

Ein psychophysiologischer Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Eine Pilotstudie

Alina Haupt

Katharina-Sophia Licht

Katja Dehnen

Saskia Deppermann

Andreas J. Fallgatter

Dirk Revenstorf

Ann-Christine Ehlis

Einleitung

Hypnotische Tranceprozesse sind schon seit über 200 Jahren Gegenstand wissenschaftlichen Interesses. James Braid (1795 - 1860) ging davon aus, dass es sich hierbei um einen schlafähnlichen Zustand handelt und prägte damit den Begriff der Hypnose. Doch schon Bass (1931) schlussfolgerte aus seinem Experiment, dass Schlaf und Trance unterschiedliche Zustände darstellen, sind doch in Trance Bewegungen, Sprechen, Analgesie etc. möglich. Die Frage nach der Natur der Trance ist damit jedoch nicht beantwortet. Auch bleibt die Frage offen, ob Schlaf und Trance nicht doch einen gemeinsamen Nenner, nämlich Entspannung, haben bzw. wo dann der Unterschied zwischen Entspannung und Trance liegt? Interessanterweise wurde diese Frage in der Hypnose-Forschung selten gestellt und es gibt wenige Studien zur Differenzierung dieser beiden Zustände. Die vorliegende Arbeit soll im Sinne einer ersten Pilot-Studie genau hier ansetzen: Zunächst sollen bisherige Forschungsergebnisse hinsichtlich einer Differenzierung von Entspannung und Trance zusammengefasst werden, worauf eine Herleitung der Fragestellung des in dieser Studie durchgeführten Experiments folgt. Danach werden die methodische Vorgehensweise und Ergebnisse dargestellt, um sie schließlich in den bisherigen Forschungsstand einzuordnen und zu diskutieren.

Was ist Entspannung?

Das Wort „Entspannung“ legt nahe, dass es einen Zustand beschreibt, in dem ein Subjekt frei von jeglicher Spannung ist, sei es physisch oder psychisch, und ist objektiv messbar, denn sie wird mit der Aktivität des parasympathischen Nervensystem (PSNS) in Verbindung gebracht. Das PSNS dient dem Stoffwechsel sowie der körper-

Alina Haupt^{1,2}, Katharina-Sophia Licht¹, Katja Dehnen², Saskia Deppermann²,
Andreas J. Fallgatter², Dirk Revenstorf¹, Ann-Christine Ehlis²

1 Psychologisches Institut, Universität Tübingen

2 Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Tübingen

Ein psychophysiologischer Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung: Eine Pilotstudie

Diese Pilot-Studie dient dem Ziel, hypnotische Trance von Entspannung zu unterscheiden. Bisherige Untersuchungen nutzen den Cerebral State Index (CSI) zur Erfassung der Trancetiefe (Bock, 2011) und die Herzratenvariabilität (HRV) zur Abgrenzung der Trance von Entspannung (Diamond, Davis, & Howe, 2008). In dieser Arbeit wurden die beiden Maße kombiniert angewandt. Je fünf hoch- und niedrigsuggestible Probanden wurden in Entspannung und Trance geführt. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass sich bei den Hochsuggestiblen die erste Entspannungsphase von der Trance hinsichtlich beider Maße unterschied. Der CSI und die HRV nahmen in der Trance ab, ebenso wie die hohen Frequenzanteile der HRV. Die niedrigen Anteile der HRV Frequenzen nahmen hingegen in Trance zu. Dies deutet darauf hin, dass sich der Einfluss des autonomen Nervensystems in Trance im Vergleich zur Entspannung bei den Hochsuggestiblen veränderte und sie dabei weniger wach waren, was sich mit deren subjektiven Einschätzung der Trancetiefe deckte.

Schlüsselwörter: Hypnose, Trance, Entspannung, Cerebral State Monitor, Herzratenvariabilität

A psychophysiological comparison of hypnotic trance and relaxation: a pilot study

This pilot study aims at finding differences between hypnotic trance and relaxation. Previous studies used the Cerebral State Index (CSI) to measure the depth of trance (Bock, 2011) and heart rate variability (HRV) to differentiate trance from relaxation (Diamond, Davis, & Howe, 2008). In this study both measures were combined. Each five high and low suggestible participants were induced to relaxation and trance. The results suggest that relaxation was different from trance in high suggestibles for both measures. The CSI and HRV decreased during trance, as well as the high frequencies of the HRV, while the low frequencies of the HRV increased. These results indicate that in high suggestibles the influence of the autonomic nervous system shifted in trance compared to relaxation while participants were less awake. This was in line with the participants' subjective evaluation of trance depth.

Keywords: hypnosis, trance, relaxation, Cerebral State Monitor, heart rate variability

Alina Haupt, Dipl.Psych.

Abteilung Psychophysiologie und optische Bildgebung der Klinik für Psychiatrie
und Psychotherapie, Universitätsklinikum Tübingen

Calwerstr. 14, 72076 Tübingen

alina.haupt@med.uni-tuebingen.de

erhalten: 26.9.2016

revidierte Version akzeptiert: 16.1.2017

lichen Regeneration bzw. dem Wiederaufbau von Ressourcen (Kahle & Frotscher, 2009). Entspannung ist ein angeborener Zustand, der natürlicher Weise bei jedem Lebewesen auftritt. Darüber hinaus kann sie jedoch auch absichtlich induziert werden.

Was ist Trance?

Spiegel und Moore (1997) definieren hypnotische Trance als einen natürlichen Zustand erhöhter, aufmerksamer und gerichteter Konzentration, welcher mit einer relativen Aufhebung peripherer Wahrnehmung gekoppelt ist. Die Autoren beschreiben drei Komponenten einer Tranceerfahrung: (a) Absorption oder die intensive Beschäftigung mit einem Wahrnehmungsobjekt, (b) Dissoziation, bei der bestimmte Wahrnehmungen aus dem Bewusstsein ausgeschlossen werden (zum Teil auf Grund der Absorption) und (c) erhöhte Suggestibilität, welche Menschen dazu bringt, wahrscheinlicher Anweisungen von außen zu folgen, ohne sie zu zensieren oder an ihnen Kritik zu üben. Ein weiteres Phänomen, das häufig mit Trance einhergeht, ist ein Verlust des Zeitgefühls (Oakley & Halligan, 2009).

Was ist der Unterschied zwischen Trance und Entspannung?

Bisher gibt es wenig Forschung zu den Unterschieden und Gemeinsamkeiten von Entspannung und Trance. In einer Studie von 1977 verglichen die Autoren (Morse, Martin, Furst, & Dubin) sowohl zwei Hypnose-Bedingungen (Entspannungshypnose mit der Suggestion eines Urlaubs versus Aufgabenhypnose mit Handanalogie) als auch eine Wachheits- und eine Entspannungsbedingung miteinander. Alle physiologischen Parameter (Hautwiderstand, Pulsrate, Atemrate, Blutdruck, Elektroencephalogramm Aktivität sowie Gesichtsmuskelaktivität) verhielten sich dabei zwischen Entspannungs- und Aufgabenhypnose gegenteilig, wobei letztere dem Wachzustand ähnelte.

In einer neueren Studie wurden Trance und Entspannung hinsichtlich verschiedener Elektroenzephalographie (EEG) Parameter in einer Gruppe hoch- bzw. niedrigsuggestibler Probanden untersucht (Williams & Gruzelier, 2001). Die Gruppe der Hochsuggestiblen unterschied sich in den Ergebnissen von den Niedrigsuggestiblen in der Entspannungsphase, wenn sie auf die Trance folgte, bezüglich einer höheren Theta-Aktivität. Die Autoren interpretieren dieses Ergebnis als Index für Entspannung, welcher bei Hochsuggestiblen auch nach der Trance erhöht ist. Eine Poweranalyse der Alpha-Frequenzen ergab für die Hochsuggestiblen zudem eine Zunahme in der Trancebedingung. Der gegenteilige Effekt, nämlich ein Abfall der Power der Alpha-Frequenzen in der Trancebedingung im Vergleich zu den Entspannungsbedingungen, wurde bei den Niedrigsuggestiblen gefunden. Die Autoren vermuten daher eine Verbindung zwischen der Alpha-Power und der Suggestibilität, wobei Alpha Frequenzen ein Indikator für eine Tranceerfahrung sein könnten und Theta-Frequenzen ein Indikator für Entspannung.

In einer weiteren Studie wurde die Frage verfolgt, in wie weit die Herzratenvariabilität (HRV) ein Indikator für Trancetiefe sein könnte (Diamond et al., 2008). Die

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Autoren verglichen dabei eine Entspannungs- und eine Trancephase. Die HRV ist definiert als spontane Schwankungen der Sinusrate, welche durch innere oder äußere körperliche Prozesse ausgelöst werden. Die HRV wird dabei als Abweichung von der durchschnittlichen Zeitdauer zwischen zwei Herzschlägen errechnet (Kristal-Boneh, Raifel, Froom, & Ribak, 1995). Sie gilt als Kenngröße für die Anpassungsfähigkeit eines Organismus an innere und äußere Belastungsfaktoren (Hottenrott, 2002). Verschiedene Frequenzbereiche geben Auskunft über die Kopplung des Herzschlags mit anderen physiologischen Prozessen (Tarvainen & Niskanen, 2012) und können in einen hohen (HF) (0,15–0,4 Hz), einen niedrigen (LF) (0,04–0,15 Hz) und einen sehr niedrigen Frequenzbereich (VLF) (0,003–0,04 Hz) eingeteilt werden. Die HF werden in Zusammenhang mit PSNS Aktivität gebracht, die LF werden hingegen sowohl durch das PSNS als auch das sympathische Nervensystem (SNS) beeinflusst (Berntson et al., 1997). Die VLF sind bei weitem nicht so gut erforscht (Tarvainen & Niskanen, 2012), doch scheinen mit dem Einfluss humoraler Prozesse zusammenzuhängen (Berntson et al., 1997).

In der Entspannungsbedingung der oben genannten Studie von Diamond et al. (2008) erhielten die Probanden in der Trancebedingung Suggestionen von Muskelentspannung und eines mentalen Ferienortes und sollten hierbei ihre empfundene Trancetiefe angeben. Die Ergebnisse zeigen ein Absinken der Herzrate sowie der Frequenz der HF während der Trance im Vergleich zur Entspannung, während gleichzeitig in Trance die Amplituden der HF und LF stiegen. Die Autoren interpretierten diese Ergebnisse als veränderten Einfluss des SNS und des PSNS in Trance gegenüber der Entspannung.

Doch die Ergebnisse bezüglich der HRV sind gemischt. Während Diamond et al. (2008) ein Absinken der HF Frequenzen in Trance fanden, beobachteten DeBenedittis, Cigada, Bianchi, Signorini und Cerutti (1994) eine Zunahme an PSNS Aktivität in Trance. In dieser Studie waren die Probanden in der Kontrollbedingung wach, ohne dass eine explizite Entspannungsinduktion erfolgte. In der Trancebedingung erhielten die Probanden Suggestionen zur Muskelentspannung sowie Bilder, die auf die Körperentspannung abzielten.

In einer aktuelleren Studie wurde die HRV der Probanden während einer Trance und zwei Ruhebedingungen (jeweils vor und nach der Trance) gemessen (Yüksel, Ozcan, & Dane, 2013). In der Trancebedingung sollten die Probanden auf eine Suggestion reagieren, woraufhin sie als hypnotisiert galten oder nicht. Im weiteren Verlauf sollten sie sich positive Lebensereignisse vorstellen. Die Ergebnisse zeigten, dass sich alle HRV Parameter während und nach der Trance im Vergleich zur Ruhephase vor der Trance veränderten, allerdings wurden die Ergebnisse nur bei Frauen signifikant. Für diese Untergruppe sanken die HRV Parameter (außer VLF) in Trance und stiegen in der Ruhephase wieder an. Die Autoren interpretierten dieses Ergebnis als erhöhte Herzaktivität während der Trance. Diese Interpretation passt zu dem Ergebnis, dass auch kognitive Aktivität während Trance erhöht ist (Sadler & Woody, 2006). Yüksel

et al. (2013) schlussfolgerten deshalb, dass sowohl das Herz als auch das Gehirn während Trance aktiver sind als während einer reinen Ruhephase.

Die oben aufgeführten Studien zeigen, dass es Hinweise dafür gibt, dass sich Entspannung und Trance unterscheiden. Von besonderer Bedeutung scheint eine weitere Unterscheidung zu sein, die aus der Studie von Morse et al. (1977) hervorgeht: Die Autoren unterschieden zwischen einer Aufgabentrance und einer Entspannungstrance und sie fanden heraus, dass sich die Aufgabentrance stärker von einer Entspannungstrance unterscheidet als von einem Wachzustand oder die Entspannungstrance von einer Entspannung. Diese Erkenntnis könnte auch bei der Interpretation der Ergebnisse der weiteren oben aufgeführten Ergebnisse helfen. Die erhöhte Aktivierung des PSNS in Trance wurde nämlich in einer Studie gemessen, in der die Trance viele Entspannungselemente enthielt und es keine explizite Entspannungsbedingung gab (DeBenedittis et al., 1994). Hingegen wurde eine verminderte Aktivität des PSNS in den Studien gefunden, in denen die Probanden Suggestionen bekamen, die nicht auf körperliche Entspannung abzielten, sondern in denen es um andere bildliche Inhalte ging (Diamond et al., 2008; Yüksel et al., 2013). Da eine verminderte PSNS mit verminderter Entspannung einhergeht, scheinen diese Ergebnisse auf einen Unterschied zwischen Trance und Entspannung hinzuweisen. Auch die Studie von Williams und Gruzelier (2001) gibt weitere Hinweise auf Unterschiede zwischen beiden Zuständen: Die Alphaaktivität erreichte ihr Maximum während der Trancebedingung und könnte somit laut Autoren als Indikator für Tranceerfahrung gelten, wohingegen die Thetaaktivität ihr Maximum in der Ruhephase nach der Trance erreicht, was die Autoren als Indikator für Entspannung sehen. Aus den oben aufgeführten Studien wird ersichtlich, dass erstens bisher kein einheitlicher Kennwert zur Unterscheidung von Trance und Entspannung gefunden wurde und dass zweitens der Inhalt der Trance (Entspannung vs. Aufgabe) von Bedeutung ist. Vor allem letztere Erkenntnis macht es sehr schwer die Studien miteinander zu vergleichen und aus den Ergebnissen Schlussfolgerungen zu ziehen. Jede Studie verwendete andere Suggestionen, Induktionstechniken und Inhalte in den Entspannungs- und Trancebedingungen. Außerdem wurde in einigen Studien Entspannung von Trance nicht explizit konzeptuell getrennt. Auch wurde in keiner der Studien die Trancetiefe physiologisch überprüft. In drei Studien wurden Berichte nach dem Experiment als Indikator für Trancetiefe genutzt (DeBenedittis et al., 1994; Morse et al., 1977; Williams & Gruzelier, 2001), in einer Studie galt die Antwort auf eine bestimmte Suggestion als Indikator für Trancetiefe (Yüksel et al., 2013) und in einer Studie sollten die Probanden während des Experiments ihre Trancetiefe kontinuierlich angeben (Diamond et al., 2008). Doch keine dieser Angaben entspricht einem physiologischen oder objektiven Maß der Trancetiefe.

Das Cerebral State Monitoring (CSM)

Eine Methode zur Messung der Trancetiefe ist das CSM. Dabei handelt es sich um ein nicht-invasives Verfahren, das den Wachheitsgrad von Personen misst und z.B. im

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Rahmen der Anästhesie eingesetzt wird (Beese, 2006). Der Wachheitsgrad wird in einem Index für Wachheit (Cerebral State Index, CSI) angegeben, dessen höchster Wert, 100, dem Wachzustand entspricht. Der Wertebereich von 40 bis 60 entspricht einem sedierten Zustand, in welchem Operationen durchgeführt werden. In einer Studie zur Trancetiefe wurde gezeigt, dass der CSI in Trance im Mittel auf unter 80 absinken kann (Bock, 2011), wobei sich Trance und eine angeleitete Entspannung jedoch nicht unterscheiden.

Herleitung der Fragestellung

Aus den oben berichteten Studien wird deutlich, dass Trance und Entspannung bisher nicht eindeutig anhand eines bestimmten Parameters unterschieden werden können. Entspannung ist durch die Messung der Aktivität des PSNS objektiv erfassbar. Für Trance hingegen gibt es bisher keinen objektiven Parameter, jedoch kann die Trancetiefe anhand des CSM gemessen werden. Aufgrund der wenigen Studien in diesem Gebiet und der methodischen Vielfalt ist es schwierig aus den bisherigen Ergebnissen Schlüsse zu ziehen. Außerdem kontrollierte bisher keine Studie zur Unterscheidung von Trance und Entspannung die Trancetiefe.

Ziel dieser ersten Pilot-Studie war es daher, zwei Maße, die HRV und den CSI, miteinander zu kombinieren, um sowohl parasymphatische Unterschiede als auch Veränderungen im Wachheitsgrad, und somit der Trancetiefe, während einer angeleiteten Entspannung als auch Trance abzubilden und zwischen Hoch- und Niedrigsuggestiblen zu vergleichen. Sowohl die HRV als auch der CSI sind einfach an den Probanden zu bedienen und weisen somit eine hohe ökonomische Validität auf. Außerdem wurde zur Kontrolle der Trancebedingung und Validierung des Suggestibilitätstests, welcher vor dem Experiment durchgeführt wurde, ein Fragebogen an die Probanden ausgegeben, welcher subjektive Maße, wie die empfundene Trancetiefe, abfragt.

Die Hypothesen dieser Studie

Alle Hypothesen galten für die Versuchsgruppe der hochsuggestiblen Probanden. Für die Kontrollgruppe der Niedrigsuggestiblen wurden keine Unterschiede zwischen Trance und Entspannung erwartet.

- *Der Wachheitsgrad (CSI):* Der CSI ist in Trance tiefer als in Entspannung; der CSI ist am Ende der Entspannungsphasen und am Ende der Trancephase tiefer als am Anfang der jeweiligen Phase.
- *Die HRV:* Der Einfluss des PSNS verringert sich in Trance gegenüber der Entspannung, daher sollte sich die HRV zwischen Trance und Entspannung unterscheiden (insbesondere verringertes Anteil der HF an der HRV in Trance).
- *Die subjektiven Maße:* hochsuggestible Personen geben eine hohe Trancetiefe an.

Methode

Stichprobe

Rekrutierung. Alle potenziellen Interessenten (n=57) nahmen vor ihrer Teilnahme am Experiment an einem Suggestibilitätstest (WSG-C; Bowers, 1998) teil. Aus dieser Stichprobe wurden je fünf Teilnehmer mit den höchsten (WSG-C > 7) und niedrigsten (WSG-C < 4) Suggestibilitätswerten zum Experiment eingeladen (n = 10). Davon waren sieben Probanden männlich (70%), davon drei in der hochsuggestiblen Gruppe. Das Alter der Teilnehmenden betrug im Mittel M = 24,70 Jahre (SD = 3,95), zwischen den Gruppen gab es keinen Altersunterschied. Die mittlere Suggestibilität der Hochsuggestiblen lag bei M = 9,00 (SD = 0,71), bei den Niedrigsuggestiblen bei M = 1,40 (SD = 0,55). Anhand des Beck Depressions Inventars (BDI II) (Hautzinger, Keller, & Kühner, 2009) wurde der mögliche Einfluss von Depressivität auf die HRV bei allen Probanden ausgeschlossen. Alle Probanden lagen unter dem Cut-off Wert für Depressivität von 12 Punkten. Auch wurde der Einfluss von Angst auf die HRV zwischen den beiden Probandengruppen gleich gehalten, was mit dem State-Trait Angstinventar (STAI) (Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981) überprüft wurde. Die Gruppen unterschieden sich nicht in ihrem Angstempfinden (W = 18, p = 0,29).

Ausschlusskriterien. Von der Studie ausgeschlossen wurden Personen mit Erkrankungen, die den Hirnstoffwechsel beeinflussen, Herzerkrankungen, Epilepsie und psychischen Erkrankungen, insbesondere post-traumatischer Belastungsstörung (PTBS), Schizophrenie und Persönlichkeitsstörungen (nach ICD-10 Kriterien). Diese Studie wurde von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen bewilligt.

Ablauf

Zur besseren Übersicht ist der zeitliche Ablauf des Experiments in Abbildung 1 auf der nächsten Seite graphisch dargestellt. In der Ruhemessung wurden die Probanden gebeten, still in ihrem Stuhl zu sitzen, die Augen zu schließen und die Gedanken schweifen zu lassen. Zur Abgrenzung von Entspannung und Trance wurden in der Entspannungsinduktion lediglich Wörter benutzt, die mit Entspannung assoziiert sind (wie Anspannung, Entspannung, Körperspannung) und in der Tranceinduktion wurden Wörter benutzt, die mit Trance und Hypnose assoziiert sind (wie hypnotische Trance und Vertiefungstechniken).

Material

WSG-C. Der Waterloo-Stanford Group Scale of Hypnotic Susceptibility Form C (WSG-C) (Bowers, 1998) ist ein Test für hypnotische Suggestibilität für Gruppen. In der englischen Originalversion des WSG-C findet sich als achter Punkt eine Altersregression, welche in der deutschen Version (übersetzt von Alida Iost-Peter), die hier benutzt wurde, durch eine Armlevitation ersetzt wurde.

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung



Abb. 1: Schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs des Experiments.

Fragebogen zum Tranceempfinden. Beim Fragebogen zum Tranceempfinden handelt es sich um einen selbstentwickelten Fragebogen, der an den Fragebogen von Bock (2011) angelehnt ist. Da die Einschätzung zum Vergehen der Zeit ein guter Indikator für Tranceerleben ist (Bowers, 1979), wurde diese zuerst abgefragt. Die Probanden sollten des Weiteren die Tiefe ihrer Entspannung und Trance einschätzen (0 = „überhaupt nicht entspannt“ beziehungsweise „überhaupt nicht in Trance“ bis 10 = „tief entspannt“ beziehungsweise „tief in Trance“). Dieser Fragebogen diente lediglich zur qualitativen Datenerhebung und wurde nicht in die statistische Auswertung miteinbezogen.

Cerebral State Monitor (CSM). Beim CSM handelt es sich um ein nicht-invasives Verfahren zur Messung der Narkosetiefe von Patienten (Danmeter, 2004). Es basiert auf der Aufzeichnung von EEG-Daten. Dabei wird ein Set von vier Parametern

benutzt, die aus dem EEG berechnet werden: Alpha-Wellen-Ratio, Beta-Wellen-Ratio, Beta-Alpha-Wellen-Ratio und der Prozentsatz der Spitzenwertunterdrückung (burst suppression, BS). Während einer Narkose verlagern sich die Energie-Inhalte von höheren zu tieferen Frequenzen (Danmeter, 2004). Das CSM erfasst drei Frequenzbänder (6 bis 12 Hz, 11 bis 21 Hz und 30 bis 42,5 Hz) mittels dreier Elektroden. Diese werden auf der Mitte der Stirn, auf der Stirnseite über dem linken Auge und auf dem Mastoid hinter dem Ohr angebracht. Die Transformation der EEG Messdaten in den Cerebral State Index (CSI) erfolgt anhand folgender Subparameter:

$$\beta\text{-Ratio} = \log[(E_{30-42,5\text{HZ}})/(E_{11-21\text{HZ}})]$$

$$\alpha\text{-Ratio} = \log[(E_{30-42,5\text{HZ}})/(E_{6-12\text{HZ}})]$$

$$(\beta\text{-}\alpha)\text{-Ratio} = \log[(E_{6-12\text{HZ}})/(E_{11-21\text{HZ}})]$$

Der BS Anteil gibt an, wie groß der Anteil von EEG-Messwerten ist, bei dem die EEG Amplitude unter 3,5 μV liegt.

Die vier Parameter (β -Ratio, α -Ratio, β - α -Ratio und BS) werden zum Cerebral State Index (CSI) kombiniert, der von 100 (wach) bis 0 reicht. Für diese Umrechnung wird ein „Fuzzy Logic“-System verwendet. Die Daten des CSM wurden während des Experiments anhand eines kabellosen Adapters auf einen Laptop übertragen und dort mit Hilfe der für das CSM entwickelten Software CSM Link Software v3.2 aufgezeichnet.

Elektrokardiograph (EKG) und HRV. Das EKG ist ein nicht-invasives Verfahren, bei dem über Elektroden auf der Haut das elektrische Spannungsgefälle gemessen wird, das den Herzschlag steuert. In unserem Fall wurden zur Messung dieser Spannung drei Elektroden verwendet. Jeweils eine wurde auf der Innenseite des rechten und linken Handgelenks platziert. Die dritte Elektrode wurde in der Mitte des linken Unterarms platziert und diente der Erdung. Die Daten wurden über einen Verstärker geleitet und aufgezeichnet. Die Auswertung aller HRV bezogenen Maße erfolgte mit Hilfe des Programms Kubios HRV® (Tarvainen & Niskanen, 2012).

Zeitbezogene Parameter. Für die Betrachtung der Herzrate und der HRV werden verschiedene zeitbezogene Parameter betrachtet. Diese werden im Folgenden definiert.

NN (= normal to normal)-Intervall: Ein NN-Intervall bezeichnet den Abstand zwischen den Spitzen zweier Herzschläge.

SD: Die Standardabweichung der NN-Intervalle.

Herzrate: Anzahl der NN-Intervalle pro Minute

RMSSD (root mean square of successive differences): Beim RMSSD-Wert wird die Variabilität aufeinanderfolgender NN-Intervalle betrachtet. Der RMSSD-Wert gibt die hochfrequenten Schwankungen der Herzfrequenz an. Dieser Wert lässt Rückschlüsse über den Einfluss des Parasympathikus auf den Organismus zu. Je höher der Wert, desto größer der Einfluss des Parasympathikus. Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

$$\text{RMSSD} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N-1} (\text{NN}_{j+1} - \text{NN}_j)^2} \quad (1)$$

bzw. $\text{RMSSD} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N-1} (\text{NN}_{j+1} - \text{NN}_j)^2}$

NN = NN-Intervalle

N = Anzahl der betrachteten Intervalle

j = Intervallindex

Frequenzbezogene Parameter. Um die einzelnen Frequenzbereiche der HRV ausmachen zu können, werden durch mathematische Frequenzanalyseverfahren die einzelnen Spektralkomponenten der HRV in ihre Grundfrequenzen zerlegt. Durch die Zerlegung erhält man den relativen Anteil der verschiedenen Grundfrequenzen am Gesamtspektrum der Frequenzen der Herzrate. Sie werden unterteilt in:

VLf (Very low frequency): 0,003-0,04 Hz

LF (low frequency): 0,04-0,15 Hz

HF (high frequency): 0,15-0,4 Hz

Zur Untersuchung des Gesamtspektrums der Frequenzen der HRV wurde eine autoregressive (AR) Methode verwendet. Der Vorteil einer AR Methode ist, dass sie verbesserte Auflösung für kurze Stichproben erzielt (Tarvainen & Niskanen, 2012).

Die Mittelwerte und Standardabweichungen jedes Parameters wurden normalisiert, indem sie durch den jeweiligen Mittelwert der Ruhemessung dieses Parameters geteilt wurden, weil eine relative Betrachtung der Veränderung der Herzratenparameter in den verschiedenen Phasen im Fokus des Interesses stand.

Datenanalyse

Für alle Testverfahren wurde ein Alpha-Fehler-Niveau zur Signifikanzprüfung von $\alpha = 0,05$ angenommen. Die Auswertung erfolgte größtenteils hypothesengeleitet mit der frei erhältlichen Software R (R Development Core Team, 2011).

Datenauswahl und -vorbereitung. Der CSI wurde für die Ruhemessung als Baseline und für die Entspannungsphasen und die Trance, jeweils ohne Aktionsphase ausgewertet. Für die HRV ist es sinnvoll, längere Zeitabschnitte zu betrachten (fünf Minuten) (Camm et al., 1996). Daher gingen die Aktionsphasen der Ruhemessung, Entspannung und Trance in die Analyse der HRV mit ein, sodass sich ungefähr fünf Minuten Messzeit ergaben.

Von Interesse für die Auswertung des CSI in Bezug auf die Hypothesen waren die Anfänge und Enden der Induktionsphasen. Deshalb wurden von jeder Induktionsphase die ersten und letzten 30 Sekunden der Messung betrachtet.

Der CSI wurde normalisiert, indem für jede Person jeder CSI Wert von dessen individuellen Baseline-Wert (individueller Mittelwert der Ruhemessung) abgezogen wurde (nW).

Deskriptive Statistik. Für die Fragebögen, das CSM und die HRV wurden Parameter der deskriptiven Statistik, wie Mittelwerte, Standardabweichungen und für das CSI außerdem Minima und Maxima für die Absolutwerte und die nW berechnet.

Inferenzstatistik. Für die Fragebögen wurden non-parametrische Tests (Wilcoxon Rangsummentest (W)) zum Vergleich der Mittelwerte verwendet, da die Daten auf einer kleinen Stichprobe beruhen. Auf die Daten des CSM und der HRV wurden mehrstufige lineare Modelle angewandt, soweit dies möglich war, ansonsten wurden t-Tests verwendet. Bei der Berechnung der Modelle wurde die Maximum-Likelihood Methode verwendet. Außerdem wurden Kovarianzstrukturen unter Annahme der Unabhängigkeit der zufälligen Effekte zwischen den Probanden modelliert. Die Varianz-Kovarianzmatrix der individuellen Residuen wurde als autoregressive Struktur modelliert. Zum Modellvergleich wurden das Schwarz's Bayesian Criterion (BIC) und der p-Wert herangezogen.

Ergebnisse

Tranceempfinden

Die Hochsuggestediblen waren tiefer entspannt ($M = 9,20$, $SD = 0,84$) als die Niedrigsuggestediblen ($M = 7,60$, $SD = 0,55$), $W = 1,50$, $p = 0,02$, und erlebten die Trance als signifikant ($W = 0,00$, $p = 0,01$) tiefer ($M = 8,4$, $SD = 0,55$) als die Niedrigsuggestediblen ($M = 2,40$, $SD = 1,52$). Zur Berechnung der Zeitverzerrung wurde die Differenz der von den Probanden eingeschätzten vergangenen Versuchsdauer und der eigentlichen Versuchsdauer (30 Minuten) berechnet, wobei sich signifikante Unterschiede ($W = 2,50$, $p = 0,04$) zeigten. Die Zeitverzerrung betrug bei den Hochsuggestediblen $M = 17,60$, $SD = 9,02$ Minuten und bei den Niedrigsuggestediblen $M = 5,00$, $SD = 7,07$ Minuten.

Ergebnisse zum CSM

Datenanalyse. Eine Person der Kontrollgruppe (niedrigsuggestedibel) musste aus der Analyse der CSM Daten ausgeschlossen werden, da die Übertragung der Daten während des Experiments aussetzte.

Da die Stichprobe der CSI Werte größer 40 (innerhalb einer Person) ist, konnte nach Games (1984) aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes eine Normalverteilung angenommen werden.

Deskriptive Statistik. Die Mittelwerte der Ruhemessung ergaben für die Hochsuggestediblen $M = 87,57$ und $SD = 6,53$ und für die Niedrigsuggestediblen $M = 92,35$ und $SD = 3,28$.

Die deskriptiven Werte des CSI für jede Gruppe für die Anfänge und Enden der drei Phasen (Entspannung 1, Trance und Entspannung 2) finden sich in Tabelle A1 im Anhang. Aus ihr und Abbildung 2 ist ersichtlich, dass der CSI Wert in beiden Gruppen zu Beginn der ersten Entspannungsphase höher war als zum Ende dieser Phase. In der Trancephase sank dieser Wert bei den Hochsuggestediblen gegenüber der Entspannungsphase und blieb dann unverändert. Bei den Niedrigsuggestediblen konnte hingegen beobachtet werden, dass der CSI Wert in der Trance höher war als in der ersten Entspannung. Er stieg in der zweiten Entspannung noch an. Der CSI Wert der Hoch-

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

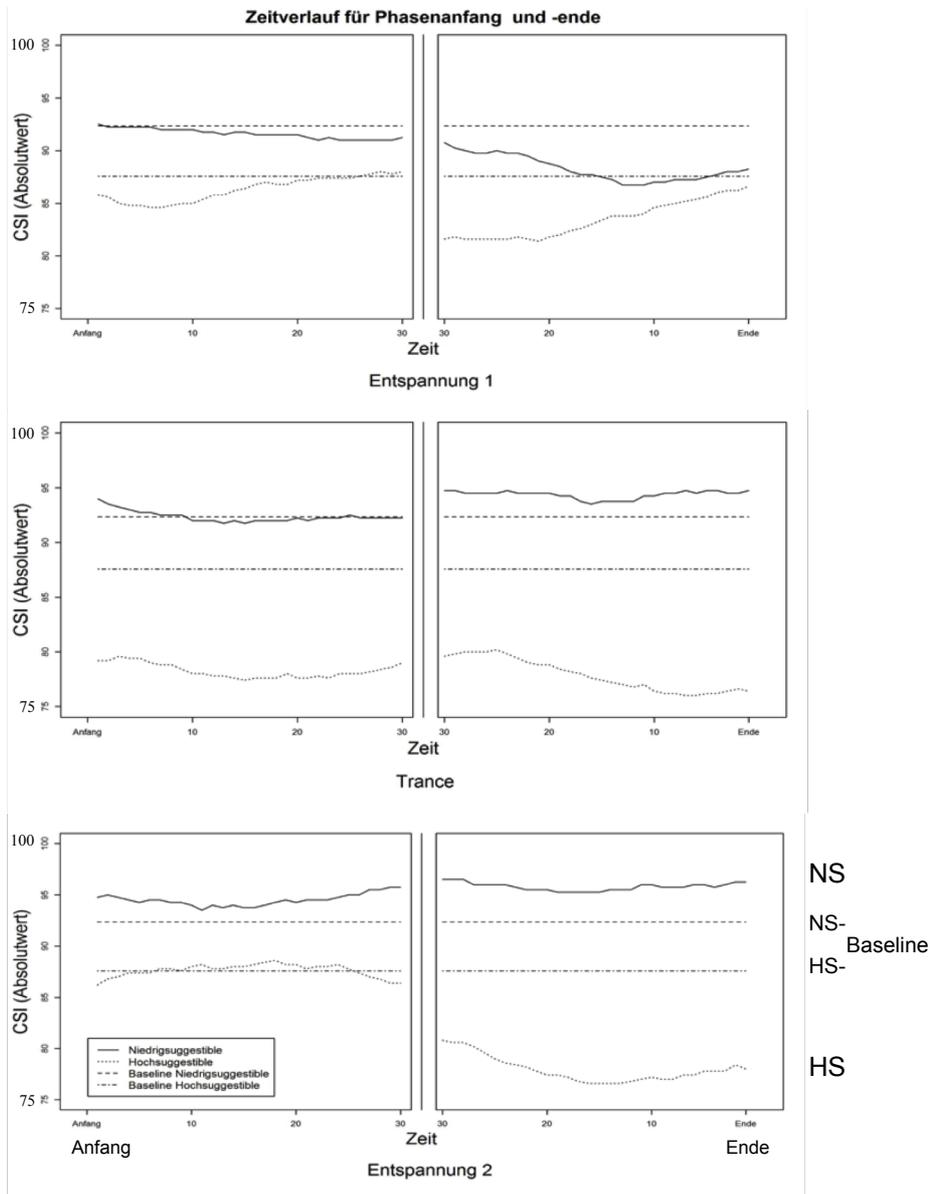


Abb. 2: Gruppenverläufe des CSI für die verschiedenen Phasen. Die Verläufe der ersten und letzten 30 Sekunden der Entspannungsphasen und Trance sind als Gruppenmittel dargestellt (Absolutwerte des CSI). NS = Niedrigsuggestible; HS = Hochsuggestible.

suggestiblen hingegen befand sich zu Beginn der zweiten Entspannung ungefähr auf dem Niveau des Wertes zu Beginn der ersten Entspannung. Doch in der zweiten Entspannung lag der CSI Wert zum Ende der Phase tiefer als der Wert am Ende der ersten Entspannung.

Inferenzstatistik. Die normalisierten CSI Werte bildeten die abhängige Variable, als Prädiktoren gingen die Phase (Entspannung 1 = 0, Trance = 1, Entspannung 2 = 2), die Zeit (als Zeitverlauf innerhalb der Phase) und die Gruppe (hoch (= 1) und niedrig (= 0) suggestibel) in die Modelle ein.

Ein erstes Baseline-Modell schnitt im Vergleich zu einem Nullmodell mit zufälligem Effekt schlechter ab ($p < 0,001$), weshalb mit der Modellierung der Daten mit mehrstufigen linearen Modellen fortgefahren wurde. Das erhaltene Modell lässt sich beschreiben als:

$$y_{ij} = (\beta_0 + v_0) + (\beta_1 + v_{1i}) * \text{Phase} + (\beta_2 + v_{2i}) * \text{Zeit} + \beta_3 * \text{Gruppe} + \beta_4 * (\text{Phase})^2 + (\beta_5 + v_{5i}) * \text{Phase} * \text{Zeit} + \beta_6 * \text{Phase} * \text{Gruppe} + \beta_7 * \text{Gruppe} * (\text{Phase})^2 + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

y = CSI Wert
 i = Personenindex
 j = Index der Zeit
 β = Koeffizienten der festen Effekte
 v = Koeffizienten der zufälligen Effekte

mit

$$\begin{pmatrix} v_0 \\ v_{1i} \\ v_{2i} \\ v_{5i} \end{pmatrix} \sim N \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \Sigma_v = \begin{pmatrix} \sigma^2_{v_0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2_{v_{1i}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma^2_{v_{2i}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma^2_{v_{5i}} \end{pmatrix} \right) \quad (3)$$

und

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2 \Omega_i) \quad \text{mit} \quad \sigma^2 \Omega_i = \frac{\sigma^2}{1 - \rho^2} \begin{pmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \dots & \rho^{29} \\ \rho & 1 & \rho & \dots & \rho^{28} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \dots & \rho^{27} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho^{29} & \rho^{28} & \rho^{27} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

ρ = Autokorrelationskoeffizient; gibt den Grad der Autokorrelation zwischen den Residuen wieder

Die Parameterschätzungen der festen Effekte und die dazugehörigen p-Werte befinden sich in Tabelle 1 auf der folgenden Seite.

Für die zufälligen Effekte ergab sich für den Zusammenhang zwischen den CSI Werten und der Interaktion von Phase und Zeit eine signifikante Standardabweichung der y-Achsenabschnitt (σ_{v_0}) über die Probanden hinweg, $SD = 0,002$, $\chi^2(1) = 1035,60$, $p < 0,001$. Außerdem variierten die Steigungen der Phase über die Probanden hinweg ($\sigma_{v_{1i}}$), $SD = 1,84$, $\chi^2(1) = 187,84$, $p < 0,001$ und die Steigungen der Zeit über die Probanden hinweg ($\sigma_{v_{2i}}$), $SD = 0,19$, $\chi^2(1) = 200,88$, $p < 0,001$. Auch die Interaktion der Steigungen von Phase und Zeit variierte über die Probanden hinweg ($\sigma_{v_{5i}}$) mit $SD = 0,24$, $\chi^2(1) = 832,49$, $p < 0,001$. Der Autokorrelationskoeffizient phi beträgt $\rho = 0,99$.

Mit Blick auf Tabelle 1 bedeutet dies ausformuliert: Das Modell sagt vorher, dass

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Tab. 1: Parameterschätzungen für den CSI

	Parameterschätzung	t-Werte	p-Wert
β_0 (y-Achsenabschnitt)	0,63	t(1605) = 0,17	0,87
β_1 (Phase)	-4,87	t(1605) = -1,16	0,24
β_2 (Zeit)	0,02	t(1605) = 0,21	0,83
β_3 (Gruppe)	0,96	t(7) = 0,19	0,85
β_4 (Phase ²)	1,78	t(1605) = 1,36	0,17
β_5 (Phase * Zeit)	0,02	t(1605) = 0,23	0,82
β_6 (Phase * Gruppe)	18,48	t(1605) = 3,55	<0,001***
β_7 (Gruppe * Phase ²)	-8,44	t(1605) = -5,13	<0,001***

Anmerkung: Hier werden die Parameterschätzungen der Betas, die Ergebnisse der t-Tests, auf denen diese Schätzungen beruhen, und die p-Werte dargestellt. *** p < 0,001.

Tab. 2: Ergebnisse der Subset-Analyse

	Parameterschätzung	t-Werte	p-Wert
HS (n = 5)			
β_0 (y-Achsenabschnitt)	1,93	t(891) = 0,44	0,66
β_0 (Phase)	12,52	t(891) = 2,57	0,01*
β_0 (Zeit)	-0,02	t(891) = -0,20	0,84
β_0 (Phase ²)	-6,33	t(891) = -4,26	<0,001***
β_0 (Phase * Zeit)	0,08	t(891) = 0,54	0,59
NS (n = 4)			
β_0 (y-Achsenabschnitt)	0,23	0,15	0,88
β_0 (Phase)	-2,95	-1,18	0,24
β_0 (Zeit)	0,07	0,65	0,51
β_0 (Phase ²)	1,15	1,43	0,15
β_0 (Phase * Zeit)	-0,06	-0,78	0,43

Anmerkung: Die Ergebnisse sind für die Gruppe der Hochsuggestionstiblen (HS) und der Niedersuggestionstiblen (NS) separat aufgeführt. *p < 0,05. *** p < 0,001.

Tab. 3: Zufällige Effekte der Subset-Analyse

	y-Achsenabschnitt	Phase	Zeit	Zeit * Phase
HS (n = 5) SD	0,004	2,52	0,19	0,30
NS (n = 5) SD	0,001	0,69	0,20	0,14

Anmerkung: Hier werden die Koeffizienten der zufälligen Effekte dargestellt. Diese beschreiben die Varianz zwischen den Individuen innerhalb der Gruppe der Hochsuggestionstiblen (HS) und der Niedersuggestionstiblen (NS) für den y-Achsenabschnitt und die Steigungen der Faktoren Phase, Zeit und deren Interaktion.

die Hochsuggestediblen im Mittel zu Beginn der ersten Entspannungsphase weniger wach waren im Vergleich zur Ruhemessung als die Niedrigsuggestediblen, was jedoch zwischen den einzelnen Probanden variierte. Von Phase zu Phase sagt das Modell eine Zunahme der Wachheit für die Niedrigsuggestediblen vorher, wohingegen der CSI Wert für die Hochsuggestediblen mit jeder Phase sinkt; diese gruppenspezifische Vorhersage erzielte Signifikanz. Allerdings gibt es auch beim Einfluss der Phase auf den CSI Wert individuelle Varianz.

Da der Einfluss der Phase auf Gruppenebene Signifikanz erzielte, wurde eine Subset-Analyse durchgeführt, um den Einfluss der Phase für jede Gruppe getrennt zu untersuchen. Dazu wurde das Modell mit Gruppenfaktor (2) für jede Gruppe separat berechnet, der Gruppenfaktor wurde herausgenommen und das resultierende Modell wurde auf jede Gruppe angewandt. Die Ergebnisse der festen Effekte sind in Tabelle 2 dargestellt, die zufälligen Effekte in Tabelle 3.

Für den Einfluss der Zeit liefert das Modell keine Vorhersagen auf Gruppenebene, sondern nur auf individueller Ebene. Das heißt, die Zeitverläufe der Phasenanfänge und -enden unterscheiden sich nicht zwischen den Gruppen, jedoch zwischen den Individuen. Dasselbe gilt für die Interaktion zwischen Zeit und Phase. Die Vorhersage des Modells in Bezug auf den quadratischen Effekt der Zeit besagt, dass sich der lineare Trend der Phase für die Niedrigsuggestediblen um 1,78 verändert. Für die Hochsuggestediblen sagt das Modell ebenfalls eine Veränderung des linearen Trends der Phase von -6,66 vorher. Das heißt, in der zweiten Entspannung würde laut Modell der CSI Wert der Hochsuggestediblen zwar noch unter deren Baseline-Wert liegen, jedoch über dem Trancewert. Der quadratische Effekt der Phase erzielte in Interaktion mit der Gruppe Signifikanz. Das heißt, das Modell würde eine Veränderung des linearen Trends der Phase abhängig von der Gruppe vorhersagen.

Für die Hochsuggestediblen ergab sich ein Autokorrelationskoeffizient $\rho = 0,99$, für die Niedrigsuggestediblen $\rho = 0,97$.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, erzielt der Einfluss der Phase (sowohl in linearer als auch quadratischer Form) lediglich bei den Hochsuggestediblen Signifikanz. Die Ergebnisse der zufälligen Effekte (Tabelle 3) zeigen außerdem, dass die Standardabweichung der Steigungen der Phase auf individueller Ebene bei den Hochsuggestediblen dreieinhalb Mal so groß ist wie bei den Niedrigsuggestediblen. Somit variiert der Einfluss der Phase auf die Probanden innerhalb der hochsuggestediblen Gruppe stärker als innerhalb der niedrigsuggestediblen Gruppe.

Ergebnisse zur HRV

Datenanalyse. Zwei Personen (eine Hoch- und eine Niedrigsuggestedible), wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen, da die Datenübertragung während des Experiments fehlerhaft war. Die Daten der übrigen acht Personen wurden mit der Software Kubios HRV® (Tarvainen & Niskanen, 2012) ausgewertet, um automatisch die Spitzen der Herzschläge zu detektieren. In wenigen Fällen wurden Artefakte korrigiert (mit einer

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Artefaktkorrektur von 0,25 Sekunden). Es wurden die Ruhephase, die Entspannungsphasen und die Trancephase ausgewertet.

Zeitbezogene Maße. Deskriptive Statistik. In Tabelle A2 im Anhang sind die deskriptiven Parameter für die Entspannungsphasen, Trancephase und Ruhephase für die beiden Probandengruppen dargestellt.

Inferenzstatistik. Wie im Teil der Datenanalyse erklärt, wurden auch für die Parameter der HRV, analog zur Auswertung des CSI, mehrstufige lineare Modelle herangezogen. Dazu wurde zunächst ein Baseline-Modell mit einem komplexeren Modell (individueller y-Achsen Abschnitt) verglichen. Für den Mittelwert der NN-Intervalle stellte sich das Regressionsmodell mit individuellem und allgemeinem y-Achsenabschnitt als besser heraus als das Baseline-Modell ($p = 0,02$), allerdings stellte sich kein Modell, welchem Prädiktoren hinzugefügt wurden, als besser heraus als dieses Modell. Somit konnte kein Einfluss der Phase oder der Gruppe auf den Mittelwert der NN-Intervalle gefunden werden (Tabelle A2 im Anhang).

Für die Standardabweichung der NN- Intervalldauern ergab sich im Modellvergleich, dass kein mehrstufiges Modell besser war als das Baseline-Modell. Dementsprechend wurde ein einfaches Regressionsmodell verwendet (ANOVA), wobei der Einfluss der Phase und der Gruppe auf die Standardabweichung der NN-Intervalle untersucht wurde. Es ergab sich kein signifikanter Einfluss der Prädiktoren auf die Standardabweichung der NN-Intervalle (Tabelle A2 im Anhang).

Für die Herzrate ergab sich im Modellvergleich des Baseline-Modells mit dem komplexeren Modell ein Vorteil des komplexeren Modells ($p = 0,05$). Allerdings erzielte kein weiteres Modell, zu welchem Prädiktoren hinzugefügt wurden, eine bessere Anpassungsgüte. Rein deskriptiv, mit Verweis auf Tabelle A2 (Anhang), ist ersichtlich, dass die Herzrate in der Trancephase in beiden Gruppen leicht höher war als in den Entspannungsphasen und dass dieser Unterschied für die Niedrigsuggestiblen größer war.

Für die RMSSD ergab ein Vergleich zwischen einem Baseline-Modell und dem komplexeren Modell keinen Vorteil des komplexeren Modells. Die Ergebnisse des RMSSD sind in Abbildung 3 und Tabelle A2 (Anhang) ersichtlich. Hier ist erkennbar, dass sich, unter Berücksichtigung der Standardfehler, die mittlere RMSSD der Trance von der mittleren RMSSD der Entspannung 1 bei den Hochsuggestiblen unterscheidet. Ein paarweiser t-Test auf diesen Unterschied (Bonferroni-korrigiert) war signifikant ($t(3) = 4,86$, $p = 0,05$).

Frequenzbezogene Maße. Deskriptive Statistik. In Tabelle A3 (im Anhang) werden die Anteile der VLF, der LF und der HF nacheinander im Gruppenvergleich berichtet.

Für die LF zeigte sich ein Absinken ihres relativen Anteils in der Trancephase im Vergleich zu den Entspannungsphasen in beiden Gruppen (Tabelle A3 im Anhang und Abbildung 4), der jedoch nicht signifikant war. Der Anteil der VLF an der HRV nahm in der Trance im Vergleich zu den beiden Entspannungsbedingungen zu. Dieser Unterschied erzielte für den relativen Anteil der VLF an der HRV zwischen der ersten

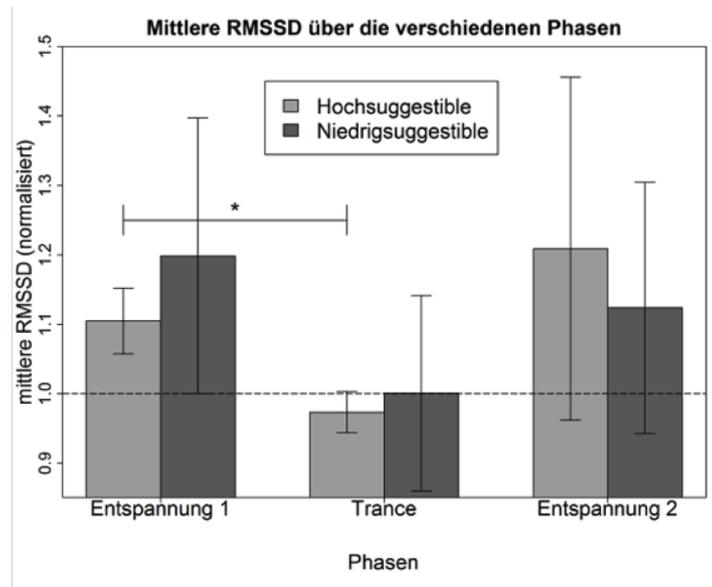


Abb. 3: Mittlere RMSSD. In dieser Abbildung werden die mittleren RMSSD Werte für die relevanten Phasen für jede Gruppe dargestellt. Dabei handelt es sich um die relativen Werte. Der Vergleichswert (Baseline-Wert jeder Gruppe) entspricht 1 und ist in der Abbildung ersichtlich. Das aus einem t-Test resultierende signifikante Ergebnis des Vergleichs der Entspannung 1 und Trance für die Hochsuggestiblen ist mit einem * gekennzeichnet. Der Fehlerbalken zeigt den Standardfehler an. (Hier sei darauf hingewiesen, dass der Wertebereich der y-Achse größer ist, als bei den übrigen Abbildungen.)

Entspannungsphase und der Trance für die Hochsuggestiblen Signifikanz. Bei diesen stieg der Wert in der Trance signifikant ($t(3) = -3,25$, $p = 0,05$ (Bonferroni-korrigiert)). Bei den Nidrigsuggestiblen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Phasen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass nur für das Variabilitätsmaß RMSSD bei den Hochsuggestiblen ein signifikanter Unterschied zwischen Entspannung 1 und Trance gefunden wurde. Die RMSSD nahm in der Trance im Vergleich zur ersten Entspannung ab, was auf ein Sinken der HRV in der Trance im Vergleich zur ersten Entspannung schließen lässt.

Für die frequenzbezogenen Maße fanden sich signifikante Ergebnisse für die HF und die VLF. Der Anteil der HF an der HRV nahm in der Trance, verglichen zur ersten Entspannung signifikant ab, wenn man diese Veränderung ohne Gruppenunterschied betrachtet. Der Anteil der VLF nahm hingegen bei den Hochsuggestiblen in der Trance im Vergleich zur ersten Entspannung signifikant zu.

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

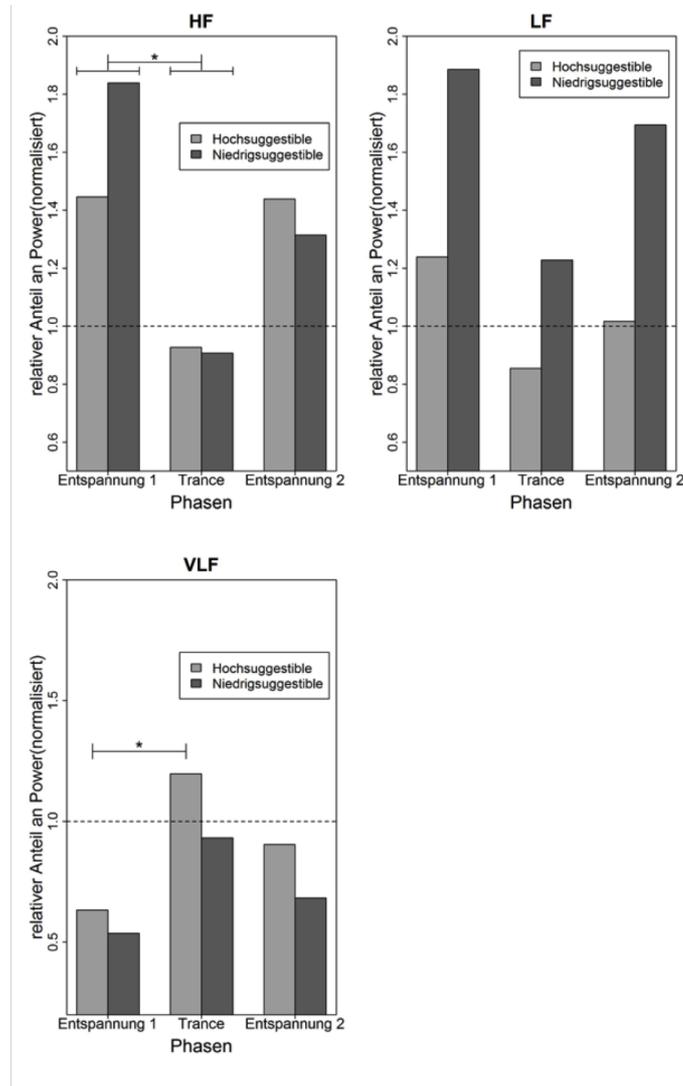


Abbildung 4. Die mittleren relativen Frequenzanteile an der HRV in den einzelnen Phasen. Der Vergleichswert (Baseline-Wert jeder Gruppe) entspricht 1 und ist in der Abbildung ersichtlich. Signifikante Ergebnisse aus t-Tests werden mit einem * gekennzeichnet. Dies ist für die HF (hohen Frequenzen) über die Gruppen hinweg der Fall für den Vergleich zwischen Entspannung 1 und Trance. Für die VLF (sehr niedrigen Frequenzen) ist dies der Fall für den Vergleich zwischen Entspannung 1 und Trance in der hochsuggestiblen Gruppe. Der Fehlerbalken zeigt den Standardfehler an. (Es sei darauf hingewiesen, dass der Wertebereich der y-Achse für die VLF kleiner ist als für HF und LF (niedrigen Frequenzen).)

Diskussion

Diese Pilot-Studie befasst sich mit einem Vergleich von Trance und Entspannung, was subjektiv gut voneinander abgegrenzt werden kann. Aus den Fragebögen zum Tranceempfinden ergab sich, dass die Hochsuggestiblen eine tiefere Tranceerfahrung, aber auch eine tiefere Entspannung empfanden als die Niedersuggestiblen.

Unsere Ergebnisse des CSM ergaben, teilweise hypothesenkonform, dass der CSI bei den Hochsuggestiblen v.a. während der zweiten Entspannungsphase am Ende der Phase tiefer war als zu Beginn der Phase. In der ersten Entspannungsphase zeigte sich ein ähnliches, wenn auch weniger ausgeprägtes, Bild – auch bei den Niedersuggestiblen. In der Trancephase sank der CSI bei den Hochsuggestiblen innerhalb der Phase nicht weiter, war aber insgesamt niedriger als in den beiden Entspannungsphasen, was hypothesenkonform ist. Bei den Niedersuggestiblen lag der CSI in der Trancephase über deren Baseline-Niveau, was auch in der zweiten Entspannungsphase anhielt.

Ein signifikanter Einfluss der Phase ergab sich auf Gruppenebene. Der lineare Trend veränderte sich mit den Phasen je nach Gruppe unterschiedlich, wobei die Veränderung nur bei den Hochsuggestiblen signifikant wurde, in Übereinstimmung mit den Hypothesen. Die CSI Werte in der Trance lagen tiefer als in den Entspannungsphasen. Außerdem konnte aus den Analysen gefolgert werden, dass der Einfluss der Phase auf die Probanden zwischen den Individuen der hochsuggestiblen Gruppe stärker als bei den Niedersuggestiblen variierte, was wiederum auf eine individuelle Tranceerfahrung innerhalb der hochsuggestiblen Gruppe schließen lässt.

Entgegen der Hypothese wiesen die Ergebnisse der Herzrate auf keine signifikanten Unterschiede zwischen Entspannung und Trance hin. Mit Blick auf die Herzratenvariabilität zeigte sich für das Variabilitätsmaß RMSSD ein signifikantes Ergebnis, welches jedoch gegenteilig zu unseren Annahmen ausfiel. Die erste Entspannungsphase und die Trance unterschieden sich signifikant bei den Hochsuggestiblen. Für diese Gruppe nahm die RMSSD in der Trance im Vergleich zur ersten Entspannung ab, wobei die RMSSD der Hochsuggestiblen in der ersten Entspannung über Baseline-Niveau lag, in der Trance leicht darunter sank und in der zweiten Entspannung wieder darüber lag. Für die frequenzbezogenen Maße fanden sich signifikante Ergebnisse für die HF und die VLF. Der Anteil der HF an der HRV nahm in der Trance verglichen zur ersten Entspannung in beiden Gruppen signifikant ab. Der Anteil der VLF nahm hingegen bei den Hochsuggestiblen in der Trance im Vergleich zur ersten Entspannung signifikant zu. Dementsprechend kann die Hypothese, dass sich die Anteile der HF zwischen den Bedingungen Trance und Entspannung unterscheiden, teilweise bestätigt werden: Die Veränderung der HF Anteile zwischen den Bedingungen wurden unabhängig von der Gruppe gefunden. Dieses Ergebnis und das Sinken der RMSSD in der Trance weisen darauf hin, dass sich der Einfluss des autonomen Nervensystems in der Trance gegenüber der Entspannung veränderte. Der parasympathische Einfluss des Nervensystems auf den Körper scheint in hypnotischer Trance gegenüber der Entspannung abgenommen zu haben.

Integration der Ergebnisse

Die Befundlage zur Messung von Trance anhand des CSM ist unklar. Bock (2011) konnte keinen Unterschied zwischen einer angeleiteten Entspannung und einer Trance finden. Die Ergebnisse dieser Pilot-Studie sprechen allerdings dafür, dass der Wachheitsgrad bei den Hochsuggestiblen in der Trance unter dem Wert der Entspannung lag. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Hochsuggestiblen in der Trancephase entspannter waren als in der Entspannung und entspannter waren als die Niedrigsuggestiblen. Ein Gegenargument für diese Erklärung liefern die oben beschriebenen Ergebnisse des zweiten objektiven Maßes, der HRV, welche darauf hindeuten, dass sich Entspannung und Trance qualitativ voneinander unterscheiden und dies nicht an einer tieferen Entspannung der Probanden in der Trance liegt.

Die unterschiedlichen, gruppenspezifischen Verläufe des Wachheitsgrades ab der Trancephase sprechen dafür, dass die Niedrigsuggestiblen zwar anfänglich ähnlich entspannt waren wie die Hochsuggestiblen, sich dann jedoch nicht mehr tiefer entspannen konnten bzw. im Gegenteil im Verlauf der Zeit sogar unruhig wurden. Dies ist kongruent mit dem erfragten subjektiven Empfinden. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Niedrigsuggestiblen keine Veränderung ihres Bewusstseinszustands nach der ersten Entspannung merkten und sich langweilten. Ein weiterer Grund könnte sein, dass sie sich an den angebrachten Messinstrumenten (Elektroden) und dem Messraum störten. Die Elektroden könnten von manchen Probanden nach einer Weile unangenehm empfunden worden sein. Außerdem war es im Raum durch die verschiedenen Geräte und Computer sehr warm und man hörte ein stetiges Brummen der Geräte. Dies könnte für die Niedrigsuggestiblen ein größeres Problem gewesen sein als für die Hochsuggestiblen, da diese nicht in einem Trancezustand verweilten. Der deutlichste Kontrast in der Wachheit zwischen Entspannung und Trance wird zwischen der Trancephase und der ersten Entspannungsphase erkennbar. Auch aus den Daten zur HRV ist auf deskriptiver Ebene erkennbar, dass sich die Werte aller Maße der zweiten Entspannung auf einem Niveau zwischen der ersten Entspannung und der Trance bewegen und der Kontrast zwischen der Trance und der ersten Entspannung deutlicher ausfällt. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass in der zweiten Entspannungsphase etwas anderes geschah als in der ersten Entspannungsphase, wodurch sie schwerer von der Trance abgrenzbar ist. Diese soll im Folgenden genauer betrachtet werden.

Zu Beginn beider Entspannungsphasen befand sich der Wachheitsgrad der Hochsuggestiblen auf ungefähr demselben Niveau. Dies weist darauf hin, dass die Hochsuggestiblen nach der Trance reorientiert waren, wie in den Instruktionen vorgesehen. Das starke Absinken des CSI Wertes innerhalb der zweiten Entspannung könnte damit erklärt werden, dass die Hochsuggestiblen auch in der zweiten Entspannung in Trance gingen, obwohl dies nicht instruiert wurde. Dazu passen auch die Ergebnisse der HRV Maße, welche sich zwischen den Werten der ersten Entspannung und Trance bewegen. Es scheint, als könnte es eine Art Lern- oder Wiederholungseffekt der Trance geben,

welcher Einfluss auf die einer Trance folgenden Phasen nimmt. Die Erfahrung der Trance könnte Erwartungen oder die Antizipation einer hypnotischen Trance hervorrufen und diese wiederum könnten sich darauf auswirken, wie schnell und tief ein Proband in Trance geht.

Die größere Varianz der CSI Verläufe über die Phasen hinweg bei den Hochsuggestiblen gegenüber den Niedrigsuggestiblen deutet an, dass die Tranceerfahrungen der Probanden sehr unterschiedlich und individuell waren. Außerdem konnte kein Einfluss der Zeit auf den CSI Wert innerhalb der Phasen gefunden werden. Zwar ist das Absinken des CSI Wertes in den Entspannungsphasen deskriptiv erkennbar, doch in der Trance blieb der Wert relativ stabil.

Der Prozess, wie Menschen in Trance gehen, ist individuell sehr unterschiedlich und hängt neben der persönlichen Vorerfahrung und Übung auch von der Art der Induktion, der persönlichen Präferenz, der Beziehung zum Hypnotiseur und den Rahmenbedingungen ab. Des Weiteren unterscheidet sich der Einfluss des ANS auf den Körper in der Trance von der Entspannung. Dies ist kongruent mit bisheriger Forschung (Debeneditis et al., 1994; Diamond et al., 2008). In dieser Studie wird die Veränderung des Einflusses des ANS am Sinken der HRV und der Veränderung der HF und VLF deutlich. Das Sinken der HRV wird mit einem verminderten Einfluss des PSNS in der Trance assoziiert. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass die Probanden in der Trance nicht entspannter waren als in der Entspannung. Dieses Ergebnis spricht gegen die Befunde von Diamond et al. (2008). Bei ihnen nahm die HRV der Probanden in der Trance im Vergleich zu einer Entspannung zu. Ein Grund für diesen Unterschied der Ergebnisse könnte sein, dass sich die hypnotischen Suggestionen der beiden Studien unterschieden. Während Diamond et al. (2008) ihre Probanden in der Trance instruierten, „mentale Ferien“ zu machen, wurde den Probanden in dieser Studie eine Lähmung ihrer Hand suggeriert. Die HRV ist ein Maß der Anpassung des Körpers an die Umwelt und es könnte sein, dass die Art der Suggestionen sich auf diese Fähigkeit der Anpassung an die Umwelt auswirkt. Es wäre denkbar, dass die Suggestion einer gelähmten Hand den Körper dazu bringt, Impulse der Hand zu unterdrücken und somit eine Anpassungsreaktion der Hand an ihre Umwelt zu unterdrücken. Damit könnte es sein, dass die Suggestion den Körper an einer natürlichen Anpassungsreaktion hindert und somit auch das Anpassungsmaß des Organismus, eben die HRV, in der Trance sinkt. Eine solche motorinhibitorische Suggestion wurde in der Studie von Diamond et al. (2008) nicht benutzt. Über die Art und Weise der Wirkung von Suggestionen auf das ANS ist den Autoren keine Forschung bekannt und könnte Gegenstand zukünftiger Forschung sein.

Ein Ergebnis dieser Studie, kongruent mit der Studie von Diamond et al. (2008), ist das Sinken der HF am Gesamtspektrum der Frequenzen der Herzrate, welches auf einen verminderten Einfluss des PSNS in Trance hindeutet. Das Sinken der HF wurde allerdings für beide Gruppen, nicht nur die Hochsuggestiblen, gefunden.

Eine Abnahme der HF könnte auch hier mit Blick auf die Suggestion interpretiert

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

werden. Es gibt Hinweise darauf, dass ein Sinken hoher Frequenzen der Herzrate mit Motorinhibition zusammenhängt (Jönsson, 2007). Da in dieser Studie Motorinhibition suggeriert wurde, könnte dies der Grund der verringerten HF sein. Dass die HF und damit der parasympathische Einfluss auch bei den Niedrigsuggestiblen sanken, könnte daran liegen, dass die Niedrigsuggestiblen nach der ersten Entspannung wacher wurden und sich nicht mehr so entspannten wie in der ersten Entspannungsphase. Ein weiterer Indikator für einen veränderten Einfluss des ANS in Trance ist die Zunahme der VLF bei den Hochsuggestiblen. Es ist denkbar, dass Trance einen Einfluss auf Faktoren, wie beispielsweise Hormone, hat, die über das Blut wiederum Einfluss auf den Herzschlag nehmen. Dies könnte in weiteren Studien untersucht werden.

Grenzen dieser Studie

Eine Einschränkung dieser Studie könnte die kurze Dauer der Phasen gewesen sein. Ein Proband erwähnte, er hätte gerne mehr Zeit zur Entspannung und Trance gehabt. Die Induktionen wurden so kurz wie möglich gehalten, um die Probanden nicht zu langweilen und die Zeit zu minimieren, in der sie mit Messinstrumenten versehen im Messraum verbringen mussten. Dennoch hätten eventuell noch deutlichere Ergebnisse erzielt werden können, wenn die Induktionen länger gedauert hätten. Eventuell wurde auch die Tonbandaufnahme der Induktionen als negativ empfunden.

Eine weitere Einschränkung dieser Studie könnte die Erwartungshaltung der Probanden gewesen sein, die ein unkontrollierter Faktor gewesen sein könnte. Die Probanden wussten, welcher Gruppe sie angehörten, da dies durch den Suggestibilitätstest offensichtlich wurde, was sich wie eine Art Placebo-Effekt ausgewirkt haben könnte. Die Erwartung in Trance zu gehen ist allerdings sehr schwer zu kontrollieren, da die Probanden aufgrund ihres subjektiven Tranceempfindens ausgewählt wurden. Eine Lösung für dieses Problem könnte sein, den Suggestibilitätstest nach dem Experiment durchzuführen. Dann allerdings müsste eine große Anzahl an Probanden untersucht werden, um Unterschiede zwischen hoch- und niedrigsuggestiblen Probanden ausmachen zu können.

Die größte Einschränkung dieser Pilot-Studie ist der geringe Stichprobenumfang. Diese Studie diente dazu, erste Vorab-Ergebnisse zu der hier präsentierten Fragestellung zu bekommen und sie soll als Anregung für eine Weiterführung dieser Fragestellung dienen. Aufgrund der hier erzielten ersten Ergebnisse, würde es sich aus unserer Sicht lohnen, eine Untersuchung mit dreifach so vielen Probanden durchzuführen.

Fazit

Ziel dieser Pilot-Studie war es, erste Ergebnisse zu objektiven Maßen für eine qualitative Unterscheidung von Entspannung und Trance zu finden. Zwar gibt es schon Forschung zu Messungen des Wachheitsgrades und der Herzratenvariabilität, jedoch ist diese teilweise zweideutig und in keinem Experiment wurden beide Methoden gleichzeitig angewandt. Folglich untersuchten wir fünf hoch- und fünf niedrigsuggestible Probanden bezüglich der Wachheit und der Herzratenvariabilität, während sie

eine angeleitete Entspannung und Trance erhielten. Diese ersten Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Wachheitsgrad der Hochsuggestiblen in der Trance im Vergleich zur Entspannung sank, während gleichzeitig die Herzratenvariabilität abnahm. Der Anteil besonders niedriger Frequenzen am gesamten Frequenzspektrum der Herzrate stieg gleichzeitig an. Dies lässt auf einen erhöhten Einfluss humoraler Faktoren auf den Herzschlag und verminderten parasympathischen Einfluss des Nervensystems während der Trance schließen. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass die Anteile hoher Frequenzen an der Herzrate während der Trance sanken. Diese Ergebnisse geben erste Hinweise darauf, dass man zukünftig mit Messungen der Wachheit und der Herzratenvariabilität objektivierbar unterscheiden könnte, ob ein Mensch in Trance ist oder nicht.

Literatur

- Bass, M. (1931). Differentiation of the hypnotic trance from normal sleep. *Journal of Experimental Psychology*, 14(4), 382. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/xge/14/4/382/>
- Beese, U. (2006). Überwachung der Narkosetiefe: Grundlagen und klinische Praxis. In W. Wilhelm (Ed.). Köln: Deutscher Ärzteverlag.
- Berntson, G. G., Bigger Jr., J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., ... Van Der Molen, M. W. (1997). Heart rate variability: origins, methods, and interpretative caveats. *Psychophysiology*, 34, 623 – 648.
- Bock, J. (2011). Validierungsversuch des Cerebral State Monitors (CSM) in Bezug auf die Trancetiefe anhand des Vergleichs von direkter und indirekter Tranceinduktion. Universität Tübingen.
- Bowers, K. S. (1979). Time distortion and hypnotic ability: Underestimating the duration of hypnosis. *Journal of Abnormal Psychology*, 88(4), 435–439.
- Bowers, K. S. (1998). Waterloo-Stanford Group Scale of Hypnotic Susceptibility, Form C: Manual and response booklet. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 46(3), 250–268.
- Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., & Singer, D. H. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043–1065.
- Danmeter A/S (2004). Cerebral State Monitor Model CSM 2: User Manual. Denmark.
- Debeneditis, G., Cigada, M., Bianchi, A., Signorini, M. G., & Cerutti, S. (1994). Autonomic Changes During Hypnosis: A Heart Rate Variability Power Spectrum Analysis as a Marker of Sympatho-Vagal Balance. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 42(2), 140–152.
- Diamond, S., Davis, O., & Howe, R. (2008). Heart-rate variability as a quantitative measure of hypnotic depth. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 56(1), 1–18.
- Games, P. A. (1984). Data transformations, power and skew: A rebuttal to Levine and Dunlap. *Psychological Bulletin*, 95, 345–347.
- Hautzinger, M., Keller, F., & Kühner, C. (2009). Beck Depressions Inventar (BDI II) (2. Ed.). Frankfurt: Pearson Assessment & Information GmbH.
- Hottenrott, K. (2002). Herzfrequenzvariabilität im Sport – Prävention, Rehabilitation und Training. Hamburg: Feldhaus Verlag.
- Jönsson, P. (2007). Respiratory sinus arrhythmia as a function of state anxiety in healthy individuals. *International Journal of Psychophysiology*, 63(1), 48–54.

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

- Kahle, W., & Frotscher, M. (2009). Taschenatlas Anatomie: Band 3. Nervensystem und Sinnesorgane (11th ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Kristal-Boneh, E., Raifel, M., Froom, P., & Ribak, J. (1995). Heart rate variability in health and disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 21(2), 85–95.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung. Weinheim: Beltz.
- Morse, D. R., Martin, J. S., Furst, M. L., & Dubin, L. L. (1977). A physiological and subjective evaluation of meditation, hypnosis, and relaxation. *Psychosomatic Medicine*, 39(5), 304–324.
- Oakley, D. a., & Halligan, P. W. (2009). Hypnotic suggestion and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(6), 264–70. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2009.03.004>
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.r-project.org/>
- Sadler, P., & Woody, E. Z. (2006). Does the more vivid imagery of high hypnotizables depend on greater cognitive effort? A test of dissociation and social-cognitive theories of hypnosis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 54(4), 372–391.
- Spiegel, D., & Moore, R. (1997). Imagery and hypnosis in the treatment of cancer patients. *Oncology-Huntington*, 11(8), 1179–1188.
- Tarvainen, M. P., & Niskanen, J. P. (2012). Kubios HRV Version 2.0 User's Guide. Kuopio, FL: Authors.
- Williams, J. D., & Gruzelier, J. H. (2001). Differentiation of hypnosis and relaxation by analysis of narrow band theta and alpha frequencies. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 49(3), 185–206. <http://doi.org/10.1080/00207140108410070>
- Yüksel, R., Özcan, O., & Dane, S. (2013). The effects of hypnosis on heart rate variability. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 61(2), 162–171.

Anhang: Datentabellen

Tab. A1: Deskriptive Statistik der CSI Werte

		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende
		E 1	E 1	T	T	E 2	E 2
HS (n = 5)							
M	CSI	86,34	83,41	78,27	77,85	87,62	77,95
	nW	1,23	4,16	9,30	9,72	-0,05	9,62
SD	CSI	9,70	9,28	14,87	9,94	5,55	13,45
	nW	6,73	3,97	12,78	8,76	2,36	10,69
NS (n = 4)							
M	CSI	91,62	88,32	92,37	94,37	94,51	95,80
	nW	0,74	4,04	-0,01	-2,01	-2,15	-3,45
SD	CSI	3,81	14,43	2,25	5,04	1,37	2,93
	nW	1,63	13,28	3,20	5,37	2,11	5,18

Anmerkung zu Tab. A1: Die Daten werden für die Gruppe der Hochsuggestiblen (HS) und Niedrig- suggestiblen (NS) getrennt für den Anfang und das Ende jeder der drei Phasen Entspannung 1 (E 1), Trance (T) und Entspannung 2 (E 2) dargestellt. Es werden sowohl die absoluten CSI Werte (CSI) als auch die normierten Werte (nW) berichtet. Letztere bezeichnen die Differenz des absoluten CSI Werts von dessen jeweiligem individuellen Baseline-Wert.

Tab. A2: Deskriptive Statistik der zeitbezogenen Parameter

			Ruhe	Entsp. 1	Trance	Entsp. 2
HS (n = 4)						
Mittelwert						
NN-Intervalle	M	aW	853,28	876,15	847,25	859,96
		nW	--	1,03	0,99	1,01
	SD	aW	79,49	74,55	58,52	101,22
		nW	--	0,06	0,04	0,06
Standard- Abweichung						
NN-Intervalle	M	aW	80,31	74,44	80,44	72,90
		nW	--	0,93	1,03	0,94
	SD	aW	27,67	29,11	24,58	16,81
		nW	--	0,13	0,22	0,11
Herzrate	M	aW	71,58	69,51	71,83	71,17
		nW	--	0,97	1,01	0,99
	SD	aW	7,60	6,95	5,84	9,76
		nW	--	0,06	0,03	0,06
RMSSD	M	aW	52,46	59,03	52,01	56,15
		nW	--	1,1	0,97	1,21
	SD	aW	27,58	35,52	30,81	13,94
		nW	--	0,09	0,06	0,49
NS (n = 4)						
Mittelwert						
NN-Intervalle	M	aW	850,75	835,47	793,09	823,73
		nW	--	0,98	0,94	0,97
	SD	aW	58,03	53,60	15,20	55,06
		nW	--	0,01	0,06	0,03
Standard- Abweichung						
NN-Intervalle	M	aW	53,58	48,19	56,11	50,18
		nW	--	1	1,06	1,04
	SD	aW	27,72	14,13	25,68	15,66
		nW	--	0,29	0,16	0,31
Herzrate	M	aW	71,12	72,29	76,13	73,39
		nW	--	1,02	1,07	1,03
	SD	aW	4,30	4,47	1,66	4,97
		nW	--	0,01	0,08	0,03
RMSSD	M	aW	26,04	28,59	24,30	27,14
		nW	--	1,20	1,00	1,12
	SD	aW	10,75	7,04	6,80	8,01
		nW	--	0,40	0,28	0,36

Anmerkung zu Tab A2. Mittelwerte und Standardabweichung der NN-Intervalle; Herzrate und RMSSD pro Gruppe für die verschiedenen Phasen. Es werden die absoluten Werte (aW) und die normalisierten Werte (nW) angegeben. Letztere ergeben sich aus der Division des Absolutwertes durch den Baselinewert. Alle Werte sind in Millisekunden (ms) angegeben. HS steht für die Gruppe der Hochsuggestionstiblen, NS für die Niedrigsuggestionstiblen.

Vergleich von hypnotischer Trance und Entspannung

Tab. A3: Deskriptive Statistik der frequenzbezogenen Maße

			Ruhe	Entsp. 1	Trance	Entsp. 2
HS (n = 4)						
VLF relativer Anteil	M	aW	40,78	26,04	48,76	35,49
		nW	--	0,63	1,20	0,90
	SD	aW	15,80	10,50	24,19	14,37
		nW	0,05	0,39	0,23	
LF relativer Anteil	M	aW	42,04	50,93	35,91	42,82
		nW	--	1,24	0,85	1,02
	SD	aW	8,71	4,57	17,90	11,85
		nW	--	0,20	0,40	0,20
HF relativer Anteil	M	aW	17,16	22,99	15,31	21,64
		nW	--	1,45	0,93	1,44
	SD	aW	7,48	7,76	7,13	6,87
		nW	--	0,41	0,35	0,70
NS (n = 4)						
VLF relativer Anteil	M	aW	58,54	30,02	54,20	39,74
		nW	--	0,54	0,93	0,68
	SD	aW	14,45	15,35	21,03	16,27
		nW	--	0,35	0,30	0,29
LF relativer Anteil	M	aW	30,49	50,91	35,93	46,74
		nW	--	1,89	1,23	1,69
	SD	aW	12,77	18,4	16,91	18,13
		nW	--	0,98	0,52	0,82
HF relativer Anteil	M	aW	10,96	19,05	9,85	13,51
		nW	--	1,84	0,91	1,31
	SD	aW	5,07	12,76	5,02	4,39
		nW	--	0,88	0,40	0,28

Anmerkung zu Tab A3: Diese Tabelle zeigt die relativen Anteile der sehr niedrigfrequenten (VLF), niedrigfrequenten (LF) und hochfrequenten (HF) Frequenzbereich an der HRV in allen Experimentalphasen für beide Experimentalgruppen getrennt. Es werden Mittelwerte und Standardabweichung dargestellt.