPFC (unten).

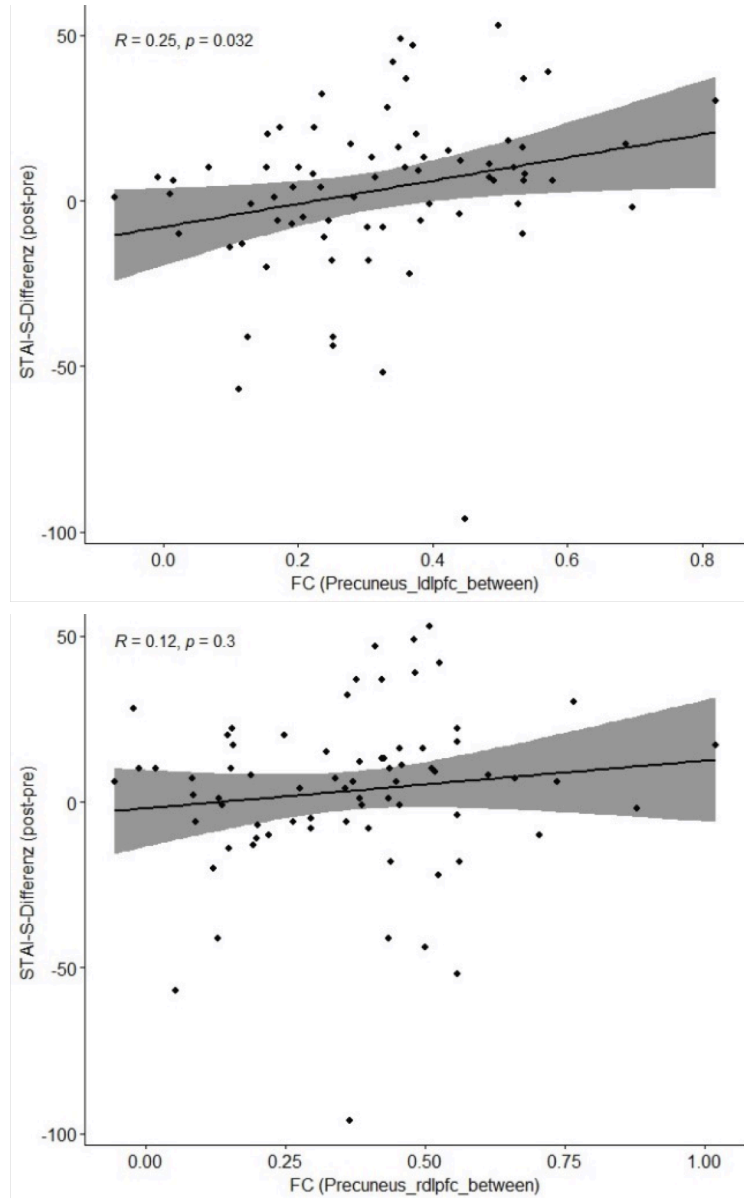


Abbildung 3. Darstellung der Korrelationen der FC zwischen dem linken DLPFC und dem Präcuneus (oben) bzw. zwischen dem rechten DLPFC und dem Präcuneus (unten) mit der STAI-S Differenz (prä-post).

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

Höhenexposition und Trancetiefe: Zur Untersuchung des Übergangs von der Tranceinduktionsphase zur Höhenexposition wurden t-Tests bezüglich der FC durchgeführt. Entgegen den Erwartungen konnte nicht belegt werden, dass die Teilnehmenden beim Übergang an Trancetiefe verloren. Es zeigte sich keine erhöhten FC am Anfang der Höhenexposition, verglichen mit dem Ende der Tranceinduktion. Weiterhin wurde untersucht, ob Hochsuggestible während der Höhenexposition eine höhere FC aufwiesen als die Niedrigsuggestiblen, was in einer erhöhten Angst der Hochsuggestiblen begründet sein könnte. Auch diese Erwartung bestätigte sich nicht.

Trancetiefe und Therapieerfolg: Eine größere Reduktion der Höhenangst bzw. Zustandsangst (gemessen mit dem HIQ bzw. STAI-S) konnte nicht in Zusammenhang mit einer tieferen Trance gebracht werden. Bezüglich der funktionellen Konnektivität (FC) konnte ein Zusammenhang zwischen der Reduktion der Zustandsangst von Prä zu Post und der FC zwischen dem linken DLPFC und dem Präcuneus festgestellt werden, $r(70) = .25$, $p = .032$ (s. Abb. 3 links). Somit scheint es eine stärkere Verbesserung der Zustandsangst zu geben, wenn die FC zwischen dem linken DLPFC und dem Präcuneus geringer ausfällt. Der Zusammenhang zwischen der Reduktion der Höhenangst und der FC zwischen dem rechten DLPFC und dem Präcuneus wies in die gleiche Richtung, war aber nur auf dem 5%-Niveau signifikant ($r(70) = .24$, $p = .043$). Man kann daher von einer tendenziell stärkeren Verminderung der Höhenangst ausgehen, wenn die FC zwischen dem rechten DLPFC und dem Präcuneus geringer ausfällt – was ja einer tieferen Trance entsprechen sollte.

Diskussion

Es wurde davon ausgegangen, dass eine geringere FC zwischen bestimmten Hirnarealen mit einer tieferen Trance einhergeht. Die vorliegende Studie konnte zwar nachweisen, dass eine höhere Suggestibilität mit einer tieferen subjektiv erfassten Trance einhergeht; und die Analyse der Interaktion von Darbietungsform und Suggestibilität bestätigte wie bei Engelhardt et al. (2019), dass Niedrigsuggestible von der audiovisuellen VR-Darbietungsform mehr profitieren als Hochsuggestible. Es zeigte sich jedoch in den meisten Fällen keine verminderte funktionelle Konnektivität zwischen DLPFC und Präcuneus (als Indikator für tiefere Trance), wie aufgrund der Suggestibilität und der Induktionsart (audio/audiovisuelle VR) erwartet wurde. Allerdings konnte eine Reduktion der Zustandsangst und der FC zwischen dem linken DLPFC und dem Präcuneus nachgewiesen werden.

Bei Betrachtung der bisherigen Literatur fällt jedoch auf, dass es auch einige Belege für eine erhöhte FC bei tieferer Trance gibt (z.B. Pyka et al., 2011), insbesondere zwischen dem DLPFC und dem Präcuneus. In der Studie von Pyka et al. sollte eine reflexartige motorische Reaktion auf eine bestimmte Farbe verhindert werden. Dazu wurde nicht eine aktive *Hemmung* sondern eine motorische *Lähmung* suggeriert, von der man annehmen kann, dass sie ein verändertes Selbstbild erfordert („Ich muss nichts tun, ich bin gelähmt“). Bei einer Veränderung des Selbstbilds würde man

eher eine erhöhte Konnektivität zwischen Präcuneus und dem DLPFC vermuten. Der fehlende Unterschied in den FC zwischen den Hoch- und Niedrigsuggestiblen entspricht dennoch nicht dem aktuellen Forschungsstand. Bisherige Studien stellten vermehrt fest, dass Hochsuggestible eine geringere Aktivität innerhalb und eine geringere FC zwischen den hier betrachteten Hirnbereichen während einer Hypnose aufwiesen (Jiang et al., 2017; McGeown et al. 2009; Deeley et al. 2012). Verschiedene Studien wiesen jedoch darauf hin, dass nicht nur die Suggestibilität einen Einfluss auf die Hypnotisierbarkeit und somit die Trancetiefe hat. Auch die Erwartung an die Hypnose kann einen Einfluss haben (Kirsch, 1999; Meyer & Lynn, 2011). Womöglich spielte dieser Faktor in der vorliegenden Studie eine Rolle (Erwartungen an die Hypnose wurden nicht erfasst).

Eine Limitation dieser Studie ergibt sich bei genauerer Betrachtung der hirnhypnobiologischen Korrelate von Hypnose. Viele Studien untersuchten die Auswirkungen der Hypnose auf das Default Mode Network (DMN; Cojan et al., 2009; Deeley et al., 2012; Jiang et al., 2017, McGeown et al., 2009; Pyka et al., 2011; Raz et al., 2005). Dabei fanden sich in Untersuchungen anhand von Leerhypnosen (z.B. Deeley et al., 2012) andere Aktivierungsmuster als in Untersuchungen mit anderen Hypnosearten. Beispielsweise fanden Rainville et al. (1999; 2002) eine Abnahme der Präcuneus-Aktivität in einer Hypnose mit sensorischen Suggestionen. Cojan et al. (2009) und Pyka et al. (2011) dagegen fanden unter der Verwendung von motorischen Suggestionen eine Zunahme der Aktivität des Präcuneus und des DLPFC. Durch uneindeutige Befunde wie diese wird klar, dass die Rolle des DMN bei Hypnose noch nicht vollkommen geklärt ist. Ähnlich verhält es sich mit dem linken und rechten DLPFC, der in der vorliegenden Studie stellvertretend für die Exekutivnetzwerke herangezogen wurde. Zudem wird bei Betrachtung der genannten Studien deutlich, dass unterschiedliche Verfahren genutzt wurden, um die Daten zu erheben, zu errechnen und zu verarbeiten. Das macht eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu hirnhypnobiologischen Korrelaten der Hypnose schwierig.

Eine weitere Limitation stellte die künstliche Klassifikation der Suggestibilität mithilfe des HGSHS-5 dar, indem Teilnehmende mit Werten von 0-2 als niedrigsuggestibel und mit Werten von 3-5 als hochsuggestibel eingestuft wurden. Ein Problem dabei könnte sein, dass Personen mit einem Score von 2 als zu niedrigsuggestibel eingestuft wurden, während Personen mit einem Score von 3 als zu hochsuggestibel klassifiziert wurden. Der Unterschied um einen Punkt resultiert im HGSHS-5 lediglich durch die unterschiedliche Beantwortung einer der sechs Fragen. Eine Alternative könnte sein, die Klassifikation vor allem anhand der Extrema mit den Punktwerten 0 bzw. 5 vorzunehmen, sodass sich die Hoch- und Niedrigsuggestiblen stärker unterscheiden. Für eine gute Vergleichbarkeit der vorliegenden Studie wurde die Klassifikation nach demselben Muster wie in den Vorgängerstudien durchgeführt. Auch aufgrund der kleinen Stichprobe in der vorliegenden Studie war eine Klassifikation mithilfe aller sechs HGSHS-Gruppen nötig.

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

Zusammenfassend bietet die vorliegende Studie eine gute Methode, um hirnpfysiologische Korrelate von Trancetiefe zu untersuchen, jedoch werden weitere Untersuchungen nötig sein, um die komplexen Zusammenhänge zwischen Suggestibilität, Tranceinduktion und subjektiver Trancetiefe bzw. deren hirnpfysiologischen Korrelaten zu verstehen.

Anmerkungen

1 BOLD für „blood oxygenation level dependent“

2 Hierbei handelt es sich um ein bildgebendes Verfahren. Es beruht darauf, dass Veränderungen der Hirnaktivität zu Veränderungen der optischen Eigenschaften des Hirngewebes führen, die gemessen werden können. Nahinfrarotes Licht dringt in das Gewebe ein und wird nach Absorption durch oxy- und deoxygeniertes Hämoglobin unterschiedlich gestreut. Dann tritt das Licht an anderer Stelle wieder aus. Aus dem Verhältnis von eingestrahlt und austretender Lichtmenge lassen sich dann Rückschlüsse auf Veränderungen des Blutflusses in den kortikalen Strukturen (etwa 2–2,5 cm von der Schädeloberfläche) ziehen.

3 Bei der Quasi-Randomisierung wurden die Teilnehmenden in ihrer jeweiligen Suggestibilitätsstufe (0, 1, 2, 3, 4, 5) abwechselnd der Gruppe der Audio-Tranceinduktion und der Audio+VR-Tranceinduktion zugeordnet.

4 „Fest verwurzelt wie ein Baum“ und „Unerschütterlich wie ein Fels“

Literaturverzeichnis

- Behringer, C. (2020). Therapie von Höhenangst in virtueller Realität unter Hypnose - Einfluss von Suggestibilität auf die Trancetiefe und subjektive Angst in einer VR-Umgebung. Masterthesis Uni. Tübingen.
- Cardeña, E., Jönsson, P., Terhune, D. B., & Marcusson-Clavertz, D. (2013). The neurophenomenology of neutral hypnosis. *Cortex*, 49(2), S. 375-385. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.04.001>
- 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), S. 862–875. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.05.021>
- Choy, Y., Fyer, A. J., & Lipsitz, J. D. (2007). Treatment of specific phobia in adults. *Clinical Psychology Review*, 27(3), 266-286. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2006.10.002>
- Deeley, Q., Oakley, D. A., Toone, B., Giampietro, V., Brammer, M. J., Williams, S. C. & Halligan, P. W. (2012). Modulating the default mode network using hypnosis. *The International journal of clinical and experimental hypnosis*, 60(2), S. 206–228. <https://doi.org/10.1080/00207144.2012.648070>
- Engelhardt, M., Leiner, C., & Revenstorf, D. (2019). Hypnoseinduktion unter Verwendung von virtueller Realität: Effekt auf die Trancetiefe in Abhängigkeit der Suggestibilität. Feasibility-Studie. *Hypnose-ZHH*, 14(1+2), 131–153. www.MEG-Stiftung.de
- Friston, K. J., Frith, C. D., Liddle, P. F. & Frackowiak, R. S. J. (1993). Functional connectivity: the principal-component analysis of large (PET) data sets. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 13(1), S. 5-14. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.1993.4>
- Hirsch, J. A. (2012). Virtual reality exposure therapy and hypnosis for flying phobia in a treatment-resistant patient: a case report. *The American journal of clinical hypnosis*, 55(2), S. 168–173. <https://doi.org/10.1080/00029157.2011.639587>
- Huppert, D., Grill, E. & Brandt, T. (2017). A New Questionnaire for Estimating the Severity of Visual Height Intolerance and Acrophobia by a Metric Interval Scale. *Frontiers in neurology*, 8, S. 1–8. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00211>
- Jiang, H., White, M. P., Greicius, M. D., Waelde, L. C. & Spiegel, D. (2017). Brain activity and functional

- connectivity associated with hypnosis. *Cerebral cortex*, 27(8), S. 4083- 4093. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw220>
- Kirsch, I. (1999). How expectancies shape experience. *American Psychological Association*. <https://doi.org/10.1037/10332-000>
- Krause, C. & Riegel, B. (2015). Hypnotisierbarkeit, Suggestibilität und Trancetiefe. In D. Revenstorf & B. Peter (Hrsg.), *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin* (S. 113-123), Springer.
- Laicher, H. (2020). Tauch ein! – Untersuchung der Effekte einer hypnotischen Tranceinduktion in virtueller Realität auf elektrodermale Aktivität und Herzrate als Marker der Trancetiefe. Masterthesis Universität Tübingen.
- Maier, H. (2020). Hypnose und Virtual Reality. Eine Studie zur Reduktion von Höhenangst im Vergleich von Hoch und Niedrigsugestiblen. Masterthesis Universität Tübingen.
- McGeown, W. J., Mazzoni, G., Vannucci, M. & Venneri, A. (2015). Structural and functional correlates of hypnotic depth and suggestibility. *Psychiatry research*, 231(2), S. 151– 159. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.11.015>
- McGeown, W. J., Mazzoni, G., Venneri, A. & Kirsch, I. (2009). Hypnotic induction decreases anterior default mode activity. *Consciousness and cognition*, 18(4), S. 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.con-cog.2009.09.001>
- Meyer, E. C. & Lynn, S. J. (2011). Responding to hypnotic and nonhypnotic suggestions: Performance standards, imaginative suggestibility, and response expectancies. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 59(3), S. 327–349. <https://doi.org/10.1080/00207144.2011.570660>
- Ogawa, S., Lee, T. M., Kay, A. R., & Tank, D. W. (1990). Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87(24), S. 9868–9872. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.24.9868>
- Oswald, W. (2023). Geschichte der Hypnose. *Hypnosetherapie zu allen Zeiten*. <https://www.wolfgangoswald.net/praxis-fuer-hypnosetherapie/geschichte-der-hypnose/> (Abgerufen am 01.07.2023)
- Patterson, D. R. (2010). Clinical hypnosis for pain control. *American Psychological Association*. <https://doi.org/10.1037/12128-000>
- Patterson, D. R., Hoffman, H. G., Palacios, A. G. & Jensen, M. J. (2006). Analgesic effects of posthypnotic suggestions and virtual reality distraction on thermal pain. *Journal of abnormal psychology*, 115(4), S. 834–841. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.115.4.834>
- Pekala, R. J. & Kumar, V.K. (2007). An empirical-phenomenological approach to quantifying consciousness and states of consciousness: With particular reference to understanding the nature of hypnosis. In G. A. Jamieson (Hrsg.), *Hypnosis and conscious states: The cognitive neuroscience perspective* (S. 167–194). Oxford University Press.
- Perry, C. & Laurence, J.- R. (1980). Hypnotic depth and hypnotic susceptibility: A replicated finding. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 28(3), S. 272– 280. <https://doi.org/10.1080/00207148008409852>
- Peter, B. (2017). Hypnosetherapie. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger & P. Nilges (Hrsg.), *Schmerzpsychotherapie* (8. Aufl., S. 325-336). Heidelberg: Springer.
- Pyka, M., Burgmer, M., Lenzen, T., Pioch, R., Dannlowski, U., Pfeleiderer, B., Ewert, A. W., Heuft, G., Arolt, V. & Konrad, C. (2011). Brain correlates of hypnotic paralysis-a resting-state fMRI study. *NeuroImage*, 56(4), S. 2173–2182. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.03.078>
- 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), S. 968-971. <https://doi.org/10.1126/science.277.5328.968>
- 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), S. 887-901. <https://doi.org/10.1162/089892902760191117>

Hypnose und Exposition in virtueller Realität

- 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), S. 110–125. <https://doi.org/10.1162/089892999563175>
- Raz, A., Fan, J., & Posner, M. (2005). Hypnotic suggestion reduces conflict in the human brain. *PNAS*, 102(28), 9978–9983. doi:10.1073/pnas.0503064102
- Revenstorf, D., Peter, B., Rasch, B. (Hrsg.): *Hypnose in Psychotherapie, Psychosomatik und Medizin*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54577-1_2
- Riegel, B., Gierk, B. & Löwe, B. (2014). Measuring hypnotic suggestibility with an 11-item version of the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility. *Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf, Projektbericht*.
- Riegel, B., Tönnies, S., Hansen, E., Zech, N., Eck, S., Batra, A., & Peter, B. (2021). German Norms of the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility, Form A (HGSHS:A) and Proposal of a 5-Item Short-Version (HGSHS-5:G). *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 69(1), 112–123. <https://doi.org/10.1080/00207144.2021.1836645>
- Riegel, B., Isernhagen, J., Torlopp, C. & Ritterbusch, M. (2018). Messung der Trancetiefe mit der deutschen Version der Inventory Scale of Hypnotic Depth. *Verhaltenstherapie*, 28(1), S. 44–46. <https://doi.org/10.1159/000464339>
- Rousseaux, F. M., Dardenne, N., Massion, P. B., Ledoux, D., Bicego, A., Donnea, A.-F., Faymonville, M.-E., Nyssen, A.-S., & Vanhauwenhuysse, A. (2022). Virtual reality hypnosis for anxiety and pain management in intensive care units. A prospective randomized trial among cardiac surgery patients. *European Journal of Anaesthesiology*, 39, 58–66. 10.1097/EJA.0000000000001633
- Schubert, T. W. (2003). The sense of presence in virtual environments. *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 15(2), S. 69–71. <https://doi.org/10.1026//1617-6383.15.2.69>
- Schweizer, L. (2020). *Subjektive Trancetiefe und neurophysiologische Korrelate bei Hypnose und virtueller Realität*. Masterthesis Universität Tübingen.
- Shor, R. E. & Orne, E. C. (1963). Norms of the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility, form A. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 11(1), S. 39–47. <https://doi.org/10.1080/00207146308409226>
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, P. R., Vagg, P. R. & Jacobs, G. A. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press.
- Steinman, S. A. & Teachman, B. A. (2011). Cognitive processing and acrophobia: validating the Heights Interpretation Questionnaire. *Journal of anxiety disorders*, 25(7), S. 896–902. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.05.001>
- Steinman, S. A. & Teachman, B. A. (2012). Corrigendum to “Cognitive processing and acrophobia: Validating the Heights Interpretation Questionnaire”. *Journal of anxiety disorders*, 26(1), S. 258–259. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2011.09.001>
- Terhune, D. B., Cardeña, E., & Lindgren, M. (2011b). Differential frontal-parietal phase synchrony during hypnosis as a function of hypnotic suggestibility. *Psychophysiology*, 48(10), S. 1444–1447. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01211.x>
- Terzulli, C., Chauvin, C., Champagnol Di-Liberti, C., Faisan, S., Goffin, L., Giancesini, C., Graff, D., Dufour, A., Laroche, E., Salvat, E., & Poisbeau, P. (2023). Virtual reality hypnosis diminishes experimental cold pain and alters autonomic responses. *Frontiers in Pain Research*, 4:1237090. 10.3389/fpain.2023.1237090
- Utevsky, A. V., Smith, D. V. & Huettel, S. A. (2014). Präcuneus is a functional core of the default-mode network. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 34(3), S. 932–940. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4227-13.2014>
- Wilhelm, F. H., Pfaltz, M. C. & Wagner, B. (2018). *Neue Technologien in der Psychotherapie*. In J. Margraf & S. Schneider (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie*, Band 1 (S. 663–690). Springer.