

# MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Wie nehmen wir gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten wahr?  
Ein empirischer Vergleich mittels Eye-Tracking

verfasst von | submitted by

Mag.rer.soc.oec. Gerhard Brodnik

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Arts (MA)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree  
programme code as it appears on the  
student record sheet:

UA 066 835

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree  
programme as it appears on the student  
record sheet:

Masterstudium Kunstgeschichte

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Raphael Rosenberg

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei den vielen Kolleginnen sowie Freunden und Bekannten für Ihren wertvollen Input bedanken. Mein spezieller Dank gilt

Herrn Professor Raphael Rosenberg für die Unterstützung und wertvollen Tipps bei der Erstellung dieser Masterarbeit,

Teresa Kamencek für Tipps und die Datenaufbereitung aus der Datenbank,

Christoph Gross für die Hilfe bei der statistischen Ausarbeitung,

Martin Bauernfeind für die Hilfe bei der aufwendigen Excel-Berechnung für Kapitel 2.2,

den Fotografen des Instituts für Kunstgeschichte der Universität Wien für die professionellen Aufnahmen, die für die Stimuli verwendet wurden und

der Firma Breitwieser in Tulln, die uns ihre Schauräume für die Aufnahmen zur Verfügung gestellt hat.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Einleitung.....                                                      | 1  |
| 1 Quantitative Analyse des Gefallens.....                            | 8  |
| 1.1 Ergebnisse bei nicht gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten..... | 9  |
| 1.2 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse .....                    | 11 |
| 1.3 Ergebnisse bei waagrechter Spiegelachse .....                    | 14 |
| 1.4 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse.....     | 17 |
| 2 Quantitative Analyse der Blickbewegungsmuster.....                 | 20 |
| 2.1 Der direkte Nachvollzug von Spiegelbereichen.....                | 21 |
| 2.1.1 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse .....                  | 22 |
| 2.1.2 Ergebnisse bei waagrechter Spiegelachse .....                  | 26 |
| 2.1.3 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse.....   | 30 |
| 2.2 Der Nachvollzug der Spiegelachse selbst.....                     | 36 |
| 2.2.1 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse .....                  | 37 |
| 2.2.2 Ergebnisse bei waagrechter Spiegelachse .....                  | 40 |
| 2.2.3 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse.....   | 44 |
| 2.2.4 Abschließende Bemerkungen zu Kapitel 2.2 .....                 | 48 |
| 2.3 Clusterbildung .....                                             | 49 |
| 2.3.1 Exemplarische Beispiele .....                                  | 50 |
| 2.3.2 Abschließende Bemerkungen zu Kapitel 2.3 .....                 | 52 |
| Conclusio.....                                                       | 54 |
| Literaturverzeichnis .....                                           | 70 |
| Abbildungsverzeichnis.....                                           | 72 |
| Videoverzeichnis .....                                               | 73 |
| Abstract .....                                                       | 74 |

## Einleitung

Diese empirische Arbeit vergleicht mittels Eye-Tracking nicht gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten mit mehreren Arten gespiegelt verlegter Inkrustationen. Damit sollen folgende Fragen beantwortet werden: Zeigen sich Unterschiede im Gefallen? Lassen sich bestimmte Blickmuster feststellen? Gibt es Zusammenhänge zwischen den einzelnen Blickmustern in Bezug auf den Gefallen? Können weitere Zusammenhänge festgestellt werden?

Symmetrie ist ein wichtiger Bestandteil der Kunstgeschichte. Vor allem in der klassischen Architektur ist die Symmetrie besonders wichtig, wie das *Parthenon* zeigt (Abb. 1). Das *Selbstbildnis im Pelzrock* von Albrecht Dürer ist ein Beispiel für die Malerei (Abb. 2).



Abb. 1: Parthenon



Abb. 2: Selbstbildnis im...

Symmetrie ist wichtig in unserem Leben und gilt als attraktiv. Manche Autorinnen und Autoren schreiben ihr aber eine Bedeutung zu, die sie nicht hat. Als eines der abzulehnenden Beispiele sei hier alleine nur der Titel des Aufsatzes „*Symmetry as a Superprincipal* [...]“<sup>1</sup> erwähnt. Im Gegenteil, denn Marilyn Monroe stört mit ihrem Schönheitsfleck die Symmetrie und gilt damit dennoch als Schönheitsideal (Abb. 3).<sup>2</sup> Auch in der Natur lassen sich solche Beispiele finden, wie die nächsten Abbildungen zeigen. Die Schuppen von Tannenzapfen ordnen sich gemäß der Fibonaccireihe<sup>3</sup> (Abb. 4), die asymmetrisch angeordneten Blüten des Raps sind ein Beispiel für eine

<sup>1</sup> Voloshinov 1996.

<sup>2</sup> Gesichter sind generell nie perfekt spiegelgleich.

<sup>3</sup> Die Fibonaccireihe ist in der Kunst besser bekannt als der goldene Schnitt.

wechselständige Anordnung bei Pflanzen (Abb. 5). Damit ist die Bezeichnung *Superprinzip* für die Symmetrie nicht angebracht. Die in dieser Arbeit vorgenommene empirische Analyse von Asymmetrie im Vergleich zu Symmetrie - sowohl in ihrer beim Marmor nicht perfekten Form<sup>4</sup> als auch in computergenerierter perfekter Ausprägung - stellt eine Erweiterung des Wissensstandes im Rahmen der Kunstgeschichte dar und schließt sich dem Diskurs über die Symmetrie an.



Abb. 3: Marilyn Monroe

Abb. 4: Tannenzapfen

Abb. 5 Rapsblüte

Raphael Rosenberg erläutert, dass bereits die Neandertaler gemusterte Faustkeile benutzt haben.<sup>5</sup> Seit über 5.500 Jahren schleifen unsere Vorfahren Steine, um eine ästhetische Wirkung zu erzielen (Abb. 6).<sup>6</sup> Um 3.300 bis 3.000 v. Chr. wurden bunte Steine als Mosaik im Steinstifttempel von Uruk in Mesopotamien verwendet.<sup>7</sup> Ab dem zweiten vorchristlichen Jahrtausend wurde Marmor in der Architektur verwendet (Palast von Knossos, Phaistos auf Kreta).<sup>8</sup> Die ältesten bekannten gespiegelt verlegten Marmorplatten wurden im römischen Reich ab ca. 100 n. Chr. verwendet. Als ein handwerklich bereits herausragendes Beispiel aus dieser Zeit nennt Rosenberg eine gerahmte, sowohl senkrecht als auch vertikal gespiegelte Marmorinkrustation im Pantheon. (Abb. 7).<sup>9</sup> Auch in den folgenden Jahrhunderten werden gespiegelt verlegte Marmorplatten verwendet, zum Beispiel in der Hagia Sophia, in der Kirche des Chora

<sup>4</sup> Schneidet man einen Marmorkuchen mit einem scharfen Messer und klappt ihn auf, so ergibt sich eine perfekte Spiegelung (wenn man vom Durchscheinen tiefer liegender Strukturen absieht). Beim Schneiden von Marmorplatten werden hingegen mehrere Millimeter aus dem Stein herausgefräst. Eine Ader müsste perfekt im rechten Winkel zur Schnittfläche stehen und dürfte sich weder in Form noch Farbe verändern, um ein perfektes symmetrisches Spiegelbild zu ergeben. In der Praxis kommt dies jedoch nicht vor, sodass eine gespiegelt verlegte Buntmarmorplatte, ähnlich einem Gesicht, nie perfekt symmetrisch sein kann.

<sup>5</sup> Rosenberg 2016b, S. 109. In Rosenberg 2021, S. 195, sieht er das erste Interesse an Marmor beim Homo heidelbergensis.

<sup>6</sup> Rosenberg 2021, S. 207-208.

<sup>7</sup> Barry 2020, S. 5.

<sup>8</sup> Rosenberg 2021, S. 191.

<sup>9</sup> Ibidem, S. 192.

Klosters, in San Vitale, in Hosios Lukas oder im Felsendom.<sup>10</sup> Fabio Barry zeigt als ein weiteres Beispiel für den islamischen Kulturraum eine Abbildung, in der Marmor sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen gespiegelt wurde, ohne auf diese Besonderheit näher einzugehen (Abb. 8).<sup>11</sup> Alle diese Bauwerke dienten besonders repräsentativen Zwecken. In der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts wurde die Tradition der Marmorinkrustation im päpstlichen Rom wieder aufgenommen.<sup>12</sup> Die Kirchen erstrahlten im Inneren, da das durch die Fenster einströmende Licht vom polierten Marmor reflektiert wurde.<sup>13</sup> In manchen Marmorsorten lassen große Calcit-Kristalle den Anschein erwecken, der Stein leuchte selbst.<sup>14</sup> In der Neuzeit verwendete Adolf Loos beim Looshaus gespiegelt verlegte Marmorplatten als *material-based ornament*.<sup>15</sup> Rosenberg geht genauer auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Marmorierung ein und bezieht dabei unterschiedliche Materialien und Techniken, in teils weit voneinander entfernten Regionen und zu verschiedenen Zeiten, ein.<sup>16</sup>



Abb. 6: Flintbeil

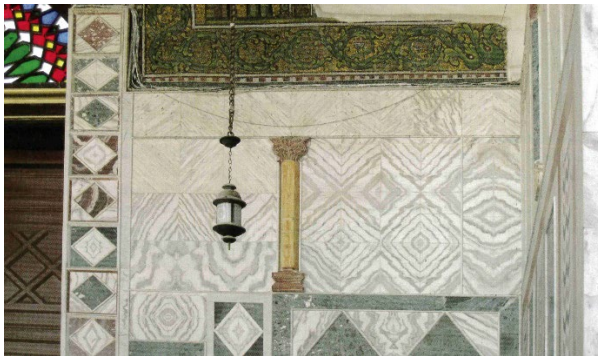


Abb. 8: Große Moschee, Damaskus



Abb. 7: Pantheon, Rom

Marmor ist mehr als ein Ornament. Dieses kann unendlich oft wiederholt werden und soll keine Aufmerksamkeit erregen. Marmor kann zwar dupliziert werden, aber jede einzelne Marmorplatte ist in ihrer Unregelmäßigkeit in Farbe und Struktur ein Unikat.<sup>17</sup>

<sup>10</sup> Rosenberg 2021, S. 193.

<sup>11</sup> Barry 2020, S. 205, Fig. 8.13.

<sup>12</sup> Rosenberg 2021, S. 208.

<sup>13</sup> Johannes 8,12: „Ich bin das Licht der Welt“.

<sup>14</sup> Barry 2011, S. 135.

<sup>15</sup> Trilling 2001, S. 198.

<sup>16</sup> Rosenberg 2021, S. 207-208.

<sup>17</sup> Ibidem, S. 210.

Diese Einzigartigkeit determiniert seinen Mehrwert. Zusätzlich kann man die ästhetische Wirkung steigern, sei es durch die Auswahl von Farben und Strukturen beziehungsweise deren Kombination, oder, noch mehr durch die gespiegelte Verlegung von Buntmarmorplatten entlang einer senkrechten und/oder waagrechten Symmetrieachse.<sup>18</sup> Mehrfache Symmetrien erhält man, wenn sie nebeneinander gereiht werden. Dabei wird ein Ziehharmonika-Effekt erzielt.<sup>19</sup> Die Spiegelung kann auch anhand einer senkrechten und waagrechten und somit doppelten Symmetrieachse erfolgen.<sup>20</sup> In all diesen Fällen ist die ästhetische Wirkung höher als bei einem Ornament.

Der Forschungsstand gibt über technische Studien, Abbau, Transport, Verarbeitung, Wert oder repräsentative Funktion des Marmors in der Literatur ausreichend Antwort.<sup>21</sup> Marmorinkrustationen wurden in der Vergangenheit erwähnt, aber nur selten wurde auf ihre künstlerischen und ästhetischen Aspekte näher eingegangen.<sup>22</sup> Das Thema Marmor und Ästhetik wird zum ersten Mal von Heinrich-Josef Klein in einer eigenen Dissertation erforscht.<sup>23</sup> Dabei schafft er Verwirrung, da er Marmorierung und Marmorimitation nicht unterscheidet.<sup>24</sup> Sein Schwerpunkt liegt auf den Themen Farben, Musterung, deren Zusammenstellung und die sich ergebende Wirkung.<sup>25</sup> Speziell zu erwähnen ist das Kapitel *Marmor und Marmorierungen vom 15.-19. Jh. in Italien*.<sup>26</sup> Er geht aber kaum auf gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten ein. Annette Kleinert widmet der Beschreibung von Marmorinkrustationen in Bauwerken und deren ästhetischen Wert viel Platz, geht aber ebenfalls wenig auf gespiegelte (*gestürzte*) Marmorplatten ein.<sup>27</sup> Barry beschreibt ausführlich die ästhetische Funktion des Marmors und ist der erste Autor, der den gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten

---

<sup>18</sup> Andere Bezeichnungen dafür sind: *Stürzung* (Klein 1976, S. 12), *book-matching* (Barry 2020, S. 178), *book-matched revetment*, *bilateral symmetry*, *twinning* (Barry 2011, S. 222), *book-matched* (Rosenberg 2021, S. 196), *mirroring marbled* (Rosenberg 2021, S. 210), *matchbooking*, *twin booking* (Halper 2001, S. 108).

<sup>19</sup> Da dies eine simple Steigerung der einfachen Spiegelung darstellt, wurde diese Variante nicht näher untersucht. Andere Bezeichnungen dafür sind: *bellows* oder *accordion revetment* (Barry 2011, S. 778).

<sup>20</sup> Andere Bezeichnungen dafür sind: *kreuzförmig 'gestürzt'* (Klein 1976, S. 157, Hervorhebung im Original), *double book-matching* (Rosenberg 2021, S. 194), *quatering* (Barry 2011, S. 223), *triple-booking* (Halper 2001, S. 108).

<sup>21</sup> Barry 2011, S. 1.

<sup>22</sup> Rosenberg 2021, S. 205-206, nennt als Ausnahmen Plinius *Natural History* sowie die Beschreibung der Hagia Sophia durch Procopius von Caesarea und Paul the Silentiary.

<sup>23</sup> Klein 1976.

<sup>24</sup> Ibidem, S. 11, setzt beide per Definition gleich, womit die Leserin nicht immer sicher sein kann, wann natürlicher Marmor gemeint ist.

<sup>25</sup> Ibidem, S. 13, verweist dabei auf das himmlische Jerusalem.

<sup>26</sup> Ibidem, S. 75-202.

<sup>27</sup> Kleinert 1979.

eigene Abschnitte widmet.<sup>28</sup> Rosenberg verweist zunächst auf die Tradition des Marmors<sup>29</sup> und seine ästhetische Funktion.<sup>30</sup> Er verbindet die verzögerte Formerkennung der nicht perfekten Symmetrie bei gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten mit einem erhöhten ästhetischen Reiz.<sup>31</sup> Dabei betont er auch das mimetische Potential des Marmors, zum Beispiel „faces, figures, landscapes and other things that appear to be pictured“.<sup>32</sup> Barry nennt als Beispiel für diese Pareidolie das scheinbare Bild eines Mönchs mit einem Chorknaben, vermeintlich zu sehen in einer gespiegelt verlegten Marmorplatte in San Vitale.<sup>33</sup> Rosenberg verweist zusätzlich auf die amimetische Ästhetik, die dem Marmor innewohnt.<sup>34</sup>

Die vorliegende Untersuchung soll die Behauptung, dass eine nicht perfekte Symmetrie bei gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten tatsächlich zu einem höheren ästhetischen Reiz führt, empirisch überprüfen. Daraus lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

1. Gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten weisen höhere Werte beim Gefallen auf als nicht gespiegelte. Innerhalb der Gruppe der gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten werden vertikale Achsen bevorzugt, gefolgt von doppelten Symmetrien. Horizontale Achsen erzielen die geringsten Werte beim Gefallen.
2. Sakkaden verbinden signifikant häufiger Spiegelbereiche als der Zufallswert. Und es gibt weitere typische Blickbewegungsmuster, die signifikant sind.
3. Ein höherer Wert beim Gefallen steht in einem positiven Zusammenhang mit der Anzahl an Treffern für die jeweilige typische Blickbewegung.
4. Spiegelungen, die sich aus dem Produktionsprozess ergeben und nicht perfekt sind, werden besser bewertet als computergenerierte perfekte Symmetrien. Und kontrastreiche Stimuli werden besser bewertet als kontrastarme.

---

<sup>28</sup> Barry 2011, S. 222-227 und 227-230.

<sup>29</sup> Rosenberg 2016b, S. 110, verweist auf die Jahrtausende alte Tradition der Imitation von Marmorierung (in Form von Bildern, Glas, Keramik und Papier, vgl. auch Rosenberg 2007, S. 55-72.) und führt an, dass die älteste Form der Ornamentierung Steinmuster sind. Vgl. auch Rosenberg 2021, S. 197-205.

<sup>30</sup> Vgl. Rosenberg 2007, S. 62, die *Vier Aspekte des ästhetischen Zufalls*.

<sup>31</sup> Rosenberg 2021, S. 206, führt als älteste Quelle für die Verwendung des Begriffs *vaghezza* („charm and indeterminacy“, Übersetzung von Raphael Rosenberg) im Zusammenhang mit Marmorierung Cesare Cesariano (1521) an. Filippo Baldinucci (1681) dachte vermutlich als erster über die ästhetischen Qualitäten der Marmorierung als ornamentales Muster nach. Auf S. 210 erklärt Rosenberg sein Konzept der verzögerten Formerkennung genauer.

<sup>32</sup> Rosenberg 2021, S. 187.

<sup>33</sup> Barry 2020, S. 180, Fig. 7.14 und Fig. 7.15.

<sup>34</sup> Rosenberg 2021, S. 187.

Nicht untersucht werden Einflüsse der Farbe und Struktur der Buntmarmorplatten, Marmorimitate, Opus Sectile und Mosaike. Auch die Erregung der Aufmerksamkeit, Fixationsdauer beziehungsweise die Richtung der Sakkaden sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Vier Gruppen von Stimuli wurden gebildet: Buntmarmorplatten ohne, mit vertikaler, mit waagrecht sowie mit lotrecht und horizontaler Spiegelachse. Für die Buntmarmorplatten ohne Symmetrieachsen wurden zwei in ihrer Struktur grundlegend verschiedene Stimuli gezeigt (1A und 1B). Für die drei Gruppen mit Spiegelachsen wurden je zwei Bilder, die sich in ihrem Kontrast stark unterscheiden, ausgewählt (vertikal: 2A und 2B, horizontal: 3A und 3B, lotrecht und waagrecht: 4A und 4B). Diese beiden sich durch ihren Kontrast unterscheidenden Bilder wurden zusätzlich für alle drei Spiegelachsenvarianten sowohl im Original, also in der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden nicht perfekten Symmetrie, als auch computergeneriert künstlich gespiegelt gezeigt (z. B. natürlich: 2A, perfekt: 2A'). Bei der perfekten Symmetrie der vertikalen und horizontalen Spiegelungen wurden eine Hälfte an ihrer Symmetrieachse gespiegelt, um den Farb- und Strukturcharakter der Originalabbildung zu erhalten und den Vergleich ohne verzerrende Effekte zu ermöglichen. Analog wurde bei den Spiegelungen mit lotrechter und waagrecht Symmetrieachse ein Viertel des Originals auf die drei anderen Quadranten übertragen.

Methodisch erfolgte die Untersuchung<sup>35</sup> durch Eye-Tracking.<sup>36</sup> Zwei Gruppen von Probandinnen<sup>37</sup> wurden gebildet.<sup>38</sup> Jeder Gruppe wurde in zufälliger Reihenfolge acht quadratische Stimuli je 20 Sekunden lang gezeigt.<sup>39</sup> Die erste Gruppe bekam folgende Stimuli zu sehen: 1A und 1B (ohne Spiegelachse), 2A (vertikale Spiegelachse,

---

<sup>35</sup> Die Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Universität Wien im Mai 2022 genehmigt.

<sup>36</sup> Das verwendete Gerät war ein SR Research Eyelink Eyetracker. Die Auswertung erfolgte mit den Programmen Eyelink Dataviewer sowie Eyelink Tracker. Dabei wurde die Standardkalibrierung von 9 Punkt verwendet.

<sup>37</sup> Da sich die Mehrzahl (49) der ausgewerteten Probandinnen als weiblich bezeichnet hat (9 männlich, 1 divers, 1 ohne Angabe), wird im Folgenden generell nur die weibliche Schreibweise verwendet und auf das Gendern verzichtet. Die nicht weiblichen Probandinnen sind mit der weiblichen Schreibweise mitgemeint.

<sup>38</sup> Die Probandinnen wurden über die Plattform CogSciHub akquiriert. Die Daten wurden im Mai und Juni 2022 erfasst. Das angegebene Durchschnittsalter der gewerteten Probandinnen betrug 24,7 Jahre. Deren angegebene durchschnittliche Anzahl der Semester des Studiums der Kunstgeschichte an der Universität Wien lag bei knapp über 7 Semester. Die Anzahl der Probandinnen lag bei insgesamt 60. Die Gruppe 1 umfasste 29 Probandinnen, die Gruppe 2 31. Die Differenz erklärt sich aus 63 Aufnahmen, von denen 3 aus Qualitätsgründen eliminiert wurden. Dabei wurden 29 untersuchte Aufnahmen der Gruppe 1 sowie 31 Aufnahmen der Gruppe 2 in der Arbeit berücksichtigt.

<sup>39</sup> Die Bildschirmauflösung betrug 2.160 x 2.160 Pixel, der Rest der Bildschirmfläche links und rechts bleibt frei. Die Reihenfolge der Bilder wurde randomisiert.

kontrastreich, sich aus dem Produktionsprozess ergebend), 2B' (vertikale Spiegelachse, kontrastarm, computergeneriert), 3A und 3B' (horizontale Spiegelachse, Rest analog) beziehungsweise 4A und 4B' (lotrechte und waagrechte Spiegelachse). Die zweite Gruppe bekam folgende Stimuli zu betrachten: 1A, 1B, 2A', 2B, 3A', 3B, 4A' und 4B). Unmittelbar nach jedem einzelnen gezeigten Bild wurde dieses von der Probandin anhand einer 7-teiligen Likert-Skala bewertet.

Im ersten Kapitel wird das Gefallen analysiert, das zweite Kapitel befasst sich mit den typischen Blickbewegungen. Diese sind der direkte Nachvollzug von Spiegelbereichen,<sup>40</sup> der Nachvollzug der Spiegelachse selbst sowie die Clusterbildung. Ziel dieses Kapitels ist die Beantwortung der Frage, ob die Anzahl der jeweils als Treffer definierten Sakkaden den Zufallswert signifikant übersteigt und somit allgemein als typisch gelten kann. Die Conclusio verbindet die Ergebnisse. Da die Daten dieser Arbeit empirisch erhoben und statistisch ausgewertet werden,<sup>41</sup> kommt der typische kunstgeschichtliche Schreibstil zu kurz. In dieser Untersuchung werden interdisziplinäre Methoden verwendet,<sup>42</sup> die bei Untersuchungen innerhalb der Geisteswissenschaften bisher nur selten angewandt werden und deren statistische Auswertung einen überwiegend schematischen Schreibstil bedingen. Da die Summe aller Tabellenblätter aller Auswertungen ca. 4.000 Seiten umfasst, wird auf die vollständige Darstellung verzichtet.

Das folgende Kapitel stellt die quantitativen Ergebnisse des Gefallens dar.

---

<sup>40</sup> Ebenfalls interessant wären die Ergebnisse des indirekten Nachvollzugs der Spiegelbereiche gewesen. Damit ist gemeint, dass eine Blickbewegung vom ursprünglichen Punkt ausgehend erst nach mehreren Sakkaden den dazugehörigen Spiegelbereich nachvollzieht. Darauf wurde in dieser Arbeit verzichtet. Der Grund liegt in der Komplexität der Berechnung: Wenn nach drei Sakkaden der Spiegelbereich des Ausgangspunkts der ersten Blickbewegung getroffen wird, dann ist von einem Treffer auszugehen. Mit der zunehmenden Anzahl an Blickbewegungen, die dazwischen liegen, steigt aber die Wahrscheinlichkeit für einen Zufallstreffer. Somit müsste für jede Anzahl von Sakkaden, die dazwischen liegen, ein eigener Erwartungswert berechnet werden. Manche Probandinnen haben mehr als hundert Sakkaden, die statistische Ausarbeitung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

<sup>41</sup> Die detaillierten statistischen Auswertungen in der Conclusio erfolgten gemäß Bates et al. 2015, Cohen 2013 und Whittaker/Furlow 2009.

<sup>42</sup> Rosenberg 2016a weist generell auf diese Notwendigkeit hin (bezüglich Eye-Tracking geht er genauer auf S. 310-311 ein).

## **1 Quantitative Analyse des Gefallens**

Zu Beginn der folgenden Unterkapitel werden die Stimuli vorgestellt und kurz beschrieben. Die anschließenden Tabellen stellen die Gesamtergebnisse der jeweiligen Gruppe vor. Die Spalten der Tabellen geben jeweils das untersuchte Bild, den Minimalwert, das erste Quartil, den Median, das dritte Quartil, den Maximalwert, den Mittelwert, die Standardabweichung sowie die Anzahl der Versuchspersonen an. Die erste und die letzte Zeile stehen für die Ergebnisse der Gruppe von Versuchspersonen mit ungerader VP-Nummer (Anzahl Probandinnen 29), die beiden mittleren Zeilen zeigen die Ergebnisse der Versuchspersonen mit gerader VP-Nummer (Anzahl Probandinnen 31) an. Somit steht beispielsweise in der ersten Zeile das Ergebnis der ersten Gruppe für das Bild 2A, in der zweiten das der zweiten Gruppe für 2A'. In der dritten Zeile befindet sich das Resultat der zweiten Gruppe für 2B und in der letzten das der ersten Gruppe für 2B'. Bei den Bildergruppen 3 und 4 wurde in den Folgekapiteln analog vorgegangen. Damit ist zur besseren Übersichtlichkeit gewährleistet, dass die Ergebnisse der beiden kontrastreichen und kontrastarmen Stimuli jeweils übereinanderstehen. Nur im ersten Kapitel, das nicht gespiegelt verlegte Marmorplatten analysiert, werden die beiden Gruppen, da sie die gleichen Stimuli gezeigt bekamen, summiert.

## 1.1 Ergebnisse bei nicht gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten

Die ersten beiden Abbildungen (Abb. 9 und Abb. 10) zeigen nicht gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten:



Abb. 9: Bild 1A



Abb. 10: Bild 1B

Die linke Abbildung (Abb. 9) zeigt den Stimulus 1A mit leicht aufsteigender Schichtung in grünen Schattierungen. Diese Struktur ergibt sich durch geologische Vorgänge. Die rechte Abbildung (Abb. 10) zeigt den Stimulus 1B mit deutlichen Flecken in braunen Erdtönen, ohne dass eine geologische Schichtung zu erkennen ist.

Die folgende Tabelle 1.1 stellt die Summe der Ergebnisse des Gefallens für diese beiden Stimuli dar:

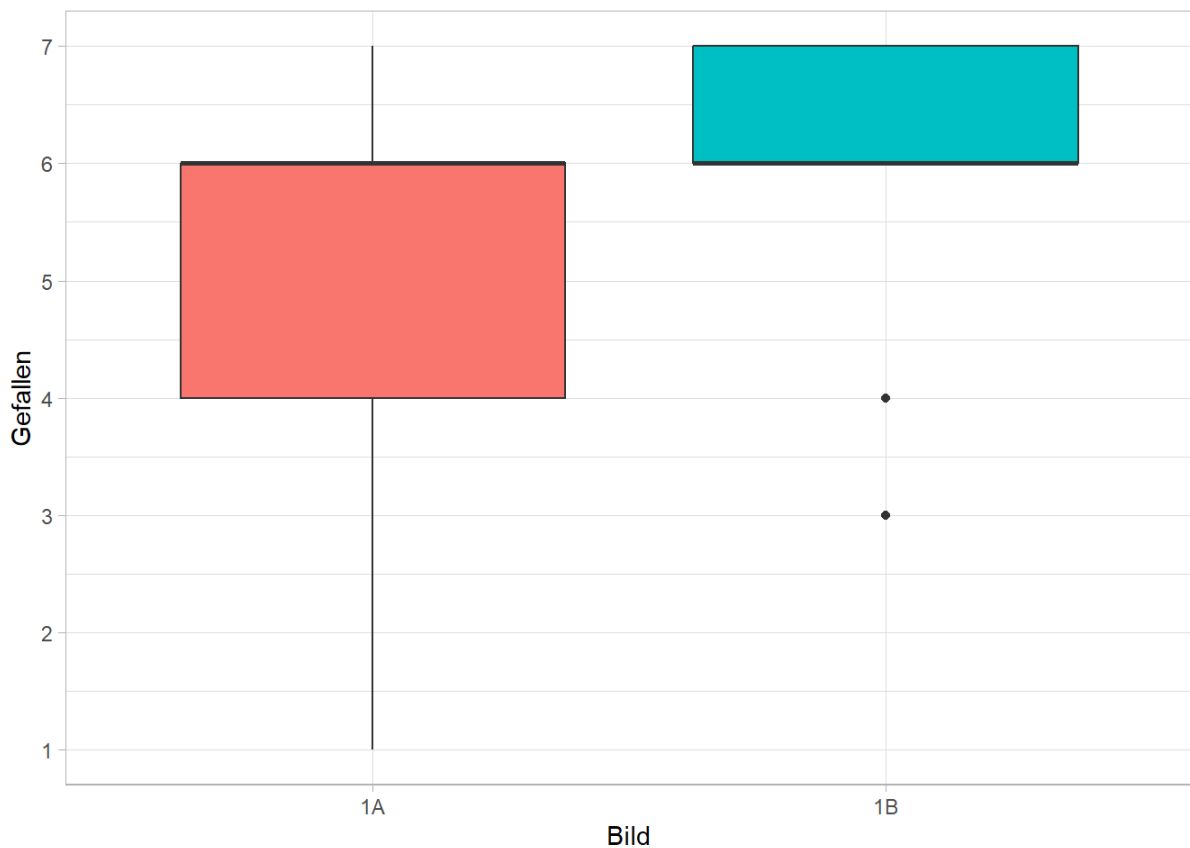
| Bild | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n  |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|----|
| 1A   | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,133 | 1,702 | 60 |
| 1B   | 3,0 | 6,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,933 | 1,118 | 60 |

Tabelle 1.1

Der Mittelwert von 1B ist höher, die Standardabweichung dafür numerisch kleiner.

Die folgenden Boxplots 1.1 zeigen, dass das Minimum bei 1A mit 1 niedriger ist als bei 1B mit 3. Während 1A bei dem ersten Quartil den Wert 4 und erst beim Median den Wert 6 erreicht, liegt bei 1B das erste Quartil bereits bei dem Wert 6. Der Wert für das dritte Quartil ist beim Stimulus 1B sehr hoch, zumindest ein Viertel der Probandinnen hat diesen mit dem höchsten Wert von 7 bewertet. Nur zwei weitere der insgesamt 14

untersuchten Bilder haben hier gleich gut abgeschnitten (4A und 4A'). 1A erreicht hier den Wert 6. Bei 1B gibt es nur zwei Ausreißer, die den Stimulus entgegen dem allgemeinen Trend unterdurchschnittlich bewertet haben.



### Boxplots 1.1

Zu Beginn aller folgenden Unterkapitel werden jeweils die vier gezeigten Stimuli vorgestellt. Die beiden oberen Stimuli zeigen die natürliche Spiegelung, die sich aus dem Produktionsprozess ergeben hat. Der linke Stimulus zeigt den kontrastreichen, der rechte den kontrastarmen. Die zwei unteren Stimuli zeigen computergenerierte perfekten Symmetrien. Auch hier ist der linke Stimulus der kontrastreiche, der rechte der kontrastarme. Der Versuchspersonengruppe mit den ungeraden VP-Nummern wurde jeweils das linke obere sowie das rechte untere Bild gezeigt. Die Probandinnengruppe mit den geraden VP-Nummern betrachtete jeweils den rechten oberen und den linken unteren Stimulus.

## 1.2 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse

Die senkrechte Spiegelachse kommt sehr häufig vor, wie zum Beispiel bei Gesichtern. Diese sind aber nie eine perfekte Spiegelung und daher vergleichbar mit den beiden oberen Stimuli 2A und 2B (Abb. 11 und Abb. 12), die ein produktionsprozessbedingtes Ergebnis abbilden. Die beiden unteren Stimuli 2A' und 2B' (Abb. 13 und 14) zeigen computergenerierte perfekte Spiegelungen. Folgende Abbildungen (Abb. 11-14) wurden den Probandinnen gezeigt:

Abb. 11: 2A



Abb. 12: 2B



Abb. 13: Bild 2A'

Abb. 14: Bild 2B'

Die linken Abbildungen 2A und 2A' (Abb. 11 und Abb. 13) zeigen Buntmarmor mit einer sehr markanten Zeichnung. Dominant ist die V-förmige Struktur in den

Farbschattierungen orange bis braun. Diese setzt sich rechts und links unten sowie im oberen Teil mittig in etwas weniger markanten Farben fort. Darüber liegt eine auf dem Kopf stehende V-förmige Struktur in blässeren Tönen. Diese wird seitlich von zwei zusätzlichen zarteren Adern begleitet. Die beiden rechten Stimuli 2B und 2B' (Abb. 12 und 14) werden in der unteren Hälfte farblich durch braune Adern akzentuiert, die sich nach oben zu den Seiten öffnen. In der oberen Hälfte setzen sich die Adern wieder verjüngend mit etwas dezenteren Farben und einem flacheren Winkel fort, um in einer kronenförmigen Struktur ihren Abschluss zu finden.

Die Tabelle 1.2 stellt die Summe der Ergebnisse des Gefallens für die Stimuli mit senkrechter Spiegelachse dar:

| Bild | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n  |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|----|
| 2A   | 1,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,172 | 1,794 | 29 |
| 2A'  | 2,0 | 3,5 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,839 | 1,675 | 31 |
| 2B   | 2,0 | 3,5 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,032 | 1,663 | 31 |
| 2B'  | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,276 | 1,623 | 29 |

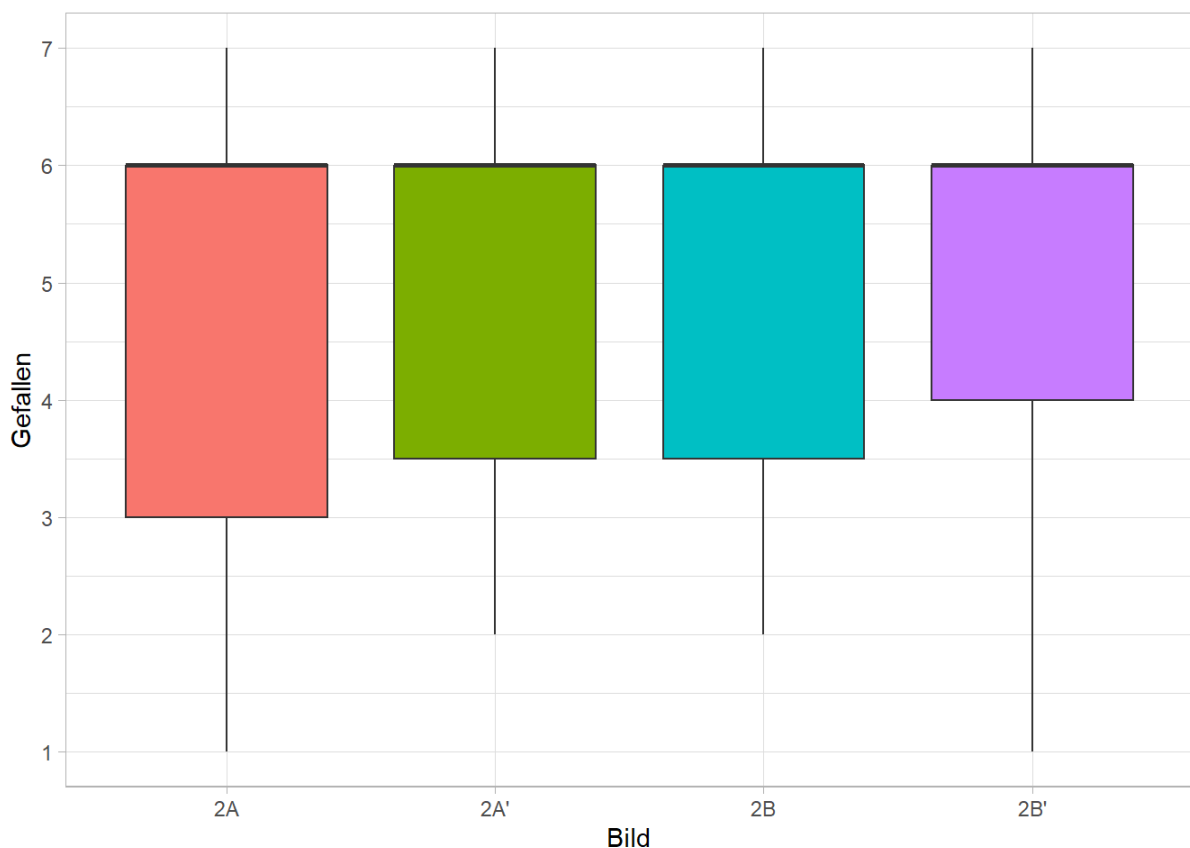
Tabelle 1.2

Die Mittelwerte liegen nahe beisammen. Am besten wird der perfekte kontrastarme Stimulus (2B') mit 5,27 Punkten bewertet, gefolgt von der natürlichen Spiegelung des kontrastreichen (2A) mit einem Wert von 5,17. Der natürliche kontrastarme Stimulus (2B) erreicht 5,03 Punkte, der künstliche kontrastarme (2B') 4,84.

Auf den ersten Blick ist das Ergebnis kontrovers. Während der Mittelwert der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden natürlichen Spiegelung des kontrastreichen Bildes (2A) besser bewertet wird als seine computergenerierte perfekte Spiegelung (2A'), verhält es sich beim kontrastärmeren Bild (2B und 2B') genau umgekehrt. Ein widersprüchliches Ergebnis zeigen bei den kontrastreichen Stimuli (2A und 2A') das Minimum und das erste Quartil. Entgegen den Ergebnissen des Mittelwerts, bei dem die natürliche Symmetrie (2A) besser bewertet wird als die künstliche (2A'), wird der computergenerierte Stimulus (2A') beim Minimum und beim ersten Quartil besser bewertet als der Stimulus (2A), der sich aus dem Produktionsprozess ergeben hat.

Die folgenden Boxplots 1.2 zeigen die Tendenz der Reihung zwischen den kontrastreichen und kontrastarmen Motiven. Beide Gruppen bewerten jeweils das kontrastärmere (2B und 2B') höher als das kontrastreichere Motiv (2A und 2A'). Das

Minimum ist bei der natürlichen kontrastreichen Spiegelung (2A) mit dem Wert 1 genauso groß wie bei der künstlichen kontrastarmen (2B'). Die beiden anderen Stimuli (2A' und 2B) erzielen ein Minimum von 2. Das erste Quartil hat bei der natürlichen kontrastreichen Spiegelung (2A) einen Wert von 3. Die künstliche kontrastreiche (2A') und die natürliche kontrastarme Spiegelung (2B) erreichen jeweils einen Wert von 3,5. Am besten schneidet der computergenerierte kontrastarme Stimulus (2B') mit einem Wert von 4 ab. Der Median und das dritte Quartil haben bei allen einen Wert von 6. Das Maximum beträgt bei allen Stimuli 7.



## Boxplots 1.2

Eine waagrechte Spiegelachse ist im tagtäglichen Leben seltener zu sehen, ein Beispiel dafür ist die Spiegelung des Hintergrunds in einem See. Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse einer waagrechten Spiegelachse präsentiert.

### 1.3 Ergebnisse bei waagrecht Spiegelachse

Die beiden oberen Abbildungen 3A und 3B (Abb. 15 und 16) zeigen die sich aus dem produktionsbedingten Prozess ergebenden natürlichen Spiegelungen. Die Spiegelung der beiden unteren Stimuli 3A' und 3B' (Abb. 17 und 18) wurden computergeneriert. Den Versuchspersonen wurden folgende Abbildungen (Abb. 15-18) gezeigt:

Abb. 15: Bild 3A

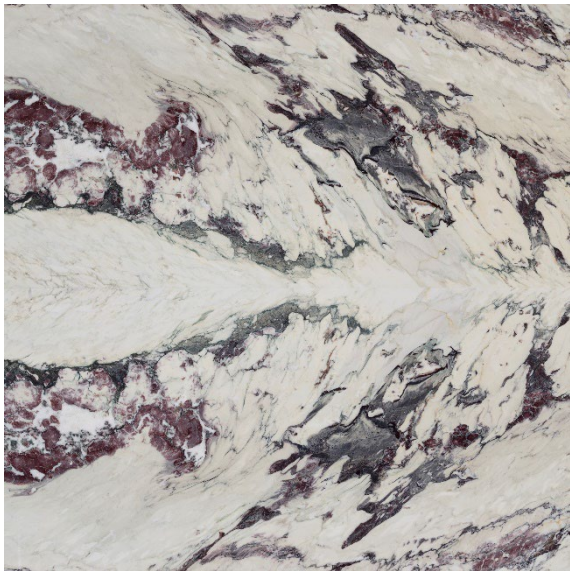


Abb. 16: Bild 3B

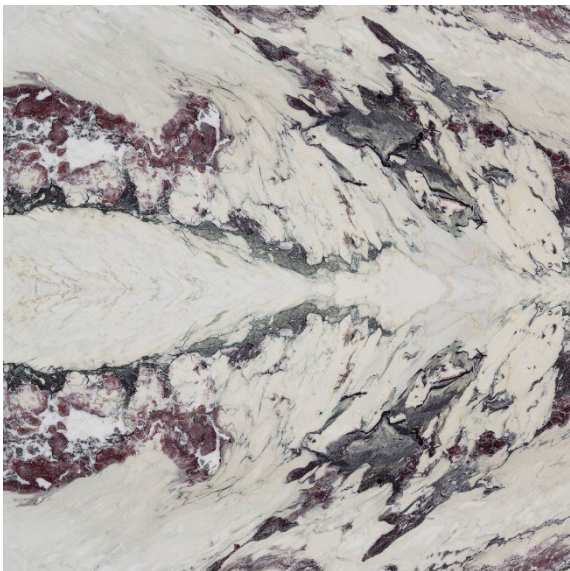


Abb. 17: Bild 3A'



Abb. 18: 3B'

Die beiden linken Stimuli 3A und 3A' (Abb. 15 und 17) zeichnen sich farblich durch deutliche Strukturen in Violett- und Grautönen vor einem hellen Hintergrund aus. Die drei Schichtungen - die linke etwas flacher und gebogen, die mittlere etwas steiler sowie die rechte, nur noch angedeutet - bilden in ihrer Spiegelung eine deutlich den

Blick nach rechts ziehende Wirkung. Die beiden rechten Abbildungen 3B und 3B' (Abb. 16 und 18) zeigen in sehr dezenten Grautönen eine sich nach rechts hin öffnende leicht kurvige Maserung. Die Außenbereiche sind dunkler als der innere Bereich. In der Mitte, leicht links versetzt, nimmt eine etwas dunklere Ader das sich öffnende Muster noch einmal auf und verläuft dabei etwas steiler.

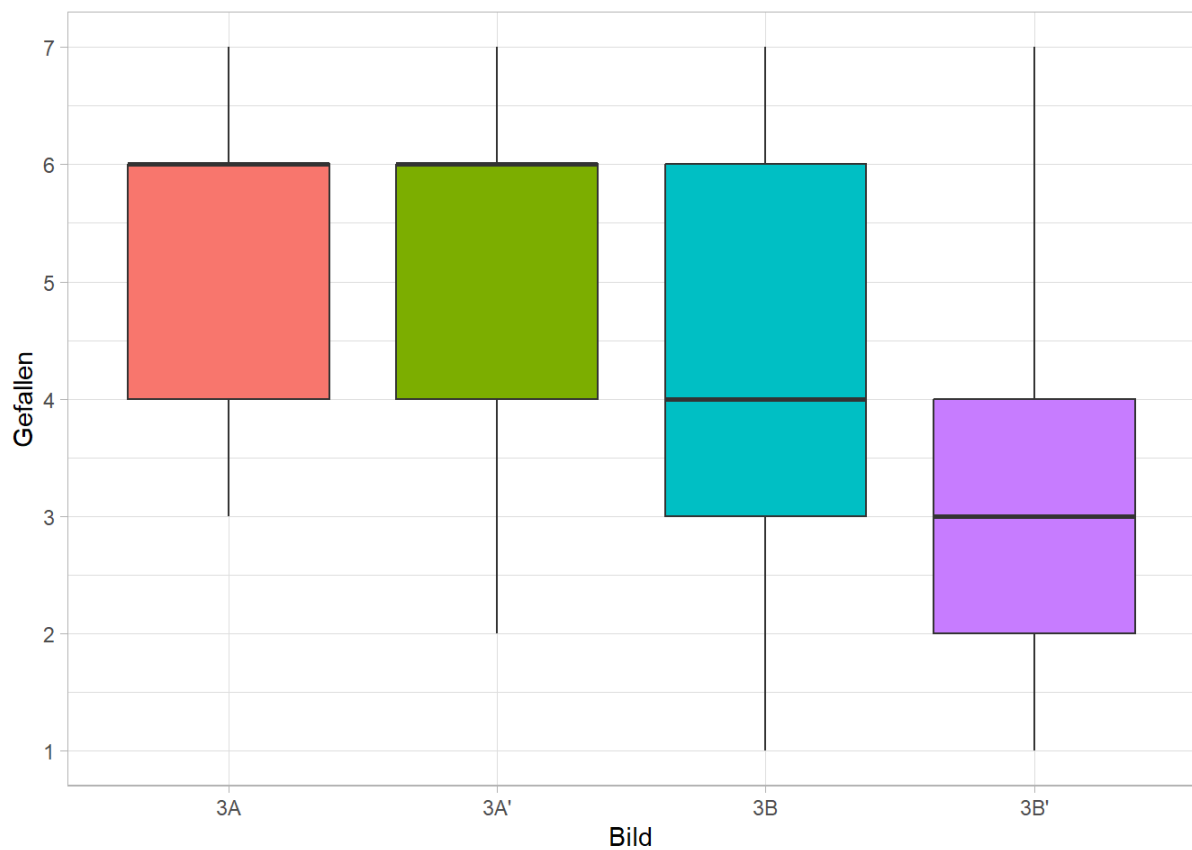
Die folgende Tabelle 1.3 zeigt die Summe der Ergebnisse des Gefallens für die Abbildungen mit waagrechter Spiegelachse:

| Bild | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n  |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|----|
| 3A   | 3,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,207 | 1,320 | 29 |
| 3A'  | 2,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,065 | 1,504 | 31 |
| 3B   | 1,0 | 3,0 | 4,0    | 6,0 | 7,0 | 4,129 | 1,727 | 31 |
| 3B'  | 1,0 | 2,0 | 3,0    | 4,0 | 7,0 | 3,517 | 1,573 | 29 |

Tabelle 1.3

Das Ergebnis ist eindeutig. Die sich aus dem Produktionsprozess ergebende natürliche Spiegelung (3A und 3B) wird von beiden Gruppen in allen Bereichen besser bewertet als die jeweilige computergenerierte perfekte Symmetrie (3A' und 3B'). Und auch das kontrastreiche Bild (3A und 3A') wird von beiden Gruppen einheitlich mehr geschätzt als das kontrastarme (3B und 3B').

Die Boxplots 1.3 zeigen, dass der Minimalwert bei den kontrastarmen Stimuli (3B und 3B') mit 1 am niedrigsten ist, gefolgt vom computergenerierten kontrastreichen Bild (3A') mit 2 und dem natürlichen kontrastreichen Stimulus (3A) mit 3. Sowohl das erste Quartil als auch der Median folgen diesem Trend. Das dritte Quartil liegt nur bei der künstlichen Spiegelung des kontrastarmen Stimulus (3B') bei 4, bei allen anderen Abbildungen bei 6. Das Maximum beträgt bei allen Bildern 7.



### Boxplots 1.3

Während senkrechte Spiegelachsen häufig und waagrechte gelegentlich auftreten, ist die Spiegelung anhand einer senkrechten und waagrechten Spiegelachse ein im täglichen Leben seltener Fall. Die Ergebnisse für die Kombination der Symmetrieachsen werden im nächsten Kapitel gezeigt.

#### 1.4 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse

Auch hier stellen die beiden oberen Stimuli 4A und 4B (Abb. 19 und 20) ein Abbild des sich aus dem produktionsbedingten Prozess ergebenden Marmors dar. Die unteren beiden 4A' und 4B' (Abb. 21 und 22) sind wieder computergenerierte Spiegelungen. Folgende Stimuli (Abb. 19-22) wurden den Probandinnen gezeigt:

Abb. 19: Bild 4A



Abb. 20: Bild 4B



Abb. 21: Bild 4A'



Abb. 22: Bild 4B'

Die beiden linken Stimuli 4A und 4A' (Abb. 19 und 21) setzen farblich starke rötliche und schwarze Akzente. In den Ecken schwächen sich diese ab, sodass ein klares Zentrum entsteht, das sich in abgeschwächter Form nach links und rechts sowie oben

und unten fortsetzt. In der perfekten computergenerierten Spiegelung ist mittig ein Quadrat zu erkennen. Die Seitenkanten setzen sich in den Randbereichen fast exakt fort, womit sich eine neunteilige Struktur aus beinahe perfekten quadratischen Feldern ergibt. In der sich aus dem natürlichen Produktionsprozess ergebenden Spiegelung darüber ist dieses geometrische Muster nur verzerrt und weit weniger deutlich zu erkennen. Die beiden rechten Stimuli 4B und 4B' (Abb. 20 und 22) bilden mit vom Zentrum ausgehenden grauen und dünnen braunen Adern eine sternförmige Struktur, der Unterschied zwischen der natürlichen und künstlichen Spiegelung ist marginal.

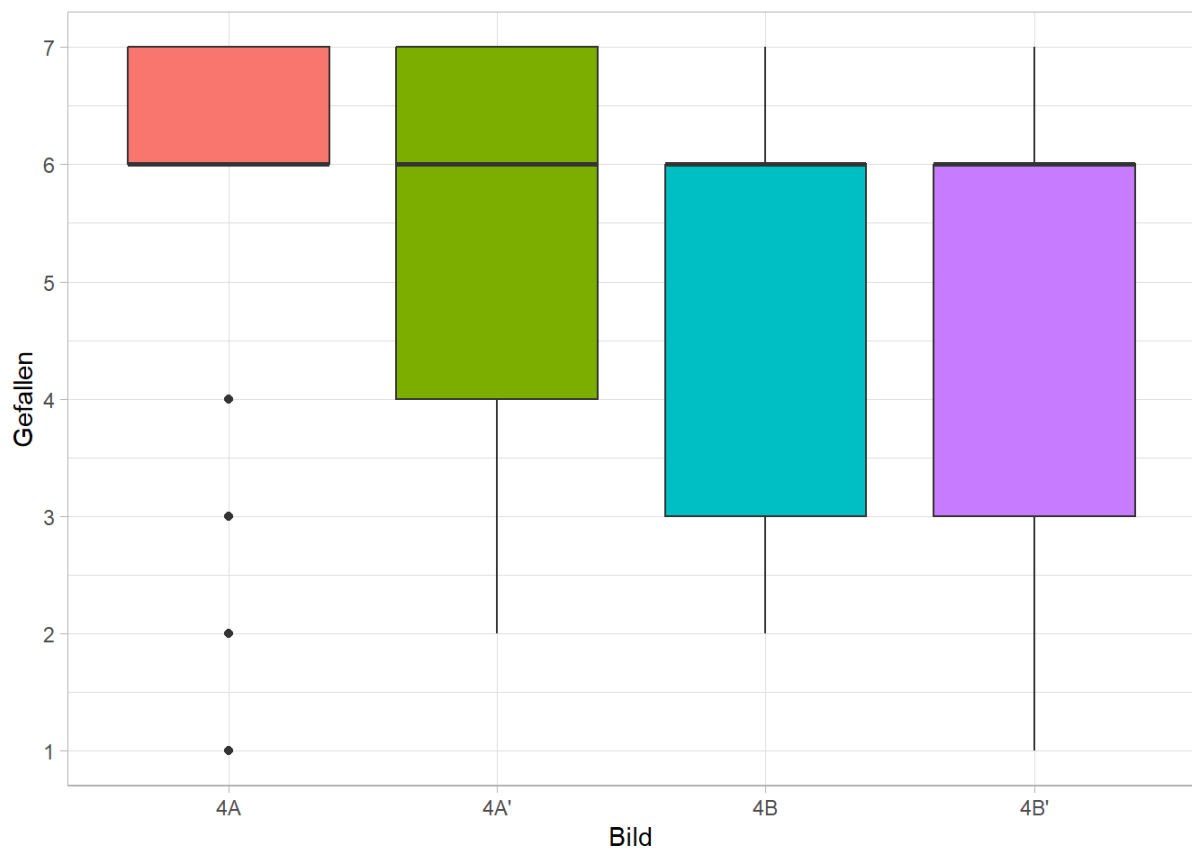
Die folgende Tabelle 1.4 zeigt die Summe der Ergebnisse des Gefallens für die Stimuli mit senkrechter und waagrechter Spiegelachse:

| Bild | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n  |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|----|
| 4A   | 1,0 | 6,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,759 | 1,662 | 29 |
| 4A'  | 2,0 | 4,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,355 | 1,624 | 31 |
| 4B   | 2,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,839 | 1,614 | 31 |
| 4B'  | 1,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,552 | 1,956 | 29 |

Tabelle 1.4

Auch hier ist das Ergebnis eindeutig. Die sich aus dem Produktionsprozess ergebende natürliche Spiegelung (4A und 4B) wird jeweils gegenüber der computergenerierten perfekten (4A' und 4B') bevorzugt. Das Gleiche gilt auch für das Motiv, das kontrastreiche Bild (4A und 4A') gefällt besser als das kontrastarme Bild (4B und 4B').

Die Boxplots 1.4 veranschaulichen dieses Ergebnis. Die Minimalwerte sind bei der natürlichen kontrastreichen Spiegelung (4A) und bei der künstlichen kontrastarmen Symmetrie (4B') jeweils 1, bei den beiden anderen 2. Aber bereits das erste Quartil weist auf einige Ausreißer des Minimums bei der natürlichen kontrastreichen Symmetrie (4A) hin. Während die beiden kontrastarmen Stimuli (4B und 4B') mit 3 und das computergenerierte kontrastreiche Bild (4A') mit einer 4 bewertet wurde, lag bereits das erste Quartil der natürlichen kontrastreichen Spiegelung (4A) bei einer 6. Dieser Wert wurde von den drei anderen erst beim Median erreicht. Das dritte Quartil lag bei den kontrastarmen Stimuli (4B und 4B') bei 6, bei den kontrastreichen (4A und 4A') bereits bei 7 und damit auf gleicher Höhe mit dem Maximum der beiden anderen. Das heißt, zumindest ein Viertel der Probandinnen hat den kontrastreichen Stimuli die Bestnote verliehen.



#### Boxplots 1.4

Im folgenden Kapitel werden typische Blickbewegungsmuster näher untersucht. Die Stimuli sind dieselben.

## 2 Quantitative Analyse der Blickbewegungsmuster

Blickbewegungsmuster sind sehr individuell. Manche Probandinnen lassen ihre Blicke scheinbar ziellos über das gesamte Bild schweifen, andere konzentrieren sich hauptsächlich auf bestimmte Bereiche, wie zum Beispiel auf einen bestimmten Quadranten. In diesen Fällen kann seltener ein typisches Sakkadenverhalten festgestellt werden. Die meisten Probandinnen konzentrieren sich immer wieder auf bestimmte auffällige Stellen oder folgen mit ihren Sakkaden bestimmten Mustern. Dabei fällt bei der Individualität dieser Sakkaden immer wieder auf, dass das Blickverhalten einzelner Probandinnen bei manchen Stimuli keinem Muster folgt, bei anderen jedoch schon.

Folgende drei typische, häufig vorkommende Blickbewegungsmuster können beobachtet werden: Der direkte Nachvollzug von Spiegelbereichen, der Nachvollzug der Symmetrieachse(n) selbst und der Nachvollzug von Sakkadenhäufungen, hier Cluster genannt, in kleinen abgeschlossenen Bereichen. In den einzelnen Abschnitten wird untersucht, ob die einzelnen Blickbewegungsmuster auch statistisch signifikant sind. Als Exkurs wird eine kurze Ausführung angeschlossen, die ein auffälliges Blickverhalten bei einem bestimmten Stimulus ohne Spiegelachse zeigt.

In den einzelnen Unterkapitel werden jeweils vier Abbildungen gezeigt. Das linke obere Bild zeigt ein Beispiel des jeweiligen kontrastreichen Stimulus, der die produktionsbedingte natürliche Spiegelung aufweist, mit den Sakkaden einer Probandin, in denen sich das typische Blickverhaltensmuster nicht zeigt. Das rechte obere Bild zeigt ein Beispiel des kontrastärmeren Bildes, mit den Blickbewegungen einer Probandin, ebenfalls nicht dem typischen Blickverhaltensmuster entsprechend. Das linke untere Bild zeigt nur die Sakkadenabbildungen einer Probandin des gleichen kontrastreichen Stimulus, das dem jeweiligen typischen Sakkadenmuster entspricht. Das rechte untere Bild zeigt nur die Blickbewegungen einer Versuchsperson des kontrastärmeren Stimulus, auch dieses Mal mit dem typischen Blickverhaltensmuster.

Nach der Erklärung des Blickverhaltensmusters zu diesen Beispielen werden die Ergebnisse anhand von Tabellen und eines oder mehrerer Boxplots ausführlicher beschrieben.

## 2.1 Der direkte Nachvollzug von Spiegelbereichen

In diesem Kapitel werden alle Sakkaden als Treffer berücksichtigt, deren Endpunkt sich im gespiegelten Bereich des Ausgangspunkts befinden.<sup>43</sup> Dabei wird die Anzahl dieser Treffer mit dem Erwartungswert des Zufalls, 0,17 Prozent,<sup>44</sup> verglichen. Im Folgenden wird auf die Ergebnisse der lotrechten Symmetrieachse eingegangen.

---

<sup>43</sup> Als Treffer werden alle Sakkaden gezählt, deren Endpunkte sich im exakten Spiegelpunkt mit einem zusätzlichen Radius von 50 Pixel befinden, um die Unregelmäßigkeiten der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden natürlichen Spiegelung auszugleichen. Um das vergleichen zu können, werden diese 50 Pixel Radius zusätzlich auch bei den perfekten Spiegelungen berücksichtigt. Die Stimuli hatten eine Auflösung von 2.160 x 2.160 Pixel. Der exakte Spiegelpunkt wird folgendermaßen berechnet: Wenn der Anfangspunkt die Koordinaten x/y hat, dann gilt als Treffer bei einer vertikalen Spiegelachse der Punkt (2160-x/y), bei einer horizontalen Spiegelachse der Punkt (x/2160-y).

<sup>44</sup> Der Erwartungswert eines zufälligen Treffers ist  $50^2 \times \pi / 2160^2$ .

### 2.1.1 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse

Probandin 25 (Abb. 23) konzentriert sich auf den rechten oberen Quadranten, dabei speziell den Bereich rechts nahe der Spiegelachse. Einzelne Sakkaden erkunden die restliche Bildfläche. Die Verteilung der Blickbewegungen der Versuchsperson 42 (Abb. 24) ist wesentlich gleichmäßiger verteilt. Dabei zeigt sie aber ein sehr interessantes Muster, indem sie die Spiegelbereiche mit ihren Sakkaden nicht direkt, sondern erst nach mehreren Blickbewegungen dazwischen nachvollzieht.

Abb. 23: Bild 2A, VP 25



Abb. 24: Bild 2B, VP 42

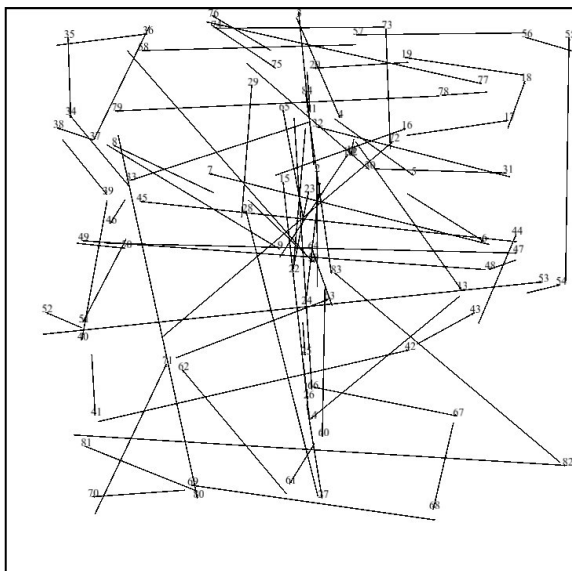
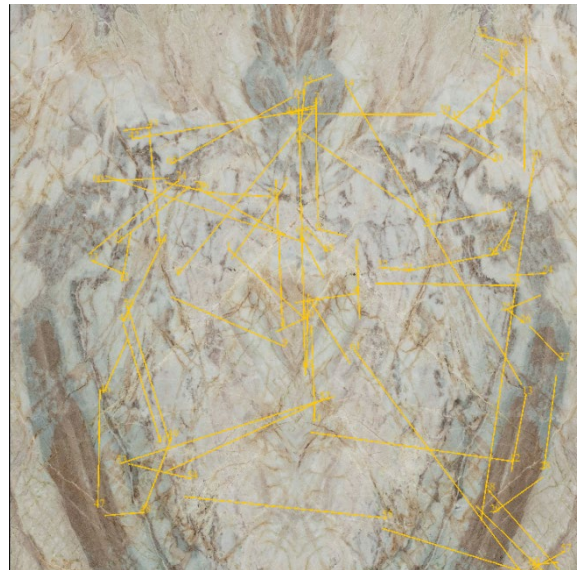


Abb. 25: Sakkaden zu Bild 2A', VP 54

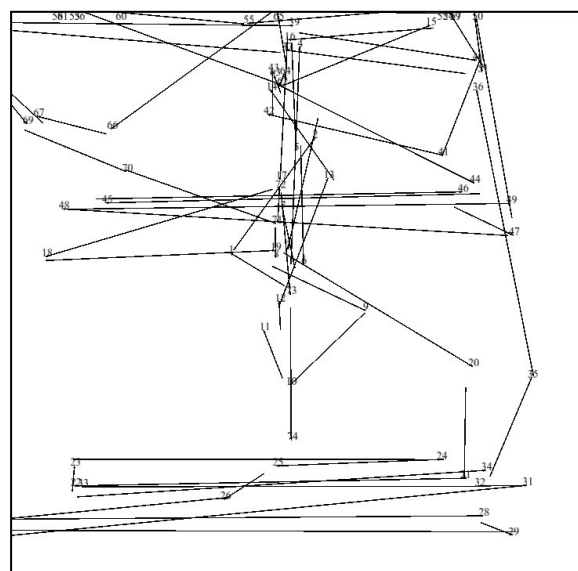


Abb. 26: Sakkaden zu Bild 2B', VP 43

Während in den beiden oberen Fällen die Spiegelachse von den Probandinnen nicht direkt nachvollzogen wird, ist dies in Abb. 26 bei der Versuchsperson 43 deutlich zu

erkennen. In Abb. 25 sind die Sakkaden nicht so parallel, die Probandin 54 betrachtet zwar ebenfalls die Spiegelbereiche, allerdings sind ihre Blickbewegungen nicht so auf den Punkt genau wie die der Probandin 43.

Bei vertikalen Spiegelungen liegt die durchschnittliche Erfolgswahrscheinlichkeit der Stichprobe bei **1,67 Prozent** (164 Treffer von 9.846 Sakkaden). Diese ist signifikant höher als der Erwartungswert von 0,17 Prozent ( $p = < 2.2e-16$ )<sup>45</sup>. (Diese sowie alle folgenden Hervorhebungen beziehen sich auf die jeweilige Fußnote.)

Die Tabelle 2.1.1.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit:<sup>46</sup>

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0109 | 0,0221 | 0,0840 | 0,0160 | 0,0202 | 120 |

Tabelle 2.1.1.1

Der Mittelwert liegt bei 1,6 Prozent. Der Minimalwert ist 0 Prozent, das ist auch der Wert des ersten Quartils. Der Median beträgt 1,09 Prozent, das dritte Quartil 2,21 Prozent. Der Maximalwert liegt bei 8,4 Prozent.

Die Tabelle 2.1.1.2 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 2A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0208 | 0,0840 | 0,0161 | 0,0224 | 29 |
| 2A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0105 | 0,0223 | 0,0748 | 0,0153 | 0,0200 | 31 |
| 2B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0108 | 0,0159 | 0,0654 | 0,0122 | 0,0155 | 31 |
| 2B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0128 | 0,0294 | 0,0694 | 0,0209 | 0,0225 | 29 |

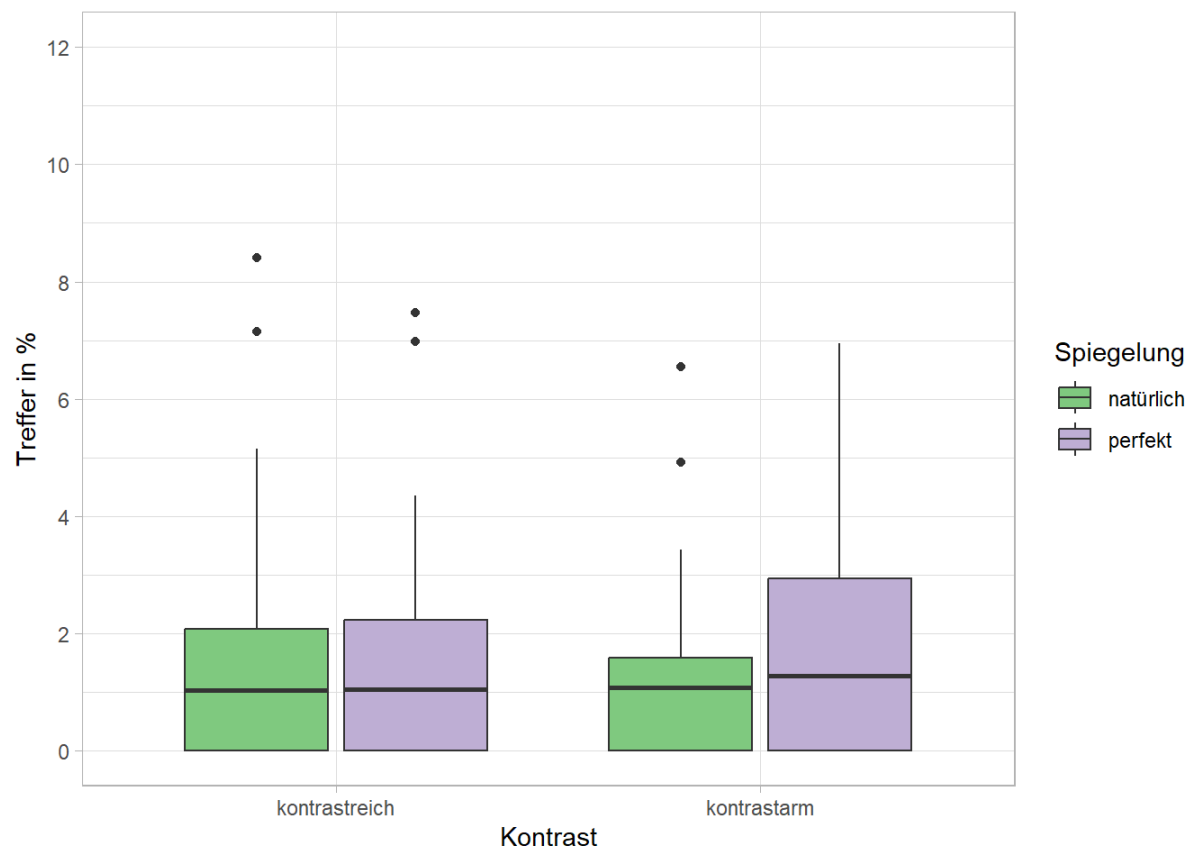
Tabelle 2.1.1.2

<sup>45</sup> data: sum(t2.2\_1\_daten\$treffer\_v, na.rm = TRUE) out of 9846  
number of successes = 164, number of trials = 9846, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.001683381  
95 percent confidence interval:  
0.01459089 1.00000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.01665651.**

<sup>46</sup> Dieser Mittelwert (1,60 Prozent) weicht vom Mittelwert im Absatz davor (1,67 Prozent) ab. Zur Erklärung ein kleines Beispiel: VP 1 hat 1 Treffer bei 10 Sakkaden (10 Prozent), VP 2 hat 4 Treffer bei 20 Sakkaden (20 Prozent) und VP 3 hat 5 Treffer bei 40 Sakkaden (12,5 Prozent). Die durchschnittliche Erfolgswahrscheinlichkeit (siehe Absatz im Text davor) berechnet sich aus insgesamt 10 Treffer bei 70 Sakkaden, das ergibt einen Erwartungswert von 14,29 Prozent. Die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit berechnet sich aus der Summe der Einzelergebnisse je Probandin: 10 Prozent + 20 Prozent + 12,5 Prozent ergibt 42,5 Prozent. Dividiert man dieses Zwischenergebnis durch 3 Probandinnen erhält man als Ergebnis 14,17 Prozent.

Die Mittelwerte der kontrastreichen Stimuli zeigen zwischen der Spiegelung, die sich aus dem Produktionsprozess ergibt (2A) und der künstlich generierten Spiegelung (2A') kaum einen Unterschied. Eine wesentlich größere Differenz gibt es bei den kontrastarmen Bildern: Bei perfekter Spiegelung (2B') liegt der Mittelwert mit 2,09 Prozent höher als bei der natürlichen Symmetrie (2B) mit 1,22 Prozent. Die Mediane liegen nahe beisammen, nur die kontrastarme künstlich generierte Spiegelung (2B') liegt etwas höher. Die maximalen Werte liegen zwischen 6,54 Prozent und 8,4 Prozent.

Bei den kontrastreichen Stimuli (2A und 2A') weisen die Boxplots 2.1.1 kaum einen Unterschied auf. Die perfekte Spiegelung (2A') erzielt nur marginal mehr Treffer. Beide Mediane sind annähernd gleich. Die sich aus dem produktionsbedingten Prozess ergebende natürliche Spiegelung (2A) weist eine höhere Streuung auf. Im Gegensatz dazu sind die Unterschiede bei den kontrastarmen Stimuli (2B und 2B') größer. Von zwei Ausreißern abgesehen weist die sich aus dem produktionsbedingten Prozess ergebende natürliche Spiegelung (2B) deutlich weniger Treffer auf als die computergenerierte (2B'). Die Mediane unterscheiden sich geringfügig, aber beim dritten Quartil liegt die natürliche Spiegelung (2B) mit 1,6 Prozent wesentlich niedriger als die der perfekten Spiegelung (2B') mit 2,9 Prozent. Das bedeutet, dass bei 75 Prozent der Stichprobe die Anzahl der Treffer bei der natürlichen Spiegelung 1,6 Prozent oder weniger sind, während bei der perfekten Symmetrie der Wert mit 2,9 Prozent wesentlich höher liegt.



### Boxplots 2.1.1

Der nächste Abschnitt betrachtet die Ergebnisse bei einer horizontalen Symmetrieachse.

## 2.1.2 Ergebnisse bei waagrecht Spiegelachse

Die Versuchsperson 35 (Abb. 27) zeigt eine deutliche Häufung von Sakkaden, die der Diagonale von links oben nach rechts unten folgen. Auch sind ihre Sakkaden auf das Zentrum konzentriert, von und zu dem sie ihre Blicke häufig sternförmig abgehen und ankommen lässt. Zusätzlich weisen ihre Blickbewegungen eine Häufung von Horizontalen auf, die sich, betrachtet man nur die obere Hälfte, an der Höhe des goldenen Schnitts orientieren. Probandin 30 (Abb. 28) folgt mit ihren Sakkaden gerne der Mittelachse sowie dem oberen Rand. Auch folgt sie mit ihren Blickbewegungen gerne der dunkleren Ader in der rechten Bildhälfte.

Abb. 27: Bild 3A, VP 35

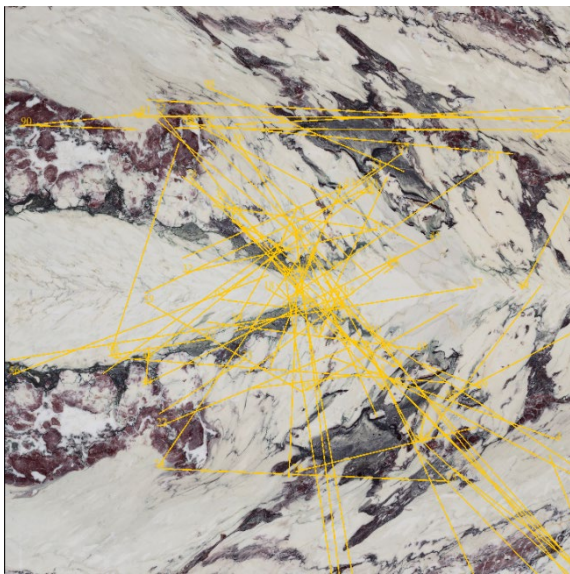


Abb. 28: Bild 3B, VP 30

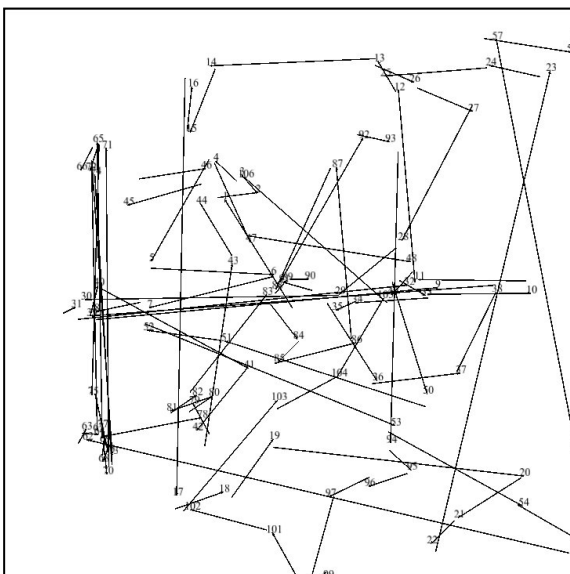


Abb. 29: Sakkaden zu Bild 3A', VP 60

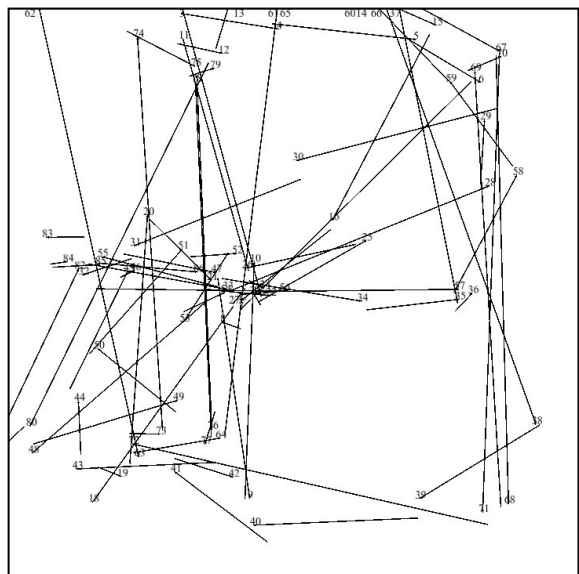


Abb. 30: Sakkaden zu Bild 3B', VP 26

Versuchsperson 60 (Abb. 29) folgt mit ihren Sakkaden deutlich den Spiegelbereichen, insbesondere auf der linken Seite. Sie vollzieht mit ihren Blickbewegungen auch die Spiegelachse selbst nach. Probandin 26 (Abb. 30) trifft mit ihren Sakkaden ebenfalls die Spiegelbereiche, bei ihr liegt die Häufung rechts. Auf der linken Seite trifft sie mit ihren Blickbewegungen die Symmetriebereiche nicht so genau wie die Probandin 60.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit in der Stichprobe bei waagrechten Symmetrieachsen liegt bei durchschnittlich **0,72 Prozent** (72 Treffer von 9.970 Sakkaden). Somit ist dieser Wert signifikant höher als der Erwartungswert von 0,17 Prozent ( $p = < 2.2e-16$ ).<sup>47</sup>

Die Tabelle 2.1.2.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW    | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0.0115 | 0.0533 | 0.007 | 0.0109 | 120 |

Tabelle 2.1.2.1

Der Mittelwert liegt bei 0,70 Prozent. Der Minimalwert ist 0 Prozent, das ist auch der Wert des ersten Quartils. Der Median beträgt 0 Prozent, das heißt die Hälfte der Probandinnen erzielt keinen Treffer. Das dritte Quartil liegt bei 1,15 Prozent, das Maximum bei 5,33 Prozent.

Die Tabelle 2.1.2.2 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 3A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0115 | 0,0484 | 0,0070 | 0,0113 | 29 |
| 3A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0095 | 0,0128 | 0,0038 | 0,0052 | 31 |
| 3B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0105 | 0,0130 | 0,0533 | 0,0103 | 0,0142 | 31 |
| 3B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0112 | 0,0405 | 0,0069 | 0,0105 | 29 |

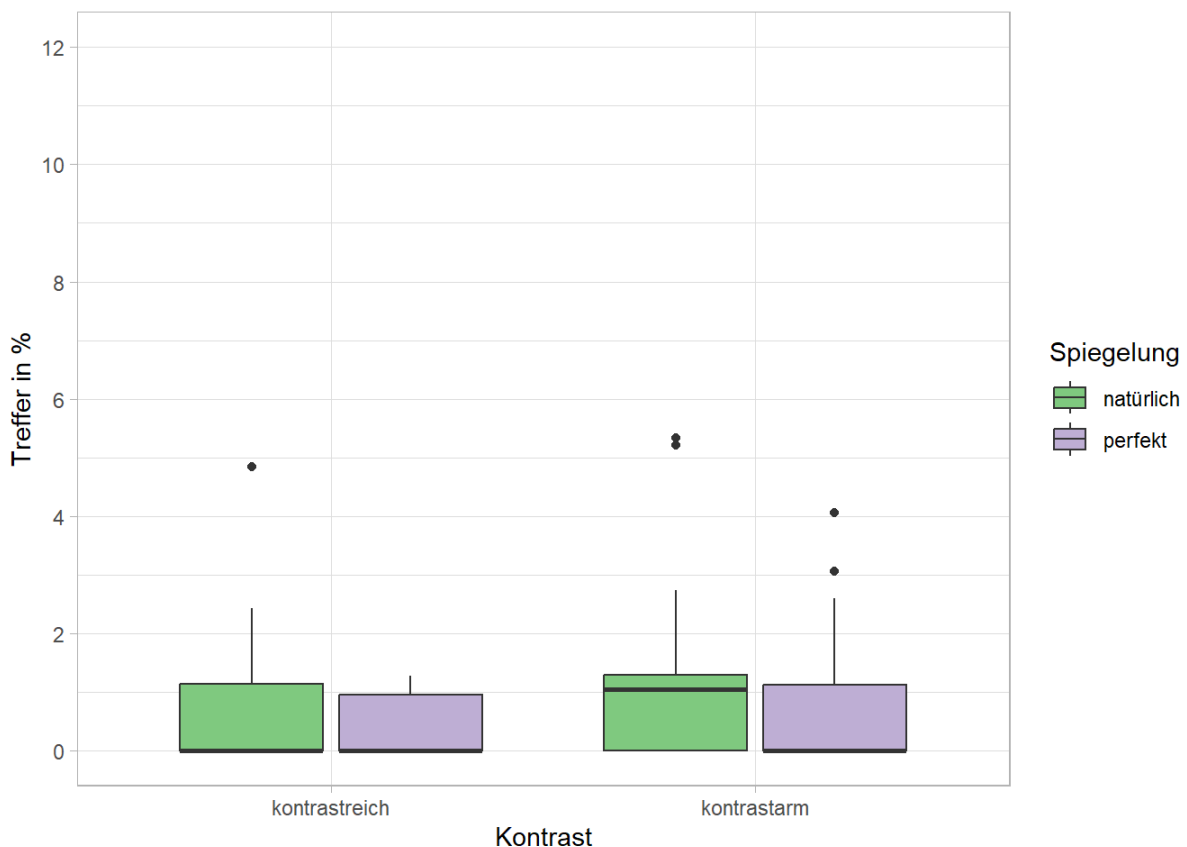
Tabelle 2.1.2.2

---

<sup>47</sup> data: sum(t2.2\_2\_daten\$treffer\_h, na.rm = TRUE) out of 9970  
number of successes = 72, number of trials = 9970, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.001683381  
95 percent confidence interval:  
0.005884713 1.000000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.007221665.**

In beiden Fällen erzielen die natürlichen Spiegelungen (3A und 3B) höhere Trefferquoten als die künstlichen (3A' und 3B'). Bei den kontrastarmen liegen die Treffer bei der natürlichen Spiegelung (3B) bei 1,03 Prozent, bei der künstlichen (3B') bei 0,69 Prozent. Ähnliches ist bei den kontrastreichen Symmetrien zu beobachten. Die natürliche Spiegelung (3A) erzielt einen Mittelwert von 0,70 Prozent während die perfekte Spiegelung (3A') hingegen nur 0,38 Prozent erreicht.

Auch hier zeigen die Boxplots 2.1.2 geringere Unterschiede bei den kontrastreichen Stimuli. Die natürliche Spiegelung (3A) erzielt geringfügig höhere Ergebnisse als die perfekte (3A'). Bei den kontrastarmen Stimuli (3B und 3B') ist der Unterschied deutlicher. Sowohl das Minimum als auch das erste Quartil weisen in allen Fällen einen Wert von 0 Prozent auf. Der Median liegt ebenfalls bei 0 Prozent, ausgenommen bei der kontrastarmen natürlichen Spiegelung (3B) mit 1,05 Prozent. Dieser Wert liegt somit ungefähr auf derselben Höhe wie das dritte Quartil der drei anderen Stimuli. Bei drei Stimuli (3A, 3B und 3B') sind Ausreißer auffällig, die Trefferquoten zwischen 3 Prozent und 5,5 Prozent erreichen und damit deutlich über den typischen Werten liegen. Die kontrastreiche computergenerierte Spiegelung (3A') hingegen zeigt einen Maximalwert von 1,28 Prozent an und fällt damit aus der Reihe.



Boxplots 2.1.2

Der nächste Abschnitt beschreibt das Ergebnis bei einer lotrechten und horizontalen Spiegelachse.

### 2.1.3 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse

Die Versuchsperson 47 (Abb. 31) bildet mit Ihren Sakkaden eher einen Rahmen, die den Symmetrieachsen gegenüberliegenden Bereiche der Spiegelung werden nicht direkt nachvollzogen. Die Probandin 30 (Abb. 32) konzentriert ihren Blick am ehesten auf die obere vertikale Spiegelachse und lässt den Blick sonst frei herumschweifen. Auch hier ist kaum ein direkter Nachvollzug der Spiegelung zu erkennen.

Abb. 31: Bild 4A, VP 47

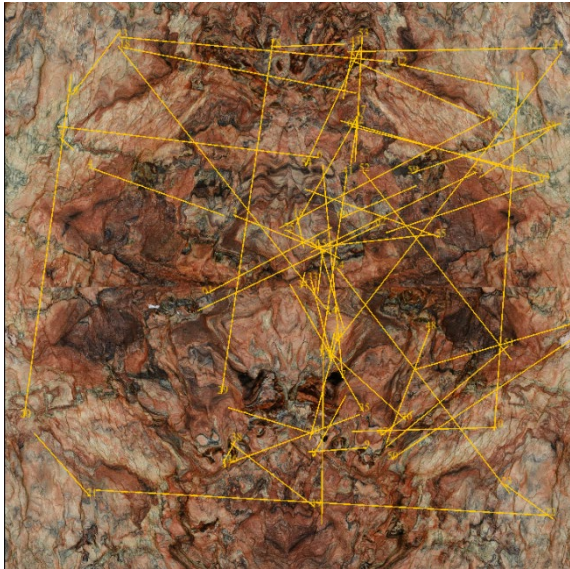


Abb. 32: Bild 4B, VP 30

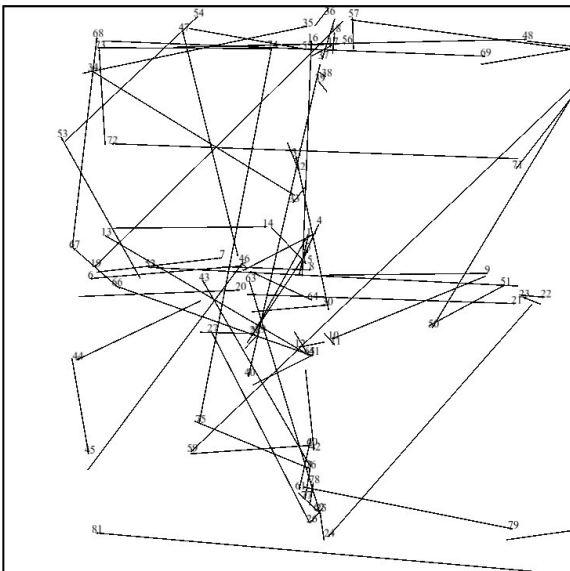


Abb. 33: Sakkaden zu Bild 4A', VP 12

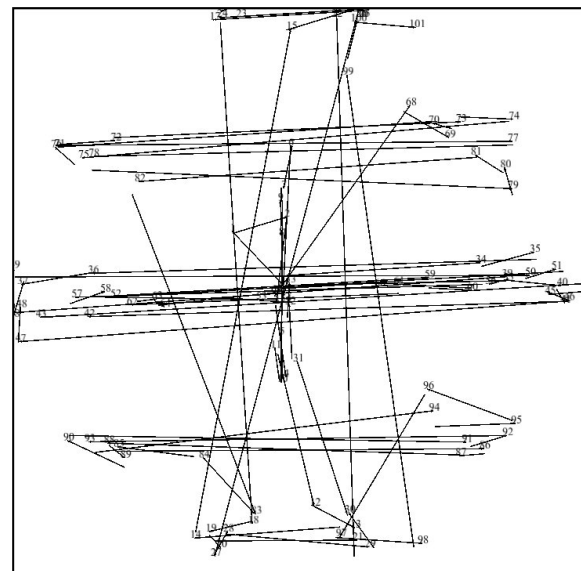


Abb. 34: Sakkaden zu Bild 4B', VP 43

Probandin 12 (Abb. 33) folgt deutlich mit ihren Sakkaden direkt den Bereichen der Spiegelung, wobei ausschließlich die Spiegelbereiche der senkrechten

Symmetrieachse nachvollzogen werden. Dabei folgt sie mehrmals der waagrechten Spiegelachse selbst und deren Parallelen, öfter am oberen als am unteren Rand. Noch deutlicher ist dieses Blickmuster des direkten Nachvollzugs bei der Versuchsperson 43 (Abb. 34) zu erkennen. Die Probandin folgt eindeutig den Spiegelbereichen der vertikalen Achse, wobei der waagrechten Symmetrieachse überproportional oft gefolgt wird. Außerdem teilt sie mit ihren wiederholten den Spiegelbereich direkt nachvollziehenden Sakkaden den Stimulus in vier waagrechte annähernd gleich große Abschnitte. Sie folgt auch mehrere Male den Bereichen der Spiegelungen der waagrechten Symmetrieachse, zwar nicht so häufig, aber trotzdem eindeutig. Auch hier wird die senkrechte Spiegelachse mehrmals, wenn auch mit deutlich kürzeren Sakkaden, nachvollzogen.

Die Erfolgswahrscheinlichkeit in der Stichprobe bei lotrechten Symmetrieachsen liegt bei durchschnittlich **1,60 Prozent** (*161 Treffer von 10.074 Sakkaden*). Somit ist dieser Wert signifikant höher als der Erwartungswert von 0,17 Prozent ( $p = < 2.2e-16$ ).<sup>48</sup>

Die Tabelle 2.1.3.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit bei vertikaler Spiegelachse:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0122 | 0,0250 | 0,1250 | 0,0168 | 0,0201 | 120 |

Tabelle 2.1.3.1

Der Mittelwert beträgt 1,68 Prozent. Das Minimum und das erste Quartil sind 0 Prozent. Der Median liegt bei 1,22 Prozent, das dritte Quartil bei 2,50 Prozent. Das Maximum beträgt beachtliche 12,50 Prozent.

Die Tabelle 2.1.3.2 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

---

<sup>48</sup> data: sum(t2.2\_3\_daten\$treffer\_h, na.rm = TRUE) out of 10074  
number of successes = 161, number of trials = 10074, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.001683381  
95 percent confidence interval:  
0.01398137 1.00000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.01598174.**

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 4A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0198 | 0,0656 | 0,0143 | 0,0181 | 29 |
| 4A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0123 | 0,0277 | 0,0725 | 0,0172 | 0,0197 | 31 |
| 4B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0123 | 0,0245 | 0,0423 | 0,0145 | 0,0136 | 31 |
| 4B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0135 | 0,0297 | 0,1250 | 0,0212 | 0,0273 | 29 |

Tabelle 2.1.3.2

Die perfekten Spiegelungen (4A' und 4B') weisen bei den Mittelwerten jeweils beide einen höheren Wert auf als bei den natürlichen (4A und 4B). Der Unterschied bei der kontrastreichen ist mit 1,72 Prozent bei der computergenerierten (4A') im Vergleich zu 1,43 Prozent bei der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden (4A) geringer als bei den kontrastarmen. Dort ist die Differenz mit 2,12 Prozent bei der perfekten (4B') größer als bei den natürlichen (4B) mit 1,45 Prozent. Bei allen ist der Wert für das Minimum und das erste Quartil 0 Prozent. Der Median ist mit 1,35 Prozent bei der computergenerierten kontrastarmen Spiegelung (4B') am höchsten, gefolgt mit 1,23 Prozent sowohl für die sich aus dem Produktionsprozess ergebenden kontrastarmen (4B) als auch für die computergenerierte kontrastreiche (4A'). Den niedrigsten Wert erzielt die sich aus dem Produktionsprozess ergebende kontrastreiche natürliche Symmetrie (4A). Analoges gilt für das dritte Quartil, wobei die künstliche kontrastreiche Spiegelung (4A') etwas besser abschneidet als die natürliche kontrastarme (4B). Eine große Differenz gibt es beim Maximum bei den kontrastarmen Symmetrien. Die computergenerierte Spiegelung (4B') weist hier einen Wert von 12,5 Prozent auf, die natürliche (4B) nur 4,23 Prozent. Die Unterschiede bei den kontrastreichen (4A und 4A') sind wesentlich geringer. Hier liegt der Wert für die perfekte Spiegelung (4A') mit 7,25 Prozent nicht viel höher als die 6,56 Prozent bei der natürlichen (4A).

Die Trefferquote in der Stichprobe bei waagrechten Symmetrieachsen liegt bei durchschnittlich **0,92 Prozent** (93 Treffer von 10.074 Sakkaden). Somit ist dieser Wert signifikant höher als der Erwartungswert von 0,17 Prozent ( $p = < 2.2e-16$ ).<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> data: sum(t2.2\_3\_daten\$treffer\_v, na.rm = TRUE) out of 10074  
number of successes = 93, number of trials = 10074, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.001683381  
95 percent confidence interval:  
0.007720999 1.000000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.009231686.**

Die Tabelle 2.1.3.3 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erwartungswerte bei waagrechtter Spiegelachse:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0122 | 0,1207 | 0,0093 | 0,0161 | 120 |

Tabelle 2.1.3.3

Der Mittelwert liegt bei 0,93 Prozent. Das Minimum beträgt 0 Prozent, das ist auch der Wert des ersten Quartils. Der Median weist einen Wert von 0 Prozent auf, das heißt, auch hier erzielt die Hälfte der Probandinnen keinen einzigen Treffer. Das dritte Quartil liegt bei 1,22 Prozent, der Maximalwert erreicht einen ebenfalls hohen Wert von 12,07 Prozent.

Die Tabelle 2.1.3.4 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 4A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0122 | 0,0504 | 0,0089 | 0,0145 | 29 |
| 4A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0116 | 0,0411 | 0,0070 | 0,0098 | 31 |
| 4B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0118 | 0,0423 | 0,0068 | 0,0105 | 31 |
| 4B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0095 | 0,0154 | 0,1207 | 0,0148 | 0,0251 | 29 |

Tabelle 2.1.3.4

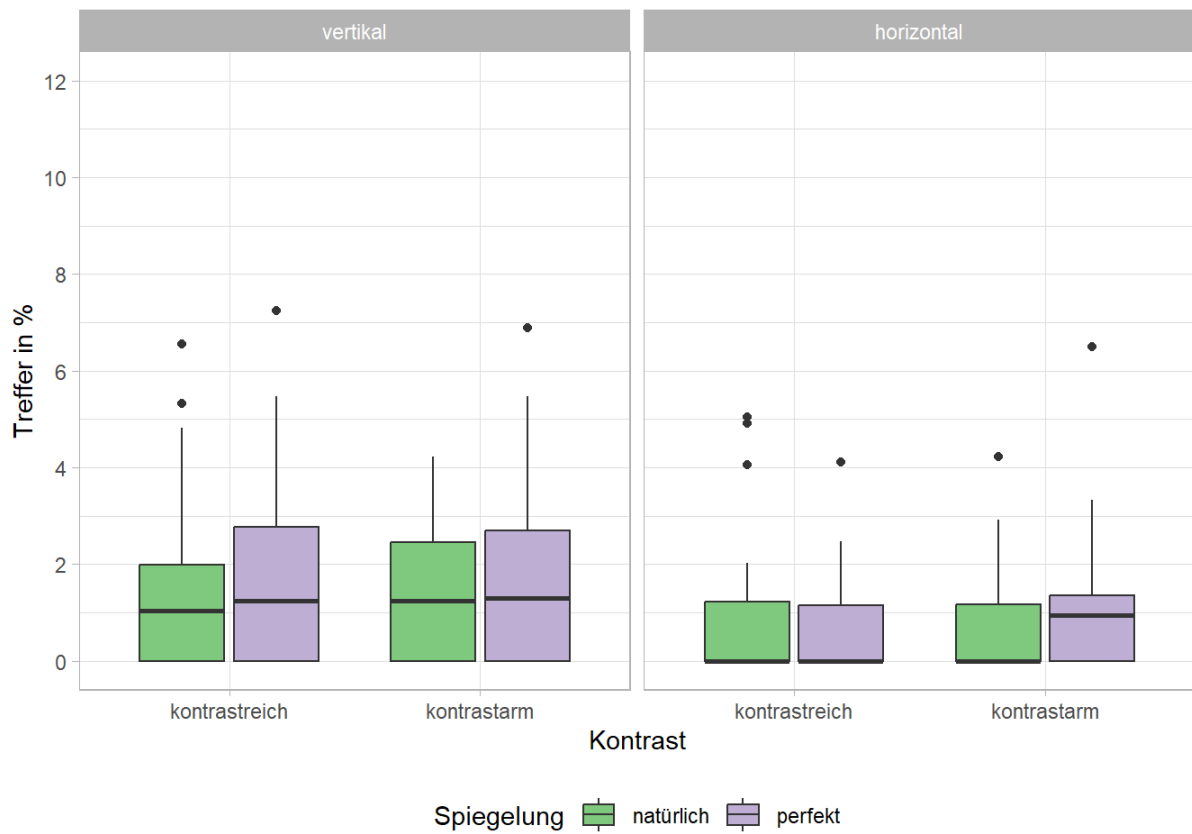
Die Mittelwerte sind uneinheitlich. Bei den kontrastreichen Stimuli ist er bei der natürlichen Spiegelung (4A) mit 0,89 Prozent höher als bei der künstlichen (4A') mit 0,70 Prozent. Bei den kontrastarmen ist genau das Gegenteil der Fall. Der Wert der computergenerierten Symmetrie (4B') ist mit 1,48 Prozent mehr als doppelt so hoch wie bei der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden (4B) mit 0,68 Prozent. Der Minimalwert und das erste Quartil ist in allen Fällen 0,00 Prozent. Der Median weicht nur bei den künstlichen kontrastarmen (4B') mit einem Wert von 0,95 Prozent vom Nullwert ab. Bei dem dritten Quartil ist der Wert des computergenerierten kontrastarmen Stimulus (4B') mit 1,54 Prozent am höchsten, gefolgt vom natürlichen kontrastreichen (4A) mit 1,22 Prozent. Dahinter folgen mit sehr ähnlichen Werten der natürliche kontrastarme (4B) mit 1,18 Prozent beziehungsweise der künstlich generierte kontrastreiche (4A') mit 1,16 Prozent. Das Maximum ist mit 12,07 Prozent bei der künstlichen kontrastarmen Spiegelung (4B') wesentlich höher als die übrigen mit Werten zwischen 4,11 Prozent und 5,04 Prozent.

Die Boxplots 2.1.3 verdeutlichen, dass vertikale Spiegelachsen insgesamt höhere Trefferquoten aufweisen als horizontale, unabhängig vom Kontrast und der Spiegelungsart. Der höchste Median der waagrechten Spiegelachse, die kontrastarme perfekte Spiegelung (4B'), liegt unter allen vier Varianten der lotrechten Symmetrieachsen.

Die Mediane liegen bei vertikaler Spiegelachse in allen vier Kombinationen nahe beieinander. Das dritte Quartil liegt jedoch bei der perfekten Spiegelung (4A' und 4B') etwas höher als bei der natürlichen. Der Wert für die kontrastarme natürliche Spiegelung (4B) ist etwas höher als bei der Kontrastreichen (4A).

Bei der horizontalen Spiegelachse zeigt sich bei kontrastreichen Darstellungen ein ähnliches Bild zwischen natürlicher (4A) und perfekter Spiegelung (4A'), während bei kontrastarmen Stimuli die natürliche Spiegelung (4B) in der Stichprobe eine niedrigere Trefferquote aufweist als ihr perfektes Äquivalent (4B'). In diesem Fall ist der Median als einziger Wert über Null.

Auffällig sind einige Ausreißer, insbesondere bei der vertikalen Ausrichtung, die mit Trefferquoten bis zu 12,5% (4B') deutlich über den typischen Werten liegen. Bei horizontaler Ausrichtung sind die Maximalwerte, abgesehen von einem Wert mit 12,1 Prozent für die kontrastreiche natürliche Spiegelung (4B') generell niedriger und die Streuung ist geringer.



### Boxplots 2.1.3

Das nächste Kapitel untersucht Blickbewegungen, die den Symmetrieachsen selbst folgen.

## 2.2 Der Nachvollzug der Spiegelachse selbst

Sehr häufig werden auch die Spiegelachsen selbst von den Probandinnen nachvollzogen. Im Folgenden wird untersucht, wie viele Treffer beobachtet werden konnten.<sup>50</sup> Diese Anzahl wird mit der Wahrscheinlichkeit des Zufallstreffers von 2,22 Prozent verglichen.<sup>51</sup>

<sup>50</sup> Als Treffer im Kapitel 2.2.1 werden alle senkrechten Sakkaden gezählt, deren Anfangs- und Endpunkte sich im Bereich der vertikalen Mittelachse, plus/minus 50 Pixel, befinden. Zusätzlich dürfen die Sakkaden maximal 2,5 Grad von der Lotrechten abweichen. Ohne diese zweite Bedingung gäbe es zwar wesentlich mehr Treffer, aber bei einer Sakkade mit einem Winkel von 45 Grad kann man nur schwerlich von einem Nachvollzug der senkrechten Achse sprechen. Analog gilt für Kapitel 2.2.2: Als Treffer werden alle waagrechten Sakkaden gezählt, deren Anfangs- und Endpunkte sich im Bereich der horizontalen Mittelachse, plus/minus 50 Pixel, befinden. Zusätzlich dürfen auch diese Sakkaden maximal 2,5 Grad von der Waagrechten abweichen. Kapitel 2.2.3 betrachtet beide Ergebnisse.

<sup>51</sup> Die Berechnung in Excel erfolgt gemäß folgender Formel:

```
=TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2*$A2+TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)*(2160-$A2)-  
WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2>B$1;$A2*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2-  
B$1)*(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2-B$1))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2^2));0)-  
WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2>(100-B$1);$A2*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2-(100-  
B$1))*(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2-(100-B$1)))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A2^2));0)-  
WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)>B$1;(2160-$A2)*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-  
$A2)-B$1)*(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)-B$1))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)^2));0)-  
WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)>(100-B$1);(2160-  
$A2)*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)-(100-B$1))*(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)-(100-  
B$1)))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A2)^2));0)
```

Zur Erklärung (für den Fall der senkrechten Spiegelachse, analoges gilt für die waagrechte bzw. lotrechte und horizontale): Die Excel-Liste hat 100 Spalten und 2160 Zeilen gemäß der Pixelanzahl innerhalb des betrachteten Rahmens. Für jedes Pixel wird die Größe der Fläche berechnet, in der eine Sakkade beginnen und enden kann, die die Bedingungen erfüllt. In einem ersten Schritt wird für jedes der 216.000 Pixel innerhalb des definierten Bereichs die Fläche berechnet, die die Bedingung der 2,5 Grad Abweichung von der Senkrechten bzw. Waagrechten erfüllt (das sind zwei nach oben bzw. unten gebildeten Dreiecke, die vom Ausgangspunkt mit den Koordinaten X/Y um +/- 2,5 Grad abweichen):

=TAN(BOGENMASS(2,5))\*\$A7\*\$A7+TAN(BOGENMASS(2,5))\*(2160-\$A7)\*(2160-\$A7). Dabei können aber die Dreiecke über den betrachteten Rahmen hinausragen. Im zweiten Schritt werden die Flächen abgezogen, die zwar die 2,5 Grad Bedingung erfüllen, aber außerhalb des 100-Pixel-Bereichs liegen:

Für die eventuell links unten hinausragende Fläche gilt:

```
=WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7>B$6;$A7*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7-  
B$6)*(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7-B$6))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7^2));0).
```

Für die eventuell rechts unten hinausragende Fläche gilt:

```
=WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7>(100-B$6);$A7*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7-(100-  
B$6))*(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7-(100-B$6)))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*$A7^2));0)
```

Für die eventuell links oben hinausragende Fläche gilt:

```
=WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)>B$6;(2160-$A7)*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-  
$A7)-B$6)*(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)-B$6))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)^2));0)
```

Für die eventuell rechts oben hinausragende Fläche gilt:

```
=WENN(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)>(100-B$6);(2160-  
$A7)*(((TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)-(100-B$6))*(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)-(100-  
B$6)))/(TAN(BOGENMASS(2,5))*(2160-$A7)^2));0)
```

Daraus ergibt sich eine Gesamtsumme von 22.416.751.149 Punkten. Der Durchschnitt pro Ausgangspunkt, geteilt durch 216.000 mögliche, ergibt 103.781. Dividiert man diese Zahl durch die theoretische Anzahl der Endpunkte ( $2.160^2$ ) ergibt das eine Zufallstrefferchance von 2,22439 Prozent.

### 2.2.1 Ergebnisse bei senkrechter Spiegelachse

Die Probandin 41 (Abb. 35) lässt den unteren rechten Quadranten komplett aus. Sie konzentriert sich auf die linke Bildhälfte, mit wenigen Blickbewegungen nach rechts oben. Die Symmetrieachse wird von ihr nicht nachvollzogen. Die Versuchsperson 56 (Abb. 36) tastet mit ihrem Blick die gesamte Bildfläche ab. Ihre Blickbewegungen spiegeln sehr oft die Symmetriebereiche, sowohl direkt als auch indirekt wider. Auch sie vollzieht mit ihren Sakkaden nicht die Spiegelachse nach.

Abb. 35: Bild 2A, VP 41



Abb. 36: Bild 2B, VP 56

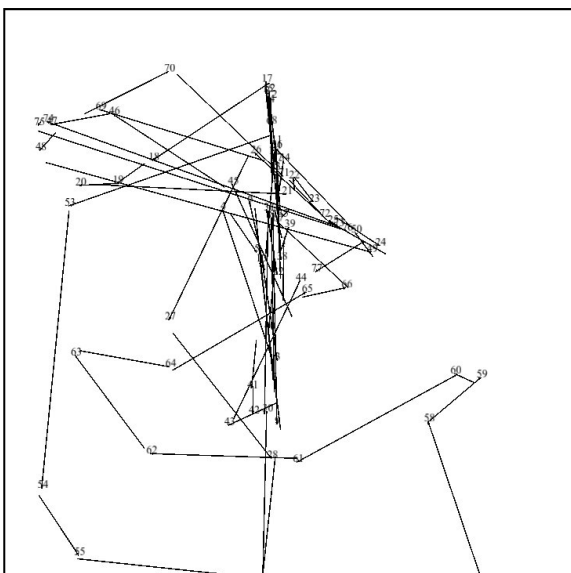
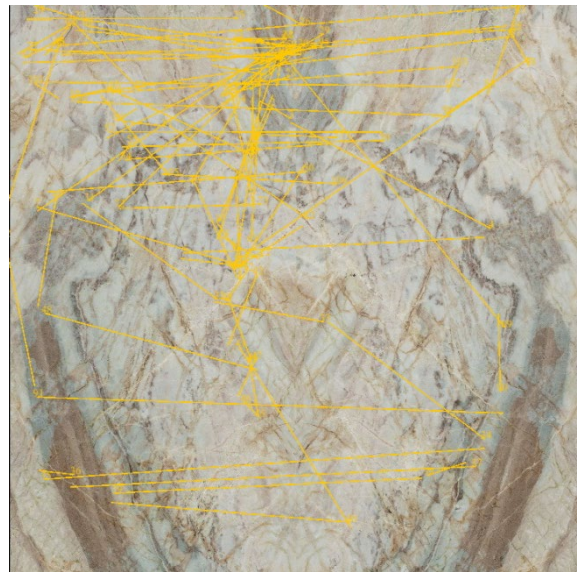


Abb. 37: Sakkaden zu Bild 2A', VP 36

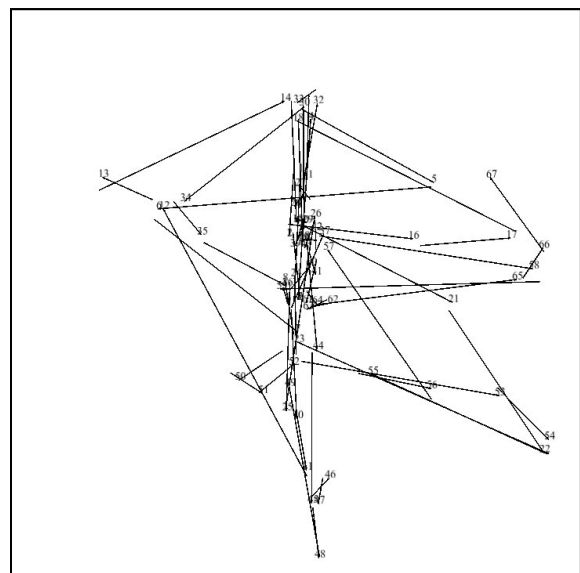


Abb. 38: Sakkaden zu Bild 2B, VP 19

Ganz anders dazu die Probandin 36 (Abb. 37). Sie vollzieht mit ihren Blickbewegungen mehrfach die Spiegelachse nach. Der rechte obere Bereich wird von ihr überhaupt

nicht beachtet. Ähnliches, nur deutlicher, zeigen die Sakkaden der Versuchsperson 19 (Abb. 38). Sie betrachtet noch häufiger die Symmetrieachse, bei ihr wird der linke untere Teil nicht betrachtet.

Bei vertikalen Sakkaden liegt in der vorliegenden Stichprobe die Erfolgswahrscheinlichkeit bei **2,19 Prozent** (216 Treffer von 9.846 Sakkaden). Das ist weniger als der zu erwartende Zufallswert von 2,22 Prozent. Somit ist dieser statistisch nicht signifikant ( $p = 0,591$ ) und liegt damit nicht über dem Zufallsniveau.<sup>52</sup>

Die Tabelle 2.2.1.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0132 | 0,0345 | 0,1111 | 0,0226 | 0,0257 | 120 |

Tabelle 2.2.1.1

Der Mittelwert liegt bei 2,26 Prozent. Das Minimum und das erste Quartil liegen bei 0 Prozent. Der Median beträgt 1,32 Prozent, das Maximum liegt bei 11,11 Prozent. Dies bedeutet eine größere Streuung, repräsentiert durch die Standardabweichung.

Die Tabelle 2.2.1.2 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 2A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0156 | 0,0625 | 0,0119 | 0,0143 | 29 |
| 2A'  | 0,0000 | 0,0105 | 0,0233 | 0,0398 | 0,0784 | 0,0257 | 0,0226 | 31 |
| 2B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0132 | 0,0245 | 0,0645 | 0,0174 | 0,0203 | 31 |
| 2B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0326 | 0,0645 | 0,1111 | 0,0356 | 0,0358 | 29 |

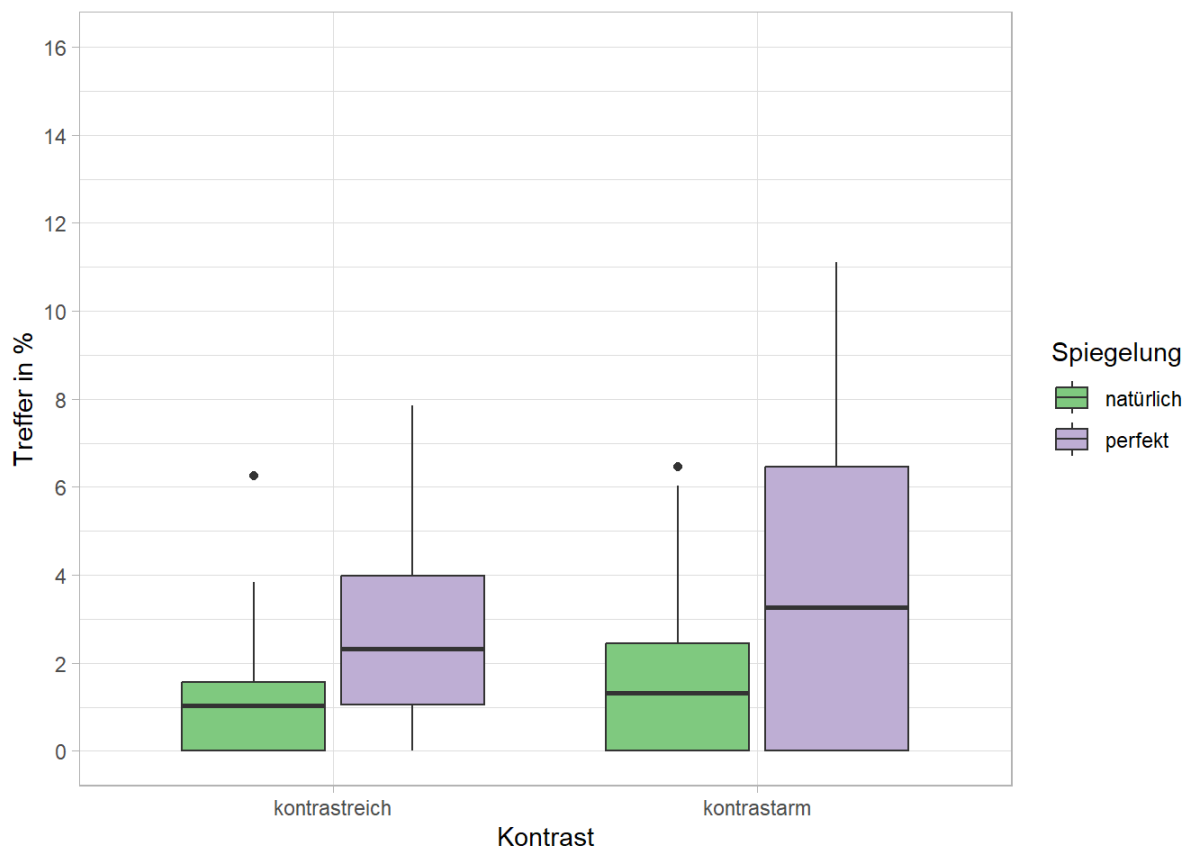
Tabelle 2.2.1.2

Die Mittelwerte weisen deutliche Unterschiede auf. Bei perfekter Spiegelung (2A' und 2B') sind die Werte höher. Die durchschnittliche Trefferquote liegt bei kontrastarmen Bildern mit natürlicher Spiegelung (2B) bei 1,74 Prozent, während hingegen der Wert von 3,56 Prozent bei der künstlichen Spiegelung (2B') deutlich höher liegt. Ähnliches gilt auch für die kontrastreichen Symmetrien. Bei perfekter Spiegelung (2A') liegt der

<sup>52</sup> data: sum(t2.4\_1\_daten\$treffer\_v, na.rm = TRUE) out of 9846  
number of successes = 216, number of trials = 9846, p-value = 0.5909  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.0222439  
95 percent confidence interval:  
0.01956425 1.00000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.02193784.**

Mittelwert bei 2,57 Prozent, bei der natürlichen (2A) bei 1,19 Prozent. Die Standardabweichung der computergenerierten kontrastarmen Symmetrie (2B') ist die größte in diesem Kapitel.

Nur die beiden computergenerierten Symmetrien (2A' und 2B') liegen einzeln betrachtet mit ihren Mittelwerten über dem Erwartungswert des Zufalls von 2,22 Prozent.



### Boxplots 2.2.1

Diese deutlichen Unterschiede spiegeln sich auch in den Boxplots 2.2.1 wider. Sowohl bei den kontrastarmen als auch bei den kontrastreichen Spiegelungen sind die Werte für das dritte Quartil der künstlich generierten Spiegelungen (2A' und 2B') mehr als doppelt so hoch als bei den natürlichen (2A und 2B). In beiden Fällen liegen die Mediane der perfekten Spiegelung (2A' und 2B') über dem Wert des dritten Quartils der natürlichen (2A und 2B). Auch die Maximalwerte liegen bei perfekter Spiegelung (2A' und 2B') durchgehend höher. Die Unterschiede in der Streuung zwischen den Bedingungen sind zudem tendenziell größer als in 2.1.

Die Ergebnisse bei der waagrechten Symmetrieachse sind niedriger. Das nächste Kapitel erläutert diese Details.

## 2.2.2 Ergebnisse bei waagrecht Spiegelachse

Der Blick der Versuchsperson 41 (Abb. 39) schweift über das gesamte Bild und vergleicht dabei sehr häufig Bereiche, die einander schräg gegenüber liegen. Ein einziges Mal wird die Mittelachse, ein wenig nach oben parallel verschoben, nachvollzogen. Im Gegensatz dazu wird die waagrechte Symmetrieachse von der Versuchsperson 52 (Abb. 40) vollständig ignoriert. Ihre Blicke wandern gerne von der oberen in die untere Hälfte bzw. umgekehrt. Einzig im oberen Bereich wird die Spiegelachse einige Male parallel nachvollzogen.

Abb. 39: Bild 3A, VP 41



Abb. 40: Bild 3B, VP 52

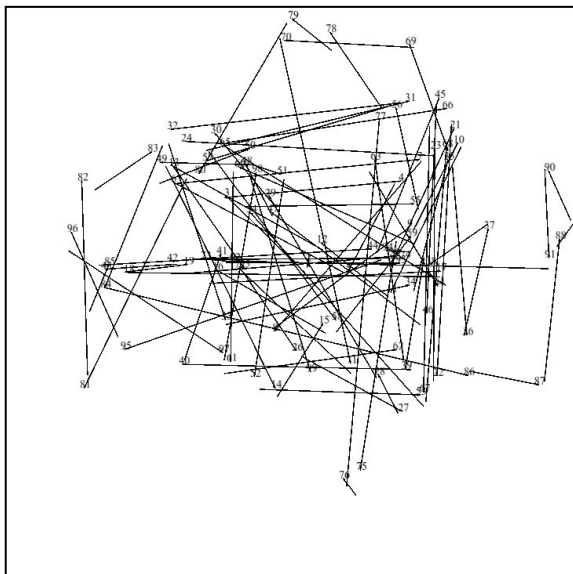


Abb. 41: Sakkaden zu Bild 3A', VP 46

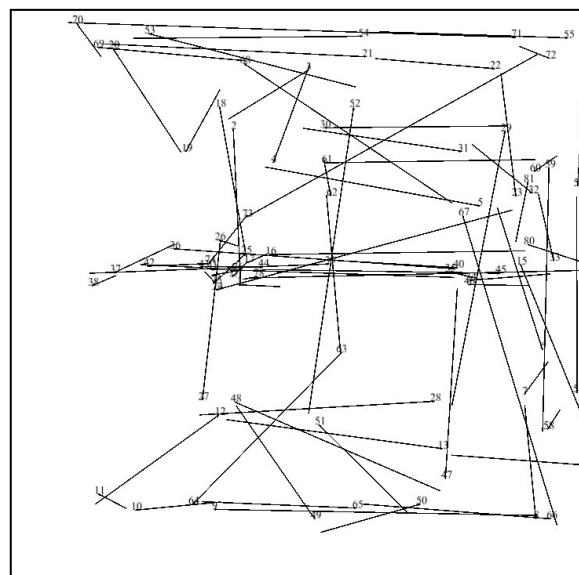


Abb. 42: Sakkaden zu Bild 3B', VP 31

Die Versuchsperson 46 (Abb. 41) tastet mit ihren Blicken sehr häufig die Mittelachse ab und ist ein Musterbeispiel für dieses Blickverhalten. Zusätzlich vollzieht sie mit Ihren Sakkaden häufig die Parallele zur Horizontalen (siehe Kapitel 2.3), diese aber eher in der Mitte der oberen und unteren Bildhälfte. Ähnliches gilt für die Versuchsperson 31 (Abb. 42), der deutliche Unterschied liegt aber in den Parallelen: Diese liegen am oberen und unteren Bildrand.

Die Trefferwahrscheinlichkeit liegt bei **0,77 Prozent** (77 Treffer von 9.970 Sakkaden) und ist damit deutlich geringer als der Erwartungswert des Zufalls von 2,22 Prozent. Damit ist dieses Blickbewegungsmuster nicht signifikant ( $p = 1,000$ ).<sup>53</sup>

Die Tabelle 2.2.2.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0114 | 0,1222 | 0,0074 | 0,0165 | 120 |

Tabelle 2.2.2.1

Der Mittelwert beträgt 0,74 Prozent. Das Minimum, das erste Quartil und der Median betragen 0 Prozent. Das dritte Quartil liegt bei 1,14 Prozent. Der hohe Maximalwert von 12,22 Prozent sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass bei der Hälfte der Probandinnen kein Treffer erzielt wurde.

Die Tabelle 2.2.2.2 zeigt die Details, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli, auf:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 3A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0161 | 0,0026 | 0,0054 | 29 |
| 3A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0217 | 0,0026 | 0,0063 | 31 |
| 3B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0100 | 0,0400 | 0,0057 | 0,0105 | 31 |
| 3B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0123 | 0,0233 | 0,1222 | 0,0192 | 0,0277 | 29 |

Tabelle 2.2.2.2

<sup>53</sup> data: sum(t2.4\_2\_daten\$treffer\_h, na.rm = TRUE) out of 9970  
number of successes = 77, number of trials = 9970, p-value = 1  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.0222439  
95 percent confidence interval:  
0.006338786 1.000000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.00772317.**

Die kontrastreichen Spiegelungen (3A und 3A') haben eine äußerst geringe Trefferanzahl. In beiden Fällen beträgt der Mittelwert 0,26 Prozent, sogar das dritte Quartil weist 0 Prozent auf. Die Werte bei den kontrastarmen Stimuli (3B und 3B') sind wesentlich höher. Der Mittelwert weist bei der natürlichen Spiegelung (3B) mit 0,57 Prozent mehr als das doppelte auf, die künstliche (3B') mit 1,92 Prozent sogar den mehr als 7-fachen Wert im Vergleich zur kontrastreichen (3A und 3A').



42

Das folgende Kapitel untersucht die Daten bei senkrechter und waagrechter Symmetrieachse, und zwar getrennt voneinander. Die Ergebnisse der lotrechten spiegeln nicht automatisch die Ergebnisse des Kapitels 2.2.1 wieder, die der horizontalen nicht die des Kapitels 2.2.2. Es zeigen sich Unterschiede.

### 2.2.3 Ergebnisse bei senkrechter und waagrechter Spiegelachse

Die Sakkaden der Versuchsperson 01 (Abb. 43) folgen nicht den Spiegelachsen, sondern konzentrieren sich auf den rechten unteren Quadranten. Probandin 22 (Abb. 44) folgt der horizontalen Spiegelachse nicht und der vertikalen kaum. Auch sie konzentriert ihre Blickbewegungen auf bestimmte Quadranten, in ihrem Fall rechts oben und links unten.

Abb. 43: Bild 4A, VP 01

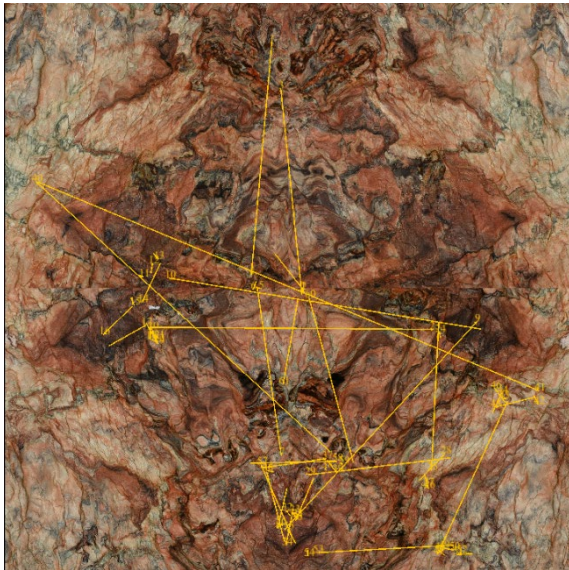


Abb. 44: Bild 4B, VP 22

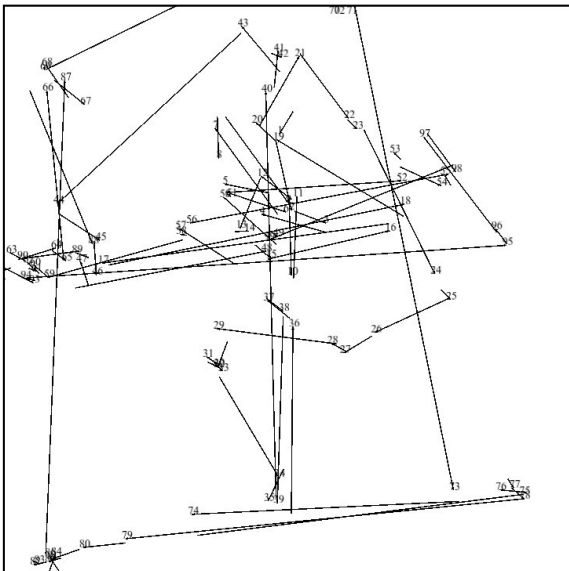


Abb. 45: Sakkaden zu Bild 4A', VP 44

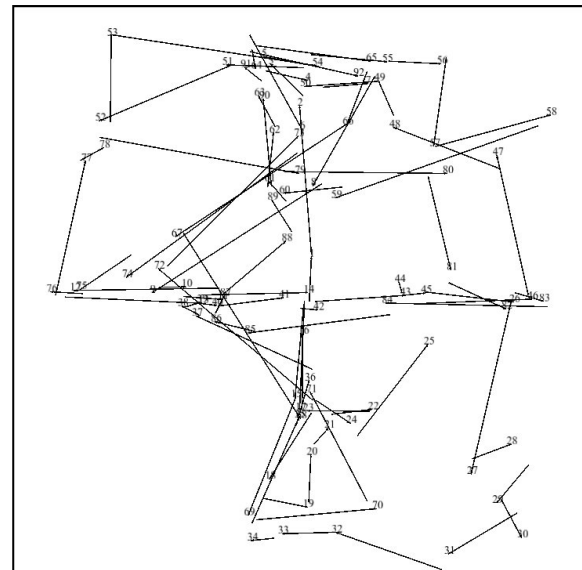


Abb. 46: Sakkaden zu Bild 4B', VP 21

Die Versuchsperson 44 (Abb. 45) folgt mit einigen ihrer Sakkaden der lotrechten, einmal auch der waagrechten Spiegelachse. Fast alle horizontalen Blickbewegungen bewegen sich leicht schräg nach rechts oben. Die Probandin 21 (Abb. 46) folgt in

mehreren kurzen Sakkaden den beiden Spiegelachsen, der linke untere Quadrant wird dabei aber kaum beachtet.

Die Trefferquote der vertikalen Spiegelachse liegt bei **1,87 Prozent** (188 Treffer von 10.074 Sakkaden), der Wert ist damit geringer als der Zufallswert von 2,22 Prozent. Der Unterschied ist aber nicht signifikant ( $p = 0,994$ ).<sup>54</sup>

Die Tabelle 2.2.3.1 zeigt die Ergebnisse der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit bei vertikaler Spiegelachse:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0118 | 0,0289 | 0,1111 | 0,0183 | 0,0219 | 120 |

Tabelle 2.2.3.1

Der Mittelwert liegt bei 1,83 Prozent. Der Minimalwert und das erste Quartil betragen 0 Prozent. Der Median weist einen Wert von 1,18 Prozent auf, das dritte Quartil 2,89 Prozent. Der Maximalwert liegt bei 11,11 Prozent.

Die Tabelle 2.2.3.2 zeigt die Details bei der vertikalen Symmetrieachse, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 4A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0110 | 0,0267 | 0,1000 | 0,0197 | 0,0245 | 29 |
| 4A'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0122 | 0,0291 | 0,0471 | 0,0154 | 0,0170 | 31 |
| 4B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0286 | 0,1111 | 0,0187 | 0,0258 | 31 |
| 4B'  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0137 | 0,0303 | 0,0690 | 0,0197 | 0,0205 | 29 |

Tabelle 2.2.3.2

Keiner der vier Mittelwerte übersteigt den Erwartungswert für den statistischen Zufall von 2,22 Prozent.

---

<sup>54</sup> data: sum(t2.4\_3\_daten\$treffer\_v, na.rm = TRUE) out of 10074  
number of successes = 188, number of trials = 10074, p-value = 0.9943  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.0222439  
95 percent confidence interval:  
0.01649825 1.00000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.0186619.**

Bei den weiteren Resultaten ergeben sich widersprüchliche Ergebnisse. Bei der kontrastreichen Spiegelung ist der Mittelwert der natürlichen (4A) mit 1,97 Prozent höher als der der künstlichen Symmetrie (4A'), der Median ist aber bei der computergenerierten Spiegelung (4A') mit 1,22 Prozent höher als die 1,10 Prozent bei der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden Symmetrie (4A). Der Unterschied zwischen den beiden kontrastarmen Spiegelungen ist gering, der Median bei der künstlichen (4B') ist mit 1,37 Prozent aber deutlich höher als der Wert von 1,04 Prozent bei der natürlichen Symmetrie (4B). Der Maximalwert ist bei der kontrastarmen natürlichen Spiegelung (4B) mit 11,11 Prozent am höchsten, gefolgt von der kontrastreichen natürlichen Symmetrie (4A) mit 10 Prozent. Danach folgen die kontrastarme künstlich generierte Spiegelung (4B') mit 6,90 Prozent sowie die kontrastreiche künstliche Symmetrie (4A') mit 4,71 Prozent. Die Standardabweichung bei der kontrastreichen natürlichen sowie der beiden kontrastarmen Spiegelungen sind deutlich höher als die der kontrastreichen künstlichen Symmetrie (4A').

Auch bei den horizontalen Spiegelachsen liegt die Erfolgswahrscheinlichkeit mit **1,03 Prozent** (*104 Treffer von 10.074 Sakkaden*) unter dem Erwartungswert. Der Unterschied ist nicht signifikant (p = 1,000).<sup>55</sup>

Die Tabelle 2.2.3.3 zeigt die Summe der individuellen Erfolgswahrscheinlichkeit bei horizontaler Spiegelachse:

|        | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| gesamt | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0140 | 0,1556 | 0,0112 | 0,0213 | 120 |

Tabelle 2.2.3.3

Der Mittelwert beträgt 1,12 Prozent. Der Minimalwert, das erste Quartil und der Median liegen bei 0 Prozent. Das dritte Quartil weist einen Wert von 1,40 Prozent auf, der Maximalwert von 15,56 Prozent ist ungewöhnlich hoch.

---

<sup>55</sup> data: sum(t2.4\_3\_daten\$treffer\_h, na.rm = TRUE) out of 10074  
number of successes = 104, number of trials = 10074, p-value = 1  
alternative hypothesis: true probability of success is greater than 0.0222439  
95 percent confidence interval:  
0.008723403 1.000000000  
sample estimates:  
probability of success  
**0.01032361.**

Die Tabelle 2.2.3.4 zeigt die Details bei der horizontalen Symmetrieachse, aufgeschlüsselt auf die einzelnen Stimuli:

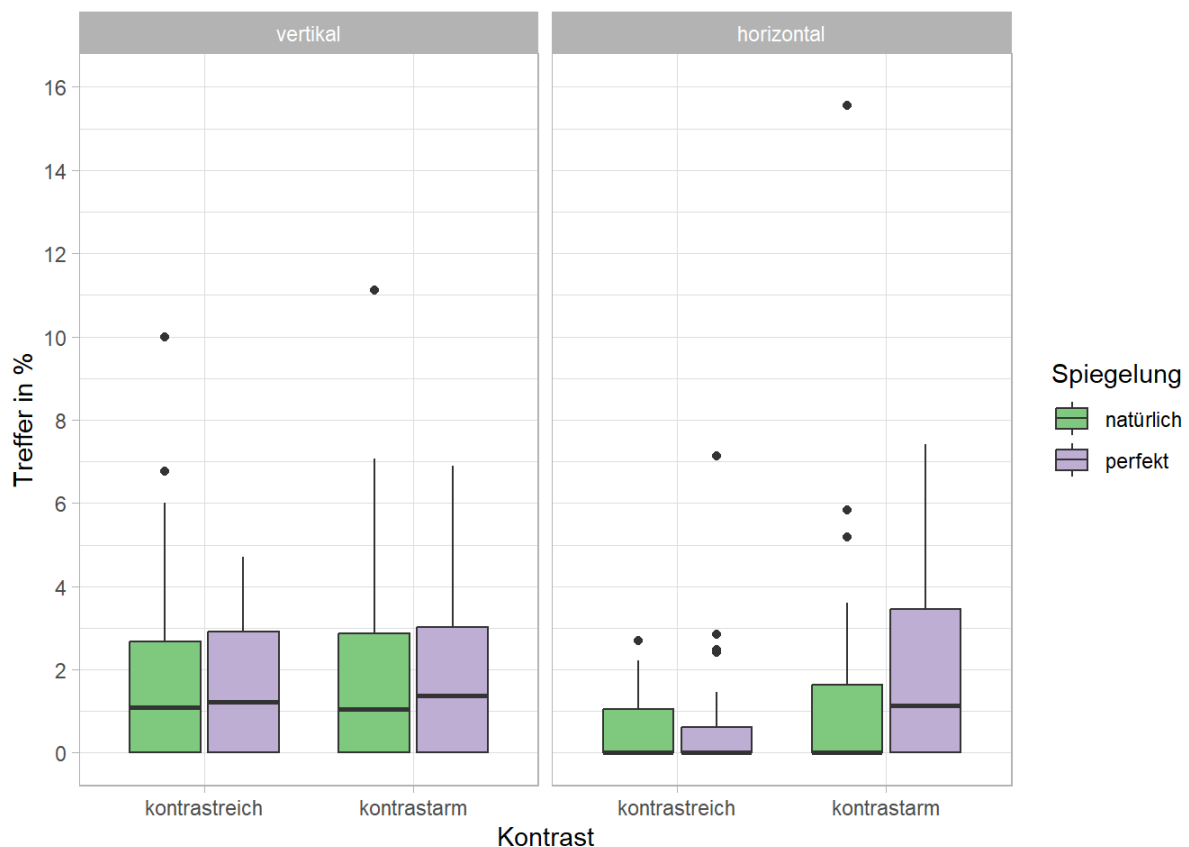
| Bild | Min    | Q1     | Median | Q3     | Max    | MW     | SD     | n  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 4A   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0104 | 0,0270 | 0,0049 | 0,0086 | 29 |
| 4A´  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0061 | 0,0714 | 0,0066 | 0,0147 | 31 |
| 4B   | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0164 | 0,1556 | 0,0152 | 0,0306 | 31 |
| 4B´  | 0,0000 | 0,0000 | 0,0114 | 0,0345 | 0,0741 | 0,0184 | 0,0223 | 29 |

Tabelle 2.2.3.4

Keiner der vier Mittelwerte übersteigt den Erwartungswert für den statistischen Zufall von 2,22 Prozent.

Die Mittelwerte der kontrastarmen Spiegelungen sind sowohl bei der natürlichen (4B) mit 1,52 Prozent als auch bei der künstlichen Symmetrie (4B´) mit 1,84 Prozent etwa drei Mal höher als bei ihren kontrastreichen Pendants. Hier beträgt der Wert für die sich aus dem Produktionsprozess ergebende Symmetrie (4A) 0,49 Prozent, für die computergenerierte (4A´) 0,66 Prozent. In beiden Fällen schneidet die perfekte Spiegelung (4A´ und 4B´) etwas besser ab als die Natürliche (4A und 4B). Nur bei der kontrastarmen künstlich generierten Spiegelung (4B´) ist der Median mit 1,14 Prozent über 0 Prozent. Die Maximalwerte zeigen sehr große Unterschiede. Während das Maximum der kontrastarmen natürlichen Spiegelung (4B) mit 15,56 Prozent sehr hoch ist, sind die beiden künstlich generierten Spiegelungen (4A´ und 4B´) mit etwas über 7 Prozent sehr ähnlich. Im Gegensatz dazu ist der Maximalwert der kontrastreichen natürlichen Spiegelung (4A) mit 2,70 Prozent sehr niedrig. Die Standardabweichungen zeigen dementsprechend große Differenzen.

Die Boxplots 2.2.3 zeigen diese großen Differenzen. Die Ergebnisse bei der horizontalen Spiegelachse sind wesentlich homogener als die der vertikalen Symmetrieachse. Sowohl die Mediane als auch das dritte Quartil der waagrechten Spiegelachse sind deutlich höhere als die der lotrechten Symmetrieachse, mit Ausnahme der kontrastarmen perfekten Spiegelungen (4B´). Hier liegt der Median ungefähr gleich auf mit denen der senkrechten Symmetrieachse, bei dem dritten Quartil liegt der Wert sogar höher. Auffällig sind die zahlreichen Ausreißer.



## Boxplots 2.2.2

### 2.2.4 Abschließende Bemerkungen zu Kapitel 2.2

Die Anzahl der Treffer für den direkten Nachvollzug der Spiegelachse liegt in fast allen Fällen unter dem Erwartungswert für den Zufall. Einzig bei der vertikalen Spiegelachse erzielen die beiden künstlich generierten Spiegelungen ein etwas höheres Ergebnis. Durch die vielen Ausreißer wird der Eindruck erweckt, dass dieses Blickverhaltensmuster wesentlich öfter vorkommt. Da die Gesamtbetrachtung aber eine typische Blickbewegung nicht bestätigt, wird in der Conclusio nur kurz noch einmal darauf eingegangen.

Das nächste Kapitel untersucht, ob die Bildung von Clustern, das sind Sakkadenhäufungen in einem kleinen Bereich, bei den Blickbewegungen signifikant häufiger vorkommen als der Erwartungswert.

## 2.3 Clusterbildung

Ein sehr auffälliges Blickbewegungsmuster stellt die Häufung von Sakkaden innerhalb eines kleinen Bereichs dar.<sup>56</sup> Dieses kommt auch bei den Stimuli vor, die nicht gespiegelt gezeigt werden. Kapitel 2.3.1 zeigt exemplarische Beispiele und beschreibt diese genauer. Kapitel 2.3.2 erklärt, warum dieses Blickbewegungsmuster, trotz der auffälligen Sakkaden, in der Folge nicht näher untersucht wird.

---

<sup>56</sup> Als Cluster gelten fünf Sakkaden hintereinander innerhalb eines Radius von 50 Pixel.

### 2.3.1 Exemplarische Beispiele

Die Versuchsperson 15 tastet beim Stimulus 2A (Abb. 47) überwiegend die obere Hälfte des Bildes ab, die vertikale Spiegelachse wird einige Male verfolgt. Die Probandin 31 lässt beim Bild 4A (Abb. 48) ihre Blicke über das ganze Bild verteilt schweifen. Dabei folgen ihre Sakkaden ebenfalls einige Male der vertikalen Spiegelachse, außerdem deutet sie oben und unten sowie links mehrfach unterbrochen einen Rahmen an.

Abb. 47: Bild 2A, VP 15



Abb. 48: Bild 4A, VP 31

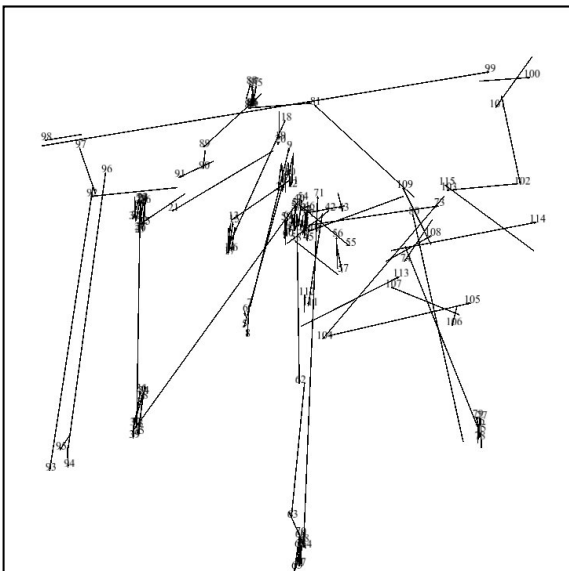
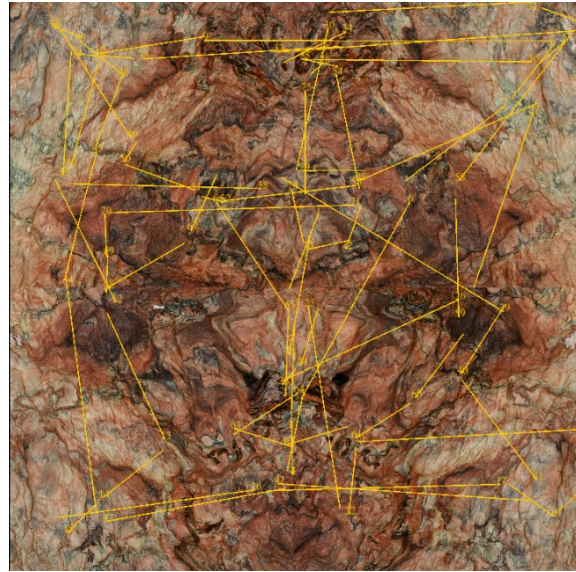


Abb. 49: Sakkaden zu Bild 2A', VP 18

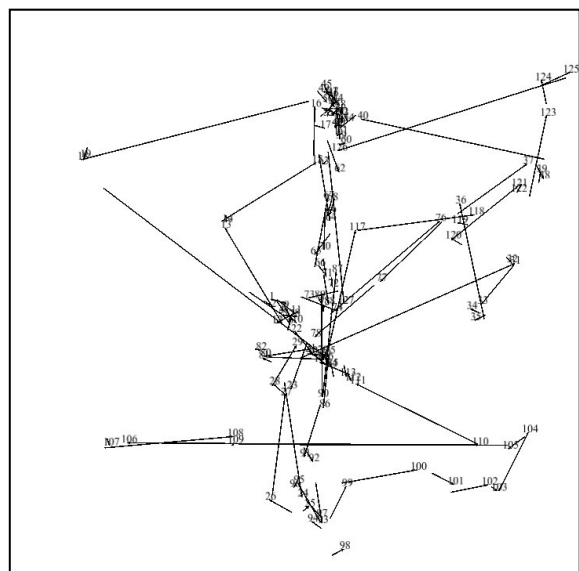


Abb. 50: Sakkaden zu Bild 4A', VP 08

Ganz anders verhält sich die Probandin 18 beim Bild 2A' (Abb. 49). Immer wieder verweilt sie bei einem bestimmten Punkt und betrachtet diesen eingehend. Die

Versuchsperson 08 konzentriert sich bei Bild 4A' (Abb. 50) ebenfalls immer wieder auf eine bestimmte Stelle, wobei sich diese Cluster in der Nähe der Mittelachse häufen.

### 2.3.2 Abschließende Bemerkungen zu Kapitel 2.3

Dieses sehr auffällige Blickbewegungsmuster betrifft nur sehr wenige Probandinnen. Die Tabellen 2.3.2.1 und 2.3.2.2, aufgeteilt auf die beiden Versuchsgruppen und sortiert nach Häufigkeit der Summe aller Cluster der jeweiligen Probandinnen, zeigen folgendes Ergebnis:

| VP     | Summe | 1A | 1B | 2A | 2B' | 3A | 3B' | 4A | 4B' |
|--------|-------|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|
| VP 03  | 37    | 2  | 4  | 9  | 3   | 7  | 3   | 6  | 3   |
| VP 09  | 8     | 2  | 1  | 4  |     | 1  |     |    |     |
| VP 01  | 5     | 1  | 1  |    |     | 1  |     | 2  |     |
| VP 41  | 5     |    |    |    | 1   |    |     | 4  |     |
| VP 37  | 2     | 1  |    |    |     |    |     |    | 1   |
| VP 63  | 2     | 1  |    |    |     |    | 1   |    |     |
| VP 13  | 1     |    |    |    | 1   |    |     |    |     |
| VP 19  | 1     |    |    |    |     | 1  |     |    |     |
| VP 27  | 1     |    |    | 1  |     |    |     |    |     |
| gesamt | 62    | 7  | 6  | 14 | 5   | 10 | 4   | 12 | 4   |

Tabelle 2.3.2.1

| VP     | Summe | 1A | 1B | 2A' | 2B | 3A' | 3B | 4A' | 4B |
|--------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| VP 08  | 14    | 2  |    | 2   | 1  |     | 4  | 2   | 3  |
| VP 34  | 8     | 1  | 1  | 1   | 2  |     | 2  | 1   |    |
| VP 18  | 4     | 1  |    | 2   |    |     |    | 1   |    |
| VP 50  | 4     |    | 1  |     |    |     | 3  |     |    |
| VP 04  | 1     |    |    |     | 1  |     |    |     |    |
| VP 06  | 1     |    |    |     |    |     |    |     | 1  |
| VP 16  | 1     |    |    |     |    |     | 1  |     |    |
| VP 22  | 1     |    |    |     |    |     |    |     | 1  |
| VP 26  | 1     |    |    |     | 1  |     |    |     |    |
| VP 30  | 1     |    |    |     |    |     |    | 1   |    |
| VP 44  | 1     |    |    |     |    |     |    | 1   |    |
| gesamt | 37    | 4  | 2  | 5   | 5  | 0   | 10 | 6   | 5  |

Tabelle 2.3.2.2

Auch hier trüben die Ausreißer den Blick. Die insgesamt 99 Cluster sind sehr ungleich verteilt. Die Versuchsperson 03 generiert davon alleine 37 (9 weitere Probandinnen in Summe 52, 10 weitere Probandinnen jeweils 1). Bei den übrigen 100 Probandinnen tritt dieses Blickbewegungsmuster überhaupt nicht auf. Bezogen auf die Spiegelachse

gibt es keinen eindeutigen Trend. Die Anzahl der Treffer bei den Stimuli ohne Spiegelachse ist 19. Die Anzahl der Treffer bei senkrechter Spiegelachse ist 29, bei waagrechter 24 und bei Kombination von vertikaler und horizontaler Symmetrieachse 27. Bei kontrastreichen Spiegelungen (47) kommen diese Cluster öfter vor als bei kontrastarmen Symmetrieachsen (33). Bei natürlichen Spiegelungen ist die Anzahl der Treffer 56 und damit eindeutig häufiger als bei künstlichen Symmetrieachsen mit 24. Da bei einer so kleinen Gruppe an Probandinnen mit einer nennenswerten Anzahl von Treffern eine seriöse statistische Aussage nicht möglich ist, wird auf eine detaillierte Untersuchung verzichtet und im nächsten Abschnitt nur kurz noch einmal darauf eingegangen.

In der folgenden Conclusio werden die Ergebnisse vertieft.

## Conclusio

Die erste Hypothese lautet: Gespiegelt verlegte Marmorplatten weisen höhere Werte beim Gefallen auf als nicht gespiegelte. Innerhalb der Gruppe der gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten werden vertikale Achsen bevorzugt, gefolgt von doppelten Symmetrien. Horizontale erzielen die geringsten Werte beim Gefallen.

Tabelle C1 zeigt die gesammelten Ergebnisse, sortiert nach dem Mittelwert des Gefallens, in absteigender Reihenfolge:

| Bild | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n  |
|------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|----|
| 1B   | 3,0 | 6,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,933 | 1,118 | 60 |
| 4A   | 1,0 | 6,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,759 | 1,662 | 29 |
| 4A'  | 2,0 | 4,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,355 | 1,624 | 31 |
| 2B'  | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,276 | 1,623 | 29 |
| 3A   | 3,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,207 | 1,320 | 29 |
| 2A   | 1,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,172 | 1,794 | 29 |
| 1A   | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,133 | 1,702 | 60 |
| 3A'  | 2,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,065 | 1,504 | 31 |
| 2B   | 2,0 | 3,5 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,032 | 1,663 | 31 |
| 2A'  | 2,0 | 3,5 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,839 | 1,675 | 31 |
| 4B   | 2,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,839 | 1,614 | 31 |
| 4B'  | 1,0 | 3,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 4,552 | 1,956 | 29 |
| 3B   | 1,0 | 3,0 | 4,0    | 6,0 | 7,0 | 4,129 | 1,727 | 31 |
| 3B'  | 1,0 | 2,0 | 3,0    | 4,0 | 7,0 | 3,517 | 1,573 | 29 |

Tabelle C1

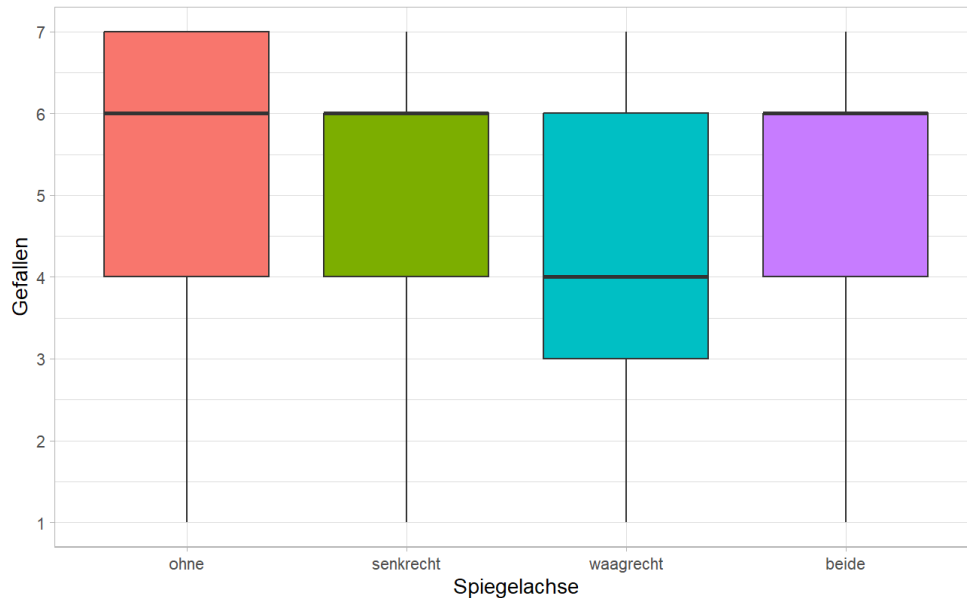
Die nicht gespiegelte Buntmarmorplatte 1B liegt vor allen anderen Varianten. Tabelle C2 zeigt die summierten Ergebnisse, nach Art der Spiegelung in absteigender Reihenfolge nach dem Mittelwert sortiert:

|        | Min | Q1  | Median | Q3  | Max | MW    | SD    | n   |
|--------|-----|-----|--------|-----|-----|-------|-------|-----|
| ohne   | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 7,0 | 7,0 | 5,533 | 1,489 | 120 |
| beide  | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,125 | 1,756 | 120 |
| senkr. | 1,0 | 4,0 | 6,0    | 6,0 | 7,0 | 5,075 | 1,676 | 120 |
| waagr. | 1,0 | 3,0 | 4,0    | 6,0 | 7,0 | 4,483 | 1,670 | 120 |

Tabelle C2

Auch in Summe liegen die nicht gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten vor allen Varianten der Spiegelung. Die Standardabweichungen unterscheiden sich nur unwesentlich. Deshalb muss der erste Teil der Hypothese verworfen werden.

Die Boxplots C1 veranschaulichen das Ergebnis:

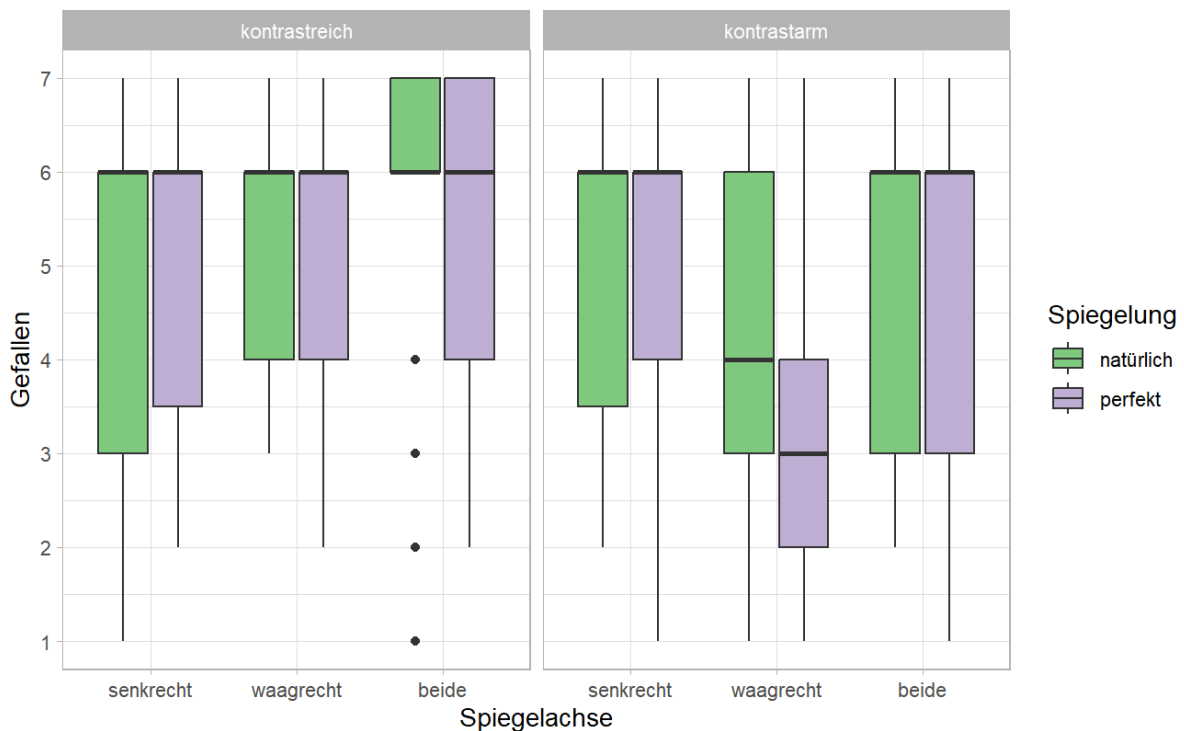


### Boxplots C1

Der Minimalwert hat in allen Fällen den Wert 1. Das erste Quartil ist bei waagrechten Spiegelachsen am niedrigsten, bei allen anderen Varianten ist er gleich. Der Median hat überall den Wert 6, nur bei den waagrechten Symmetrien einen Wert von 4. Das dritte Quartil ist nur bei den nicht gespiegelt verlegten Bundmarmorplatten gleich dem Maximum, in allen anderen Fällen ist der Wert niedriger.

Der zweite Teil der Hypothese ist nicht so eindeutig zu beantworten, vor allem wenn man die Kontrastart mitberücksichtigt. Die Boxplots C2 zeigen, dass die kontrastreiche natürliche Spiegelung an beiden Symmetrieachsen, bis auf wenige Ausreißer, den Probandinnen am besten gefällt. Bei den kontrastreichen schneiden die doppelten Spiegelachsen eindeutig besser ab als die senkrechten Symmetrieachsen, bei den kontrastarmen verhält es sich tendenziell umgekehrt. In Summe werden die waagrechten Spiegelachsen eher schlechter bewertet. Auffallend ist, dass der Minimalwert der kontrastreichen natürlichen waagrechten Spiegelung 3 beträgt, während alle anderen Fälle einen Wert von 1 oder 2 aufweisen. Auch schneiden bei den kontrastreichen Stimuli die mit waagrecchter Spiegelachse besser ab als die mit senkrechter. Die kontrastreichen mit waagrecchter Symmetrieachse zeigen hier nur

einen geringen Unterschied zwischen der natürlichen und der künstlich generierten Spiegelung. Bei den kontrastarmen ist der Unterschied wesentlich größer. Betrachtet man die Unterschiede zwischen natürlicher und perfekter Spiegelung, ergibt sich ebenfalls ein uneinheitliches Bild. Die kontrastreichen waagrechten Spiegelungen und die kontrastarmen doppelten Symmetrieachsen zeigen nur beim Minimum einen Unterschied. Die senkrechten Spiegelachsen zeigen sowohl bei kontrastreichen als auch bei kontrastarmen einen kleinen Unterschied, in beiden Fällen schneiden die perfekten etwas besser ab als die sich aus dem Produktionsprozess ergebenden Symmetrien. Große Unterschiede zeigen sich bei den kontrastreichen doppelten als auch bei den kontrastarmen waagrechten Spiegelachsen. In beiden Fällen ist das Ergebnis der natürlichen Spiegelung höher. Unklar in diesem Zusammenhang ist, inwieweit Farbe und Struktur des Marmors das Gefallen beeinflussen.



## Boxplots C2

Zur genaueren statistischen Überprüfung, ob sich das Gefallen zwischen den verschiedenen Arten von Spiegelachsen unterscheidet, wurde eine Varianzanalyse (Anova) mit Messwiederholung durchgeführt. Die Analyse ergibt einen signifikanten

Haupteffekt der Spiegelachse:  $F(2,72, 160,59)=9,484$ ,  $p<0,001$ ,  $\omega^2=0,08$ .<sup>57</sup> Es besteht also ein signifikanter Unterschied im Gefallen zwischen mindestens zwei der untersuchten Spiegelachsen.

Bei der paarweisen Analyse zeigt sich, dass sich die horizontale Symmetrieachse signifikant von den anderen unterscheidet. Die Stichprobe ohne Spiegelachse liegt um durchschnittliche 1,05 Punkte höher als die der Waagrechten ( $d=0,682$ ,  $p<0,001$ , mittlerer Effekt). Das Gefallen wurde beim Vergleich mit der senkrechten Symmetrieachse um durchschnittlich 0,59 Punkte höher bewertet ( $d=0,419$ ,  $p=0,010$ ), mit der lotrechten und horizontalen um 0,64 ( $d=0,461$ ,  $p=0,004$ ). Die Differenzen sind signifikant, mit einem schwachen bis mittleren Effekt. Die Unterschiede zwischen den Stimuli ohne Spiegelachsen und den drei Varianten senkrecht, waagrecht sowie beide Symmetrieachsen weisen keine signifikanten Unterschiede auf.<sup>58</sup>

Das Profildigramm C1 veranschaulicht die Ergebnisse. Die Stimuli ohne Symmetrieachse weisen die höchsten Werte beim Gefallen auf. Am zweitbesten schneiden die Stimuli ab, die sowohl eine senkrechte als auch eine waagrechte Spiegelachse aufweisen. Der Wert des Gefallens der lotrechten Symmetrieachse ist leicht niedriger, unterscheidet sich jedoch möglicherweise nicht signifikant vom höchsten Wert. Die horizontale Spiegelachse weist in der Stichprobe eindeutig den niedrigsten Wert für das Gefallen auf. Mit 95-prozentiger Sicherheit liegen die tatsächlichen Werte des Gefallens zwischen den waagrechten Balken der Grafik.

<sup>57</sup> Es handelt sich um einen mittleren Effekt,  $F(2,72, 160,59)=9,484$ ,  $p<0,001$ ,  $\omega^2=0,08$ .

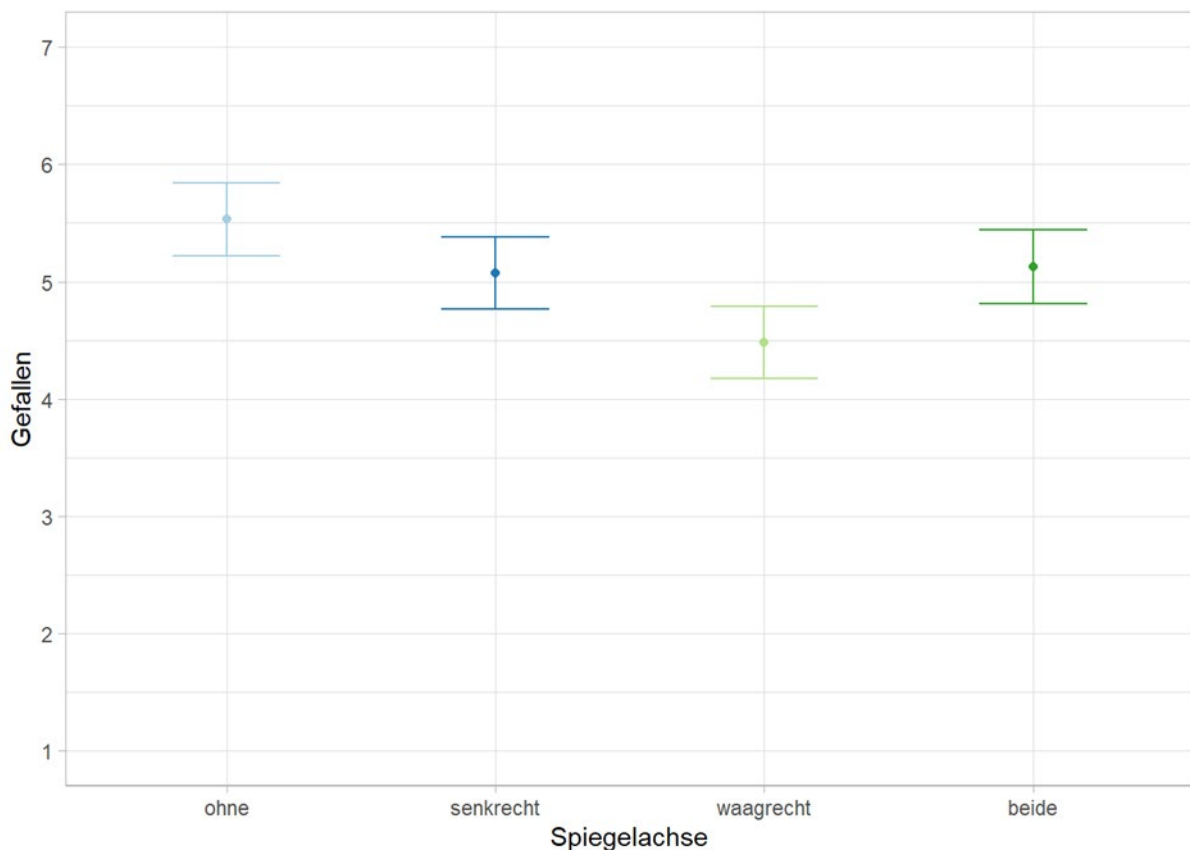
| Faktor       | SS    | SSE    | df1  | df2    | F     | p           | $\omega^2$ |
|--------------|-------|--------|------|--------|-------|-------------|------------|
| Spiegelachse | 33.65 | 206.97 | 2.72 | 160.59 | 9.594 | $p < 0.001$ | 0.080      |

Hinweis: Die angegebenen Freiheitsgrade (df) und p-Werte basieren auf der Huynh-Feldt-Korrektur.

<sup>58</sup>

| Paarweise Vergleiche Spiegelachse |               |       |    |        |                  |               |
|-----------------------------------|---------------|-------|----|--------|------------------|---------------|
| Spiegelachse                      | MWdiff        | SE    | df | t      | p                | d             |
| ohne - senkrecht                  | 0.458         | 0.234 | 59 | 1.962  | 0.226            | 0.253         |
| ohne - waagrecht                  | <b>1.050</b>  | 0.199 | 59 | 5.283  | <u>&lt;0.001</u> | <b>0.682</b>  |
| ohne - beide                      | 0.408         | 0.220 | 59 | 1.854  | 0.274            | 0.239         |
| senkrecht - waagrecht             | <b>0.592</b>  | 0.182 | 59 | 3.244  | <u>0.010</u>     | <b>0.419</b>  |
| senkrecht - beide                 | -0.050        | 0.160 | 59 | -0.312 | 0.991            | -0.040        |
| waagrecht - beide                 | <b>-0.642</b> | 0.180 | 59 | -3.567 | <u>0.004</u>     | <b>-0.461</b> |

Hinweis: Die p-Werte wurden mit der Dunnett-Methode für drei Vergleiche angepasst.



Profildiagramm C1

Die zweite Hypothese lautet: Sakkaden verbinden signifikant häufiger Spiegelbereiche als der Zufallswert. Und es gibt weitere typische Blickbewegungsmuster, die signifikant sind.

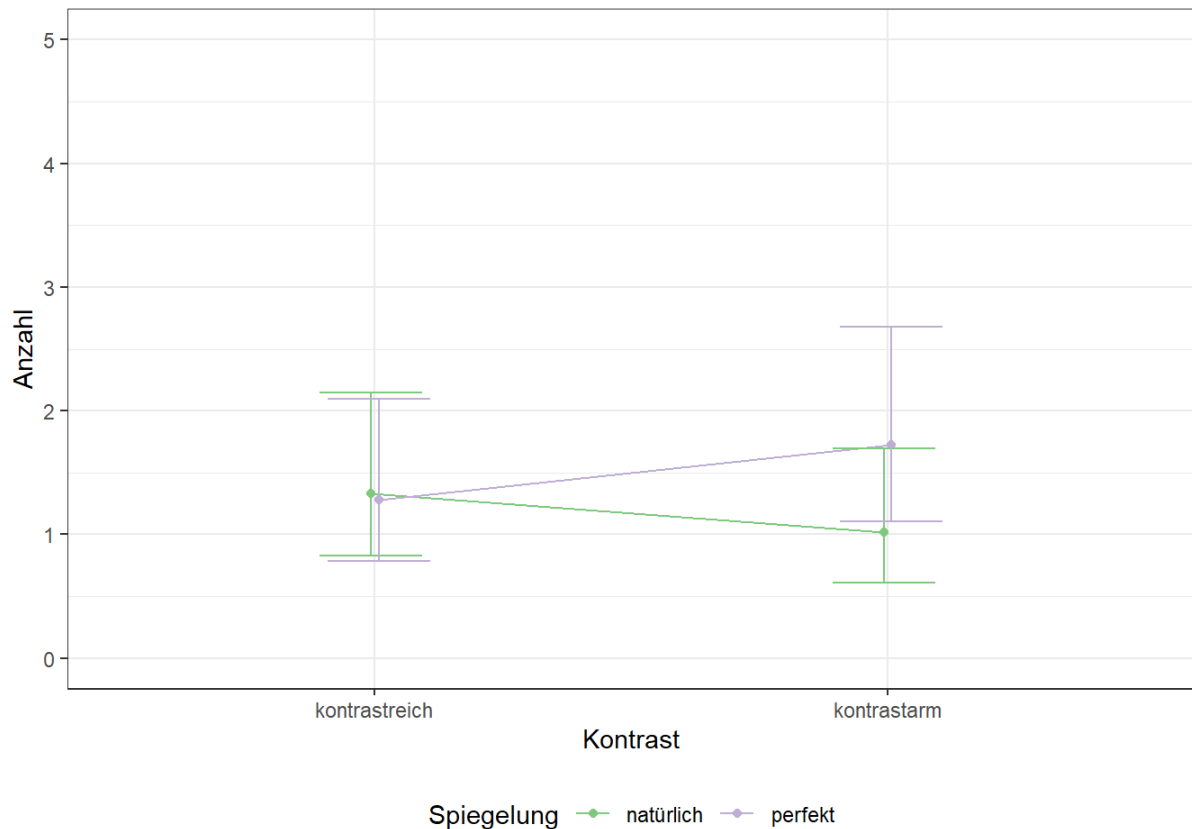
Kapitel 2.1 bestätigte eindeutig den ersten Teil der Hypothese. Im Folgenden werden die Trefferquoten beim Nachvollzug der Spiegelbereiche statistisch genauer untersucht, ob Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren gefunden werden können. Bei der vertikalen Spiegelachse ergibt die negative Binomialregression, dass keiner der untersuchten Faktoren einen signifikanten Unterschied bezüglich Treffer ergibt. Der Haupteffekt der Spiegelung<sup>59</sup> und auch der Haupteffekt des Kontrasts<sup>60</sup> sind nicht signifikant. Ebenso wies die Interaktion kein signifikantes Ergebnis auf.<sup>61</sup>

<sup>59</sup>  $b = -0,04$ ,  $p = 0,899$ ,  $IRR = 0,96$ . Der Wert 0,96 für den IRR bedeutet, dass bei kontrastreichen Bildern die geschätzte Trefferrate bei perfekter Spiegelung im Mittel 4 % niedriger ist als jene bei natürlicher Spiegelung. Mangels Signifikanz des Effekts kann keine Aussage getroffen werden, ob diese Differenz über den Zufall hinausgeht.

<sup>60</sup>  $b = -0,27$ ,  $p = 0,416$ ,  $IRR = 0,76$ . Für natürlich gespiegelte Bilder beträgt die geschätzte Anzahl der Treffer pro Sakkade bei kontrastarmen Bildern um 24% weniger als bei kontrastreichen Bildern. Auch dieser Unterschied ist nicht statistisch signifikant.

<sup>61</sup>  $b = 0,57$ ,  $p = 0,227$ ,  $IRR = 1,77$ .

Die Grafik C2 zeigt, dass der Unterschied zwischen der sich aus dem Produktionsprozess ergebenden und der computergenerierten Spiegelung bei kontrastarmen Stimuli etwas größer ist als bei Kontrastreichen, ohne signifikant zu sein.



### Profildiagramm C2

Bei der horizontalen Spiegelachse zeigt das Ergebnis der negativen Binomialregression, dass weder der Haupteffekt der Spiegelung<sup>62</sup> noch der Haupteffekt des Kontrasts<sup>63</sup> signifikant sind. Die Interaktion zwischen Spiegelung und Kontrast ist ebenfalls nicht signifikant.<sup>64</sup>

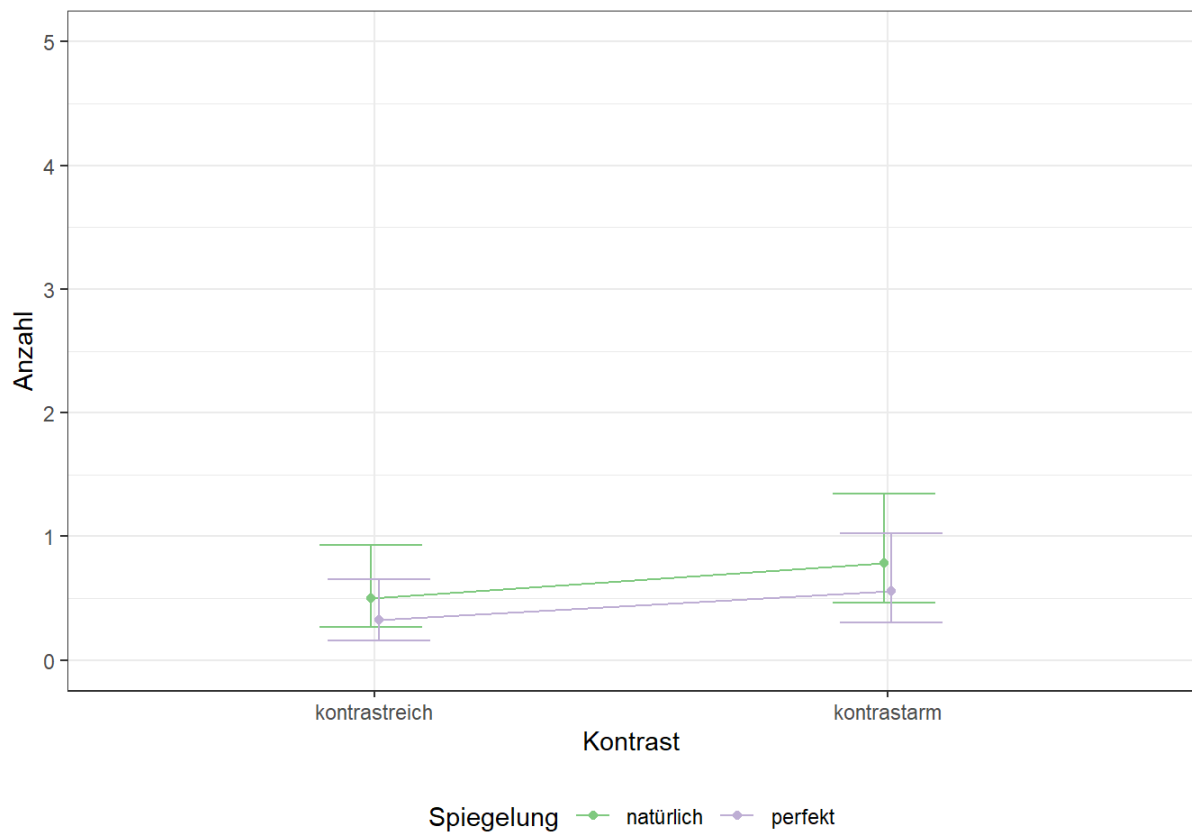
Das Profildiagramm C3 zeigt, dass beim Vergleich der natürlichen mit der perfekten Spiegelung die Anzahl der Treffer leicht abnimmt. Ein ähnlicher Verlauf ist beim Vergleich der Trefferquote von kontrastarm zu kontrastreich zu beobachten. Die parallelen Linien zeigen, dass eine Interaktion fehlt. Die grüne Linie, die für die

<sup>62</sup>  $b = -0,43$ ,  $p = 0,302$ , IRR = 0,65. Bei kontrastreichen Bildern wurden im Mittel 35 % weniger Treffer pro Sakkade bei perfekter Spiegelung im Vergleich zur natürlichen Spiegelung beobachtet.

<sup>63</sup>  $b = 0,46$ ,  $p = 0,188$ , IRR = 1,59. Bei natürlicher Spiegelung führt kontrastarmer Kontrast zu einer 59 % höheren geschätzten Trefferrate pro Sakkade als kontrastreicher Kontrast.

<sup>64</sup>  $b = 0,08$ ,  $p = 0,882$ , IRR = 1,09.

natürliche Spiegelung steht, liegt durchgehend über der lila Linie, die für die computergenerierte steht. Dies weist auf die Tendenz hin, dass mehr Treffer bei der natürlichen Symmetrie erzielt werden, ohne statistisch signifikant zu sein.



### Profildiagramm C3

Bei Stimuli mit vertikaler und horizontaler Achse zeigen die Ergebnisse der negativen Binomialregression, dass bei der horizontalen Spiegelachse weniger Treffer auftreten als bei der vertikalen, dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant.<sup>65</sup> Die Haupteffekte der Spiegelung<sup>66</sup> und des Kontrasts<sup>67</sup> sind nicht signifikant. Das Gleiche gilt für die Zweifach-Interaktionen zwischen Spiegelung und Kontrast<sup>68</sup>, Spiegelung und Trefferart<sup>69</sup> sowie Kontrast und Trefferart.<sup>70</sup> Auch diese Ergebnisse sind nicht signifikant. Die Dreifach-Interaktion zwischen Spiegelung, Kontrast und Trefferart<sup>71</sup> ist

<sup>65</sup>  $b = -0,49$ ,  $p = 0,132$ ,  $IRR = 0,61$ .

<sup>66</sup>  $b = 0,22$ ,  $p = 0,460$ ,  $IRR = 1,25$ .

<sup>67</sup>  $b = 0,05$ ,  $p = 0,873$ ,  $IRR = 1,05$ .

<sup>68</sup>  $b = -0,02$ ,  $p = 0,963$ ,  $IRR = 0,98$ .

<sup>69</sup>  $b = -0,38$ ,  $p = 0,405$ ,  $IRR = 0,68$ .

<sup>70</sup>  $b = 0,31$ ,  $p = 0,513$ ,  $IRR = 0,73$ .

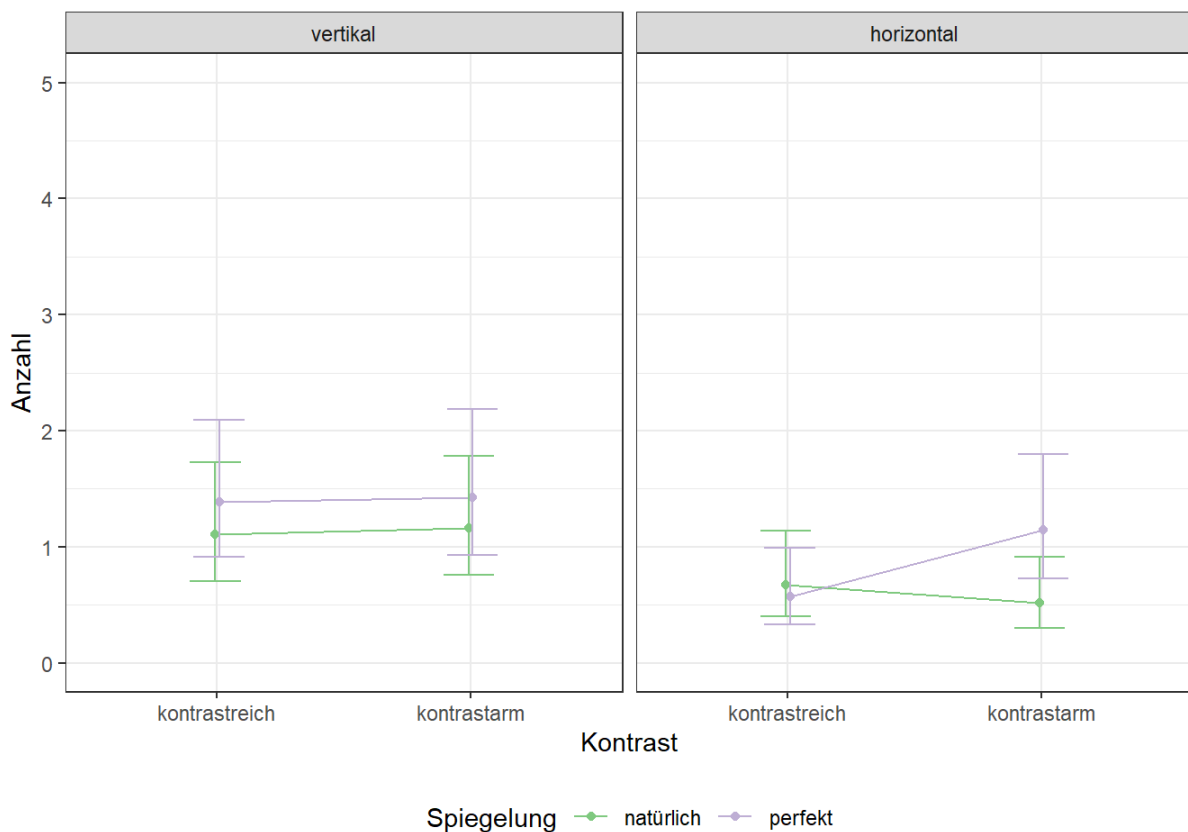
<sup>71</sup>  $b = 0,97$ ,  $p = 0,136$ ,  $IRR = 2,64$ .

ebenfalls nicht signifikant, deutet aber auf unterschiedliche Interaktionsmuster bei horizontaler und vertikaler Spiegelachse hin.

Das Profildiagramm C4 zeigt für die vertikale Spiegelachse, dass die Trefferanzahl bei perfekter Spiegelung (lila) höher liegt als bei der natürlichen (grün). Beide weisen nur einen flachen und parallelen Unterschied zwischen den kontrastreichen und kontrastarmen Stimuli auf. Bei der horizontalen Symmetrieachse ergibt sich ein anderes Bild. Bei kontrastarmen Bildern erzielt die computergenerierte Spiegelung (lila) eine höhere Anzahl an Treffern, während bei kontrastreichen Stimuli die aus dem Produktionsprozess entstehende Spiegelung (grün) geringfügig höhere Werte zeigt. Die sich kreuzenden Linien weisen auf eine Interaktion hin, die aber statistisch nicht signifikant ist.<sup>72</sup>

<sup>72</sup> Hinweis: Standardfehler in Klammer.

| <b>Spiegelachse</b>                                  | <b>Profildiagramm C2</b> | <b>Profildiagramm C3</b> | <b>Profildiagramm C4</b> |
|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Predictors</i>                                    | <i>IRR</i>               | <i>IRR</i>               | <i>IRR</i>               |
| (Intercept)                                          | 0.02 *** (0.00)          | 0.01 *** (0.00)          | 0.01 *** (0.00)          |
| Spiegelung: perfekt                                  | 0.96 (0.31)              | 0.65 (0.27)              | 1.25 (0.38)              |
| Kontrast: arm                                        | 0.76 (0.26)              | 1.59 (0.55)              | 1.05 (0.33)              |
| Spiegelung*Kontrast                                  | 1.77 (0.84)              | 1.09 (0.62)              | 0.98 (0.44)              |
| Treffer-Art: horizontal                              |                          |                          | 0.61 (0.20)              |
| Spiegelung*Treffer-Art                               |                          |                          | 0.68 (0.32)              |
| Kontrast*Treffer-Art                                 |                          |                          | 0.73 (0.35)              |
| Spiegelung*Treffer-Art*Kontrast                      |                          |                          | 2.64 (1.72)              |
| <b>Random Effects</b>                                |                          |                          |                          |
| $\sigma^2$                                           | 4.15                     | 4.94                     | 4.39                     |
| T <sub>00</sub>                                      | 0.01 <sub>vp</sub>       | 0.21 <sub>vp</sub>       | 0.14 <sub>vp</sub>       |
| ICC                                                  | 0.00                     | 0.04                     | 0.03                     |
| N                                                    | 60 <sub>vp</sub>         | 60 <sub>vp</sub>         | 60 <sub>vp</sub>         |
| Observations                                         | 120                      | 120                      | 240                      |
| Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup> | 0.008 / 0.011            | 0.020 / 0.059            | 0.031 / 0.060            |
| * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$           |                          |                          |                          |



#### Profildiagramm C4

Kapitel 2.2 untersucht, ob Sakkaden, die der Spiegelachse selbst folgen, als typisch bezeichnet werden können. Nur bei der senkrechten künstlich gespiegelten Symmetrieachse ist die Anzahl der Treffer höher, als der Zufall es erwarten ließ. Der kontrastreiche Stimulus lag mit 2,57 Prozent leicht über dem Erwartungswert von 2,22 Prozent, der kontrastarme mit 3,56 noch deutlicher darüber. Alle anderen Werte lagen unter dem Zufallswert. Somit ist dies kein generelles typisches Blickverhaltensmuster. Die Clusterbildung, Kapitel 2.3, ist nur bei wenigen Probandinnen sehr ausgeprägt und kann deshalb nicht als allgemeines typisches Blickverhaltensmuster bezeichnet werden. Der zweite Teil dieser Hypothese muss deshalb verworfen werden.

Die dritte Hypothese lautet: Ein höherer Wert beim Gefallen steht in einem positiven Zusammenhang mit der Anzahl an Treffern für die jeweilige typische Blickbewegung.

Im Folgenden werden die Mittelwerte des Gefallens mit den jeweiligen Erfolgswahrscheinlichkeiten, dass der Endpunkt der Sakkaden den Symmetriebereich des Anfangspunkts spiegelt, einander gegenübergestellt. Die folgende Tabelle C2 zeigt die Ergebnisse bei vertikalen Spiegelachsen:

|                                | 2A   | 2A'  | 2B   | 2B'  |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Mittelwerte Gefallen           | 5,17 | 4,84 | 5,03 | 5,28 |
| Mittelwerte Treffer in Prozent | 1,61 | 1,53 | 1,22 | 2,09 |

Tabelle C2

Der höchste Wert des Gefallens tritt bei der perfekten kontrastarmen Spiegelung auf. Dies deckt sich mit dem höchsten Wert an Treffern bei den Sakkaden. An zweiter Stelle, sowohl beim Gefallen als auch bei der Trefferquote, liegt die natürliche kontrastreiche Spiegelung. Die beiden geringsten Werte verhalten sich umgekehrt: Die natürliche kontrastarme Symmetrie wird beim Gefallen besser bewertet als die computergenerierte kontrastreiche, obwohl die Trefferquote bei den Sakkaden geringer ist. Bei den kontrastarmen senkrechten Stimuli tritt das einzige Mal der Fall auf, dass die künstliche Spiegelung höher bewertet wird als die natürliche.

Die Tabelle C3 veranschaulicht die Ergebnisse bei horizontalen Spiegelachsen:

|                                | 3A   | 3A'  | 3B   | 3B'  |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Mittelwerte Gefallen           | 5,21 | 5,06 | 4,13 | 3,51 |
| Mittelwerte Treffer in Prozent | 0,70 | 0,38 | 1,03 | 0,69 |

Tabelle C3

Auch hier decken sich Gefallen und Anzahl der Treffer nicht. Die höchste Punkteanzahl beim Gefallen erzielt die natürliche kontrastreiche Spiegelung. Die Trefferquote ist aber wesentlich geringer als bei der natürlichen kontrastarmen und nur geringfügig höher als bei der künstlichen kontrastarmen. Die mit Abstand niedrigste Anzahl an Sakkadentreffern erzielte die computergenerierte kontrastreiche Spiegelung, sie erzielte aber beim Gefallen die zweite Stelle, mit nur einer geringfügig schlechteren Bewertung als die beste. Die höchste Anzahl an Treffern erzielte die natürliche kontrastarme Symmetrie, erhielt aber nur den dritthöchsten Wert beim Gefallen. Die natürliche Spiegelung wird in beiden Fällen besser bewertet als die künstliche.

Die folgende Tabelle C4 zeigt die Ergebnisse bei vertikalen und horizontalen Spiegelachsen, bezogen auf die vertikale Symmetrie:

|                                | 4A   | 4A'  | 4B   | 4B'  |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Mittelwerte Gefallen           | 5,76 | 5,35 | 4,84 | 4,55 |
| Mittelwerte Treffer in Prozent | 1,81 | 1,97 | 1,36 | 2,73 |

Tabelle C4

Auch hier decken sich die Ergebnisse des Gefallens nicht mit der Anzahl der Sakkadentreffer. Den höchsten Wert beim Gefallen erzielt die natürliche kontrastreiche Spiegelung, hat aber nur den dritthöchsten Wert bei der Anzahl der Treffer. Den zweithöchsten Wert beim Gefallen erreicht die künstliche kontrastreiche Symmetrie, sie erzielt bei der Trefferquote den zweithöchsten Wert. Den mit Abstand höchsten Wert bei der Anzahl der Treffer erzielt die computergenerierte kontrastarme Spiegelung, liegt aber beim Gefallen an letzter Stelle. Auch hier wird die natürliche Symmetrie besser bewertet als die künstliche.

Tabelle C5 veranschaulicht die Ergebnisse bei vertikalen und horizontalen Spiegelachsen, bezogen auf die horizontale Symmetrie:

|                                | 4A   | 4A'  | 4B   | 4B'  |
|--------------------------------|------|------|------|------|
| Mittelwerte Gefallen           | 5,76 | 5,35 | 4,84 | 4,55 |
| Mittelwerte Treffer in Prozent | 1,45 | 0,98 | 1,05 | 2,51 |

Tabelle C5

Dieses Ergebnis spiegelt Ähnliches: Der höchste Wert des Gefallens, die natürliche kontrastreiche Spiegelung liegt bei der Anzahl der Sakkadentreffer an zweiter Stelle. Der zweithöchste Wert für das Gefallen erzielt die künstliche kontrastreiche, hier liegt die Trefferquote aber an letzter Stelle. Der künstliche kontrastarme Stimulus erzielte zwar die meisten Treffer bei den Sakkaden, wurde aber am schlechtesten bewertet. Und auch in diesem Fall wird die natürliche Spiegelung besser bewertet als die künstliche.

Das Gefallen und die Anzahl der Treffer der Sakkaden der jeweiligen typischen Blickbewegung stehen in keinem direkten Zusammenhang, somit muss die Hypothese verworfen werden.

Die vierte Hypothese lautet: Spiegelungen, die sich aus dem Produktionsprozess ergeben und nicht perfekt sind, werden besser bewertet als computergenerierte

perfekte Symmetrien. Und kontrastreiche Stimuli werden besser bewertet als kontrastarme.

Die genaue statistische Ausarbeitung untersucht, ob signifikante Unterschiede zwischen den Spiegelachsen, den Kontrasten der Stimuli und der Art der Spiegelung, bezogen auf natürliche beziehungsweise künstliche, bestehen. Dabei werden auch mögliche Interaktionen zwischen diesen Variablen berücksichtigt.<sup>73</sup>

Das endgültige Modell zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen horizontalen und lotrechten Spiegelachsen sowie eine signifikante Interaktion zwischen Spiegelachse und Kontrast.<sup>74</sup> Daraus ergibt sich, dass die Differenzen zwischen den Symmetrieachsen beim Gefallen je nach Kontrast unterschiedlich ausfallen. Die Unterschiede bezüglich natürlicher und perfekter Spiegelung sind nicht signifikant, es gibt auch keine signifikanten Interaktionen mit anderen Variablen.

<sup>73</sup> Dazu wurde ein LMM (Linear Mixed Model) durchgeführt. Es wurden zahlreiche Modelle aufgestellt und via AIC, BIC bzw. Loglikelihood-Test verglichen, um die bestpassendste Random Effects Struktur zu finden (Whittaker/Furlow 2009). Bei Modellen mit Singular fit wurde ebenfalls die Random Effects Struktur vereinfacht (Bates et al. 2014). Des Weiteren wurde die Modellkomplexität reduziert, indem nicht signifikante Interaktionen entfernt wurden.

<sup>74</sup>  $b_{\text{waagrecht}} = -1,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $b_{\text{waagrecht} \times \text{kontrastreich}} = 1,45$ ,  $p < 0,001$ ,  $b_{\text{beide} \times \text{kontrastreich}} = 1,00$ ,  $p = 0,006$   
Hinweis: Standardfehler in Klammern, \*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$ .

| Prädiktoren                                                        | Gefallen                |                         |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                                    | M1                      | M2                      |
| (Intercept)                                                        | 5.03 *** (0.29)         | 5.27 *** (0.23)         |
| Spiegelachse [waagrecht]                                           | -0.90 * (0.35)          | -1.32 *** (0.25)        |
| Spiegelachse [beide]                                               | -0.19 (0.35)            | -0.45 (0.25)            |
| Kontrast [reich]                                                   | 0.14 (0.42)             | -0.14 (0.30)            |
| Spiegelung [perfekt]                                               | 0.24 (0.42)             | -0.26 (0.21)            |
| Spiegelachse [waagrecht] × Kontrast [reich]                        | 0.94 (0.50)             | 1.45 *** (0.36)         |
| Spiegelachse [beide] × Kontrast [reich]                            | 0.78 (0.50)             | 1.00 ** (0.36)          |
| Spiegelachse [waagrecht] × Spiegelung [perfekt]                    | -0.86 (0.50)            |                         |
| Spiegelachse [beide] × Spiegelung [perfekt]                        | -0.53 (0.50)            |                         |
| Kontrast [reich] × Spiegelung [perfekt]                            | -0.58 (0.59)            |                         |
| Spiegelachse [waagrecht] × Kontrast [reich] × Spiegelung [perfekt] | 1.05 (0.71)             |                         |
| Spiegelachse [beide] × Kontrast [reich] × Spiegelung [perfekt]     | 0.46 (0.71)             |                         |
| <b>Random Effects</b>                                              |                         |                         |
| $\sigma^2$                                                         | 1.90                    | 1.92                    |
| T00                                                                | 0.74 <sub>vp:kont</sub> | 0.73 <sub>vp:kont</sub> |
| ICC                                                                | 0.28                    | 0.28                    |
| N                                                                  | 60 <sub>vp</sub>        | 60 <sub>vp</sub>        |
|                                                                    | 2 <sub>kont</sub>       | 2 <sub>kont</sub>       |
| AIC                                                                | 1372.7                  | 1366                    |
| BIC                                                                | 1427.1                  | 1401                    |
| Observations                                                       | 360                     | 360                     |

Die Untersuchung der paarweisen Vergleiche zeigen die Ergebnisse des Linear Mixed Models.<sup>75</sup> Kontrastarme Stimuli weisen nicht nur einen signifikanten Unterschied zwischen senkrechter und waagrechter Spiegelachse auf ( $d = 0,33$ ,  $p < 0,001$ ), sondern auch zwischen horizontalen und beiden Symmetrieachsen ( $d = -0,271$ ,  $p = 0,002$ ). Bei kontrastreichen Abbildungen bestehen beim Gefallen keine signifikanten Unterschiede der Spiegelachsen. Die Ergebnisse zeigen somit bei kontrastarmen Bildern signifikant höheres Gefallen bei senkrechter beziehungsweise beiden Spiegelachsen im Vergleich zur waagrecchten Spiegelachse.

Bei Kontrasten besteht ein signifikanter Unterschied sowohl bei horizontalen als auch bei beiden Spiegelachsen. Bei waagrechter Symmetrieachse sind die Werte für das Gefallen signifikant geringer als bei kontrastreichen ( $d = -0,243$ ,  $p < 0,001$ ). Das Gleiche gilt für beide Spiegelachsen, kontrastarme Stimuli erzielen signifikant geringere Werte beim Gefallen als kontrastreiche ( $d = -0,16$ ,  $p = 0,005$ ).<sup>76</sup>

Die folgende Grafik C5 veranschaulicht noch einmal die Unterschiede, je nach Kombination von Spiegelachse und Kontrast. Während bei kontrastarmen Stimuli der Vergleich senkrecht und waagrecht stark abfällt (und zu beiden wieder stark nach oben geht), steigt er bei kontrastreichen leicht an. Bei senkrechter Spiegelachse gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen kontrastarm und kontrastreich. Im

75

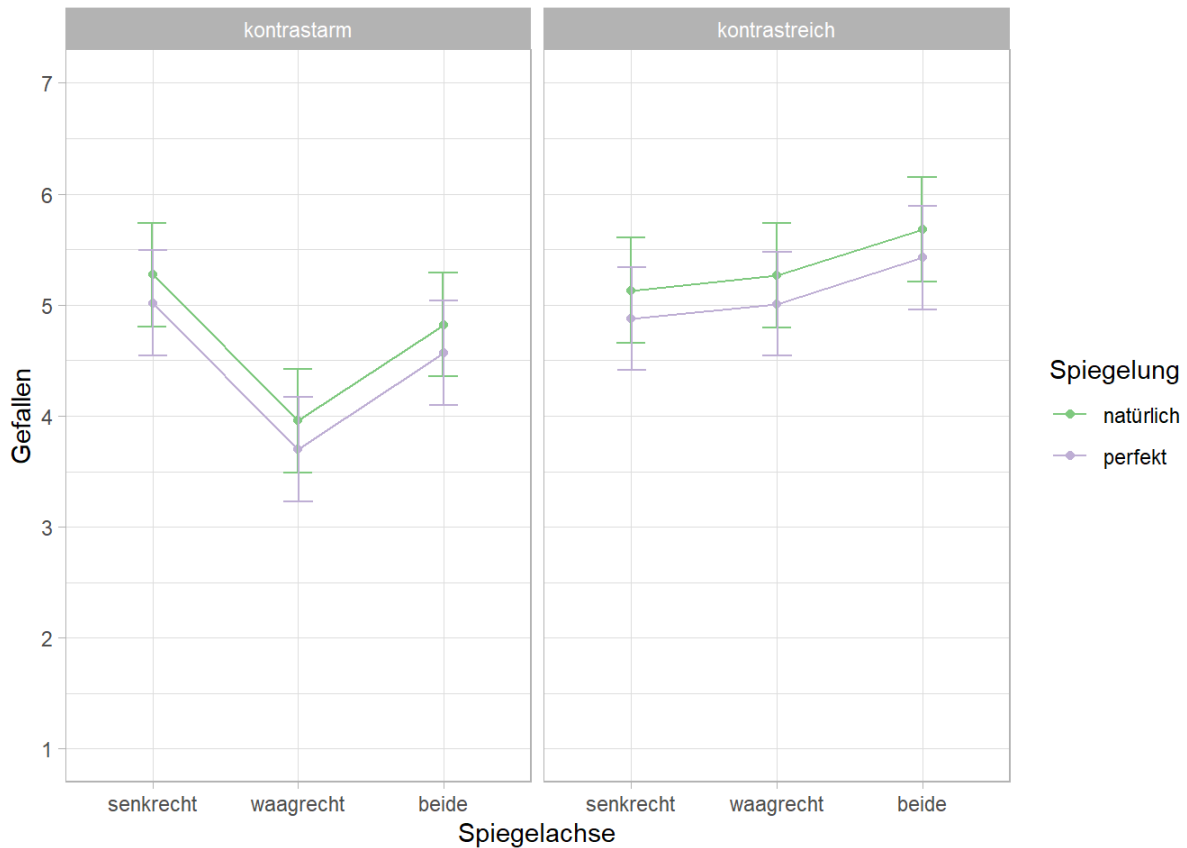
| Paarweise Vergleiche |                       |        |       |     |        |                  |        |
|----------------------|-----------------------|--------|-------|-----|--------|------------------|--------|
| Kontrast             | Spiegelachse          | MWdiff | SE    | df  | t      | p                | d      |
| kontrastarm          | senkrecht - waagrecht | 1.317  | 0.255 | 244 | 5.160  | <u>&lt;0.001</u> | 0.330  |
|                      | senkrecht - beide     | 0.450  | 0.255 | 244 | 1.763  | 0.184            | 0.113  |
|                      | waagrecht - beide     | -0.867 | 0.255 | 244 | -3.396 | <u>0.002</u>     | -0.217 |
| kontrastreich        | senkrecht - waagrecht | -0.133 | 0.255 | 244 | -0.522 | 0.860            | -0.033 |
|                      | senkrecht - beide     | -0.550 | 0.255 | 244 | -2.155 | 0.081            | -0.138 |
|                      | waagrecht - beide     | -0.417 | 0.255 | 244 | -1.633 | 0.234            | -0.104 |

Hinweis: p-Werte wurden mit der Dunnett-Methode für drei Vergleiche angepasst.

76

| Paarweise Vergleiche nach Spiegelachse |                             |            |       |     |        |                  |        |
|----------------------------------------|-----------------------------|------------|-------|-----|--------|------------------|--------|
| Spiegelachse                           | Vergleich                   | Schätzwert | SE    | df  | t      | p                | d      |
| senkrecht                              | kontrastarm - kontrastreich | 0.141      | 0.301 | 320 | 0.471  | 0.638            | 0.026  |
| waagrecht                              | kontrastarm - kontrastreich | -1.309     | 0.301 | 320 | -4.354 | <u>&lt;0.001</u> | -0.243 |
| beide                                  | kontrastarm - kontrastreich | -0.859     | 0.301 | 320 | -2.857 | <u>0.005</u>     | -0.160 |

Gegensatz dazu wurden die waagrechten und beide Symmetrieachsen bei den kontrastarmen Stimuli signifikant schlechter bewertet als bei den kontrastreichen. Die Werte für natürliche und perfekte Spiegelung zeigen keine signifikanten Unterschiede, weder in Kombination mit Spiegelachse noch in Kombination mit Kontrast.



### Profildiagramm C5

Fast alle natürlichen Spiegelungen werden besser bewertet als ihre künstlichen Symmetrien, trotzdem gibt es beim Gefallen keine statistisch signifikanten Unterschiede. Nur bei den kontrastarmen Stimuli mit senkrechter Spiegelachse ist das Gegenteil der Fall. Somit kann die Hypothese nur zum Teil angenommen werden.

Was gefällt den Probandinnen am besten? Diese Frage ließ sich nicht einheitlich beantworten. Aber Farbe und Struktur der Marmorinkrustationen könnten einen höheren Einfluss auf das Gefallen ausüben als die Art der Spiegelung, egal ob vertikal oder horizontal beziehungsweise natürlich oder perfekt. Eine weitere offene Frage bleibt: Wir kennen zwar die Zahlen, aber nicht das Warum.

Die Probandinnen vollziehen bei gespiegelt verlegten Marmorplatten die Spiegelbereiche mit Ihren Sakkaden signifikant häufiger, als der Zufall dies erwarten ließe. Dabei ist die Anzahl der horizontalen Sakkaden, die eine vertikale Spiegelachse

spiegeln, deutlich höher, als dies bei horizontalen Symmetrieachsen mit vertikalen Blickbewegungen der Fall ist. Kontrastarme gespiegelte Stimuli weisen tendenziell eine höhere Anzahl an Sakkadentreffern auf. Kann es sein, dass die *langweiligen*, kontrastarmen Stimuli, zu häufigerem Nachvollzug der Spiegelachse reizen, während die *interessanten*, kontrastreichen, tendenziell mehr die Blickbewegungen provozieren, das Auge herum schweifen zu lassen?

Mit einer weitaus größeren Anzahl an Probandinnen könnte man vielleicht Tendenzen identifizieren, wie verschiedene Probandinnen(gruppen?) auf Variationen von Farbe, Struktur, Art der Spiegelung beziehungsweise Spiegelachse und eventueller weiterer Variablen reagieren. Eine weitere Frage ist der Grad der Abweichung von der Symmetrie, die sich aus dem Produktionsprozess ergibt. Wirkt sich eine kleine Abweichung positiv aus, eine zu große aber vielleicht störend?

In Rahmen dieser Studie wurden nur Studentinnen des Instituts für Kunstgeschichte der Universität Wien beobachtet und befragt. Die Frage, ob andere Versuchspersonen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wäre eine weitere mögliche Forschungsfrage. Interessant aber technisch aufwändig wäre auch die Betrachtung vor Originalen, hier könnten die Ergebnisse grundsätzlich abweichen.

Marilyn Monroe hat mit ihrem Schönheitsfleck Aufmerksamkeit erzielt. Die Frage, wie Gefallen, Blickverhalten und das Erregen von Aufmerksamkeit zusammen in Beziehung stehen, wäre ein mögliches weiteres Thema, das auf seine Erforschung wartet.

Die Ergebnisse des Eye-Trackings sind, zumindest bis jetzt, die bestmögliche Form, solche Forschungsfragen zu beantworten. Dabei ist aber die Blickbewegung ein Unsicherheitsfaktor, der vielleicht unterschätzt wird. Neurologische Verfahren, die einen direkten Blick in die Vorgänge innerhalb des Gehirns ermöglichen, könnten zu wesentlich genaueren Ergebnissen führen.

Der Zusammenhang zwischen Symmetrie und Gefallen ist auch wirtschaftlich wichtig. Das optimale Design nimmt immer mehr an Bedeutung zu. Alle Produkte werden so weit wie möglich symmetrisch angeboten. Das mag vielleicht die große Mehrheit der potenziellen Kundinnen und Kunden ansprechen. Aber vielleicht wären Anbieterinnen und Anbieter, die kunstinteressierte Käuferschichten ansprechen möchten, mit einem asymmetrischen Design besser beraten?

Relevant könnte auch die Forschung zu *Fluid Marmor* für die Unterhaltungsbranche sein. Als negatives Beispiel sei hier ein Beitrag beim *Eurovision Song Contest 2025* erwähnt, in dem der (skandalträchtige) Auftritt der Sängerin Mariana Conte durch übertriebene Darstellungen auf der Videowand nicht zur Geltung kommt.<sup>77</sup> Im Gegensatz dazu wird bei die *Goldene Note 2025* der Beitrag von Dylan Russell von einem Hintergrund unterstützt, der marmorähnlich mit fließenden Bewegungen den musikalischen Vortrag untermalt.<sup>78</sup> Durch entsprechende Farben beziehungsweise Strukturen können die Stimmungszuschreibungen wie zum Beispiel aufwühlend, traurig, gelassen oder fröhlich die künstlerische Darbietung dezent ergänzen statt störend abzulenken.

Dieser Beitrag zur kunsthistorischen Ästhetikforschung zeigt den Einfluss von Symmetrieachsen bei gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten. Sowohl das Gefallen als auch die typischen Blickbewegungen werden hier erstmals quantitativ erforscht. In Kapitel 2.2 konnte die qualitative Analyse durch die statistische Untersuchung nicht bestätigt werden. Hier wurde das Gehirn getäuscht und hat die Fakten falsch interpretiert. Diese Ergebnisse sollen motivieren, sowohl qualitative Aussagen empirisch zu überprüfen als auch den noch offenen Fragen nachzugehen.

---

<sup>77</sup> Mariana Conte 2025.

<sup>78</sup> Dylan Russell, 2025.

## **Literaturverzeichnis**

### **Barry 2011**

Fabio Barry, Painting in Stone: The Symbolism of Colored Marbles in the Visual Arts and Literature from Antiquity until the Enlightenment, phil. Diss. (Columbia University ProQuest Dissertations & Theses, UMI Number 3444943), Columbia, 2011.

### **Barry 2020**

Fabio Barry, Painting in Stone, Architecture and the Poetics of Marble from Antiquity to the Enlightenment, New Haven und London, 2020.

### **Bates et al. 2015**

Douglas Bates et al., Fitting linear mixed-effects models using lme4, in: Journal of statistical software, 2015-10, Vol.67(1), Los Angeles 2015, S. 1-48.

### **Cohen 2013**

Jacob Cohen, Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, New York 2013<sup>2</sup>.

### **Halper 2011**

Fred Halper, Visual symmetry and subjective contour in the Ayasofya of Istanbul, in: Abstracts of the European Conference on Visual Perception 2001 (Vol. 30, 1. Supplement), 2001, S. 108-109.

### **Klein 1976**

Heinrich-Josef Klein, Marmorierung und Architektur. Ein Beitrag zur Frage der Musterung, phil. Diss., Köln 1976.

### **Kleinert 1979**

Annette Kleinert, Die Inkrustation der Hagia Sophia. Zur Entwicklung der Inkrustationsschemata im römischen Kaiserreich, phil. Diss., Münster 1979.

### **Rosenberg 2007**

Raphael Rosenberg (Hg.), Turner – Hugo – Moreau. Entdeckung der Abstraktion, in: Ausst. Kat. Schirn Kunsthalle Frankfurt, 2007-2008, München 2007.

### **Rosenberg 2016a**

Raphael Rosenberg, Bridging Art History, Computer Science and Cognitive Science: A Call for Interdisciplinary Collaboration, in: Zeitschrift für Kunstgeschichte, 79. Bd., H. 3, 2016, S. 305-314.

### **Rosenberg 2016b**

Raphael Rosenberg, Verzögertes Formerkennen als ästhetische Erfahrung, in: F. Engel u. Y. Hadjinicolaou (Hgg.), Formwerdung und Formentzug, Actus et Imago, Bd. XVI, Berlin 2016, S. 103-121.

### **Rosenberg 2021**

Raphael Rosenberg, The Amimetic Aesthetic of Marbling, in: The Aesthetics of Marble, from Late Antiquity to the Present, Florenz 2021, S. 186-213.

### **Trilling 2021**

James Trilling, The Language of Ornament, London 2001.

### **Voloshinov 1996**

Alexander V. Voloshinov, Symmetry as a Superprinciple of Science and Art, in: Leonardo, 29(2), S. 109-113.

### **Whittaker/Furlow 2009**

Tiffany A. Whittaker/Carolyn F. Furlow, The Comparison of Model Selection Criteria When Selecting Among Competing Hierarchical Linear Models, in: Journal of modern applied statistical methods, 2009-05, Vol.8(1), 2009, S. 173-193.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Parthenon, 447-432 v. Chr., Athen, in: Panayotis Tournikiotis (Hg.), The Parthenon and its impact in modern times, Athen 1994, S. 69.

Abb. 2: Albrecht Dürer, Selbstbildnis im Pelzrock, 1500, Ölfarbe auf Lindenholz, 67 x 49 cm, Alte Pinakothek, München, in: Goldberg, G.: Albrecht Dürer. Die Gemälde der Alten Pinakothek, München 1998, S. 314.

Abb. 3: Michael Ochs, Marilyn Monroe, ca. 1953, Foto, in: Vogue Germany (Archives/Getty Images), 2022.

Abb. 4: Vom Autor selbst erstellt, Tannenzapfen, Wien 2025.

Abb. 5: Dietmar Händel, Rapsblüte, 17. Mai 2015, (14.07.2025), URL: <https://www.flickr.com/photos/d-haendel/19688653725/>.

Abb. 6: Flintbeil, Jütland, 3700-3500 v. Chr., Kopenhagen, Nationalmuseet, in: Rosenberg 2016b, S. 109 (Abb. 3).

Abb. 7: Pantheon, 125-128 n. Chr., Rom, in: Rosenberg 2021, S. 193 (Abb. 7).

Abb. 8: Große Moschee (Umayyaden Moschee, ursprünglich eine Basilika), 708-715 n. Chr., Damaskus, in: Barry 2020, S. 205 (Fig. 8.13).

Abb. 9 bis 22: Fotografien des Instituts für Kunstgeschichte, Fotos von Marmorplatten, 2022, Tulln, Bildausschnitte vom Autor, Wien 2022.

Abb. 23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 39, 40, 43, 44, 47, 48: Stimuli mit Sakkaden, Wien 2022.

Abb. 25, 26, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 45, 46, 49, 50: Jeweilige Sakkaden ohne Stimuli, Wien 2022.

## Videoverzeichnis

### Mariana Conte 2025

Mariana Conte, Eurovision Song Contest 2025, Video, 03:27, 2025

(13.07.2025), URL:

[https://www.google.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D2AN3vvLORuw&client=firefox-b-d&sca\\_esv=7bf8a2f3baef1f90&sxsrf=AE3TifPzTNth7EZihN-LkeyB60poQocgCg%3A1752233353259&ei=ifVwal7KD\\_-lxc8Pjq-i6As&ved=0ahUKEwjOstb02bSOAxV\\_RPEDHY6XCLOQ4dUDCBA&uact=5&oeq=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D2AN3vvLORuw&gs\\_l=egxnd3Mtd2l6LXNlcniAik2h0dHBzOi8vd3d3LnlnvdXR1YmUuY29tL3dhGNoP3Y9MkFOM3Z2TE9SdXdloA9Q-wRY-wRwAXgAkAEAmAFgoAFgqgEBMbgBA8gBAPgBAvgBAZgCAaACBclCCBAAGLADGO8FwgILEAAYgAQYsAMYogSYAwCIBgGQBgSSBwExoAdksgcAuAcAwgcDMi0xyAcE&scient=gws-wiz-serp#fpstate=ive&vld=cid:2d2f47f4,vid:2AN3vvLORuw,st:0](https://www.google.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D2AN3vvLORuw&client=firefox-b-d&sca_esv=7bf8a2f3baef1f90&sxsrf=AE3TifPzTNth7EZihN-LkeyB60poQocgCg%3A1752233353259&ei=ifVwal7KD_-lxc8Pjq-i6As&ved=0ahUKEwjOstb02bSOAxV_RPEDHY6XCLOQ4dUDCBA&uact=5&oeq=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D2AN3vvLORuw&gs_l=egxnd3Mtd2l6LXNlcniAik2h0dHBzOi8vd3d3LnlnvdXR1YmUuY29tL3dhGNoP3Y9MkFOM3Z2TE9SdXdloA9Q-wRY-wRwAXgAkAEAmAFgoAFgqgEBMbgBA8gBAPgBAvgBAZgCAaACBclCCBAAGLADGO8FwgILEAAYgAQYsAMYogSYAwCIBgGQBgSSBwExoAdksgcAuAcAwgcDMi0xyAcE&scient=gws-wiz-serp#fpstate=ive&vld=cid:2d2f47f4,vid:2AN3vvLORuw,st:0)

### Dylan Russell 2025

Dylan Russell, Goldene Note 2025, Video, 02:04:00, 2025 (13.07.2025), URL:

<https://on.orf.at/video/14278846/goldene-note-2025-by-leona-koenig>,

01:02:40-01:05:40.

## **Abstract**

### **Deutsch**

Marmorinkrustationen werden in der Architektur seit dem zweiten Jahrtausend v. Chr. verwendet. Um ihre ästhetische Wirkung zu steigern, werden seit etwa 100 n. Chr. gespiegelt verlegte Buntmarmorplatten verwendet. Die Literatur über die Ästhetik von Marmorinkrustationen ist generell begrenzt, noch weniger Forschung gibt es über den Spezialfall von gespiegelt verlegten Buntmarmorplatten. Im ersten Teil der Studie wird das Gefallen quantitativ untersucht, im zweiten Teil typische Blickbewegungen. Schließlich wird untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Gefallen und diesen Sakkaden gibt. Zu diesem Zweck wird die Methode des Eye-Tracking mit einer Frage nach dem Gefallen kombiniert. Das Ergebnis lautet: Die Teilnehmer führen signifikant häufiger Sakkaden in Richtung der gespiegelten Bereiche aus als der Zufall dies erwarten ließe. Dabei ist die Anzahl der horizontalen Sakkaden bei vertikalen Symmetrieachsen deutlich höher als bei horizontalen Spiegelachsen bei vertikalen Blickbewegungen. Die Ergebnisse bezüglich des Gefallens sind differenzierter.

### **English**

Marble incrustations have been used in architecture since the second millennium BC. In order to enhance their aesthetic effect, mirrored marble slabs have been used since around 100 AD. The literature on the aesthetics of marble incrustations is generally limited, and there is even less research on the special case of mirrored polychrome marble slabs. In the first part of the study, the liking is examined quantitatively, in the second part typical eye movements. Finally, it will be investigated whether there is a connection between the pleasing and these saccades. To this end, the eye-tracking method is combined with a question about liking. The result is that the participants make significantly more saccades in the direction of the mirrored areas than would be expected by chance. The number of horizontal saccades is significantly higher for vertical symmetry axes than for horizontal mirror axes with vertical eye movements. The results regarding the liking are more differentiated.