

HMU Health and Medical University Potsdam

Fakultät Gesundheit

Studiengang B.Sc. Psychologie

Bachelorarbeit

*Der Zusammenhang zwischen der Neigung
zu anomalen Wahrnehmungen und
Farbkonstanz**

vorgelegt von:	Sophie Zart Matrikelnummer 210703011
vorgelegt am:	08.02.2024
Kurs:	P SS 21
Erstgutachter:	Prof. Dr. Matthias Guggenmos
Zweitgutachterin:	Prof. Dr. Anne Beck

* Genderhinweis: Personenbezogene Bezeichnungen sind genderneutral zu verstehen.

Abstract

Das Phänomen der Farbkonstanz wird seit Jahrhunderten erforscht, dennoch gibt es noch immer kein eindeutiges Ergebnis, wie sie entsteht. Als Farbkonstanz wird dabei die gleichbleibende Farbwahrnehmung unter verschiedenen Lichtquellen von beispielsweise Objekten gemeint. Das heißt, dass Objekte unter unterschiedlichen Lichtfarben ihre Ursprungsfarbe sowie die Helligkeit dieser Farbe für den Betrachter beibehalten. Die leitende Vermutung in dieser Arbeit ist die Predictive-Processing Theorie, die besonders bei der Erforschung von Psychosen Anwendung findet. Es wird davon ausgegangen, dass die Wahrnehmung von Menschen mit Psychose-Neigung übermäßig stark durch Vorerwartungen und kontextuelle Einflüsse beeinflusst wird. Aus diesem Grund entstehen Verzerrungen in der Wahrnehmung, wie Halluzinationen und Wahn. Vor diesem theoretischen Hintergrund untersucht die vorliegende Arbeit den Zusammenhang von subklinischer anomaler Wahrnehmung und Farbkonstanz in einer Gelegenheitsstichprobe (N=92). Dafür wird ein Fragebogen verwendet, der sechs Stimuli zur Farbkonstanz und eine Fragebogenskala zur anomalen Wahrnehmung beinhaltet. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass der vermutete positive Zusammenhang zwischen interindividuellen Unterschieden bei anomaler Wahrnehmung und Farbkonstanz nicht besteht. Im Gegenteil, es zeigte sich, dass eine geringere Illusionsstärke bezüglich der Helligkeit in der Tendenz mit geringerer anomaler Wahrnehmung einherging.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Was ist Farbkonstanz?	1
1.2	Was ist die <i>Predictive Processing</i> -Theorie?	1
2	Stand der Forschung.....	3
3	Herleitung der Fragestellung	6
4	Methoden.....	8
4.1	Stichprobe.....	8
4.2	Material	8
4.3	Beschreibung der Datenanalyse.....	12
5	Ergebnisse	13
5.1	Deskriptive Datenanalyse	13
5.2	Inferentielle Datenanalyse	14
6	Diskussion.....	18
6.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse.....	18
6.2	Limitationen.....	22
6.3	Ausblick für die Forschung.....	24
6.4	Fazit	24
7	Literatur	26

Anhangsverzeichnis

Anhang A – Stimuli	i
Anhang B – Cardiff Anomalous Perception Scale (deutsche Übersetzung)...	ii
Anhang C – Die Umfrage	xii

1 Einleitung

Das Bild eines Kleides, das in den sozialen Medien den Namen ‚the dress‘ trägt, wurde im Februar 2015 über Nacht berühmt. Der Grund dafür war die Uneinigkeit der Menschen über die Farbe des Kleidungsstücks, denn die einen Betrachter nahmen das Kleid als weiß/gold wahr, die anderen als blau/schwarz (Jonauskaite et al., 2020). Wenige sahen wiederum andere Farbkombinationen, die untereinander variieren können. Doch eine deutliche Mehrheit sah die oben genannten Kombinationen (Jonauskaite et al., 2020). Besonders auf der Social Media Plattform ‚Twitter‘ wurde diskutiert, welche Farbe ‚the dress‘ hatte und wie dieser Wahrnehmungsunterschied entstehen konnte (Melgosa et al., 2015).

1.1 Was ist Farbkonstanz?

Das farbwechselnde Kleidungsstück weckte auch ein großes Interesse in der Forschung, denn das Phänomen, welches die Unterschiede in der Farbwahrnehmung erklärt, wird bereits seit Jahrhunderten erforscht (Foster, 2011). Diese Besonderheit in der Wahrnehmung wird Farbkonstanz (engl. *color constancy*) genannt. Farbkonstanz bedeutet, dass ein Objekt bei verschiedenen Lichtverhältnissen für das menschliche Auge seine Farbe beibehält (Arend et al., 1991). Das heißt, dass beispielsweise eine weiße Häuserwand bei Sonnenaufgang, wenn das Licht rötlicher ist, ebenso weiß aussieht wie am Mittag, wenn das Licht bläulich scheint. Unser visuelles System gleicht die tatsächlichen visuellen Reize mit unseren Vorerfahrungen, somit unseren Erwartungen, ab und korrigiert die Farbunterschiede automatisch und unbewusst (Shapiro et al., 2018).

Im Fall von ‚the dress‘ sorgte dieser Abgleich für die Unterschiede in der Farbwahrnehmung. Denn je nachdem, wie das Gehirn die Lichtverhältnisse interpretierte, korrigierte es die Farben zu weiß und gold oder zu blau und schwarz (Brainard & Hurlbert, 2015). Doch wodurch wird die Interpretation der Lichteinstrahlung beeinflusst?

1.2 Was ist die *Predictive Processing*-Theorie?

In dem Forschungsgebiet der Schizophrenie und Psychosen gibt es die sogenannte *Predictive Processing*-Theorie. Sie befasst sich mit der Entstehung von Illusionen und Halluzinationen aufgrund von einer stärkeren Gewichtung von Erwartungen

(engl. *Priors*) in Bezug auf die Wahrnehmungen als üblich (Fletcher & Frith, 2009). Bei uns Menschen werden visuelle Reize ständig und automatisch mit unseren Vorerfahrungen abgeglichen. Aufgrund dieser Erfahrungen entstehen Erwartungen an das, was wir sehen, die sogenannten *Priors* (Corlett et al., 2019). Wie bereits zuvor erwähnt, funktioniert das Phänomen der Farbkonstanz auf diese Weise.

Werden die Erwartungen mit dem tatsächlichen visuellen Reiz verglichen und sie stimmen nicht überein, entsteht ein Vorhersagefehler (engl. *Prediction Error*, kurz PE). Dieser Vorhersagefehler wird genutzt, um kognitive Ressourcen zu sparen und die Wahrnehmung der Welt zu erleichtern (Fletcher & Frith, 2009). Stimmt nun der wahrgenommene Reiz nicht mit dem *Prior* überein, hilft der Vorhersagefehler dabei, die Erwartungen zu korrigieren und für die nächste ähnliche Situation anzupassen (Fletcher & Frith, 2009).

Die Predictive Processing-Theorie besagt nun, dass die *Priors* bei diesem Prozess des Abgleichens zu viel Einfluss auf das visuelle Bild haben (Corlett et al., 2019). Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich beispielsweise ein Gesicht in einem Baumstamm befindet, wird von Menschen mit Psychose-Neigung zu hoch eingeschätzt und wird stärker berücksichtigt als der tatsächlich gebotene visuelle Stimulus. Der Mensch sieht also ein Gesicht in einem Baum, das gar nicht existiert. Diese Fehleinschätzung der Wahrscheinlichkeiten entsteht vermutlich aufgrund einer zu geringen Gewichtung des Vorhersagefehlers. Das heißt, dass sich in einem Baumstamm ein Gesicht befindet, wird nicht als unwahre Erfahrung abgespeichert, nachdem der Vorhersagefehler signalisierte, dass der Baumstamm lediglich ein solcher ist. Dementsprechend wird der Vorhersagefehler zu wenig berücksichtigt und für den Menschen mit Psychose ist die unbewusste Wahrscheinlichkeit noch immer gegeben, dass sich ein Gesicht in der Pflanze befindet. Die zu geringe Gewichtung des Vorhersagefehlers und die zu hohe Gewichtung der *Priors* ist demnach der Grund für Illusionen und Halluzinationen (Fletcher & Frith, 2009).

In dieser Bachelorarbeit soll es um den möglichen Zusammenhang zwischen dem Phänomen der Farbkonstanz und der Predictive Processing-Theorie gehen. Genauer, ob Menschen mit Psychose-Neigung bzw. Menschen, die eine Neigung zu anomalen Wahrnehmungen haben, eine stärkere Farbkonstanz aufweisen als Menschen ohne diese Neigung. Dies soll erreicht werden, indem Versuchspersonen einen Fragebogen ausfüllen, der sowohl das Phänomen der Farbkonstanz als auch einen Fragebogen zu anomalen Wahrnehmungen beinhaltet.

Zunächst wird der Stand der Forschung angeführt und auf diese Weise die Fragestellung hergeleitet. Anschließend wird die Methodik und der Versuchsablauf inklusive Fragebogen erläutert, der für die Datenerhebung genutzt wurde. Danach werden die Ergebnisse vorgestellt und in der Diskussion auf diese eingegangen, um so die Fragestellung zu beantworten.

2 Stand der Forschung

Die Art und Weise, wie der Mensch sieht und wie er Farben wahrnimmt, wird bereits seit langer Zeit erforscht (Foster, 2011; Ansorge & Leder, 2017, S. 85-100). Dennoch gibt es noch immer Unklarheiten, wie genau das Phänomen der Farbkonstanz funktioniert und welche Aspekte bei der Erforschung berücksichtigt werden müssen (Lin & Sun, 2011). In den meisten Studien wird davon ausgegangen, dass das Gehirn die Lichtverhältnisse ausblendet, wenn diese im gesamten peripheren Sichtfeld herrschen (Ansorge & Leder, 2017, S. 85-100). Jedoch erkennen wir auf Fotos und Bildern anscheinend dennoch Lichtquellen, die unser visuelles System in die Farbberechnung mit einbezieht (Brainard & Hurlbert, 2015). Die Forschung zur Farbkonstanz ist sich nicht immer einig. Beispielsweise postulieren Shapiro et al. (2018), dass die Farbkorrektur nicht mit Vorerfahrungen oder höherer visueller Verarbeitung einhergeht. Viel mehr sind sie der Meinung, dass die Korrektur bereits ein früher Prozess in der visuellen Verarbeitung ist. Lin & Sun (2011) hingegen untersuchten, inwiefern Vorwissen im Bereich des Farbmischens eine wichtige Störvariable bei der Testung von Farbkonstanz bei Versuchspersonen darstellen kann. Demnach kann Vorwissen und Erfahrung einen Unterschied bei der Untersuchung von dem Phänomen der Farbkonstanz machen. Doch der Zusammenhang zwischen gleichbleibenden Farben unter verschiedenen Lichtquellen ist nicht die einzige Richtung, in die zu diesem Phänomen geforscht wird. Die chromatische Adaption ist ein weiteres Beispiel für Farbkonstanz. In diesem Forschungsgebiet steht beispielsweise die Beeinflussung der Farbwahrnehmung durch zwei nebeneinanderliegende oder aufeinander einwirkende Farben im Fokus (Ware & Cowan, 1982). Bereits Hermann von Helmholtz (1867) beschreibt in seinem Buch das Phänomen des *sukzessiven Kontrasts*. Er erläutert ausführlich, wie sich die Wahrnehmung der ersten Farbe („*reagierende Farbe*“, von Helmholtz, 1867) langsam der Komplementärfarbe der

zweiten, präsenteren Farbe („*induzierende Farbe*“, von Helmholtz, 1867) annähert. Das bedeutet, dass ein gelbes Blattpapier, das neben einem etwas größeren Roten liegt, langsam beginnt grünlich wahrgenommen zu werden, da grün die Komplementärfarbe von rot ist. Ebenso wirkt die Komplementärfarbe einer Farbe auf eine weiße, graue oder schwarze Fläche. Besonders gut funktioniert der Effekt jedoch bei einem mittleren Grauton (von Helmholtz, 1867). Dieser Kontrast lässt demnach ein graues Feld, das von beispielsweise Rot umgeben ist, in einem gesättigten Grün erscheinen. Gleiches funktioniert ebenfalls mit Licht und nicht nur ausschließlich mit Papier (Ware & Cowan, 1982). Wichtig ist lediglich, dass das ganze Sehfeld mit der *induzierenden Farbe* bedeckt und das graue Areal innerhalb der farbigen Fläche möglichst klein ist (von Helmholtz, 1867). Eine ältere Theorie, wie dieser Prozess funktioniert, ist die Gegenfarbentheorie von Ewald Hering, die besagt, dass jeder Rezeptor im Auge mit Aktivierung und Hemmung funktioniert. Dabei sind die sogenannten Gegenfarbenpaare Blau-Gelb, Rot-Grün und Schwarz-Weiß für die Helligkeit. Wird die Farbe Blau aktiviert, wird nach dieser Theorie Gelb gehemmt, auf diese Weise kann immer nur eine der beiden Farben gleichzeitig gesehen werden. In diesem Beispiel heißt das, dass niemals ein gelbliches Blau wahrgenommen werden kann (Busse & Bäumer-Schleinkofer, 1996).

Ob unser Vorwissen und die damit einhergehenden Erwartungen unsere Wahrnehmung beeinflussen können, untersuchen einige Studien, die besonders häufig im Bereich der Halluzination und des Wahns bei Menschen mit Schizophrenie und Psychose-Neigung erforscht werden (Corlett et al., 2019). Derzeit gibt es zwei gängige Thesen, die versuchen diese Phänomene zu erklären. In der Ersten wird postuliert, dass die Wahrnehmung stärker durch den Einfluss von Vorerwartungen beeinflusst wird als bei gesunden Menschen (Powers et al., 2017; Sterzer et al., 2018; Stuke et al., 2018; Teufel et al., 2015). Die zweite These besagt das Gegenteil – die Wahrnehmung wird bei Menschen mit Psychose-Neigung weniger durch Erwartungen beeinflusst (Valton et al., 2019; Weilhhammer et al., 2020).

Einer der am besten erforschten Bestandteile der ersten These ist die bereits erwähnte Predictive-Processing Theorie (Rappe & Wilkinson, 2022). Sie versucht zu erklären, inwiefern die falsche Gewichtung von Vorhersagefehlern zu Halluzinationen und Wahn führen kann (Fletcher & Frith, 2009). In dieser Theorie wird das Gehirn als eine Art der hierarchischen Struktur gesehen, die dafür genutzt

wird, die Welt zu verstehen. Dies tut es, indem es Hypothesen zur Erklärung der Umwelt aufgrund von Überzeugungen aufstellt. Diese vorherigen Erfahrungen werden mit sensorischem Input verglichen und die Hypothese bei Bedarf angepasst (Sterzer et al., 2018). Mithilfe der Vorhersagefehler wird eine Diskrepanz angezeigt, um das Weltbild aktualisieren zu können. Um Vorhersagefehler möglichst gering zu halten, wirkt auch die Umwelt auf Hypothesen ein, indem die wahrgenommenen Reize durch die Hierarchie der Struktur selbst gewählt werden (Sterzer et al., 2018). Nun wird davon ausgegangen, dass Menschen mit einer Neigung zu Psychosen dem Vorhersagefehler eine zu starke Gewichtung geben und dementsprechend eine Hypothese verwerfen, die in einigen Situationen die Richtige gewesen wäre. Auf diese Weise wird in manchen situativen Gegebenheiten eine „falsche“ Hypothese akzeptiert, die die Welt erklären soll. Aufgrund des falschen Weltbilds führt diese jedoch zu beispielweise Halluzinationen und Wahnvorstellungen (Rappe & Wilkinson, 2022). Rappe und Wilkinson (2022) beschreiben Wahn als „*glaubensähnliches*“ Phänomen und Halluzinationen als „*erfahrungsähnliches*“ Phänomen. In der hierarchischen Struktur sind dabei die höheren Strukturen für die *glaubensähnlichen* und die unteren Strukturen für die *erfahrungsähnlichen* Phänomene und somit Hypothesenbildung verantwortlich – beide sind jedoch auf eine zu starke Signalisierung oder Gewichtung der Vorhersagefehler zurückzuführen, wodurch eine falsche Hypothese als wahr angenommen wird (Rappe & Wilkinson, 2022). Doch Rappe & Wilkinson (2022) postulieren, dass Psychosen nicht aufgrund der falschen Hypothesengenerierung entstehen, sondern viel mehr, weil die Hypothesen anders verwendet werden als von einem gesunden Menschen. Sie nennen die Hypothesen „*kontrafaktische Hypothesen*“. Diese sollen eigentlich durch ihre Abweichungen einen gestärkten Realitätssinn vermitteln. Stattdessen werden sie als Erklärung für die Umwelt genutzt, während ein neurotypisches Gehirn dies nicht tut. Und das, obwohl auch die Gehirne gesunder Menschen ständig Hypothesen aufstellen, die wir als nicht real einstufen würden. Sie werden nur anschließend verworfen. Auf diese Weise können zudem Psychose-ähnliche Erfahrungen im Alltag von Menschen ohne Psychose-Neigung erklärt werden (Rappe & Wilkinson, 2022).

Der Zusammenhang zwischen Vorwissen und die Auswirkungen dessen auf die schlussendliche Wahrnehmung wird häufig anhand von visuellen Stimuli untersucht. Teufel et al. (2015) untersuchten den Einfluss von Wissen auf die

Wahrnehmung. Dafür benutzten sie Stimuli, die wie die sogenannten „*Mooney Images*“ (Mooney, 1956) funktionieren. Auf den Testbildern sind Menschen zu sehen, die auf den ursprünglichen Bildern in Farbe, auf den jetzigen Stimuli jedoch schwarz-weiß zu sehen waren. Wichtig ist dabei zu wissen, dass nicht einfach ein normaler schwarz-weiß Filter mit Graustufen genutzt wurde, sondern die Bilder nur schwarz und weiß ohne grau beinhalten. Die Personen auf den Bildern sind nicht mehr erkennbar, es sei denn, der Betrachter erhält die Information, wie das Bild tatsächlich aussieht. Meist wird dafür das passende farbige Bild gezeigt. In diesem Fall geschah dies jedoch nicht direkt nacheinander. Es wurden erst mehrere der Mooney Images gezeigt, anschließend, in einer zufälligen Reihenfolge die farbigen Bilder und schlussendlich erneut die Bilder in schwarz und weiß. Zudem erstellten sie Kontrollbilder, die so von ihnen verändert wurden, dass keine Menschen und auch das Ursprungsbild nicht mehr erkennbar waren (Teufel et al., 2015). Für die Studie untersuchten Teufel et al. (2015) Menschen mit Neigung zu Psychosen und eine gesunde Kontrollgruppe. Die Menschen, die zu Psychosen neigten, erkannten häufiger die Menschen auf den Testbildern als die Kontrollgruppe. Dies wird als Zeichen für die stärkere Gewichtung des Vorwissens gewertet.

Studien, die sich mit einem Zusammenhang von Farbkonstanz und anomaler Wahrnehmung oder der Predictive-Processing Theorie beschäftigt, wurden zum jetzigen Zeitpunkt nicht gefunden (Brown, 2020).

3 Herleitung der Fragestellung

Farbkonstanz ist ein Phänomen, das bei jedem Menschen mehr oder weniger gleich auftritt. Doch besonders die chromatische Adaption, die eine graue Fläche farbig wirken lässt, wenn sie großflächig von der Komplementärfarbe umgeben ist, kann von Individuum zu Individuum unterschiedlich stark ausgeprägt sein (Ekroll & Faul, 2009). Viele Studien wollten bereits testen, wie gut Menschen erkennen können, dass sie gerade aufgrund von einer anderen Farbe oder Lichtquelle Abweichungen in der Ursprungsfarbe wahrnehmen (Arend et al., 1991; Blackwell & Buchsbaum, 1988; Jin & Shevell, 1996; Jonauskaite et al., 2020; Kraft & Brainard, 1999; Lin & Sun, 2011; Melgosa et al., 2015; Morimoto et al., 2021; Winkler et al., 2015). Dabei ging es jedoch meist um die Frage, ob ein Unterschied wahrgenommen wurde und nicht immer darum, wie sehr sich die Angaben der Probanden voneinander

unterscheiden oder warum (Blackwell & Buchsbaum, 1988; Jin & Shevell, 1996; Kraft & Brainard, 1999; Morimoto et al., 2021).

Lin & Sun (2011) untersuchten bereits, ob Vorwissen der Grund für Abweichungen in den Ergebnissen von Farbkonstanz bezogenen Studien sein könnte. Sie gingen davon aus, dass Wissen in dem Thema Farbmischung der Grund für Unterschiede ist, wenn Probanden eine zuvor gesehene Farbe nachmischen sollen. Doch der Kern dieser Studie war es, den Grund für abweichende Angaben bei Studien zu Farbkonstanz und somit Verzerrungen in den Ergebnissen zu erklären. Ihr Ziel war es nicht, eine bereits bestehende Theorie mit der Farbkonstanz in Verbindung zu bringen. Dabei könnte Vorwissen eine wichtige Rolle spielen, auch abgesehen von dem Mischen von Farben.

Menschen mit Neigung zu Psychosen sind eine begehrte Testgruppe, wenn es um Unterschiede in der Wahrnehmung geht. Denn typischerweise gehen Psychosen mit Halluzinationen und Wahn einher, das bedeutet, dass Menschen zu diesem Zeitpunkt ihre Umwelt verändert wahrnehmen (Dilling et al., 2016). Visuelle Reize sind dabei eine beliebte Form, Unterschiede zu erforschen. Ein bekanntes Beispiel ist die „*Hollow-Mask Illusion*“ (dt. „*Hohle-Masken Illusion*“), bei welcher die Probanden die Innenseite einer weißen Maske zu sehen bekommen. Für die Mehrheit der Teilnehmenden sieht es so aus, als sei die Außenseite der Maske zu ihnen gerichtet. Es scheint für sie so, als würde das Gesicht zu ihnen schauen. Tatsächlich ist die Maske jedoch von den Versuchspersonen weggerichtet. Menschen mit Schizophrenie hingegen sehen, dass die Maske hohl ist (Dima et al., 2009). Dieser Effekt wird als Beispiel für die falsche Gewichtung von Vorhersagefehlern und als Indiz dafür gesehen, dass die Predictive-Processing Theorie eine Erklärung für Psychosen sein könnte (Rappe & Wilkinson, 2022).

In einer zweiteiligen Studie zeigten Teufel et al. (2015), dass Menschen, die eine Psychose-Veranlagung haben, bei visuellen Stimuli ihr Vorwissen mehr berücksichtigen als dem gebotenen visuellen Reiz. Sie lassen durch ihre Erwartungen ihre Wahrnehmung beeinflussen.

Es gab bereits Versuche Differenzen in Studien zu Farbkonstanz anhand von Erfahrungen zu erklären (Lin & Sun, 2011). Erwartungen über visuelle Stimuli, wie bei der Predictive-Processing Theorie, wurden mit Verzerrungen in der Wahrnehmung bei Menschen mit Psychose-Neigung in Verbindung gebracht (Rappe & Wilkinson, 2022; Teufel et al., 2015). Deshalb liegt es nah, sich den

Zusammenhang zwischen der Farbkonstanz und Wahrnehmungsunterschieden aufgrund von Erwartungen bei Menschen mit einer Tendenz zu anomalen Wahrnehmungen anzusehen. Aus diesem Grund beschäftigt sich diese Bachelorarbeit mit diesem unerforschten Zusammenhang.

4 Methoden

4.1 Stichprobe

An der Umfrage nahmen 92 Probanden teil, davon waren 70 Personen weiblich, 21 männlich und eine divers. 67 Teilnehmende wurden über das SONA-System der Health and Medical University rekrutiert und mit 0.5 Versuchspersonenstunden entlohnt. Des Weiteren füllten 25 freiwillige Personen außerhalb des universitären Umfelds den Fragebogen aus. In dieser Stichprobe lag der Mittelwert des Alters bei 24.7 mit einer Standardabweichung von 10. Dabei war die jüngste Person 18 Jahre alt und die älteste 61. Es mussten keine Teilnehmer ausgeschlossen werden.

Ausschlusskriterien für die Teilnahme waren Menschen, die keine Form des Computers (Desktop PC oder Laptop) besitzen oder anderweitig Zugriff auf diese Geräte haben, Menschen, die vollständig erblindet waren oder das Sehen ohne Sehhilfe nicht genügend auskorrigierbar war. Zusätzlich konnten Probanden nicht teilnehmen, wenn sie unter einer Farbenblindheit litten.

Die Datenerhebung erfolgte anonymisiert für die 25 freiwilligen außenstehenden Teilnehmern und pseudonymisiert für die 67 Versuchspersonen der Health and Medical University Potsdam und Erfurt.

4.2 Material

Die Datenerhebung erfolgte über das Befragungsinstrument „Google Forms“ und sollte ausschließlich an einem Desktop-PC oder Laptop durchgeführt werden. Der Fragebogen war über einen Link zu erreichen. Dieser wurde den Studierenden der Health and Medical University über das SONA-System bereitgestellt, nachdem sie sich zu der Teilnahme an der Studie anmeldeten. Die 25 Probanden, die von außerhalb rekrutiert wurden, bekamen den direkten Link zur Studie weitergeleitet, ohne eine Anmeldung über das SONA-System.

Für das Phänomen der Farbkonstanz wurden sechs Stimuli in der Form von Bildern genutzt (s. Anhang A), die mithilfe von Farbkontrasten eine Farbillusion erscheinen lassen sollten. Diese wurden zu Beginn des Fragebogens und am Ende präsentiert.

Auf dem Bild war ein im „Cartoon-Stil“ gezeichnetes Gesicht eines Mädchens zu sehen, dessen Auge im Zentrum des Bildes stand, wie in Abbildung 1 zu sehen ist. Das Auge hatte eine graue Iris (RGB: 128, 128, 128). Durch die Illusion das Gesicht stünde unter einer farbigen Beleuchtung erscheint Diese jedoch in der jeweiligen Kontrastfarbe (*beispielsweise schien das Grau eher blau zu sein, wenn der Kontext des Bildes in die Farbe Gelb eingefärbt wurde*).

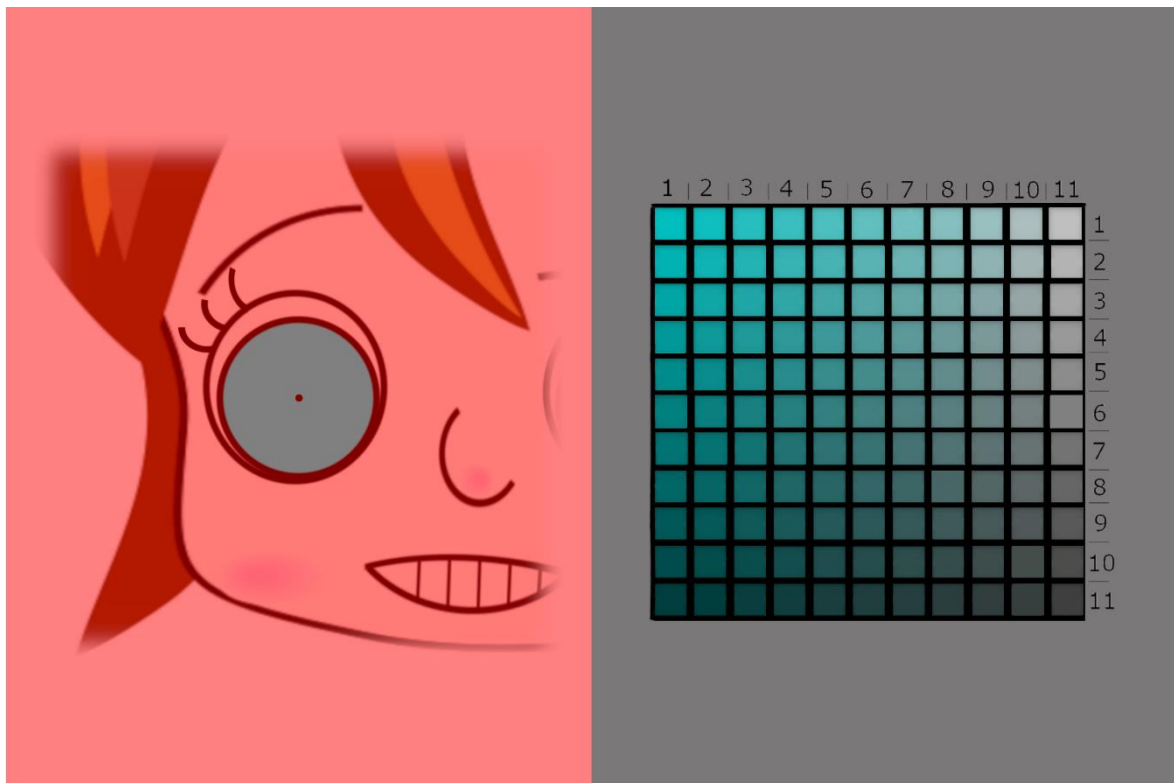


Abbildung 1: präsentierter Stimulus mit Farbtabelle

Um die Farbe der Farbillusion angeben zu können, wurden sechs Farbtabellen passend zu den Stimuli erstellt (rot, gelb, grün, türkis, blau und lila, s. Anhang A). Diese enthielten elf Spalten und elf Zeilen, um die Helligkeit und die Sättigung bei der Bestimmung der illusorischen Wahrnehmungsstärke zu separieren. Auf diese Weise entstand eine Farbmatrix, in welcher der Helligkeitswert von der ersten bis zur elften Zeile jeweils um einen Wert von fünf sank. Dabei war der höchste Wert 75 (Zeile 1) und der niedrigste 25 (Zeile 11), der tatsächliche Wert der Helligkeit lag bei 50. Für die Spalten galt das gleiche Prinzip, jedoch mit dem Sättigungswert. Die Farbsättigung hatte ihren höchsten Wert in Spalte 1 und den geringsten in der elften. Die Spannweite geht von 100 bis 0, wobei der wahre Wert bei 0 lag. Somit war der

tatsächliche Farbton des Auges in Zeile 6/Spalte 11 und war für die Versuchsperson auswählbar.

Für die Stimuluspräsentation wurden ein-minütige Videoclips erstellt und per Youtube-Link zur Verfügung gestellt. Auf der linken Bildhälfte der Clips wurde zentriert der Stimulus gezeigt, auf der rechten Bildhälfte die Farbtabelle. Die Präsentation war dabei statisch, das heißt ohne bewegte Bilder. Grund für die Präsentation als Youtube-Clips war die dabei mögliche Vollbildfunktion, die störende Bildschirmreize anderer Programme oder der Taskleiste ausblenden. Diese insgesamt sechs Videos waren ausschließlich über Links verfügbar, die im Fragebogen angeführt waren.

Für die Einschätzung der Tendenz zu anomalen Wahrnehmungen wurde die Cardiff Anomalous Perception Scale (kurz CAPS) genutzt. Die Cardiff Anomalous Perception Scale ist ein Fragebogen, der 32 Items beinhaltet. Diese Items fragen anomale Sinneswahrnehmungen in der Form von Gerüchen, Geschmäckern, Geräuschen, Körpergefühlen (z.B. berührt werden) und Gesehenem ab. Jede Frage, die mit ‚Ja‘ beantwortet wurde, soll zusätzlich in den drei Kategorien *Belastung*, *Ablenkung* und *Häufigkeit* (engl. *Distress*, *Intrusivness* und *Frequenzy*) auf einer Likert-Skala von eins bis fünf bewertet werden, wobei eins den niedrigsten und fünf den höchsten Wert darstellt. Die CAPS ist für die Benutzung an gesunden Probanden konstruiert und validiert worden (Bell, Halligan & Ellis, 2005). Zur besseren Verständlichkeit und um weniger Personen auszuschließen, wurde die deutsche Übersetzung von V. Weilhhammer (s. Anhang B) in den Fragebogen übernommen.

4.2 Versuchsablauf

In der Instruktion wurden die Probanden gebeten, die Befragung an einem Laptop oder Desktop PC durchzuführen. Außerdem sollten jegliche Gelb- sowie NachtfILTER ausgestellt werden, die die Farbgebung des Bildschirms beeinflussen könnten. Auf diese Weise sollte eine Verzerrung der Farben verhindert und möglichst gleiche Versuchsbedingungen hergestellt werden. (Die Instruktion befindet sich in Anhang C)

Den Versuchsteilnehmern wurde nach der Instruktion die Information zum Datenschutz präsentiert, die sie akzeptieren mussten, um an der Studie teilzunehmen.

Zunächst wurde das Alter und das Geschlecht der Probanden erfragt, außerdem sollten die Versuchsteilnehmenden angeben, ob sie Studierende an der Health and Medical University in Potsdam oder Erfurt sind oder an der Medical School Hamburg oder Berlin immatrikuliert sind. War dies der Fall, wurde anhand von sechs Fragen der individuelle Versuchspersonencode ermittelt, um eine Vergleichbarkeit von Daten für eventuelle zukünftige Forschung in dieser Richtung zu ermöglichen.

Nachdem die personenbezogenen Daten und gegebenenfalls der Versuchspersonencode ausgefüllt wurden, wurden die Stimuli präsentiert. Dafür wurde, wie bereits zuvor beschrieben, ein „YouTube“-Link bereitgestellt. Um die Teilnehmenden nicht zu verwirren, stand an der Stelle des klassischen „www“-Links das Wort „Bild“ mit der dazugehörigen Nummerierung. Aufgrund der Verknüpfung mit dem Video waren diese blau und unterstrichen (Beispiel: [Bild 1](#)). Wurde der Link angeklickt, öffnete sich die Plattform „YouTube“ in einem externen Tab mit dem passenden Video. Dieses hatte keinen Ton und dauerte eine Minute an, mit der Option zu pausieren, wenn nötig. Für die optimale Wahrnehmung der Stimuli wurden die Probanden gebeten, den Vollbildmodus einzuschalten. Aufgrund technischer Einschränkungen bei Google Forms war die Abfolge der Bilder nicht randomisiert. Folgende Reihenfolge wurde dargeboten: illusorisches Rot, illusorisches Gelb, illusorisches Grün, illusorisches Türkis, illusorisches Blau, illusorisches Lila.

Wenn ein Stimulus inklusive nummerierter Farbtabelle angesehen wurde, mussten die Teilnehmenden die Zeilen- und Spaltennummer des Farbpatches auswählen, der am ehesten mit ihrer Farbwahrnehmung der Iris übereinstimmte. Diese Prozedur war für alle sechs Stimuli gleich.

Nach den Stimuli-Videos wurden den Probanden die Bilder ‚the dress‘, ‚the flipflop‘ und ‚the shoe‘ präsentiert. Dabei handelt es sich um bekannte Bilder aus der Farbkonstanzforschung, die große interindividuelle Unterschiede in der Farbwahrnehmung aufweisen. Das Bild ‚the dress‘ wird von unterschiedlichen Beobachtern entweder als blau/schwarz, blau/braun oder weiß/gold wahrgenommen. Das Bild ‚the flipflop‘ erscheint manchen Betrachtern als blau/schwarz, anderen als weiß/gold. Das Bild ‚the shoe‘ schließlich wird entweder als grün/grau oder rosa/weiß wahrgenommen. Diese genannten Farbkombinationen wurden den Teilnehmenden als Auswahlmöglichkeit gegeben.

Die Bilder waren in diesem Fall in dem Fragebogen integriert und mussten nicht über einen Link extern aufgerufen werden.

Im Anschluss wurde die Cardiff Anomalous Perception Scale instruiert und von den Versuchspersonen nach ihrem individuellen Empfinden und ihren Erfahrungen ausgefüllt. Insgesamt sollten 32 Items von den Teilnehmenden mit ‚Ja‘ oder ‚Nein‘ beantwortet und falls ein ‚Ja‘ angegeben wurde, auf drei verschiedenen Likert-Skalen von 1-5 bewertet werden. Diese drei Skalen beinhalteten, wie belastend das Erlebnis war, wie sehr es die Person ablenkte und wie häufig dieses Phänomen auftrat.

Abschließend wurden die sechs Stimuli aus dem ersten Teil des Versuchs erneut präsentiert, die Reihenfolge und der Ablauf blieben wie zuvor. Den Probanden wurde für die Teilnahme gedankt und das Formular musste lediglich abgesendet werden, um den Fragebogen vollständig abzuschließen.

4.3 Beschreibung der Datenanalyse

Die erhobenen Daten wurden durch das Befragungsinstrument *Google Forms* in Tabellen übertragen, die anhand von Excel-Tabellen zur Datenanalyse in das Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 25 übertragen werden konnten. Dort wurden zunächst die Angaben ‚Ja‘ und ‚Nein‘ umcodiert, um diese Variablen messbar zu machen. Anschließend konnten die individuellen Ergebnisse der Cardiff Anomalous Perception Scale wie von Bell, Halligan & Ellis (2005) beschrieben ausgewertet werden. Dafür wurde zunächst jedes angegebene ‚Ja‘ eines Teilnehmenden mit der Punktzahl 1 gleichgesetzt, jedes ‚Nein‘ war gleichbedeutend mit der Punktzahl 0. Diese ergaben zusammengerechnet einen Endstand für ‚Ja‘-Angaben, der mindestens 0 und höchstens 32 sein konnte. Danach folgten die Punkte für die Belastung eines Phänomens, dabei war 1 der niedrigste Wert, der angegeben werden konnte und 5 der höchste. Ein vorher ausgefülltes ‚Nein‘ und die demnach fehlende Option, diese Bewertungen anzugeben, entsprach 0. Gab ein Proband also in jeder Frage ‚Nein‘ an, konnte der Endstand dennoch 0 ergeben, wurde bei jeder Frage ‚Ja‘ und eine 5 ausgewählt, lag der Wert für Belastung bei 160. Für den Punktescore wurden demnach alle angegebenen Werte addiert. Der gleiche Ablauf galt ebenso für die Berechnung des Punktwerts für die Ablenkung durch das Phänomen und die Häufigkeit des Auftretens. Jeder dieser einzelnen Werte wurde am Ende für eine Gesamtwertung des Phänomens der anomalen

Wahrnehmung zusammenaddiert. Der höchstmögliche Gesamtscore war dementsprechend 512, der niedrigste 0.

Für die Berechnung der Farbkonstanz eines Individuums wurde zunächst der Mittelwert der Sättigung für jeden einzelnen der Stimuli berechnet. Anschließend ergab sich aus der Berechnung des Mittelwerts über alle Farbstimuli hinweg ein Gesamtscore für die wahrgenommene Sättigung. Da die tatsächliche Helligkeit in der Farbmatrix mittig angegeben war, konnten die Helligkeitsabweichungen sowohl negativ als auch positiv sein. Aufgrund dessen wurde der absolute Wert für jede Helligkeitsangabe relativ zur objektiven Helligkeit berechnet, bevor die Mittelwerte wie zuvor für die Sättigung angegeben berechnet wurden, bis sich ein Gesamtscore für die absolute Helligkeit ergab. Anschließend wurde eine Korrelationsmatrix für die Sättigungswahrnehmung der verschiedenen Farben untereinander erstellt.

Als erste Analyse wurden die absolute Helligkeitswahrnehmung und die Sättigungswahrnehmung miteinander korreliert. Dies geschah mithilfe einer Pearsonkorrelation. Als Signifikanzniveau für die Datenanalysen wurde $\alpha=0.05$ gewählt.

Um den Zusammenhang zwischen der Neigung zur anomalen Wahrnehmung und der Farbwahrnehmung zu bestimmen, wurde drei multiple lineare Regressionsanalysen gerechnet. Jede von ihnen beinhaltete die Neigung zur anomalen Wahrnehmung als abhängige Variable. Das erste Modell bestand aus der Farbillusion (Sättigung), dem Alter und dem Geschlecht der Teilnehmenden als unabhängige Variable. Im zweiten Modell änderte sich lediglich die absolute Helligkeitswahrnehmung, die die Farbillusion als unabhängige Variable ersetzte. Abschließend wurde die Sättigung wieder in das Modell aufgenommen, sodass dieses nun aus vier unabhängigen Variablen bestand.

5 Ergebnisse

5.1 Deskriptive Datenanalyse

Von den 92 Versuchsteilnehmenden konnten alle Datensätze verwendet werden. Die 21 männlichen, ein diverser und 70 weiblichen Probanden waren im Mittelwert 24.7 Jahre alt. Dabei war die jüngste Person 18 und die älteste 61 Jahre alt, die Standardabweichung liegt bei 10. Mindestens einmal „Ja“ kreuzten 86 Teilnehmende bei einer der Fragen in der CAPS an, 23 waren die meisten bejahten

Fragen desselben Probanden. Da nur Personen, die bei den Fragen „Ja“ angaben zu den Subskalen weitergeleitet wurden, ist N=86 für die Belastung, Ablenkung und Häufigkeit. Sechs Probanden gaben bei jeder Frage „Nein“ an. Der Score für die anomale Wahrnehmung lag durchschnittlich bei 67.6, die Standardabweichung betrug 51.1 Für die Farbillusion ergab sich ein Mittelwert von 50.3 mit einer Standardabweichung von 23.3. Der Mittelwert der absoluten Helligkeit betrug 12.3 und die Standardabweichung 3.9. Somit ist trotz homogener Stichprobe ausreichend Varianz im Datensatz erhalten. Eine Übersicht der Daten befindet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.- Abweichung
	Statistik	Statistik	Statistik	Statistik	Std.-Fehler
Score: anomale Wahrnehmung	92	,00	230,00	67,598	5,326
Ja-Angaben	92	,00	23,00	7,435	,511
Belastung	86	1,00	78,00	21,407	1,671
Ablenkung	86	1,00	74,00	24,047	1,785
Häufigkeit	86	1,00	74,00	18,907	1,542
Farbillusion/Sättigung	92	,00	91,67	50,344	2,425
Helligkeit	92	4,17	24,58	12,305	,405

5.2 Inferentielle Datenanalyse

5.2.1 Hypothesengeleitete Analysen

Zunächst wurden die beiden Facetten der Farbkonstanz, die Helligkeit und die Farbillusion, miteinander korreliert. Es zeigte sich ein Zusammenhang von $r=-0.309$ mit einer Signifikanz von $p=0.003$, d.h. Versuchspersonen mit stärkerer Farbillusionen wiesen systematisch schwächere Helligkeitsillusionen auf.

Für die Auswertung der Hypothese wurden drei multiple lineare Regressionsmodelle gerechnet, dabei wurde das Signifikanzniveau $\alpha=0.05$ verwendet. Jedes dieser drei Modelle rechnete mit dem Gesamtscore des Fragebogens, demnach dem Score für die anomale Wahrnehmung, als abhängige Variable. *Modell 1* bestand aus den folgenden unabhängigen Variablen: *Farbillusion*, *Alter* und *Geschlecht*, *Modell 2* beinhaltete *Helligkeit*, *Alter* und *Geschlecht* als unabhängige Variablen. Das *Modell 3* vereinte *Farbillusion* und

Helligkeit in den unabhängigen Variablen, zudem wurden das *Alter* und das *Geschlecht* ebenso in das Modell aufgenommen.

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 1* (Tabelle 2) war nicht signifikant ($F(3,88)=2.696$, $p=0.051$). Der Korrelationskoeffizient betrug $R=0.290$, R^2 lag bei 0.084 (korrigiertes $R^2=0.053$). Der zentrale Prädiktor *Farbillusion* war nicht signifikant ($\beta=0.018$, $p=0.869$).

Tabelle 2: Koeffizienten^a

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
Modell 1		RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta		
1	(Konstante)	54,072	25,244		2,142	,035
	Geschlecht	30,069	11,933	,259	2,520	,014
	Alter	-,488	,568	-,096	-,859	,393
	Farbillusion	,040	,243	,018	,165	,869

a. Abhängige Variable: anomale Wahrnehmung

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 2* (Tabelle 3) war signifikant ($F(3,88)=4.061$, $p=0.009$). Dabei entsprach der Korrelationskoeffizient $R=0.349$ und R^2 betrug 0.122 (korrigiertes $R^2=0.092$). Der zentrale Prädiktor *Helligkeit* war hier marginal signifikant ($\beta=-0.197$, $p=0.055$).

Tabelle 3: Koeffizienten^a

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
Modell 2		RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta		
1	(Konstante)	83,636	22,006		3,801	,000
	Geschlecht	32,355	11,740	,279	2,756	,007
	Alter	-,388	,518	-,076	-,749	,456
	Helligkeit	-2,584	1,330	-,197	-1,943	,055

a. Abhängige Variable: anomale Wahrnehmung

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 3* (Tabelle 4) war signifikant ($F(3,88)=3.055$, $p=0.021$). Der Korrelationskoeffizient lag bei $R=0.351$, das R^2 entsprach 0.123 (korrigiertes $R^2=0.083$). Der zentrale Prädiktor *Helligkeit* war hier erneut marginal signifikant ($\beta=-0.209$, $p=0.052$), der Prädiktor *Farbillusion* jedoch nicht ($\beta=-0.045$, $p=0.693$).

Tabelle 4: Koeffizienten^a

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
Modell 3		Regressionskoeffizient B	Std.-Fehler	Beta		
1	(Konstante)	92,588	31,632		2,927	,004
	Geschlecht	32,288	11,797	,278	2,737	,008
	Alter	-,469	,559	-,092	-,839	,404
	Helligkeit	-2,740	1,393	-,209	-1,967	,052
	Farbillusion	-,099	,250	-,045	-,396	,693

a. Abhängige Variable: anomale Wahrnehmung

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Stärke der Farbillusion nicht mit der Neigung zu anomaler Wahrnehmung zusammenhängt und, entgegen der Hypothese, stärkere Helligkeitsillusionen tendenziell mit einer *geringeren* anomalen Wahrnehmung einhergeht.

5.2.2 Explorative Analysen

Für die drei Subskalen der anomalen Wahrnehmung (*Belastung*, *Ablenkung* und *Häufigkeit*) wurden ebenfalls multiple lineare Regressionsanalysen gerechnet. Bei diesen explorativen Analysen wurde jedoch lediglich das volle Modell mit den Prädiktoren *Helligkeit*, *Farbillusion*, *Alter* und *Geschlecht* gerechnet (entsprechend Modell 3). Innerhalb dieser drei Regressionsmodelle änderte sich lediglich die abhängige Variable. In *Modell 4* war es der *Belastungs*-Score. Das *Modell 5* beinhaltete den *Ablenkungs*-Score als abhängige Variable, *Modell 6* war abhängig von dem *Häufigkeits*-Score.

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 4* (Tabelle 5) war signifikant ($F(4,81)=3.500$, $p=0.011$). Der Korrelationskoeffizient lag bei $R=0.384$ und R^2 bei 0.147 (korrigiertes $R^2=0.105$). Der Prädiktor *Helligkeit* war hier signifikant ($\beta=-0.339$, $p=0.003$), der Prädiktor *Farbillusion* jedoch nicht ($\beta=-0.066$, $p=0.407$).

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 5* (Tabelle 6) war signifikant ($F(4,81)=3.243$, $p=0.16$). Der Korrelationskoeffizient lag bei $R=0.372$ und R^2 bei 0.138 (korrigiertes $R^2=0.095$). Der Prädiktor *Helligkeit* war hier signifikant ($\beta=-0.322$, $p=0.006$), der Prädiktor *Farbillusion* jedoch nicht ($\beta=-0.052$, $p=0.652$).

Tabelle 5: Koeffizientena

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
Modell 4		RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.
1	(Konstante)	33,128	9,850		3,363	,001
	Geschlecht	8,985	3,740	,249	2,402	,019
	Alter	,074	,184	,044	,401	,689
	Helligkeit	-1,385	,460	-,339	-3,014	,003
	Sättigung	-,066	,080	-,096	-,833	,407

a. Abhängige Variable: Belastung

Tabelle 6: Koeffizienten^a

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
Modell 5		RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.
1	(Konstante)	33,226	10,582		3,140	,002
	Geschlecht	9,436	4,018	,245	2,348	,021
	Alter	,116	,198	,065	,586	,559
	Helligkeit	-1,404	,494	-,322	-2,844	,006
	Sättigung	-,039	,086	-,052	-,452	,652

a. Abhängige Variable: Ablenkung

Der Gesamtmodelltest bei *Modell 6* (Tabelle 7) war signifikant $F(4,81)=3.794$, $p=0.007$). Der Korrelationskoeffizient lag bei $R=0.397$ und R^2 bei 0.158 (korrigiertes $R^2=0.116$). Der Prädiktor *Helligkeit* war hier signifikant ($\beta=-0.321$, $p=0.005$), der Prädiktor Farbillusion jedoch nicht ($\beta=-0.152$, $p=0.187$).

Tabelle 7: Koeffizienten^a

		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
Modell 6		RegressionskoeffizientB	Std.-Fehler	Beta	T	Sig.
1	(Konstante)	31,884	9,036		3,529	,001
	Geschlecht	9,286	3,431	,279	2,706	,008
	Alter	-,014	,169	-,009	-,083	,934
	Helligkeit	-1,211	,422	-,321	-2,872	,005
	Sättigung	-,097	,073	-,152	-1,331	,187

a. Abhängige Variable: Häufigkeit

Zusammengenommen zeigen die drei Modelle, dass der Prädiktor Helligkeit für alle Subskalen anomaler Wahrnehmung einen signifikant negativen Zusammenhang anzeigt.

Um zu untersuchen, ob es eine generelle farbusabhängige Prädisposition für die Stärke der Farbillusion gibt, oder ob es farbspezifische Unterschiede gibt, wurden die Versuchspersonen-Mittelwerte der verschiedenen Farben der Farbillusion korreliert. Alle Korrelationskoeffizienten waren deutlich positiv ($r > 0,5$) und statistisch signifikant (Tabelle 8). Das bedeutet, es gibt eine generelle farbusabhängige Prädisposition für die Stärke der Farbillusion.

Tabelle 8: Korrelationen

		Rote Farbillusion	Gelbe Farbillusion	Grüne Farbillusion	Türkise Farbillusion	Blaue Farbillusion	Lila Farbillusion
Rote Farbillusion	Korrelation nach Pearson	1	,641**	,656**	,547**	,779**	,726**
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	92	92	92	92	92	92
Gelbe Farbillusion	Korrelation nach Pearson	,641**	1	,721**	,656**	,589**	,643**
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	92	92	92	92	92	92
Grüne Farbillusion	Korrelation nach Pearson	,656**	,721**	1	,800**	,706**	,805**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	92	92	92	92	92	92
Türkise Farbillusion	Korrelation nach Pearson	,547**	,656**	,800**	1	,673**	,715**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	92	92	92	92	92	92
Blaue Farbillusion	Korrelation nach Pearson	,779**	,589**	,706**	,673**	1	,792**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	92	92	92	92	92	92
Lila Farbillusion	Korrelation nach Pearson	,726**	,643**	,805**	,715**	,792**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	92	92	92	92	92	92

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

6 Diskussion

6.1 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurde der Zusammenhang zwischen anomaler Wahrnehmung und Farbkonstanz untersucht.

Die zentrale Hypothese eines positiven Zusammenhangs von Illusionsstärke (Farbe oder Helligkeit) und anomaler Wahrnehmung konnte nicht bestätigt werden. Im Gegenteil, konträr zur Hypothese wurde ein negativer Zusammenhang des 'illusorischen Helligkeitsverzerrung' und anomaler Wahrnehmung gefunden. Dieser Zusammenhang war marginal signifikant in Bezug auf den CAPS-Summenscore und signifikant bezüglich der drei CAPS-Subskalen (*Belastung*, *Ablenkung* und *Häufigkeit*).

Innerhalb des Fragebogens wurden sechs verschiedene illusorische Farbkategorien induziert (Blau, Gelb, Rot, Türkis, Grün, Lila). Jedes Bild wurde einmal zu Beginn und einmal am Ende der Studie gezeigt. Dadurch ergaben sich zwei Illusionsstärken pro illusorische Farbe, aus denen der Mittelwert gebildet wurde. Diese wurden untereinander korreliert und das Ergebnis ist bei jedem Bild eine starke (nach Cohen 1988) positive Korrelation. Nimmt ein Beobachter beispielsweise das illusorische Rot vergleichsweise stark gesättigt wahr, so ist tendenziell auch die Farbillusion des Blaus subjektiv stärker. Ähnliches gilt für alle 15 möglichen Farbpaaare.

Die Stärke des Farbkonstanzeffektes wurde in dieser Arbeit nach der Helligkeitskomponente und der Farbsättigungskomponente aufgeschlüsselt. Überraschenderweise zeigte sich hier ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen beiden Komponenten: eine stärkere Farbillusion geht demnach mit einer geringeren Helligkeitsverzerrung einher. Eine verzerrte Helligkeit bedeutet in diesem Fall sowohl eine Abweichung nach oben (der Stimulus wird heller wahrgenommen, als er tatsächlich ist) oder nach unten (der Stimulus wird dunkler wahrgenommen, als er tatsächlich ist), da der absolute Wert berechnet wurde. Dementsprechend wird lediglich eine Verzerrung, jedoch keine Richtung dieser angezeigt.

Vor diesem Hintergrund erscheint es etwas weniger überraschend, dass die Stärke der Helligkeitsillusion einen negativen Zusammenhang mit anomaler Wahrnehmung aufweist, die Stärke der Farbillusion jedoch nicht.

Zu beachten ist, dass als a priori Maß für anomale Wahrnehmung der Gesamt-Score der Cardiff Anomalous Perception Scale verwendet wurde. Der negative Zusammenhang mit der Helligkeitsverzerrung war hier lediglich marginal signifikant. Wurde die Skala jedoch in die drei Subskalen zu Belastung, Ablenkung und Häufigkeit aufgeteilt, zeigte sich mit jeder einzelnen Subskala ein signifikanter

negativer Zusammenhang. Die Berechnung des Gesamt-Scores wurde aus dem originalen Paper von Bell, Halligan & Ellis (2005) übernommen. Wie bereits zuvor beschrieben, setzt sich dieser aus den „Ja“-Angaben und den drei Likert-Skalen für die Belastung, die Ablenkung und die Häufigkeit des erfragten Phänomens zusammen. Für jedes „Ja“ gab es einen Punkt, für jedes „Nein“ null. Die Höhe des Scores der „Ja“-Angaben scheint nun den Gesamt-Score so zu verzerren, dass die Aussagekraft der Subskalen nur durch die einzelnen Berechnungen dieser erkennbar ist.

Wie lässt sich der negative Zusammenhang der Helligkeitsverzerrung und anomaler Wahrnehmung erklären? Eine mögliche Erklärung bietet Sterzer et al. (2018) mit der Theorie der sogenannten „low-level“ und „high-level“ Priors. Wie zuvor erwähnt, wird bei der Predictive-Processing Theorie von einer hierarchischen Struktur der Vorhersagen ausgegangen. Manche Hypothesen über die Umwelt werden auf einer höheren kognitiven Ebene gebildet, andere auf einer niedrigeren. Priors sind dabei immer die Vorerwartungen, die ein Mensch mit dem visuellen Reiz abgleicht. Nun vermutet Sterzer et al. (2018), dass bei Menschen mit Neigung zu Psychosen die Priors abweichend gewichtet werden. Die high-level Hierarchieebene hat zu stark gewichtete Priors, während der visuelle Reiz bei der Verarbeitung zu wenig berücksichtigt wird. Auf der low-level Ebene werden die Priors schwächer gewichtet, dafür aber die visuellen Eindrücke umso mehr. Der visuelle Reiz wird demnach nicht durch Erwartungen aus früheren Situationen verzerrt. Wird nun vermutet, dass sich die Priors in der vorliegenden Arbeit auf der low-level Ebene befinden, könnte dies die geringere Verzerrung der Priors auf den visuellen Stimuli erklären. Dies würde zu einer verbesserten Wahrnehmung der tatsächlichen Helligkeit mit höherer anomaler Wahrnehmung führen.

Die unabhängigen Variablen in den Regressionsmodellen erklären zwischen 5 und 12% der Varianz der abhängigen Variable. Somit ist die Varianzaufklärung nach Cohen (1988) gering bis moderat. Diese doch recht geringe Varianzaufklärung lässt vermuten, dass es weitere, nicht berücksichtigte Variablen gibt, die die anomale Wahrnehmung und die Unterkategorien besser erklären und vorhersagen können als die in diesem Modell verwendeten Variablen.

Shapiro et al. (2018) berichteten bereits von der Idee, dass die Farbkonstanz nicht in höheren Hirnregionen ausgeglichen wird, sondern in der früheren Verarbeitung visueller Reize. Ist dies der Fall, würde es erklären, warum höhere Prozesse im

Gehirn, wie beispielsweise der Vorhersagefehler, keinen Einfluss auf die Farbillusionswahrnehmung hat. In der Forschung zur Farbkonstanz wird vor allem in älteren Werken häufig von der Beteiligung von Kontrastfarben in den Sehzellen selbst ausgegangen. Die Gegenfarbentheorie ist ein Beispiel dafür, wie unser Farbensehen mit Hemmung von Farben durch die Aktivierung von der Komplementärfarbe erklärt wird (Busse & Bäumer-Schleinkofer, 1996). Auch in der modernen Farbwahrnehmungsforschung wird beispielsweise von On-Zellen und Off-Zellen von Rot-Grün und Blau-Gelb berichtet. Diese funktionieren ebenfalls mit der Hemmung der einen und der Aktivierung der anderen Farbe des Farbpaars. Wird die Farbwahrnehmung ausgeglichen, bevor der Vorhersagefehler überhaupt entstehen kann, kann dieser die Farbillusion nicht beeinflussen.

Zuvor untersuchte visuelle Stimuli in Verbindung mit der Predictive-Processing Theorie zeigen, dass Menschen mit Schizophrenie sich weniger von Reizen täuschen lassen, die in einer Schwarz-Weiß Kombination präsentiert werden. Darunter zählen weitere Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Psychose-Neigung und der Auswirkung von Vorwissen anhand von visuellen Stimuli beschäftigen.

Wie zuvor erwähnt, untersuchten Teufel et al. (2015), inwiefern die Wahrnehmung der Probanden von zuvor erworbenem Wissen beeinflusst wird. Sie konnten zeigen, dass die Neigung zu Psychosen den Teilnehmenden dabei half, das farbige Bild in den Mooney Images wiederzuerkennen.

Auch wenn viele Studien Vorwissen und Erwartungen mit Psychosen und Menschen mit Schizophrenie in Verbindung bringen konnten, indem sie visuelle Reize nutzten, ist Farbkonstanz keines dieser Phänomene. Die Helligkeitswahrnehmung ist zwar besser bei Menschen mit Tendenz zur anomalen Wahrnehmung, jedoch lassen sie sich ebenso von der Farbillusion täuschen.

Da die Mooney Images Schwarz und Weiß sind, kann dies wahrscheinlich mit Helligkeit in Verbindung gestellt werden. Stimuli, die rein auf Helligkeitskontrasten basieren, sollten nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie besser von Menschen mit anomalen Wahrnehmungen wahrgenommen werden als von gesunden Menschen. Diese Vermutung könnte mit den zuvor diskutierten Ergebnissen von Teufel et al. (2015) in Verbindung stehen. Demnach wäre zwar kein Effekt durch die Farbillusion gegeben, jedoch werden Schwarz-Weiß Kontraste differenzierter wahrgenommen, wenn diese als Helligkeit definiert wären.

Die Fähigkeit, hell-dunkel Kontraste besser wahrnehmen zu können als gesunde Probanden, kann ebenfalls einen wichtigen Einfluss auf weitere bereits erwähnte Studien haben. Die Hollow-Mask Illusion basiert ebenfalls auf einem weißen Stimulus mit schwarzem Hintergrund, die Form der Maske wird durch die Schattierungen erkannt (Dima et al., 2009). Besonders die Schatten sind leicht mit Helligkeitsveränderungen zu verbinden, da diese die Abwesenheit von Licht und somit der Helligkeit entsprechen. Die differenziertere Wahrnehmung dieser kann somit ein Grund für die seltenere Täuschung von Patienten mit Schizophrenie darstellen.

Die Farbkonstanz besteht aus der Helligkeit und der Farbillusion, diese korrelieren negativ miteinander. Menschen mit der Tendenz zu anomalen Wahrnehmungen werden weniger von der Helligkeit getäuscht. Aus diesen Ergebnissen lässt sich interpretieren, dass die Farbkonstanz und die Neigung zu Psychosen doch indirekt zusammenhängen. Denn auch wenn die Farbillusion keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zu der Wahrnehmung anomaler Phänomene hat, so hängen die Farbillusion und die Helligkeit dennoch miteinander zusammen. Trotz dessen sollte der weitere Fokus auf zusätzlichen Untersuchungen der Helligkeitswahrnehmungen liegen und weniger die Farbkonstanz als Ganzes erforscht werden. Visuelle Reize, die lediglich aus hell-dunkel Kontrasten in Schwarz-Weiß bestehen, scheinen am dafür besten geeignet.

6.2 Limitationen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind in einigen Punkten limitiert.

Auch wenn die Stichprobe 92 Probanden umriss, war sie für diese Forschungsrichtung eventuell dennoch zu klein. Besonders die Ungleichheit der Geschlechter könnte einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Ebenso die hohe Anzahl an Studierenden könnte die Aussagekraft der Studie beeinflussen, da auf diese Weise nur ein kleiner Ausschnitt der Gesellschaft untersucht werden konnte. Außerdem interessant für dieses Forschungsgebiet wären Versuchspersonen, die ein Extrem der anomalen Wahrnehmung in ihrem Alltag erleben, wie beispielsweise Menschen mit einer Schizophreniediagnose. In dieser Arbeit ließen sich lediglich geringe bis mittelmäßige Ausprägungen des untersuchten Phänomens der

anormalen Wahrnehmung feststellen. Aufgrund dessen ist es nicht möglich, eine endgültige Aussage zu der Forschungsfrage zu treffen.

Forschung zu dieser expliziten Kombination der Forschungsgebiete Farbkonstanz und Neigung zu Psychosen bzw. anomaler Wahrnehmung ist leider wenig vorhanden. Dies beeinträchtigt die Formulierungen von Erwartungen und erschwert das Schlussfolgern.

Eine Möglichkeit, weshalb die Ergebnisse nicht signifikant geworden sind, könnten unpassende Stimuli sein. Farbkonstanz wird in der Forschung anhand von vielen verschiedenen Stimuli untersucht. Einige von ihnen sind alltäglich Bilder in unterschiedlicher Beleuchtung, anhand derer die Probanden beispielsweise eine Farbe eines gewissen Objekts bestimmen sollen. Da es bei der CAPS ebenfalls um das Auftreten der anomalen Phänomene im Alltag geht, wären Bilder aus dem alltäglichen Leben vielleicht passender. Auf diese Weise werden die Vorerwartungen wahrscheinlich besser einbezogen, denn Gegenstände aus dem Alltag gehen mehr mit Vorwissen einher.

Andererseits könnte das Fragebogenformat die Probanden beeinflusst haben, da für die Präsentation der Stimuli jedes Mal von dem Fragebogen auf YouTube und somit auf eine externe Seite gewechselt werden musste. Dies könnte bedeuten, dass sich bei Unsicherheit das Bild mehrfach angesehen werden musste und sich bei jedem Wechsel von der einen auf die andere Webseite das Erleben des Bildes ein wenig änderte. Dementsprechend wäre ein Fragebogenformat, das einen Vollbildmodus auf derselben Seite ermöglicht, wahrscheinlich besser. Am besten wären bei dieser Art der Studie jedoch kontrollierte Laborbedingungen, da die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, dass der Bildschirm sich bei jedem der Probanden unterschied. Die Kontrolle der Umstände ist auf die durchgeführte Weise zu gering. Zudem war die Instruktion für manche Versuchspersonen an wenigen Stellen unklar. Dass die Bilder ein zweites Mal gezeigt wurden und nicht die gesamte Studie von vorne beginnt, wurde in der Instruktion vergessen zu erwähnen. Das führte zu Verwirrungen und unabgeschlossene Fragebögen. Ebenso gab es das Feedback, dass die Übersetzung für die CAPS nicht immer ganz gelungen und mehrdeutig interpretierbar beziehungsweise missverständlich war.

6.3 Ausblick für die Forschung

Dennoch denke ich, dass sich das Erforschen dieses Gebietes weiterhin lohnt. Besonders die Untersuchung von Patienten mit Schizophrenie oder anderweitiges Auftreten von Psychosen erscheint interessant. Wichtig sind dabei jedoch kontrollierte Versuchsbedingungen mit den passenden Stimuli. Es wäre höchst interessant für beide Forschungsgebiete, denn bis heute ist weder die Predictive-Processing Theorie noch der tatsächliche Ursprung der Farbkonstanz komplett erforscht und bewiesen. Aus diesem Grund könnten beide Forschungsrichtungen von signifikanten Ergebnissen profitieren.

Zudem hat diese Arbeit gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Helligkeitswahrnehmung der Stimuli und der Belastung eines anomalen Phänomens für den Probanden, der Ablenkung durch dieses und der Häufigkeit des Auftretens dieser gibt. Die Erforschung des Zusammenhangs mit Menschen, die noch mehr betroffen von Wahrnehmungsanomalien sind, wäre sehr interessant. Dafür eignen sich jedoch besonders visuelle Reize, die keine Farbe beinhalten.

Auch wenn es wirkt, als würden sich diese Aussagen widersprechen, ist diese Studie limitiert in den Versuchspersonen. Eine weitere Studie mit mehr und vor allem vielfältigeren Probanden inklusive Patienten, die Psychosen erleben, könnte die Ergebnisse bestätigen, aber auch widerlegen. Da das Extrem an Wahrnehmungsanomalien nicht in dieser Studie vorhanden sind, könnte eine solche Studie vielversprechendere Erkenntnisse erbringen. Doch das Bestätigen der Helligkeitsverzerrungen selbst wäre bereits aufschlussreich und interessant für das Forschungsgebiet der psychotischen Störungen. Es hat das Potential, früheren Studien Erklärungen für Ergebnisse zu erbringen. Zudem eignet sich die Helligkeit, beziehungsweise hell-dunkel Kontraste, als ein Faktor in der Forschung zu der Predictive-Processing Theorie bei Patienten mit psychotischen Symptomen aufgenommen zu werden.

6.4 Fazit

Farbkonstanz ist ein spannendes Phänomen. Noch interessanter ist die Untersuchung dessen in Kombination mit anomaler Wahrnehmung. Die vorliegende Studie zeigte, dass diese beiden Faktoren teilweise in Verbindung gebracht werden konnten. Wie die Versuchspersonen die Helligkeit des gezeigten Stimulus

wahrnahmen, hing negativ mit der Farbillusion zusammen. Auch die Vorhersage der Subskalen der anomalen Wahrnehmung durch die Helligkeitsverzerrung war negativ und signifikant.

Aufgrund der Abwesenheit von Voruntersuchungen zu diesem Thema, gibt es keine vergleichbaren Ergebnisse anderer Forscher. Dennoch kann aufgrund der vorliegenden Studie von einer Wichtigkeit der Helligkeitswahrnehmung bei der Farbkonstanz ausgegangen werden. Diese wird durch eine Veranlagung zu Psychosen differenzierter. Menschen, die Psychosen erleben, können hell-dunkel Kontraste und Schattierungen verbessert sehen und unterscheiden. Diese Erkenntnis kann für frühere und zukünftige Studien wegweisend sein.

Die Wahrnehmung von Farbillusionen war bei den Probanden mit höheren Wahrnehmungsanomalie-Scores nicht verbessert. Jedoch ist dabei unsicher, ob die Perzeption der Farbe, und damit ebenso Illusionen solcher, bereits in einem frühen Schritt der Verarbeitung von visuellen Reizen einbezogen wird. Auf diese Weise könnten höhere kognitive Prozesse keinen Einfluss auf diesen Vorgang nehmen.

Schlussendlich sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie hauptsächlich basierend auf gesunden Menschen, die wenig bis keine anomalen Phänomene im alltäglichen Leben erfahren. Die Erkenntnisse sind interessant, doch müssen zunächst mit Patienten, die tatsächlich Psychosen erleben, belegt werden.

Abschließend kann die Forschungsfrage, ob es einen Zusammenhang zwischen anomaler Wahrnehmung und Farbkonstanz gibt, nicht mit einem deutlichen ja oder nein beantwortet werden. Denn die Helligkeitsverzerrungen zeigten mit zunehmendem Score auf den Subskalen der Wahrnehmungsanomalien weniger Auswirkungen. Damit ist die Hypothese, dass die Farbkonstanz stärker wahrgenommen wird, je höher die Tendenz zu anomalen Wahrnehmungen ist, durch die erhobenen Daten deutlich widerlegt worden. Die Farbillusion sowie der Gesamt-Score der anomalen Wahrnehmung zeigen jedoch keinen Zusammenhang zwischen den jeweils anderen Subskalen und Facetten.

Für zukünftige Forschungsarbeiten wäre die Untersuchung von Patienten mit psychotischen Störungen und die Wahrnehmung von Helligkeitskontrasten vielversprechend.

7 Literatur

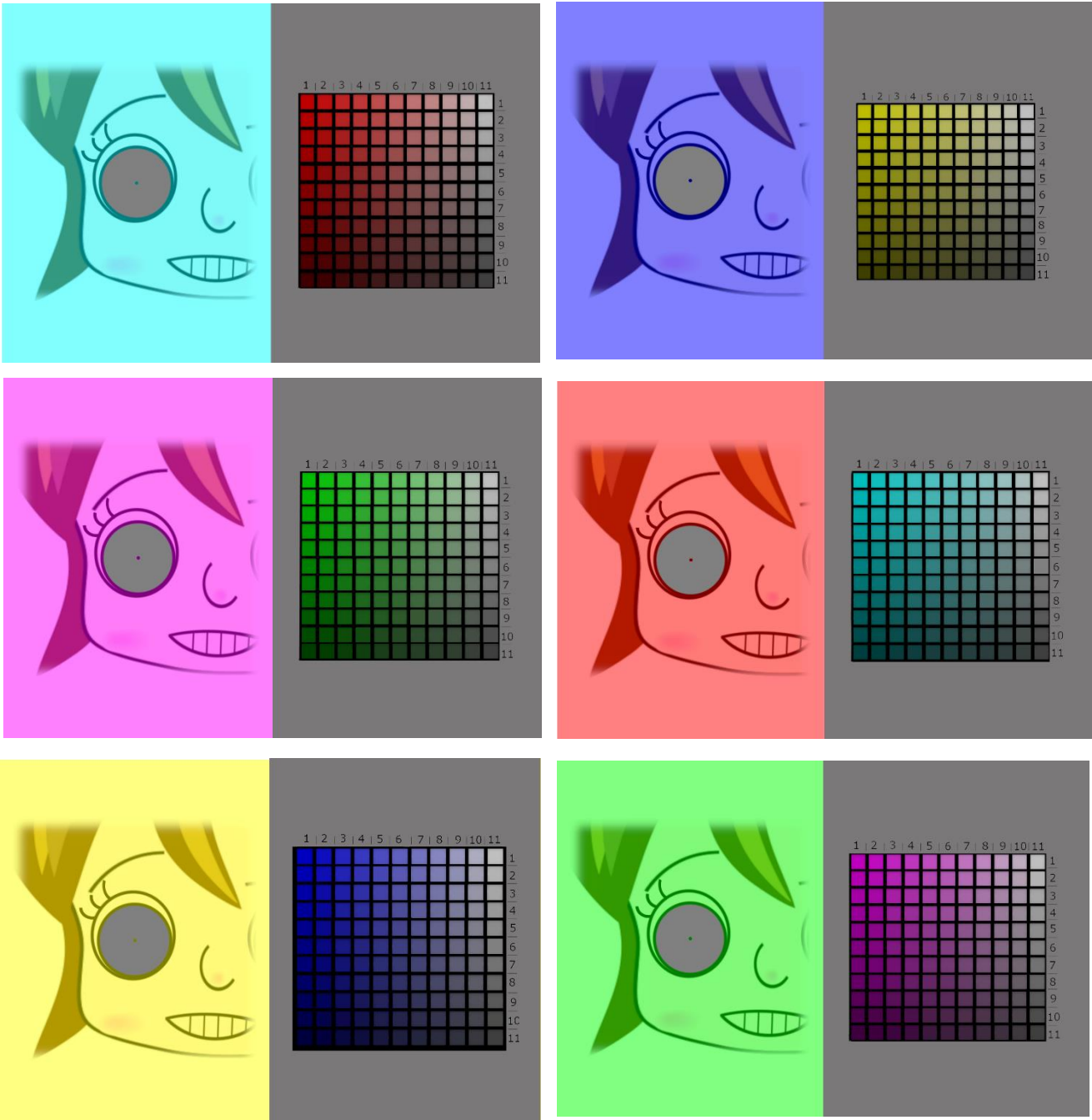
- Ansorge, U., & Leder, H. (2017). Visuelle Wahrnehmung: Farbe und Kontrast. *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. Basiswissen Psychologie* (2. Aufl.). Springer, Wiesbaden. S. 85-100
https://doi.org/10.1007/978-3-658-12912-5_7
- Arend, L. E., Reeves, A., Schirillo, J., & Goldstein, R. (1991). Simultaneous color constancy: papers with diverse Munsell values. *JOSA A*, 8(4), 661-672.
<https://doi.org/10.1364/JOSAA.8.000661>
- Blackwell, K. T., & Buchsbaum, G. (1988). Quantitative studies of color constancy. *JOSA A*, 5(10), 1772-1780.
<https://doi.org/10.1364/JOSAA.5.001772>
- Brainard, D. H., & Hurlbert, A. C. (2015). Colour vision: understanding #TheDress. *Current Biology*, 25(13), R551-R554.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.05.020>
- Brainard, D. H., Longère, P., Delahunt, P. B., Freeman, W. T., Kraft, J. M., & Xiao, B. (2006). Bayesian model of human color constancy. *Journal of vision*, 6(11), 10-10.
<https://doi.org/10.1167/6.11.10>
- Busse, M., & Bäumer-Schleinkofer, Ä. (1996). Ewald Hering und die Gegenfarbtheorie. *NTM International Journal of History & Ethics of Natural Sciences, Technology & Medicine*, 4, 159-172.
<https://doi.org/10.1007/BF02913790>
- Corlett, P. R., Horga, G., Fletcher, P. C., Alderson-Day, B., Schmack, K., & Powers, A. R. (2019). Hallucinations and Strong Priors. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(2), 114– 127. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.12.001>
- Dilling, H. 1., Freyberger, H. J. 1., Cooper, J. E., & Weltgesundheitsorganisation. (2016). *Taschenführer zur ICD-10-Klassifikation psychischer Störungen* (8., überarbeitete Auflage unter Berücksichtigung der Änderungen gemäss ICD-10-GM (German Modification) 2016.). Hogrefe.
- Dima, D., Roiser, J. P., Dietrich, D. E., Bonnemann, C., Lanfermann, H., Emrich, H. M., & Dillo, W. (2009). Understanding why patients with schizophrenia do not perceive the hollow-mask illusion using dynamic causal modelling. *Neuroimage*, 46(4), 1180-1186.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.03.033>

- Ekroll, V., & Faul, F. (2009). A simple model describes large individual differences in simultaneous colour contrast. *Vision Research*, 49(18), 2261-2272. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.06.015>
- Fletcher, P. C., & Frith, C. D. (2009). Perceiving is believing: a Bayesian approach to explaining the positive symptoms of schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 48–58. <https://doi.org/10.1038/nrn2536>
- Foster, D. H. (2011). Color constancy. *Vision research*, 51(7), 674-700. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.09.006>
- Gegenfurtner, K. R., Bloj, M., & Toscani, M. (2015). The many colours of 'the dress'. *Current Biology*, 25(13), R543-R544. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.04.043>
- Jin, E. W., & Shevell, S. K. (1996). Color memory and color constancy. *JOSA A*, 13(10), 1981-1991. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.13.001981>
- Jonauskaite, D., Dael, N., Parraga, C. A., Chèvre, L., Sánchez, A. G., Mohr, C. (2020). Stripping #The Dress: the importance of contextual information on inter-individual differences in colour perception. *Psychological Research*, 84, 851-865. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1097-1>
- Kanthak, K. (2021). *Der Einfluss von Erwartungen auf die visuelle Wahrnehmung bei psychotischen Erkrankungen – eine kombinierte Verhaltens- und fMRT-Studie* (Dissertation, Medizin). Berlin.
- Kraft, J. M., & Brainard, D. H. (1999). Mechanisms of color constancy under nearly natural viewing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(1), 307-312. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.1.307>
- Lin, T. W., & Sun, C. W. (2011). Color constancy, color-mixing ability, and color inference. *Color Research & Application*, 36(6), 413-425. <https://doi.org/10.1002/col.20641>
- Melgosa, M., Gómez-Robledo, L., Isabel Suero, M., & Fairchild, M. D. (2015). What can we learn from a dress with ambiguous colors?. *Color Research & Application*, 40(5), 525-529. <https://doi.org/10.1002/col.21966>
- Mooney, C. M. (1956). Closure with negative after-images under flickering light. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 10(4), 191. <https://doi.org/10.1037/h0083671>

- Morimoto, T., Kusuyama, T., Fukuda, K., & Uchikawa, K. (2021). Human color constancy based on the geometry of color distributions. *Journal of Vision*, 21(3), 7-7. <https://doi.org/10.1167/jov.21.3.7>
- Pracejus, L. (2006). *Wahrnehmungsdefizite bei zentralen neurologischen Erkrankungen – Farbwahrnehmung auf retinaler und zerebraler Ebene* (Dissertation, Psychologie und Sportwissenschaft). Gießen.
- Pridmore, R. W. (2011). Complementary colors theory of color vision: Physiology, color mixture, color constancy and color perception. *Color Research & Application*, 36(6), 394-412. <https://doi.org/10.1002/col.20611>
- Powers, A. R., Mathys, C., & Corlett, P. R. (2017). Pavlovian conditioning-induced hallucinations result from overweighting of perceptual priors. *Science*, 357(6351), 596– 600. <https://doi.org/10.1126/science.aan3458>
- Shapiro, A., Hedjar, L., Dixon, E., & Kitaoka, A. (2018). Kitaoka's tomato: two simple explanations based on information in the stimulus. *i-Perception*, 9(1), 2041669517749601. <https://doi.org/10.1177/2041669517749601>
- Sterzer, P., Adams, R. A., Fletcher, P., Frith, C., Lawrie, S. M., Muckli, L., Petrovic, P., Uhlhaas, P., Voss, L. & Corlett, P. R. (2018). The predictive coding account of psychosis. *Biological psychiatry*, 84(9), 634-643. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.05.015>
- Stuke, H., Kress, E., Weilhhammer, V. A., Sterzer, P., & Schmack, K. (2018). Overly strong priors for socially meaningful visual signals in psychosis proneness. *BioRxiv*, 473421. <https://doi.org/10.1101/473421>
- Teufel, C., Subramaniam, N., Dobler, V., Perez, J., Finnemann, J., Mehta, P. R., Goodyer, I. M., & Fletcher, P. C. (2015). Shift toward prior knowledge confers a perceptual advantage in early psychosis and psychosis-prone healthy individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(43), 13401–13406. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503916112>
- Valton, V., Karvelis, P., Richards, K. L., Seitz, A. R., Lawrie, S. M., & Seriès, P. (2019). Acquisition of visual priors and induced hallucinations in chronic schizophrenia. *Brain*, 142(8), 2523-2537. <https://doi.org/10.1093/brain/awz171>
- Von Helmholtz, H. (1867). *Handbuch der physiologischen Optik: mit 213 in den Text eingedruckten Holzschnitten und 11 Tafeln* (Vol. 9). Voss.

- Ware, C., & Cowan, W. B. (1982). Changes in perceived color due to chromatic interactions. *Vision research*, 22(11), 1353-1362.
[https://doi.org/10.1016/0042-6989\(82\)90225-5](https://doi.org/10.1016/0042-6989(82)90225-5)
- Weilnhhammer, V., Röd, L., Eckert, A. L., Stuke, H., Heinz, A., & Sterzer, P. (2020). Psychotic experiences in schizophrenia and sensitivity to sensory evidence. *Schizophrenia bulletin*, 46(4), 927-936.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbaa003>
- Winkler, A. D., Spillmann, L., Werner, J. S., & Webster, M. A. (2015). Asymmetries in blue–yellow color perception and in the color of ‘the dress’. *Current Biology*, 25(13), R547-R548. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.05.004>

Anhang A – Stimuli



Anhang B – Cardiff Anomalous Perception Scale (deutsche Übersetzung)

Cardiff Anomalous Perception Scale

Übersetzung: Veith Weinhhammer

Einleitung

Dieser Fragebogen beinhaltet Fragen nach Eindrücken und Wahrnehmungen, die Sie gehabt haben könnten. Einige dieser Erfahrungen sind ungewöhnlich, während andere eher alltäglich sind.

Uns ist klar, dass die Antworten in diesem Fragebogen Ihre Erfahrungen nicht immer so genau abbilden können, wie Sie es möglicherweise wünschen. Wir bitten Sie jedoch darum, diejenigen Antworten anzukreuzen, welche Ihren Erfahrungen am Nächsten kommen, und möglichst keine Frage auszulassen.

Wir würden uns freuen, wenn Sie in Ihren Antworten so ehrlich wie möglich sein könnten.

Die einzigen Erfahrungen, an denen wir nicht interessiert sind, sind Erfahrungen, welche unter dem Einfluss von Drogen gemacht wurden.

Anleitung

Zu jedem Item finden Sie eine Frage auf der linken Seite. Bitte lesen Sie sich die Frage durch und antworten Sie, indem Sie JA oder NEIN ankreuzen.

Wenn Sie mit NEIN antworten, gehen Sie direkt zur nächsten Frage über.

Wenn Sie mit JA antworten, bewerten Sie ihre Erfahrung *in allen drei Felder* auf der rechten Seite, indem Sie eine Zahl von 1 bis 5 einkreisen.

In diesen Feldern wird danach gefragt, wie sehr Sie eine Erfahrung als *unangenehm* und *ablenkend* beschreiben. Außerdem bitten wir Sie anzugeben, wie *häufig* eine bestimmte Erfahrung bei Ihnen auftritt.

Beispielfragen

Diese Fragen müssen Sie nicht beantworten, es handelt sich hierbei nur um Beispiele, welche die Anleitung veranschaulichen sollen.

Bemerken Sie jemals, dass Lichtquellen flimmern, ohne dass Sie dafür eine Ursache ausmachen können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

Haben Sie jemals den Eindruck, dass der Ton des Fernsehers oder des Radios ungewöhnlich leise ist?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

Fragebogen

- 1) Bemerken Sie jemals, dass Geräusche viel lauter als normalerweise sind?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

- 2) Spüren Sie jemals die Gegenwart eines anderen Wesens, ohne dass Sie dafür irgendwelche Hinweise sehen können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

- 3) Hören Sie jemals eine Wiederholung oder ein Echo Ihrer eigenen Gedanken?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

- 4) Sehen Sie jemals Formen, Lichter oder Farben, obwohl diese in Wirklichkeit nicht da sind?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

- 5) Verspüren Sie jemals ungewöhnliche brennende Missempfindungen oder andere seltsame Körperwahrnehmungen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

- 6) Hören Sie jemals Geräusche oder Töne, für die Sie keine Erklärung finden können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

- 7) Hören Sie jemals, dass Ihre Gedanken in Ihrem Kopf laut ausgesprochen werden, sodass jemand in der Nähe in der Lage sein könnte, Ihre Gedanken zu hören?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

- 8) Bemerkten Sie jemals Gerüche, die nicht aus Ihrer Umgebung zu kommen scheinen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

9) Haben Sie jemals den Eindruck, dass Ihre Körper oder ein Teil von ihm seine Form ändert oder geändert hat?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

10) Haben Sie jemals den Eindruck, dass Ihre Extremitäten nicht Ihre eigenen sein oder nicht richtig an Ihren Körper angeschlossen sein könnten?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

11) Hören Sie jemals Stimmen, die kommentieren, was Sie denken oder tun?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

12) Haben Sie jemals das Gefühl, dass jemand Sie berührt, obwohl niemand da ist, wenn Sie nachsehen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

13) Hören Sie jemals Stimmen, die Wörter oder Sätze sagen, wenn niemand in der Nähe ist, der hierfür verantwortlich sein könnte?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

14) Haben Sie jemals einen unerklärlichen Geschmack im Mund?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

15) Haben Sie jemals das Gefühl, dass Sinneseindrücke alle auf einmal auftreten und Sie mit Information überfluten?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

16) Haben Sie jemals das Gefühl, dass Geräusche auf seltsame oder unnatürliche Art und Weise verzerrt sind?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

17) Haben Sie jemals Schwierigkeiten, einen Sinneseindruck von einem anderen zu unterscheiden?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

18) Nehmen Sie jemals alltägliche Gerüche wahr, die Ihnen ungewöhnlich stark erscheinen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

19) Haben Sie jemals den Eindruck, dass das Aussehen von Dingen oder Personen sich auf seltsame Weise verändert, zum Beispiel durch verzerrte Formen, Größen oder Farben?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

20) Haben Sie jemals das Gefühl, dass ihre Haut empfindlicher als gewöhnlich auf Berührung, Wärme oder Kälte reagiert?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

21) Denken Sie jemals, dass Essen oder Getränke intensiver schmecken als sie es normalerweise tun?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

22) Blicken Sie jemals in den Spiegel und finden, dass ihr Gesicht anders als normal aussieht?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

23) Haben Sie jemals Tage, an denen Ihnen Lichter oder Farben heller oder intensiver als normal erscheinen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]			[Sehr belastend]	
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]			[Sehr ablenkend]	
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]			[Tritt ständig auf]	
	1	2	3	4	5

24) Haben Sie jemals das Gefühl, hochgehoben zu werden, als ob Sie über eine Straße fahren oder rollen würden, obwohl Sie still sitzen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

25) Haben Sie jemals den Eindruck, dass gewöhnliche Gerüche seltsam anders riechen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

26) Kommen Ihnen alltägliche Dinge jemals ungewöhnlich vor?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

27) Haben Sie jemals den Eindruck, dass Ihre Zeitwahrnehmung sich dramatisch verändert?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

28) Hören Sie jemals zwei oder mehr Stimmen, die miteinander reden, ohne dass Sie sich diese Stimmen erklären können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

29) Nehmen Sie jemals Gerüche wahr, die Menschen in Ihrer Umgebung nicht zu bemerken scheinen?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

30) Haben Sie jemals den Eindruck, dass Essen oder Getränke einen ungewöhnlichen Geschmack haben?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

31) Sehen Sie jemals Dinge, die andere Menschen nicht sehen können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

32) Hören Sie jemals Geräusche oder Musik, die andere Menschen in Ihrer Nähe nicht hören können?

[Nein]	[Ja]				
	[Nicht belastend]				[Sehr belastend]
	1	2	3	4	5
	[Nicht ablenkend]				[Sehr ablenkend]
	1	2	3	4	5
	[Tritt kaum auf]				[Tritt ständig auf]
	1	2	3	4	5

Anhang C – Die Umfrage

Unterschiede in der Wahrnehmung

Herzlich Willkommen und vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Studie!

Vor Beginn bitten wir Sie auf folgende Punkte zu achten:

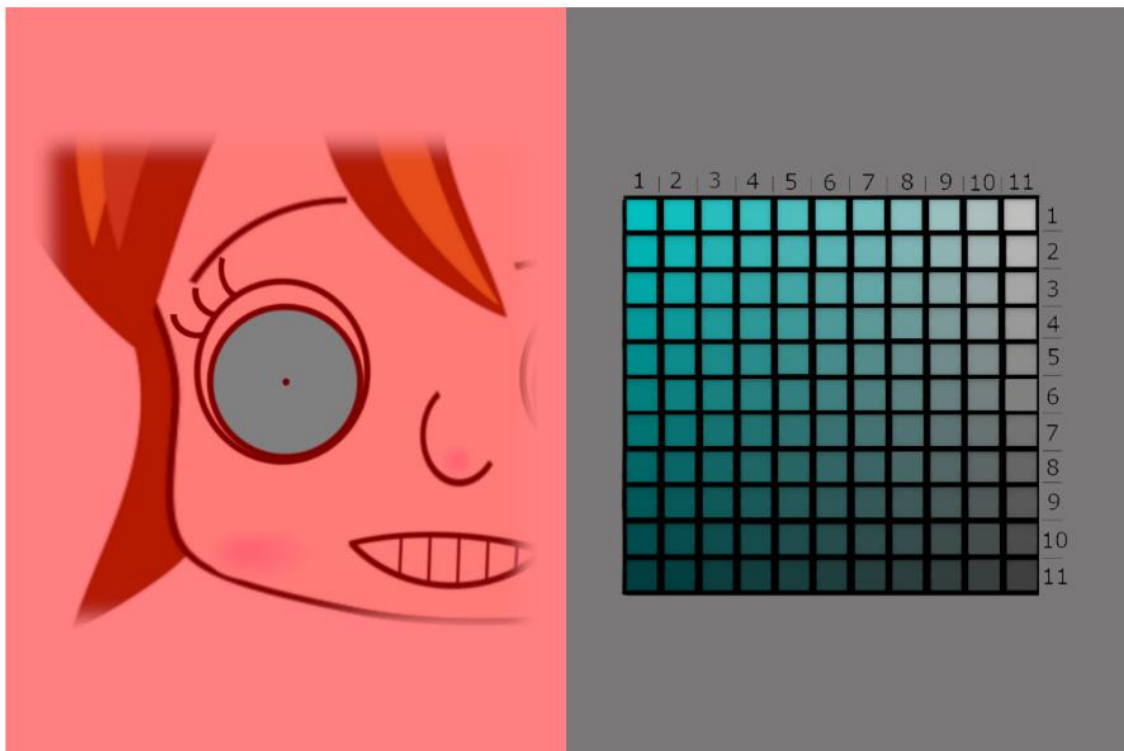
- Die Studie soll an einem Desktop-PC oder Laptop stattfinden. Bitte benutzen Sie also nicht Ihr Smartphone und nur im Ausnahmefall ein Tablet.
- Stellen Sie bitte alle Gelb-, Nacht- oder sonstigen Farbfilter an Ihrem Computer aus.
- Stellen Sie bitte die Helligkeit so hoch wie nötig, um Farben auf dem Bildschirm gut sehen zu können.

In dieser Studie untersuchen wir Ihre visuelle Wahrnehmung, sowohl anhand von praktischen Beispielen zur Farbwahrnehmung, als auch anhand eines Fragebogens.

Anleitung:

- Die Bilder zur Farbwahrnehmung sind als Youtube-Videos verlinkt. Die Links sind blau gefärbt und unterstrichen (Beispiel: "[Bild 1](#)").
- Bitte verwenden Sie nach öffnen des Youtube-Videos immer den **Vollbildmodus**.
- Die Videos haben keinen Ton und dauern jeweils eine Minute, damit Sie genügend Zeit zur Beantwortung haben.

Unter dem Text befindet sich ein Beispiel eines Bildes, das Sie erwarten wird, zusammen mit der zweiten Hälfte der Anleitung.



Auf der linken Seite befindet sich ein visueller Reiz. Ihre Aufgabe ist möglichst wahrheitsgetreu anzugeben, wie Sie **subjektiv** die Farbe des Auges wahrnehmen (gemeint ist die Iris, also der große Kreis um die Pupille).

Zu diesem Zweck verwenden Sie die Tabelle auf der rechten Seite im Video. Wählen Sie das farbige Quadrat aus, das am besten zu Ihrer Wahrnehmung passt. Dazu merken Sie sich die Zeilen- und Spaltennummer des Quadrats. Beispiel: merken Sie sich "Zeile vier, Spalte sieben", wenn die Farbe des Quadrats in der vierten Zeile (horizontal) und siebten Spalte (vertikal) am besten zu Ihrer Wahrnehmung passt.

Falls Sie nach Betrachtung des Videos nicht mehr sicher bei der Zeilen/Spaltennummer sind, können Sie das Video einfach nochmal öffnen.

Insgesamt werden Ihnen sechs Bilder bzw. Videos gezeigt, bei denen der Ablauf immer gleich ist. Danach werden Ihnen noch drei weitere einfache Bilder präsentiert, die Anleitung dazu erfolgt jedoch in der Studie.

Die Studie dauert zwischen 20 und 30 Minuten. Ich bedanke mich für Ihr Interesse und wünsche Ihnen viel Spaß!

Weiter

Alle Eingaben löschen

* Gibt eine erforderliche Frage an

Zustimmung zur Datenverarbeitung *

Datenschutz

Name des Unternehmens	HMU Health and Medical University Potsdam
Kontaktdaten	Olympischer Weg 1 D-14471 Potsdam info@health-and-medical-university.de 0331 74 51 13 00
Vertretung des Controllers	Geschäftsführerin: Ilona Renken-Olthoff
Welche personenbezogenen Daten werden gesammelt und verwendet	Alter und Geschlecht
Empfänger von Personenbezogenen Daten	Sophie Zart
Rechteinformation	Sie haben im Rahmen der geltenden gesetzlichen Bestimmungen jederzeit das Recht auf unentgeltliche Auskunft über Ihre gespeicherten personenbezogenen Daten, deren Herkunft und Empfänger und den Zweck der Datenverarbeitung und ggf. ein Recht auf Berichtigung, Sperrung oder Löschung dieser Daten. Hierzu sowie zu weiteren Fragen zum Thema personenbezogene Daten können Sie sich jederzeit an den Autor der Studie wenden. Bei auftretenden Problemen können Sie sich unter o.g. Kontaktdaten an uns wenden
Rechteinformation über den Widerruf der Zustimmung	Viele Datenverarbeitungsvorgänge sind nur mit Ihrer ausdrücklichen Einwilligung möglich. Sie können eine bereits erteilte Einwilligung jederzeit widerrufen. Dazu reicht eine formlose Mitteilung per E-Mail an den Autor der Studie. Die Rechtmäßigkeit der bis zum Widerruf erfolgten Datenverarbeitung bleibt vom Widerruf unberührt.
Informationen über die Aufsichtsbehörde	Berliner Beauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit Friedrichstr. 219 10969 Berlin
Kontaktdaten des Datenschutzbeauftragten	HMU Potsdam Datenschutzbeauftragte datenschutz@health-and-medical-university.de
Zeitraum der Datenaufbewahrung	10 Jahre

☐ Ich stimme der Verarbeitung und Speicherung meiner Daten zu

Zurück

Weiter

Alle Eingaben löschen

Eigenständigkeitserklärung

Name, Vorname: Zart, Sophie

Matrikelnummer: 210703011

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig ohne fremde Hilfe und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle sinngemäß und wörtlich übernommenen Textstellen aus der Literatur bzw. dem Internet habe ich als solche kenntlich gemacht.

Ort, Datum: Berlin, den 08.02.2024

Unterschrift: Sophie Zart