



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

„Komplexität von ästhetischen Mustern:
Eine Untersuchung über den Zusammenhang objektiver und
subjektiver Komplexitätsmaße“

Verfasserin

Elisabeth Daim

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Mai 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt:
Studienrichtung:
Betreuer:

A 298
Psychologie
Univ.-Prof. Dipl.-Psych. Dr. Helmut Leder

Danksagung

Als Erstes möchte ich mich bei Hrn. Univ.-Prof. Dipl.-Psych. Dr. Helmut Leder bedanken, dass er meine Arbeit betreut hat. Mein Dank gilt auch Frau Mag. Manuela Marin für ihre Unterstützung und Hilfestellung.

Ich bedanke mich bei meiner Familie, insbesondere bei meiner Mutter, meinem Bruder und meiner Oma, dass sie mir beigestanden sind, nicht nur in der Zeit der Diplomarbeit sondern während des ganzen Studiums.

Vielen Dank, Angel, für das Korrekturlesen!

Als Letztes möchte ich mich noch bei meinen Versuchspersonen bedanken, vor allem bei jenen, die sich ohne eine Gegenleistung zu erwarten dazu bereit erklärt haben an meinem Experiment teilzunehmen.

Inhaltsverzeichnis

1. Theoretischer Hintergrund	1
1.1. Die empirische Ästhetik, die Schönheit und die Komplexität	1
1.2. Das Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004)	4
1.3. Erkenntnisse über den Zustand der Erregung	8
1.4. Das psychobiologische Modell von Berlyne (1971)	9
1.5. Studien zur Multidimensionalität von visueller Komplexität	11
1.6. Objektive Maße zur Komplexitätsbewertung	17
1.7. Schönheit als hedonischer Wert und der Zusammenhang mit objektiver Komplexität	21
1.8. Fünf Komplexitätsdimensionen, die für ästhetische Muster relevant sind	22
1.8.1. Symmetrie und Ordnung	22
1.8.2. Vielfalt der Farben	24
1.8.3. Anzahl und Vielfalt der Elemente	25
2. Die Fragestellungen und Hypothesen der aktuellen Untersuchung	26
3. Theoretische Implikationen und praktischer Nutzen der aktuellen Untersuchung	30
4. Methoden	31
4.1. Stichprobe	31
4.2. Materialien	32
4.3. Durchführung	34
4.4. Statistische Analyse	36
4.5. Angaben zu den objektiven Maßen	37
5. Ergebnisse	38
5.1. Ergebnisse der Fragebögen zu Stimmung und Kunstinteresse	38
5.2. Berechnung der Intraklassenkorrelationskoeffizienten	39
5.3. Explorative Datenanalyse	41
5.4. Überprüfung der Streuung der Variable Allgemeine Komplexität	41
5.5. Streudiagramme der Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen	44
5.6. Kurvenanpassungstests der Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen	46
5.7. Korrelationen zwischen Schönheit und den subjektiven	

Komplexitätsbewertungen	49
5.8. Faktorenanalyse der fünf Komplexitätsdimensionen	55
5.9. Multiple lineare Regression der Faktoren Elemente und Ordnung sowie der Variable Komplexität	59
5.10. Faktorielle Varianzanalyse bezüglich der Schönheitsbewertungen	62
5.11. Korrelationen zwischen den objektiven und subjektiven Maßen sowie multiple lineare Regressionen der objektiven Maße und der Faktoren Elemente und Ordnung sowie Allgemeiner Komplexität	62
5.11.1. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und der Variable Allgemeine Komplexität	72
5.11.2. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und des Faktors Elemente	75
5.11.3. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und des Faktors Ordnung	79
6. Diskussion	82
6.1. Zusammenhänge der Komplexitätsdimensionen, der Schönheit und des allgemeinen Komplexitätsbegriffs	82
6.2. Schönheitsbewertung von Mustern mit semantischem Inhalt	86
6.3. Unterschiedliche Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Komplexitätsmaßen	87
6.4. Unterschiede in den Korrelationen zwischen Mustern mit semantischem Inhalt und abstrakten Mustern	92
7. Kritik und Ausblick	94
8. Literaturverzeichnis	96
9. Anhang	103
9.1. Abbildungen	103
9.2. Stimuluslisten	115
9.3. Tabellenverzeichnis	121
9.4. Abbildungsverzeichnis	124
9.5. Fragebögen	128
9.5.1. Post-Fragebogen	128
9.5.2. Fragebogen zum Kunstinteresse Teil A	129
10. Zusammenfassung	131
11. Abstract	133
12. Lebenslauf	135
13. Erklärung	136

1. Theoretischer Hintergrund

Diese Diplomarbeit hat das Ziel zu ergründen, wie die subjektiven Komplexitätsbewertungen mit objektiven Komplexitätsmaßen korrelieren, wenn es sich bei den Stimuli um ästhetische Muster handelt. Zusätzlich soll auch die Art der Beziehung zwischen einzelnen Komplexitätsdimensionen und der Schönheitsbewertung dieser Muster untersucht werden.

1.1. Die empirische Ästhetik, die Schönheit und die Komplexität

Die Erforschung und das Nachdenken über Schönheit gehört zum Wissenschaftsgebiet der Ästhetik. Die Ästhetik ist ein Bereich der Philosophie. Die Ästhetik als Wissenschaft wurde im 18. Jahrhundert von Baumgarten, einem Philosophen, begründet. Im 19. Jahrhundert kam es zur Trennung zwischen Philosophie und Psychologie. Daraufhin befassten sich nicht mehr nur Philosophen mit der Ästhetik, sondern auch Psychologen (Allesch, 2006). Dickie (1962), ein Philosoph, verortet die Ästhetik immer noch primär in seinem Bereich. Er lehnt den empirischen Zugang der Psychologie zur Ästhetik ab und nennt sie „[...] a philosophical activity and not to be confused with science“ (S. 301).

Diese Kritik von philosophischer Seite hielt die neu entstandene Wissenschaft der Psychologie aber nicht davon ab, ästhetische Fragestellungen empirisch zu erforschen. Zu den Ersten gehörte Gustav Theodor Fechner. Er befragte die Besucher einer Ausstellung, welches von zwei Madonnenbildern von Holbein sie bevorzugten, und ließ sie ihre Wahrnehmungen und Meinungen aufschreiben. Aber schon damals, 1871, wurde Fechner mit den Problemen des psychologischen Testens konfrontiert. Einige Besucher wollten an der Erhebung nicht teilnehmen, andere verstanden die Aufgabe falsch (Berlyne, 1971). Fechner entwickelte im Rahmen seiner Forschung drei Datenerhebungsmethoden für die empirische Ästhetik. Zum einen konnten die Versuchspersonen¹ mehrere Stimuli vergleichen und bewerten, wie gut sie ihnen gefielen. Zum anderen konnten sie eigene Werke mit ästhetischem Gehalt schaffen (z.B. ein Bild malen). Es konnten aber auch Werke, die als Kunst galten, auf ihre spezifischen Eigenschaften hin untersucht werden. Tauchte eine Eigenschaft besonders häufig auf, konnte man davon ausgehen, dass sie von der Kultur aus der diese Kunst stammte, bevorzugt wurde

¹ Wenn in dieser Diplomarbeit von den Teilnehmern und Teilnehmerinnen eines Experiments berichtet wird, wird die weibliche Form im Folgenden nicht explizit verwendet, sondern nur die männliche. Es soll darauf hingewiesen werden, dass in dieser Formulierung auch die weiblichen Teilnehmer des Experiments einbezogen sind.

(Nadal, 2007). So ist auffallend, dass z.B. Symmetrie eine häufige Eigenschaft von Mustern und Kunstwerken ist und die Schönheitsbewertung positiv beeinflusst (Jacobsen & Höfel, 2002, 2003). Fechner (1876/1897a) bezeichnet die Ästhetik „als Lehre vom Schönen“ (S. 15) und das Schöne „als Hauptbegriff der Aesthetik“ (S. 15). Schönes kann, nach Fechner (1876/1897a), auf direktem Wege Gefallen und in der Folge auch Lust auslösen.

Die Schönheitsbewertung von Stimuli hängt mit verschiedenen Stimuluseigenschaften zusammen. Zu diesen zählen unter anderem Symmetrie (z.B. Jacobsen & Höfel, 2002, 2003; Lindell & Mueller, 2011) und Komplexität (z.B. Forsythe, Nadal, Sheehy, Cela-Conde & Sawey, 2011), außerdem Neuheit (Berlyne, 1970) und Vertrautheit (z.B. Forsythe, Mulhern & Sawey, 2008; Tinio & Leder, 2009). Ramachandran und Hirstein (1999) nennen in diesem Zusammenhang auch die Wahrnehmung von Kontrast bzw. Kanten in einem Bild als wichtige Faktoren. Kanten stehen mit Information in Verbindung und lenken daher die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich. Deshalb gelten solche Regionen als interessant. Das Entdecken von Gruppierungen und Verbindungen in einer visuellen Szene führt ebenfalls zu angenehmen Gefühlen, da es direkte Verbindungen zwischen den Gehirnbereichen, in denen diese Eigenschaften verarbeitet werden, und dem limbischen System zu geben scheint (Ramachandran und Hirstein, 1999). Martindale, Moore und Borkum (1990) weisen darauf hin, dass ein Stimulus auch bedeutungsvoll sein muss, um präferiert zu werden. Das Ausmaß der subjektiven Bedeutsamkeit ist ein wichtiger Faktor, wenn es um die Bevorzugung bzw. Ablehnung eines Stimulus geht. Der *Mere Exposure Effekt* spielt ebenfalls eine Rolle, wenn es um die Bevorzugung von Stimuli geht. Zajonc (1980) wies nach, dass ein Stimulus präferiert wird, wenn man ihm häufiger ausgesetzt ist.

Auch Birkhoff (1933) nannte die Komplexität als wichtigen Faktor, welcher das ästhetische Erleben beeinflusst. Er beschreibt drei Phasen, aus denen sich das ästhetische Erleben zusammensetzt. Auf der ersten Stufe spielt neben der Wahrnehmung auch die Aktivierung der Aufmerksamkeit eine Rolle. Letzteres ist eine Voraussetzung für die Wahrnehmung. Die Aufmerksamkeit steigt mit der Komplexität eines Gegenstandes. Auf der nächsten Stufe entsteht ein Wertgefühl für den wahrgenommenen Gegenstand. Schließlich wird der Gegenstand noch auf seine Ordnung bzw. Symmetrie beurteilt. Birkhoff (1933) verknüpfte also das Ausmaß, in dem ein Kunstwerk dem Menschen gefällt, mit zwei Faktoren: der Ordnung und der Komplexität. In seinem Buch „Aesthetic Measure“ nennt Birkhoff (1933) Möglichkeiten, mit denen das Gefallen erhöht werden kann. Ein Bereich, in dem man die Anwendung seiner Regeln beobachten kann, ist das dekorative Design. So gibt er an, dass die Ordnung das Gefallen positiv beeinflusst, je mehr Ordnung ein Kunstwerk

aufweist, desto mehr gefällt es. Mit der Komplexität verhält es sich nach Birkhoff (1933) gegenteilig. Je komplexer ein Kunstwerk ist, desto weniger Gefallen ruft es hervor.

Eysenck (1942) leitete aus Birkoffs Formel eine eigene ästhetische Formel ab. Auch sie beinhaltete die Komponenten Komplexität und Ordnung, diese waren allerdings nicht wie bei Birkhoff Elemente einer Bruchrechnung, sondern Bestandteil einer Multiplikation. Eysenck (1942) war sich bewusst, dass seine Formel nicht der Endpunkt der Suche nach einer allgemeingültigen Formel der Ästhetik sein würde. Er wies darauf hin, dass in einer endgültigen Formel auch die Objektklasse der Gegenstände, die einer ästhetischen Beurteilung unterzogen würden, berücksichtigt werden müsste. Die Objekte sollten als Gewichte in die Formel eingehen.

Day (1967) kam zu ähnlichen Ergebnissen wie Birkhoff (1933), bezüglich Komplexität und Gefallen bzw. hier angenehmen Empfindungen. Er ließ seine Probanden Paare von Vielecken mit unterschiedlicher Seitenanzahl unter anderem auf ihre subjektive Komplexität einschätzen und darauf, wie angenehm sie die Stimuli empfanden. Dabei zeigte sich, dass die Komplexitätseinschätzung mit zunehmender Seitenanzahl der Vielecke ebenfalls stieg. Der Zusammenhang zwischen Komplexität und angenehmer Empfindung zeigte ein anderes Bild: hochkomplexe Stimuli wurden als weniger angenehm bewertet, d.h. angenehmes Empfinden stieg mit Abnahme der Komplexität. Im Gegensatz dazu konnten Forsythe et al. (2011) einen positiven Zusammenhang zwischen Schönheit und Komplexität zeigen.

1.2. Das Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004)

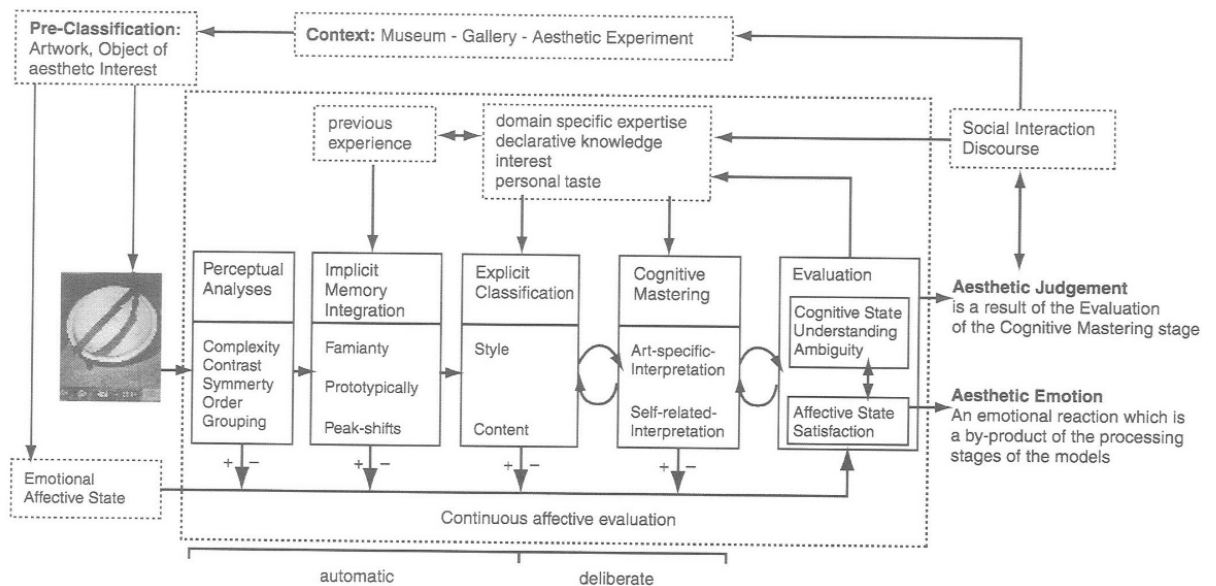


Abbildung 1. Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004). Übernommen aus "A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments," von H. Leder, B. Belke, A. Oeberst, und D. Augustin, 2004, *British Journal of Psychology*, 95, S. 492.

Dass das Ausmaß der Komplexität ein wesentlicher Bestandteil der Schönheitserfahrung ist, mit dieser zusammenhängt und sie beeinflusst, kann sehr gut am Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder, Belke, Oeberst und Augustin (2004) gezeigt werden (siehe Abb. 1). Mit diesem Modell wollten die Autoren näher beleuchten, welche kognitiven Prozesse sich bei der Wahrnehmung von Kunst, insbesondere Moderner Kunst, abspielen. Diese Prozesse resultieren in einem ästhetischen Urteil über das betrachtete Werk und in einer emotionalen Reaktion, der ästhetischen Emotion, die sich ebenfalls auf das Kunstwerk bezieht.

Obwohl im Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004) nie explizit von Schönheit die Rede ist, kann man doch einen Zusammenhang zwischen Schönheit und Komplexität in diesem Modell verorten, denn der Begriff „ästhetisch“ schließt auch den Begriff „schön“ ein. In einem aktuellen Artikel über das Modell von Leder et al. (2004) meinen Leder und Nadal (2014) „the affective state, resulting from the continuous evaluation and its interaction with cognitive processes, leads to the pleasure derived from beauty or insight, surprise, and a broad range of emotions that can be experienced in relation to art, from

rage and sadness to joy and awe” (S. 447). Die Schönheit ist also ein Teil der ästhetischen Erfahrung und führt, über einen positiven affektiven Zustand, zu Gefallen.

Im Modell von Leder et al. (2004) wird das Kunstwerk, das betrachtet wird, als Input gesehen, und der Beginn der Kunstbewertung wird mit einem positiven affektiven Zustand in Verbindung gebracht. Das Modell besteht aus fünf Stufen. Bevor die erste Stufe, die Wahrnehmung, einsetzt, kommt es zu einer Vorklassifikation des Werks: Handelt es sich dabei um Kunst? Dabei spielen auch Faktoren, wie das Setting, also der Kontext, in welchem das Kunstwerk betrachtet wird, eine Rolle. Sieht man es in einem Museum, einer Galerie oder ist es in einem anderen Kontext verortet?

Die erste Modellstufe ist jene der Wahrnehmung. Hier wird das Kunstwerk auf verschiedene Eigenschaften untersucht, die vom Betrachter wahrgenommen werden können, wie Symmetrie, Ordnung und Komplexität (Leder et al., 2004). Auf der zweiten Stufe laufen implizite, mit dem Gedächtnis im Zusammenhang stehende Prozesse ab. Hier werden die Vertrautheit, die Prototypikalität (Leder et al., 2004) und das Phänomen des *Peak-shift* (Ramachandran & Hirstein, 1999) geprüft. Besitzt ein Objekt ein hohes Ausmaß an Prototypikalität, so ist es ein gutes Beispiel für seine Objektklasse (Leder et al., 2004). *Peak-shift* bezeichnet ein Phänomen in der Kunst, nach dem ein Kunstwerk starke Reaktionen auslöst, wenn es Übertreibungen aufweist. Ein Beispiel ist die Karikaturzeichnung oder die hinduistische Kunst, in der weibliche Attribute (z.B. breite Hüften, schmale Taille) bei Statuen von Frauenfiguren übertrieben dargestellt werden (Ramachandran & Hirstein, 1999). Auf dieser Stufe spielt bereits die Expertise des Betrachters eine Rolle. Ein Kunstexperte kann aufgrund seiner Erfahrung charakteristischere Prototypen generieren als ein Laie (Leder et al., 2004).

Die dritte Stufe des Modells von Leder et al. (2004) befasst sich mit der expliziten Klassifikation des Kunstwerks. Hier kommen Stil und Inhalt des Kunstwerks ins Spiel. Die Erfahrung, die Expertise, das Kunstwissen des Betrachters ist zentral und spiegelt sich auch darin wider, wie der Inhalt des Kunstwerks vom Betrachter wahrgenommen und interpretiert wird. Deshalb ist anzunehmen, dass Kunstexperten wegen ihrer größeren Expertise auf dieser Stufe einen Vorteil gegenüber Laien haben (Leder et al., 2004).

Die dritte Stufe des Modells von Leder et al. (2004) ist mit der vierten Stufe, der kognitiven Bewältigung, durch einen Feedbackschleife verbunden. Das gleiche gilt für die vierte und fünfte Stufe (Evaluation). Bei der kognitiven Bewältigung wird das Kunstwerk bezogen auf frühere Kunsterfahrungen und bezogen auf das Selbst interpretiert und es wird versucht ein Verständnis für das aktuelle Kunstwerk zu entwickeln. Auch auf dieser Stufe

wirken sich das Ausmaß der Kunstexpertise, die Erfahrung und die Art des persönlichen Geschmacks auf die Qualität der Bewältigung aus. Die Evaluationsstufe prüft die Ergebnisse der kognitiven Bewältigung und generell den Erfolg bei der Verarbeitung des Kunstwerks. Es wird bewertet, ob die ablaufenden Prozesse zu einem Verständnis des Kunstwerks geführt haben, und ob die Ambiguität reduziert werden konnte. Ist dies nicht der Fall, kann es sein, dass man einige Stufen zurückgeht, um in einem weiteren Anlauf, zu einem zufrieden stellenden Ergebnis zu kommen, was sich in belohnenden, affektiven Zuständen ausdrückt (Leder et al., 2004).

Neben der kognitiven Bewertung des Kunstwerks findet über die fünf Stufen des Modells von Leder et al. (2004) auch eine affektive Bewertung statt. Die affektive Bewertung verändert sich kontinuierlich, da sie vom Ergebnis jeder kognitiven Stufe des Modells positiv oder negativ beeinflusst werden kann (Leder et al., 2004). Am Anfang des Modells von Leder et al. (2004) stand als Input das Kunstwerk, welches betrachtet wird. Am Ende resultieren als Ergebnis das ästhetische Urteil und die ästhetische Emotion. Beide Outputs können, voneinander unabhängig, sowohl positiv als auch negativ sein (Leder et al., 2004).

Seit seinem Erscheinen im Jahr 2004 hat das Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004) einige Änderungen erfahren, die 2014 in einem Artikel von Leder und Nadal zusammengefasst wurden. Abbildung 2 zeigt das Modell in überarbeiteter Form. Es unterscheidet sich von der Version von 2004 unter anderem darin, dass man, basierend auf einer Arbeit von Augustin, Leder, Hutzler und Carbon (2008), nun davon ausgeht, dass es bei der Bewertung von Inhalt und Stil eine zeitliche Überschneidung gibt (siehe Punkt 4 in Abb. 2). Augustin et al. (2008) fanden heraus, dass der Inhalt des Kunstwerks scheinbar früher als der Stil des Kunstwerks bewertet wird. Der Stil wird erst bei einer Präsentationszeit von 50 Millisekunden eingeschätzt.

Die erste Stufe, die Wahrnehmungsanalyse, wurde um das Element Wahrnehmungsflüssigkeit erweitert (Leder & Nadal, 2014). Forschungsarbeiten (z.B. Leder, Ring und Dressler, 2013) aus den letzten 10 Jahren seit Erscheinen des Modells unterfüttern die damalige Annahme, dass es eine relevante Interaktion zwischen den kognitiven Bereichen des Modells und dem emotionalen affektiven Zustand gibt. Dieser Interaktion wird in der überarbeiteten Version mehr Bedeutung beigemessen (siehe Punkt 1 in Abb. 2). Leder et al. (2013) forschten über die Outputs der ästhetischen Erfahrung, das ästhetische Urteil und die ästhetische Emotion, wie sie im Modell von Leder et al. (2004) postuliert wurden. Sie konnten nachweisen, dass es sich um zwei separate Ergebnisse der ästhetischen Erfahrung handelt und, dass außerdem ein höheres Ausmaß an Expertise dem Kunsterlebnis zuträglich ist. Auch

der Kontext wurde ergänzt und weist eine Wechselwirkung mit dem emotionalen affektiven Zustand auf. Auf Grundlage mehrerer Studien (z.B. Brieber, Nadal, Leder & Rosenberg, 2014) wird nun nicht mehr nur das Museum und die Galerie als Umgebung gesehen, in der das Kunsterlebnis ablaufen kann. Auch der private Bereich und das experimentelle Laborsetting mit ästhetischem Inhalt zählen nun zu den Kontextvariablen (siehe Punkt 2 in Abb. 2) (Leder & Nadal, 2014). Brieber et al. (2014) konnte zeigen, dass Kunstwerke im experimentellen Laborsetting kürzer betrachtet und weniger gemocht werden, als wenn sie in einem Museum erfahren werden, das Kunsterlebnis also eine andere Qualität hat, je nachdem in welchem Kontext es sich abspielt. Auch der Bereich der Expertise, des deklarativen Wissens, des Interesses und des persönlichen Geschmacks steht nun in Wechselwirkung mit dem affektiven emotionalen Zustand (Leder & Nadal, 2014) (siehe Punkt 3 in Abb. 2). Als Grundlage diene z.B. eine Studie von Gerger, Leder und Kremer (2014), die zeigen konnte, dass das Wissen, ob es sich bei Fotos um Kunstfotografien oder um Fotos von realen Szenen handelte, Gefallen und Freude beeinflusste. Fotos mit negativ gefärbtem Inhalt wurden positiver bewertet, wenn die Versuchspersonen sie für Kunstfotos und nicht für Fotos von realen Szenen hielten.

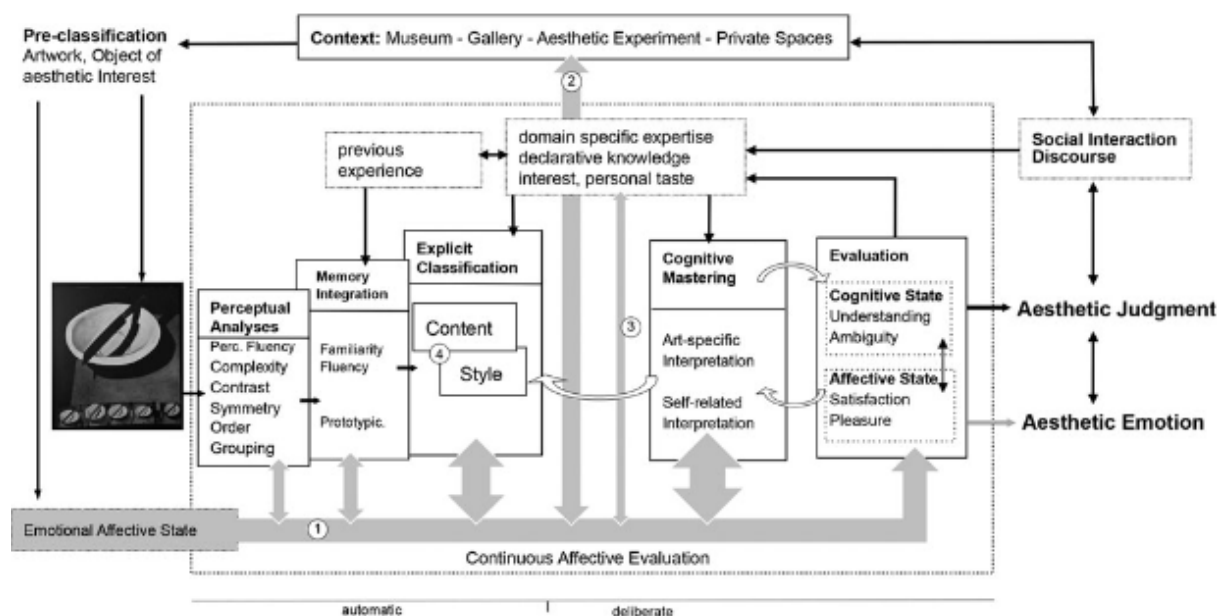


Abbildung 2. Überarbeitete Version des Modells der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004). Übernommen aus "Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments: The aesthetic episode – developments and challenges in empirical aesthetics," von H. Leder und M. Nadal, 2014, *British Journal of Psychology*, 105, S. 448.

1.3. Erkenntnisse über den Zustand der Erregung

Die Empfindung von Erregung spielt bei der ästhetischen Erfahrung eine grundlegende Rolle (Berlyne, 1971). Die Erregung wird im „Wörterbuch Psychologie“ von Fröhlich (2005) definiert als „Vom Ruhewert abweichender physiologischer, psychophysiologischer und/oder psychischer Bereitschafts- (*arousal*) bzw. Funktionszustand (*excitation*)“ (S. 176). Berlyne (1971) führt hierzu weiter aus, dass Erregung verschiedene Stufen aufweist. Schläft ein Mensch, ist er am wenigsten erregt, gefolgt von ebenfalls eher niedrigen Erregungswerten, wenn er sich entspannt. Mittlere Erregung erfährt er, während er wach ist. Die Erregung steigt, wenn er aktiviert wird, z.B. durch Hunger oder ein emotionales Erlebnis. Sehr hohe Erregungszustände, verursacht z.B. durch extreme Wut, werden nur selten erlebt. Gesteigerte Erregung kann sich psychophysiologisch in verschiedener Weise ausdrücken. Es kann zu Veränderungen in der elektrischen Gehirnaktivität kommen. Diese können z.B. über ein Elektroenzephalogramm (EEG) erfasst und sichtbar gemacht werden. Alpha-Wellen weisen dabei auf ein mittleres Erregungsniveau hin (Berlyne, 1971). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem entspannten Wachheitszustand (Berlyne, 1971; Pinel, 2007). Motorische Effekte, autonome Effekte und sensorische Effekte lassen sich ebenfalls bei gesteigerter Erregung beobachten. Ersteres zeigt sich unter anderem im gesteigerten Muskeltonus. Letzteres kann sich zum einen in sensitiveren Wahrnehmungen der Sinnesorgane ausdrücken, aber bei extrem hoher Erregung auch in einer höheren Reizschwelle. Autonome Effekte werden mit dem autonomen Nervensystem assoziiert (Berlyne, 1971). Es ist dafür zuständig, „das innere Milieu des Körpers“ (Pinel, 2007, S.70) zu regulieren (Pinel, 2007). Autonome Effekte können sich bei gesteigerter Erregung z.B. durch hohen Blutdruck und einer erhöhten Herzrate ausdrücken (Berlyne, 1971).

Berlyne (1971) konnte einen positiven Zusammenhang zwischen Komplexität und Erregung zeigen. Komplexe Stimuli führen demnach zu höherer Erregung, was ein wesentlicher Bestandteil von Berlynes psychobiologischem Modell ist (Berlyne, 1971). Dieses wird anschließend näher erklärt.

1.4. Das psychobiologische Modell von Berlyne (1971)

Laut Berlyne (1971) hängt der hedonische Wert eines Stimulus mit dem Erregungspotential des Stimulus zusammen. Das bedeutet, dass das Ausmaß der Erregung, das man bei der Wahrnehmung eines Stimulus empfindet, darüber bestimmt, wie schön bzw. hässlich, angenehm bzw. unangenehm etc. man einen Stimulus empfindet. Der hedonische Wert steht mit positiven und negativen Erfahrungen, wie dem Stillen des Hungers und dem Zufügen von Schmerzen, in Verbindung. Er wird in einen negativen und einen positiven Bereich eingeteilt. Zum positiven hedonischen Wert zählen, unter anderem, positive Phänomene wie der positive Anreizwert, Attraktivität, Freude und positive Rückmeldung. Zum negativen hedonischen Wert gehören unangenehme Phänomene wie z.B. negative Rückmeldungen und Anreizwerte (Berlyne, 1971).

Berlyne (1971) nennt drei Gruppen von Variablen, die die Erregung beeinflussen können. Zum einen sind dies psychophysikalische Variablen, wie z.B. Licht und Geräusche. Mit steigender Intensität der Stimuli nimmt auch die Erregung zu. Die zweite Gruppe betrifft die ökologischen Variablen. Zu ihnen zählen vorteilhafte, aber auch schädliche biologische Einflüsse. Der Schmerzreiz einer Verletzung führt dabei zu höherer Erregung, im Gegensatz dazu kann die sanfte Berührung eines anderen Menschen die Erregung senken.

Viele verschiedene Stimuluseigenschaften können die Erregung beeinflussen. Wie viel ästhetisches Gefallen man bei der Kunstwahrnehmung empfindet, hängt auch von Aspekten ab, die die Struktur, die Form und die Komposition des Kunstwerks betreffen (Berlyne, 1971). Berlyne (1971) fasst diese Aspekte unter dem Begriff kollative Variablen zusammen. Sie sind die dritte und für die Ästhetikforschung wichtigste Gruppe von Variablen, die die Erregung beeinflussen können. Zu ihnen gehören neben der Komplexität unter anderem auch die Neuheit, das Überraschungspotential und die Ambiguität. Kollative Variablen sind dadurch gekennzeichnet, dass man, wenn man z.B. einen Stimulus auf seine Komplexität oder Neuheit bewertet, zuerst Inhalte aus verschiedenen Informationsquellen gegenüberstellen muss, um zu einem Urteil zu gelangen. Prüft man den Stimulus auf seine Neuheit, wird bewertet wie ähnlich oder unähnlich er Stimuli aus der Vergangenheit ist. Bei der Komplexitätsbewertung kommt es hingegen eher auf die Wahrnehmung und Zusammenfassung der Merkmale von Elementen an, die ein Stimulus gleichzeitig enthält (Berlyne, 1971).

In seinem psychobiologischen Modell postuliert Berlyne (1971) zwei Mechanismen, die den hedonischen Wert bestimmen. Steigt die Erregung auf ein unangenehmes Niveau, führt der eine Mechanismus zu einem Absinken der Erregung, wodurch wiederum eine

belohnende Empfindung hervorgerufen wird. Der andere Mechanismus setzt ein, wenn die Erregung nicht hoch genug für eine angenehme Empfindung ist, indem sich die Erregung in einen belohnenden Bereich steigert. Diese Mechanismen stehen mit zwei von drei Gehirnsystemen in Zusammenhang, welche die hedonischen Empfindungen kontrollieren. Der zweite Mechanismus ist vom primären Belohnungssystem abhängig. Das primäre Belohnungssystem wiederum hängt mit dem Aversionssystem zusammen. Eine Aktivierung des Aversionssystems führt zu einer Hemmung des primären Belohnungssystems. Beide Systeme führen zu erhöhter Erregung, wenn sie aktiv sind. Das Aversionssystem hat allerdings auch einen Gegenspieler: das sekundäre Belohnungssystem. Wenn es in Gang gesetzt wird, hemmt es das Aversionssystem. Dieses zweite Belohnungssystem geht mit einer verminderten Erregung einher. Die belohnende Wirkung des sekundären Belohnungssystems zeigt sich nur indirekt über die Hemmung des Aversionssystems. Der erste, von Berlyne (1971) postulierte Mechanismus, die Senkung eines hohen, unangenehmen Erregungsniveaus, steht mit dem sekundären Belohnungssystem im Zusammenhang.

Schon Wundt (1874) beschrieb eine umgekehrt U-förmige Kurve, welche die Beziehung zwischen angenehmen bzw. unangenehmen Gefühlen und der Intensität eines Stimulus zeigte. Berlyne (1971) übernahm für sein psychobiologisches Modell die Wundt-Kurve und verwendete sie zur Darstellung, des Zusammenhangs zwischen Erregung und hedonischem Wert (siehe Abb. 3): mit der Erregung steigt auch der hedonische Wert, der Stimulus wird zunehmend als angenehm und belohnend wahrgenommen. Erreicht die Erregung einen mittleren Wert, ist der hedonische Wert auf seinem Höhepunkt angekommen. An diesem Punkt wird der Stimulus am meisten präferiert. Steigt die Erregung weiter, sinkt der angenehme Effekt des Stimulus wieder. Ab einem gewissen Punkt bekommt der Stimulus einen unangenehmen Charakter.

Auch Fechner (1876/1898b) nennt in seinen ästhetischen Gesetzen das „Princip der ästhetischen Mitte“ (S. 260), nach dem, bezüglich ästhetischer Aspekte in der Umwelt, der mittlere Bereich vom Menschen bevorzugt würde. Er beschreibt als Beispiel, dass mittelgroße Menschen mehr Gefallen hervorrufen als kleinere oder größere Menschen, dasselbe gilt für normalgewichtige im Vergleich zu dicken oder zu dünnen Menschen.

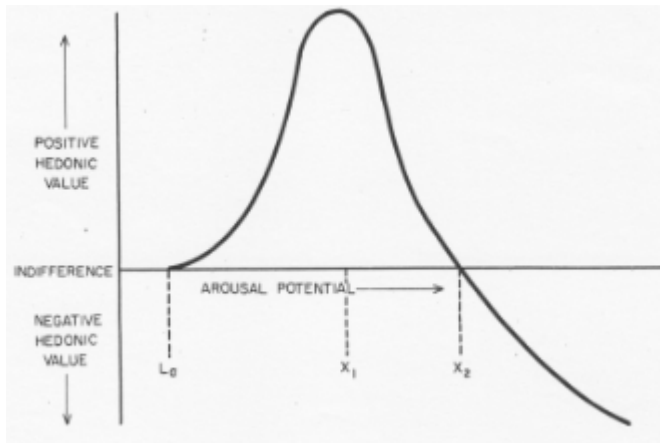


Abbildung 3. Von Berlyne adaptierte Wundtkurve. Übernommen aus “*Aesthetics and psychobiology*,” von D. E. Berlyne, 1971, New York City, New York, Appleton-Century-Crofts, S. 89.

1.5. Studien zur Multidimensionalität von visueller Komplexität

In der Forschung verwenden viele Wissenschaftler eher einen allgemeinen, eindimensionalen Komplexitätsbegriff. Die Komplexität wird z.B. nur über die Anzahl der Elemente definiert (z.B. Jacobsen & Höfel, 2002). Es gibt aber auch einen anderen Ansatz, bei dem die Komplexität mehrdimensional aufgefasst wird.

Berlyne kam in Laufe seiner Forschung mit dem multidimensionalen Komplexitätskonzept in Berührung. 1968 veröffentlichte er zusammen mit Ogilvie und Parham eine Studie, in der visuelle Muster bewertet wurden. Die Versuchspersonen sollten einschätzen wie interessant, komplex oder angenehm sie die Muster empfanden. Es wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt. Für die Variable Komplexität ergaben sich zwei Dimensionen: eine Dimension hing mit dem Informationsgehalt der Muster zusammen, die andere Dimension stand für die Einheit bzw. deutliche Gliederung der Muster in Elemente die leicht erkennbar sind. Gemeinsam konnten die Dimensionen ca. 90% der Varianz erklären.

Chipman (1977) forschte ebenfalls über die Komplexität von Mustern. Sie wollte die Determinanten der Komplexität untersuchen. Es wurden sieben Experimente durchgeführt. Als Stimulusmaterial dienten abstrakte Muster aus weißen und schwarzen Quadraten. Chipman (1977) ließ unterschiedliche Sets von Mustern auf ihre Komplexität bewerten. Am Computer berechnete sie zusätzlich noch Variablen für die Komplexität der Muster (Anzahl der Wendungen oder Ecken, $(\text{Perimeter})^2/\text{area}$, vertikale und horizontale Symmetrie, diagonale Symmetrie, oppositionale Symmetrie, Wiederholungen und Rotationen). Es zeigte

sich, dass die Komplexität mit zwei Variablenarten zusammenhängt: quantitative Variablen (z.B. Anzahl der Wendungen) und strukturelle Variablen (z.B. Symmetrie). In Experiment 4 konnte gezeigt werden, dass die strukturellen Variablen die Komplexität reduzierten. Im Gegensatz dazu zeigte Experiment 1, dass quantitative Variablen den oberen Grenzwert der Komplexität bestimmen. Dieser Grenzwert kann wiederum durch die strukturellen Variablen reduziert werden. Chipmans (1977) Untersuchung zeigt bereits, dass die Komplexität kein eindimensionaler Begriff ist, sondern von mehreren Variablen abhängt und beeinflusst wird. Das Ergebnis von Chipmans (1977) Studie ist eine Auflösung des allgemeinen Komplexitätsbegriffs, hin zur Differenzierung in strukturelle und quantitative Variablen. Auch Nadal (2007) stellt ähnliche Überlegungen an.

In der Forschung von Chipman und Mendelson (1979) wurden die strukturellen Variablen der Komplexität in einem weiteren Experiment zur Komplexität von Mustern näher untersucht. Diesmal waren Kindergartenkinder, Volksschulkinder, Jugendliche und Collegestudenten die Versuchspersonen. Es sollte aus einem Paar von Mustern, die sich aus schwarzen und weißen Quadraten zusammensetzten, jenes, das einfacher erschien, angezeigt werden. Die Muster unterschieden sich anhand von sechs strukturellen Eigenschaften (doppelte Symmetrie, vertikale Symmetrie, horizontale Symmetrie, diagonale Symmetrie, Schachbrettorganisation (d.h. Muster die Ähnlichkeit mit einem Schachbrett haben), und Rotationen). Chipman und Mendelson (1979) konnten zeigen, dass die Muster je nach Altersgruppe unterschiedlich komplex bewertet wurden: Kindergartenkinder empfanden Muster mit doppelter Symmetrie als wenig komplex, Muster mit Schachbrettcharakter, diagonaler Symmetrie oder horizontaler Symmetrie als sehr komplex. Schüler der zweiten und vierten Schulstufe bewerteten Muster mit doppelter Symmetrie, Schachbrettmuster oder horizontaler Symmetrie als wenig komplex. Diagonal symmetrische Muster und Muster mit Rotation wurden als sehr komplex bewertet. Schüler der sechsten Schulstufe und Collegestudenten beurteilten rotierte Muster als sehr komplex, Schachbrettmuster und Muster mit doppelter Symmetrie als wenig komplex. Unstrukturierte Muster bekamen über alle Altersgruppen hinweg die höchsten Komplexitätsbewertungen.

Ichikawa konnte 1985 den Befund von Chipman (1977) bestätigen, wonach es, bezüglich der Komplexität, quantitative Faktoren (z.B. Anzahl der Wendungen) und strukturelle Faktoren (z.B. Symmetrie) gab. Zusätzlich konnte er die Verarbeitungsprozesse, die bei der Bewertung von Komplexität ablaufen, näher beleuchten. In seinem Experiment verwendet Ichikawa (1985) Muster als Stimulus, die aus unterschiedlich angeordneten Punkten in einer 4 x 4 Matrix bestanden. Ichikawa (1985) konnte zeigen, dass die zwei

Faktoren in unterschiedlicher Weise bei der Bewertung der Komplexität aufscheinen. Sie gehören zu zwei Verarbeitungsprozessen. Der erste läuft schnell ab und erfasst die quantitativen Komplexitätsaspekte eines Stimulus. Der zweite Verarbeitungsprozess kommt erst zum Tragen, wenn der Stimulus länger wahrgenommen werden kann, da er langsamer ist. Er fokussiert auf die strukturellen Komplexitätsaspekte. Ichikawa (1985) konnte dies zeigen, in dem er seine Stimuli den Versuchspersonen unterschiedlich lange präsentierte (von 50 Millisekunden bis höchstens 4 Sekunden). Kurz dargebotene Stimuli wurden in erster Linie über ihre quantitativen Aspekte auf ihre Komplexität bewertet. Bei länger dargebotenen Stimuli wurde die Komplexität auch über die strukturellen Aspekte beurteilt.

Auch andere Forscher vertraten die These der Multidimensionalität der Komplexität (z.B. Nadal, Munar, Marty & Cela-Conte, 2010; Nicki & Moss, 1975). In Nadal et al.'s Studie aus dem Jahr 2010 flossen neben einem allgemeinen Komplexitätsbegriff auch sieben Komplexitätsdimensionen ein (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Unverständlichkeit der Elemente, Unordnung, Asymmetrie, Vielfalt der Farben und dreidimensionale Erscheinung). Die Forscher wollten in ihrer Untersuchung Berlynes (1971) Theorie überprüfen, wonach Stimuli, die durch mittlere Komplexitätswerte gekennzeichnet sind, am meisten bevorzugt werden. Die Untersuchung von Nadal et al. (2010) liefert den theoretischen Ausgangspunkt und die Basis für die aktuelle Studie.

Viele andere Forscher (z.B. Ichikawa, 1985; Katz, 2002; Messinger, 1998; Nicki & Moss, 1975; Saklofske, 1975) untersuchten den von Berlyne (1971) postulierten Zusammenhang zwischen Komplexität und Stimuluspräferenz. Sie konnten allerdings die Theorie von Berlyne (1971) häufig nicht bestätigen. Nadal et al. (2010) wollten herausfinden, worin der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse lag: War die Verwendung von unterschiedlichem Stimulusmaterial in den verschiedenen Untersuchungen für die andersartigen Ergebnisse verantwortlich oder konnten die unterschiedlichen Komplexitätsdefinitionen eine Erklärung liefern?

In einer ersten Phase des Experiments von Nadal et al. (2010) erfolgte die Stimulusauswahl. Bilder wurden eingeteilt in abstrakt und gegenständlich sowie künstlerisch und nicht künstlerisch. Die Stimuli wurden anschließend auf einer 5-stufigen Likert-Skala (von „sehr einfach“ bis „sehr komplex“) auf ihre Komplexität bewertet, allerdings erhielten die Versuchspersonen keine weitere Definition des Komplexitätsbegriffs.

In der darauf folgenden zweiten Phase des Experiments ließen Nadal et al. (2010) ihre Versuchspersonen die Stimuli auf ihre Schönheit bewerten. Dazu wurde wieder eine 5-stufige Likert-Skala (von „sehr hässlich“ bis „sehr schön“) verwendet. Es zeigte sich, dass

hochkomplexe Stimuli bevorzugt wurden. Darstellende Kunst wurde als schöner bewertet als abstrakte, und künstlerische Stimuli wurden ebenfalls als schöner bewertet als nicht künstlerische. Betrachtet man zusätzlich die Interaktionen zwischen den drei unabhängigen Variablen Komplexität, Abstraktion und Kunstfertigkeit, sieht man, dass die Komplexität nur bei einer Stimulusart signifikant die Schönheitsbewertungen beeinflusste, nämlich bei darstellenden, nicht künstlerischen Bildern. Ebenfalls zeigten sich höhere Werte für hoch komplexe, darstellende, nicht-künstlerische Stimuli als für niedrig komplexe, darstellende, nicht-künstlerische Stimuli.

In einer weiteren Phase ihrer Studie wollten Nadal et al. (2010) nicht den allgemeinen Komplexitätsbegriff erheben, sondern diesen aufspalten in einzelne Elemente, die aber alle mit Komplexität in Beziehung standen bzw. unterschiedliche Aspekte der Komplexität beleuchteten. Es wurden 60 der 120 Stimuli auf sieben separaten Komplexitätsdimensionen (Anzahl und Vielfalt der Elemente, Unverständlichkeit der Elemente, Unordnung, Asymmetrie, Vielfalt der Farben und drei-dimensionale Erscheinung) auf 9-stufigen Likert Skalen eingeschätzt. Die Stimuli waren hierbei gemischt, jede Versuchsperson bewertete sowohl abstrakte, als auch gegenständliche, sowie künstlerische und nicht künstlerische Bilder. Dass die verschiedenen Stimulusklassen in der Analyse zusammengefasst wurden, könnte einen Nachteil der Untersuchung von Nadal et al. (2010) darstellen. Birkhoff (1933) bezeichnet den Vergleich verschiedener Klassen von Kunstwerken, z.B. einem Ölbild und einem Aquarell, sogar als nutzlos. Das Ausmaß des Gefallens, bezogen auf verschiedene Objekte, könne nur erhoben werden, wenn die Objekte vergleichbar sind (Birkhoff, 1933).

Diskriminanzanalysen ergaben, dass die Komplexitätsdimension Anzahl der Elemente die allgemeine Komplexitätsbewertung am besten vorhersagte. Dies war für alle Stimulusgruppen der Fall. Dagegen waren die Komplexitätsdimensionen Unordnung, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben diesbezüglich von geringer Bedeutung. Für die Stimuligruppe der abstrakten künstlerischen Bilder war außerdem die Komplexitätsdimension Unverständlichkeit der Elemente relevant. Bei darstellenden, künstlerischen Bildern waren es die Komplexitätsdimensionen Asymmetrie und drei-dimensionale Erscheinung.

Als letzter Schritt wurde eine Faktorenanalyse berechnet. Es ergaben sich drei Faktoren in Bezug auf die Komplexitätsdimensionen: Der Faktor „Elemente“ resultierte mit 47.8% erklärter Varianz, der zweite Faktor „Ordnung“ mit 31.5% und der dritte Faktor „Asymmetrie“ mit 14.5%. Es wurden Kurvenanpassungstests gemacht, um den Zusammenhang zwischen den drei Faktoren und der Schönheitsbewertung zu betrachten (siehe Abb. 4). Der jeweilige Komplexitätsfaktor beeinflusste die Beziehung mit der Variable

Schönheit auf unterschiedliche Weise und legte die Gestalt des Punktschwarms fest. Wie man in Abbildung 4 sieht, spiegelt die Beziehung zwischen Faktor 1 „Elemente“ und den Schönheitsbewertungen einen linearen Zusammenhang wider (signifikante kubische Funktion im Kurvenanpassungstest). Es konnte ein U-förmiger Zusammenhang in der Beziehung zwischen Faktor 2 „Ordnung“ und den Schönheitsbewertungen gezeigt werden (signifikante quadratische Funktion im Kurvenanpassungstest) und die Beziehung zwischen dem Faktor „Asymmetrie“ und den Schönheitsbewertungen zeigte sich als umgekehrt U-förmiger Zusammenhang (im Kurvenanpassungstest ergab sich eine nicht signifikante quadratische Funktion) (Nadal et al., 2010).

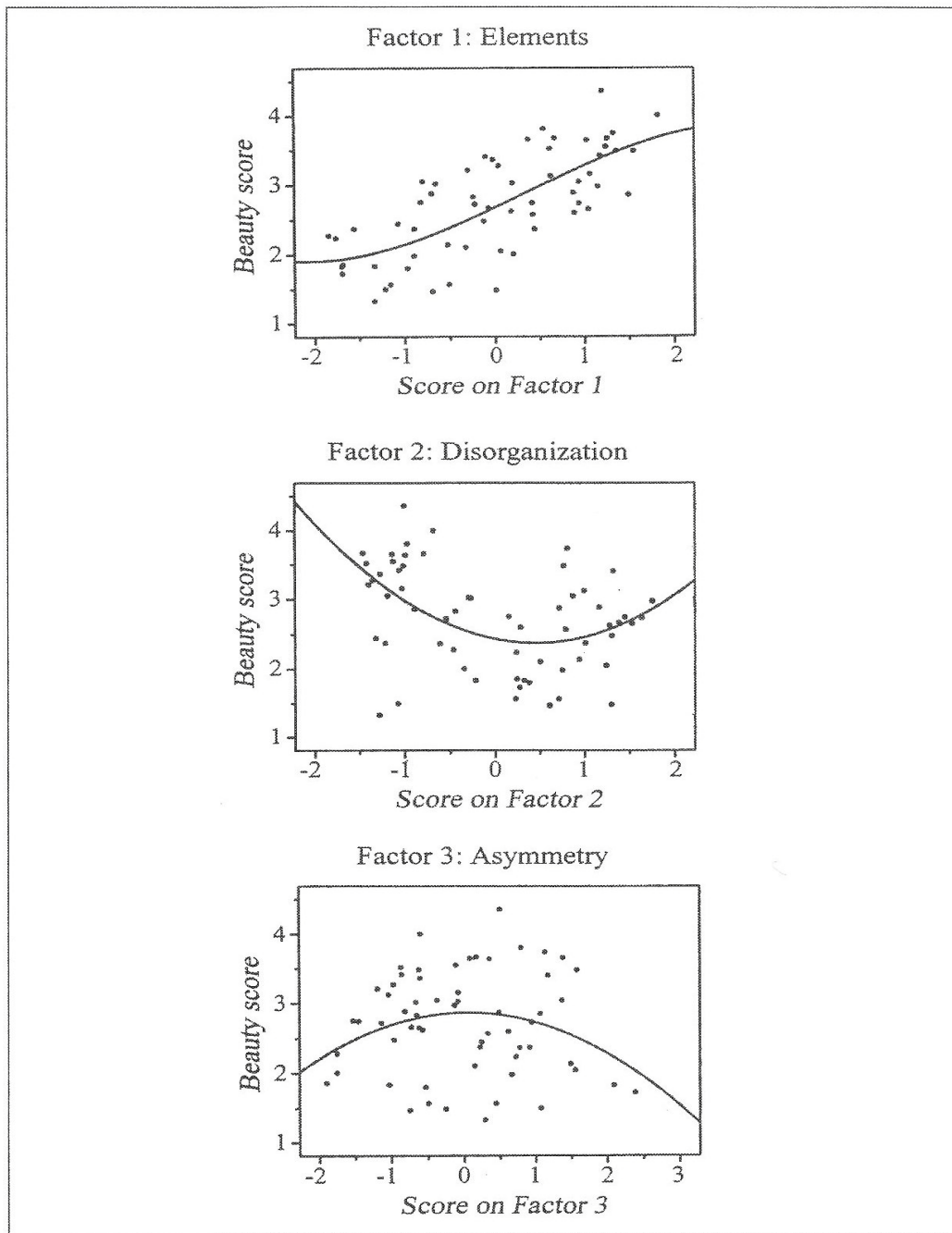


Abbildung 4. Kurvenanpassungstests zwischen den Komplexitätsfaktoren „Elemente“, „Unordnung“ und „Asymmetrie“ und der Variable Schönheit. Übernommen aus “Visual complexity and beauty appreciation: Explaining the divergence of results,” von M. Nadal, E. Munar, G. Marty und C. J. Cela-Conde, 2010, *Empirical Studies of the Arts*, 28(2), S. 184.

1.6. Objektive Maße zur Komplexitätsbewertung

Dass die subjektive Komplexitätsbewertung des Menschen einem Bias, hervorgerufen durch Vertrautheit und Lerneffekten, unterliegt, konnte bereits in mehreren Untersuchungen gezeigt werden (z.B. Forsythe et al., 2008; Marin & Leder, 2013; Tinio & Leder, 2009). Forsythe et al. (2008) konnten in ihrer Studie negative Korrelationen zwischen Komplexität und Vertrautheit feststellen. Das heißt, je vertrauter ein Stimulus war, desto weniger komplex wurde er bewertet. Auch Marin und Leder (2013) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Um den Vertrautheitsbias zu kontrollieren, wurde bei der aktuellen Untersuchung darauf geachtet, unbekannte Muster auszuwählen. Muster, die z.B. Elemente aus bekannten Kinderbüchern enthielten, wurden ausgeschlossen. Kann man diesen Bias in Bezug auf Vertrautheit allerdings nicht so einfach ausschalten, bieten am Computer generierte objektive Maße zur Komplexitätsbewertung vielleicht in Zukunft eine Möglichkeit, den Vertrautheitsbias zu umgehen.

Objektive Maße zur Komplexitätsbewertung wurden bereits in mehreren aktuellen Untersuchungen eingesetzt (z.B. Forsythe et al., 2008; Forsythe et al., 2011; Marin & Leder, 2013). Dazu zählten zum einen Kantendetektionsalgorithmen wie Canny und Perimeter, aber auch Kompressionsmaße wie JPEG (Joint Photographic Expert Group), GIF (Graphics Interchange Format) und TIFF (Tagged Image File Format) oder die RMS (root mean square) Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und das Produkt aus beiden, genannt Alpha).

Das Maß Entropie wurde auch eingesetzt. Ein hoher Entropiewert spricht hier für ein komplexes Bild, da es eine große Variation in der Bildintensität anzeigt, d.h. die einzelnen Pixel sind sehr unterschiedlich (Gonzalez, Woods & Eddins, (2003) zitiert nach Marin & Leder, 2013).

Kantendetektionsalgorithmen erfassen Intensitätsveränderungen an den Kanten eines Bildes (Forsythe et al., 2003). Der Cannyalgorithmus zeichnet sich dabei durch den Vorteil aus, dass eine schwache Kante nur erfasst wird, wenn sie eine Verbindung zu einer starken Kante aufweist. So wird vermieden, dass Hintergrundrauschen des Bildes (z.B. Schatten), das mit dem Hauptelement nicht in Zusammenhang steht, miterfasst wird. Deshalb eignet sich Canny auch sehr gut für graustufige oder zweifarbige Bilder (Forsythe et al., 2003). Canny erfasst auch feinste Linien in einem Bild. Deshalb kann es sein, dass es auch den Hintergrund eines Bildes als komplex bewertet, selbst wenn er nicht auffällig ist, außer, dass man Pinselstriche deutlich sieht. Für einen Menschen mag dieser Hintergrund nicht komplex erscheinen, sondern nur wie eine farbige Fläche ohne hervorstechende Details. Canny

bewertet ihn aber, aufgrund der sichtbaren Pinselstriche, als komplex. Aufgrund dieser Diskrepanz zwischen subjektiven Komplexitätsbewertungen und objektiven Komplexitätsmaßen kann eine negative Korrelation entstehen (Marin & Leder, 2013). Dies war zum Beispiel bei Marin und Leder (2013) der Fall, wenn es sich bei den Stimuli um gegenständliche Gemälde handelte. Sie erzielten hier eine negative Korrelation zwischen dem objektiven Komplexitätsmaß Canny und der subjektiven Komplexitätseinschätzung der Versuchspersonen ($r_s = -.23$). Perimeter Detektion erfasst die Kanten eines Bildes, indem es schnelle Wechsel in der Intensität der Bildelemente wahrnimmt (Forsythe et al., 2008). Dieses objektive Komplexitätsmaß zeigt gute Ergebnisse bei Linienzeichnungen von Objekten (Forsythe et al., 2008). RMS Kontrastmaße registrieren extreme Wechsel in der Helligkeit und weisen diesen Bereichen hohe Werte zu. So werden z.B. Bildkonturen gut erkannt (Cavalcante et al., 2011).

Objektive Komplexitätsmaße können auch auf Kompressionsmaßen wie z.B. JPEG basieren, d.h. auf der Dateigröße des komprimierten digitalisierten Bildes. Je komplexer ein Bild ist, desto größer ist die Dateigröße (Chikham, Bondarko, Danilova, Goluzina & Shelepin, 2012). Es wird zwischen verlustfreien Kompressionsmethoden und verlustbehafteten Kompressionsmethoden unterschieden. Verlustfreie Kompressionsmethoden, wie GIF, haben, im Gegensatz zu verlustbehafteten Kompressionsmethoden, wie JPEG, keinen Datenverlust. D.h. das Bild, welches komprimiert wurde, kann exakt wieder hergestellt werden. GIF kann sehr gut bei Linienzeichnungen und eingeschränktem Farbspektrum eingesetzt werden (Forsythe et al., 2008). Salomon (1998) weist darauf hin, dass die modernen verlustbehafteten Kompressionsmethoden, wie JPEG, zwar Datenverlust aufweisen, aber dass dieser in einem Bereich stattfindet, der für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar ist. JPEG zeigt gute Ergebnisse bei farbigen oder graustufigen Bildern. Bei Bildern, in denen nur zwei Farben, z.B. schwarz und weiß, vorherrschen, funktioniert JPEG weniger gut (Salomon, 1998). Auch Donderi und McFadden (2005) kommen zu diesem Schluss. In ihrer Untersuchung schnitt JPEG schlecht ab, wenn es um die Komprimierung von Radarbildern ging, die nur die Farben schwarz und grün aufwiesen. Chikham et al. (2012) legen des Weiteren dar, dass JPEG ursprünglich nur verwendet werden sollte, um farbige Bilder zu verarbeiten.

Forsythe et al. (2008) verwendeten in ihrer Studie, neben subjektiven Komplexitätsbewertungen, vier objektive Maße, nämlich zwei Kantendetektionsalgorithmen (Canny und Perimeter) und zwei Kompressionstechniken (JPEG und GIF). Es wurden Stimuli aus verschiedenen Quellen verwendet: realistische und sinnlose Linienzeichnungen, Zeichnungen in Grauschattierung und bunte Zeichnungen (Bonin, Peereman, Malardier, Méot

& Chalard, 2003; Cycowicz, Friedman, Rothstein & Snodgrass, 1997; Rossion & Pourtois, 2004; Snodgrass & Vanderwart, 1980). Diese sollten auf ihre Komplexität hin bewertet werden. Es konnte gezeigt werden, dass es moderate positive Korrelationen zwischen den verwendeten objektiven Komplexitätsmaßen und der subjektiven Komplexität gibt. Perimeter zeigte bei geometrischen Formen die höchste Korrelation mit subjektiven Komplexitätsbewertungen ($r_s = .76, p < .0002$).

Im Gegensatz dazu schnitt Perimeter bei einer neueren Studie von Forsythe, Nadal, Sheehy, Cela-Conde und Sawey (2011) eher schlecht ab. Im ersten Teil der Studie wurde untersucht, wie nützlich die objektiven Maße JPEG, GIF und Perimeter Detektion bei der Komplexitätsbewertung von Kunstwerken waren, nämlich abstrakte und darstellende (figurative) Kunst sowie figurativ dekorative und abstrakt dekorative Elemente (z.B. aus dem Industriedesign), aber auch Photographien von Umweltszenen. In diesem Teil der Untersuchung stach GIF bei der Korrelation mit den subjektiven Komplexitätsbewertungen von Versuchspersonen heraus. Es zeigte in den meisten Kategorien die höchsten Korrelationsergebnisse (abstrakt dekorativ: $r_s = .60, p < .01$; figurativ: $r_s = .47, p < .01$; figurativ dekorativ: $r_s = .70, p < .01$), außer bei der abstrakten Kunst und den Photographien von Umweltszenen, hier schnitt JPEG besser ab (abstrakt: $r_s = .51, p < .01$; Umweltszenen: $r_s = .60, p < .01$). Das Perimetermaß zeigte durchwegs die niedrigsten Korrelationen mit den subjektiven Komplexitätsbewertungen (abstrakte Kunst: $r_s = .39, p < .01$; abstrakt dekorativ: $r_s = .40, p < .01$; figurativ: $r_s = .37, p < .01$; figurativ dekorativ: $r_s = .63, p < .01$; Umweltszenen: $r_s = .54, p < .01$).

Donderi und McFadden (2005) konnten bei einer Untersuchung, in der sowohl Radar- und kartographische Bilder als auch Overlaydisplays dieser beiden Bildtypen als Stimulusmaterial verwendet wurden, zeigen, dass das objektive Kompressionsmaß JPEG besser bei kartographischen Bildern und Overlaydisplays abschnitt, als wenn Radarbilder als Stimulusmaterial verwendet wurden. Mit ähnlichem Stimulusmaterial konnte Donderi (2006) einen positiven Zusammenhang zwischen subjektiven Komplexitätsbewertungen und dem objektiven Kompressionsmaß ZIP nachweisen.

In einer Untersuchung von Chikham et al. (2012) schnitt das Kompressionsmaß JPEG ebenfalls gut ab. Als Stimuli wurden hier zum einen chinesische Zeichen und zum anderen Liniezeichnungen verwendet, die die Umrisse eines Objekts darstellten. Es wurden hohe signifikante Korrelationen zwischen subjektiven Komplexitätsbewertungen (basierend auf der Anzahl von Kreuzungen, Winkel, Linien und Wendungen) und dem objektiven

Komplexitätsmaß JPEG gefunden, sowohl für chinesische Schriftzeichen, als auch für Linienzeichnungen.

Cavalcante et al. (2011) setzten in ihrer Untersuchung als objektive Komplexitätsmaße JPEG und die RMS Kontrastmaße ein. Als Stimuli verwendeten sie Photographien von Straßenzügen (sowohl bei Tag als auch bei Nacht). Die Stimuli wurden von den Versuchspersonen nach ihrer Komplexität geordnet. Danach wurden die Bilder, entsprechend der Ergebnisse der Versuchspersonen in eine Rangreihe gebracht. Dann kamen die objektiven Komplexitätsmaße zum Einsatz. Die RMS Kontrastmaße zeigten eine mittlere bis hohe Korrelation mit der Rangreihe der Photographien durch die Versuchspersonen ($r = .66$). JPEG erreichte eine Korrelation von $r = .36$.

Marin und Leder (2013) verwendeten in ihrer Untersuchung als Stimuli Bilder von Umweltszenen mit affektivem Inhalt und gegenständliche Gemälde. Die Versuchspersonen wurden sowohl nach der Komplexität der Stimuli, deren Angenehmheit, als auch nach der Vertrautheit und der Erregung gefragt. Wenn es um die Einschätzung der Umweltszenen ging, konnte, wie bei Berlyne (1971), auch hier ein positiver Zusammenhang zwischen Komplexität und Erregung nachgewiesen werden ($r_s = .36, p < .05$). Bei den objektiven Maßen stachen bei der Bewertung von Umweltszenen die Kompressionsmaße TIFF und JPEG mit moderaten bis hohen Korrelationen mit der subjektiven Komplexität hervor (TIFF: $r_s = .53, p < .05$; JPEG: $r_s = .52, p < .05$). Die niedrigste Korrelation wurden in diesem Kontext ebenfalls bei einem Kompressionsmaß gefunden, nämlich GIF ($r_s = .29, p > .05$). Die höchsten Korrelationen mit der subjektiven Komplexität zeigten sich bei den RMS Kontrastmaßen (RMS Kontrast: $r_s = .59, p < .05$; RMS Kontrast α : $r_s = .57, p < .05$). Bei Bildern von Umweltszenen waren in dieser Untersuchung die RMS Kontrastmaße am besten für die Vorhersage der subjektiven Komplexität geeignet.

In einem weiteren Teil der Studie von Marin und Leder (2013) wurden gegenständliche Gemälde als Stimuli verwendet. Es zeigten sich ähnliche Ergebnisse, wie mit den Umweltszenen als Stimuli. Auch hier gab es eine positive signifikante Korrelation zwischen Komplexität und Erregung ($r_s = .54, p < .05$). Die Korrelationen zwischen den objektiven Komplexitätsmaßen und der subjektiven Komplexität waren niedriger, als wenn Umweltszenen das Stimulusmaterial waren, und weniger oft signifikant. Die subjektive Komplexität zeigte keine Korrelation mit den objektiven Komplexitätsmaßen JPEG ($r_s = .02, p > .05$) und GIF ($r_s = .06, p > .05$). Canny korrelierte negativ mit Komplexität ($r_s = -.23, p > .05$). Die höchste Korrelation der RMS Kontraste mit der subjektiven Komplexität zeigt das SD RMS Kontrast Maß ($r_s = .25, p > .05$). Die höchste und gleichzeitig signifikante

Korrelation existiert zwischen dem SD Phasenkongruenzmaß und der subjektiven Komplexität ($r_s = .38, p < .05$).

Wie die Ergebnisse der angeführten Studien zeigen, schneiden die objektiven Maße unterschiedlich gut ab, je nach dem auf welchen Stimulustyp sie angewendet werden. Welche objektiven Maße für welchen Bildtyp am geeignetsten sind, also welche Maße ähnliche Ergebnisse wie die subjektiven Bewertungen der Versuchspersonen liefern, wird derzeit noch untersucht und ist auch ein Feld für zukünftige Forschung. Die aktuelle Studie möchte hierzu einen Beitrag leisten.

1.7. Schönheit als hedonischer Wert und der Zusammenhang mit objektiver Komplexität

In der aktuellen Untersuchung werden die Versuchspersonen um die Bewertung der Schönheit der Muster gebeten. Schönheit wird hier als ein möglicher hedonischer Wert gesehen, der Auskunft über den ästhetischen Gehalt der Stimuli gibt. Schönheit wurde ausgewählt, weil die aktuelle Studie an die von Nadal et al. (2010) inhaltlich anschließt.

In einer Studie von Forsythe et al. (2011) konnte ein Zusammenhang zwischen Schönheit und dem objektiven Komplexitätsmaß GIF gezeigt werden. Bei den Stimuli handelte es sich um Kunstwerke aus dem darstellenden und abstrakten Bereich, sowie Photographien von Umweltszenen (z.B. Naturaufnahmen mit Bäumen oder vom Menschen geprägte Umwelt (z.B. Häuser)) und abstrakt dekorative und figurativ dekorative Bilder, die ihren Ursprung in Werbung und Industriedesign hatten. Des Weiteren wurde das objektive Komplexitätsmaß GIF zur Komplexitätsbewertung verwendet. GIF hatte im Vergleich zu anderen objektiven Maßen (JPEG und Perimeter Detektion) im vorherigen Verlauf der Untersuchung bei den meisten Stimuluskategorien die höchsten positiven Korrelationen mit der subjektiven Komplexitätsbewertung von Versuchspersonen ergeben. Es zeigte sich, dass die von GIF als am komplexesten eingestuften Bilder (Naturfotographien) von den Versuchspersonen auch als am schönsten bewertet wurden. Der gleiche Zusammenhang zeigte sich auch bei den Bildern mit den niedrigsten Komplexitätswerten (abstrakt dekorative Stimuli). Diese wurden von den Versuchspersonen mit den geringsten Schönheitswerten bezeichnet. Auch in der Studie von Forsythe et al. (2011) konnte der Zusammenhang zwischen Schönheit und dem objektiven GIF Komplexitätsmaß als umgekehrte U-Form

dargestellt werden, wie ihn schon Berlyne (1971) zwischen subjektiver Komplexität und Schönheit zeigen konnte.

1.8. Fünf Komplexitätsdimensionen, die für ästhetische Muster relevant sind

In der aktuellen Studie werden die fünf Komplexitätsdimensionen Symmetrie, Vielfalt der Farben, Vielfalt der Elemente, Anzahl der Elemente und Ordnung aus Nadal et al.'s (2010) Untersuchung verwendet. Es wurden speziell diese Dimensionen gewählt, weil sie sich in den ästhetischen Mustern, die als Stimulusmaterial verwendet wurden, wieder finden. Es gibt zwei Sets mit semantischem Inhalt und zwei Sets mit nicht semantischem, abstraktem Inhalt. Die Muster stammen sowohl von Tapeten, als auch von Möbel- und Kleiderstoffen aus dem 19. und 20. Jahrhundert. Betrachtet man die Sets, erkennt man bei jedem Beispiele für die einzelnen Dimensionen. Es gibt solche, die symmetrisch oder nicht symmetrisch sind, ordentlich oder unordentlich, solche, die ein weites Farbspektrum haben oder eher wenig Farbvariation aufweisen. Aus diesem Grund wurden die Komplexitätsdimensionen dreidimensionale Erscheinung und Unverständlichkeit der Elemente aus Nadal et al.'s (2010) Untersuchung nicht in die aktuelle Studie aufgenommen. Bei Nadal et al. (2010) machen diese Dimensionen Sinn, da seine Stimuli zum einen Fotos von Landschaften und urbanen Szenen enthalten, und zum anderen auch abstrakte Kunstwerke. In der aktuellen Studie ist der Einsatz dieser Dimensionen aufgrund der Art des Stimulusmaterials nicht gerechtfertigt.

1.8.1. Symmetrie und Ordnung

Wundt (1874) weist darauf hin, dass wir eine regelmäßige Gestalt vor einer unregelmäßigen präferieren, dass wir also symmetrische Gestalten bevorzugen. Wir finden Symmetrie ästhetisch ansprechend. In Bezug auf Symmetriearten kann gesagt werden, dass wiederum die horizontale Symmetrie gegenüber der vertikalen präferiert wird.

Eine geschlossene Figur kann leichter als solche erkannt und wahrgenommen werden, wenn sie Symmetrie aufweist (Julesz, 1971). Die Symmetrie eines Stimulus trägt dazu bei, die Komplexität des Stimulus zu reduzieren, wodurch die kognitive Verarbeitung erleichtert wird (Lindell & Mueller, 2011).

In einer Studie von Berlyne (1963) wurden visuelle Muster als Stimulusmaterial verwendete. Die Muster wiesen in unterschiedlichem Ausmaß Irregularitäten, wie z.B.

gebrochene Symmetrien, auf. Muster mit mehr Irregularitäten galten gegenüber Mustern mit weniger Irregularitäten als komplexer. Die Muster wurden den Versuchspersonen in Paaren vorgegeben. Sie mussten angeben, welche der beiden Komponenten des Musterpaares sie noch einmal sehen wollten. Abhängig von der Präsentationszeit des Stimulusmaterials wurden komplexere Muster bevorzugt, wenn sie nur kurz (0.5 oder 1 Sekunde) zu sehen waren, und Muster mit weniger Irregularitäten, wenn die Präsentationszeit länger war (3 oder 4 Sekunden). Berlyne (1963) ließ im Anschluss die Muster darauf bewerten, als wie angenehm oder wie interessant sie empfunden wurden. Wenig komplexe Muster wurden als angenehmer bewertet. Komplexere Muster wurden dagegen als interessanter bewertet.

Day (1968) führte eine Studie mit symmetrischen und asymmetrischen Vielecken durch, die auf einer 7-stufigen Skala unter anderem auf ihre Komplexität bewertet wurden. Er zeigte, dass sich Vielecke bezüglich der Komplexitätsbewertung unterscheiden, je nachdem, ob sie symmetrisch oder asymmetrisch sind. Asymmetrische Vielecke wurden hier komplexer bewertet als symmetrische. Symmetrische Vielecke wurden allerdings als interessanter und angenehmer bewertet.

Wie schon bei Day (1968) konnte auch in mehreren anderen Studien (Jacobsen & Höfel, o.J.; Jacobsen & Höfel, 2002; Jacobsen & Höfel, 2003) gezeigt werden, dass Symmetrie die Schönheitsbewertung positiv beeinflusst. Symmetrische graphische Muster wurden als schöner eingeschätzt als asymmetrische graphische Muster. In zwei der Studien (Jacobsen & Höfel, o.J.; Jacobsen & Höfel, 2002) stellte sich Symmetrie als wichtigster Prädiktor für Schönheit heraus, gefolgt von Komplexität. Symmetrie war in diesen Untersuchungen nicht Teil der Komplexität, wie in der Untersuchung von Nadal et al. (2010). Symmetrie und Komplexität wurden als unabhängige Faktoren gesehen, die beide zur Schönheitsbewertung beitragen. Die Komplexität wurde über die Anzahl der Elemente, aus denen ein Muster bestand, definiert, war also ein eindimensionales Konzept.

Bei einer Studie von Gartus und Leder (2013) stand nicht nur die Untersuchung der Symmetrie von abstrakten Mustern im Mittelpunkt der Forschung, sondern auch wie sich kleine Asymmetrien auf das ästhetische Empfinden von Versuchspersonen auswirken. Hier enthielt das Stimulusmaterial also auch Irregularitäten, ähnlich wie in der Studie von Berlyne (1963). Es wurde vermutet, dass, auch wenn in der Regel symmetrische Muster als schöner empfunden wurden als asymmetrische, Muster mit kleinen Asymmetrien ebenfalls als schön empfunden werden könnten. Für die Untersuchung wurde ein Set von abstrakten Mustern in Schwarz und Weiß verwendet. Es zeigte sich, dass durch kleine Asymmetrien die Muster komplexer wahrgenommen wurden und weniger Gefallen hervorriefen als komplett

symmetrische Muster. Dies bestätigte die Befunde von Jacobsen und Höfel (2002), wonach Symmetrie, noch vor Komplexität, der wichtigste Prädiktor für Schönheit war.

Die Ordnung hat eine enge Verbindung zur Symmetrie. Dies sieht man schon bei Birkhoff (1933). Er erwähnte bei seiner Beschreibung der Ordnung, einem Faktor der neben der Komplexität für das Ausmaß des Gefallens bei der Wahrnehmung von Kunstwerken verantwortlich ist, im gleichen Atemzug die Symmetrie als positiven Bestandteil der Ordnung. So ruft die vertikale Symmetrie z.B. bei einer Kachel eine angenehme Empfindung hervor. Dass Symmetrie und Ordnung zusammenhängen liegt nahe, denn ein symmetrisches Muster erscheint ordentlich, ein unsymmetrisches Muster zeichnet sich dagegen durch Unordnung aus.

1.8.2. Vielfalt der Farben

Fechner (1876/1898b) nennt zwei Bereiche in denen Farben unterschiedliche Wirkungen haben können. Zum einen die Helligkeit der Farbe, und zum anderen der Charakter. Über diese beiden Eigenschaften kann die Farbe auf den Betrachter wirken, seine Erregung beeinflussen. Fechner (1876/1898b) nennt Farben ein „sinnliches Anregungsmittel“ (S. 218). Er teilt Farben in einen warmen und einen kalten Bereich ein. Zu den warmen Farben zählen z.B. Rot und Orange, zu den kalten Farben z.B. Blau oder Violet. Er gibt an, dass sich unsere Vorlieben bezüglich Farben vor allem in unserer Kleidung und unseren Wohnungen ausdrücken (Fechner, 1876/1898b). Also genau jene Bereiche an denen wir Mustern im Alltag vermehrt ausgesetzt sind. Auch Berlyne (1971) gibt an, dass Farbtöne die Erregung beeinflussen können. So konnte gezeigt werden, dass Farbtöne aus dem langwelligen Bereich des Farbspektrums (rot) mehr Erregung verursachen als Farbtöne aus dem kurzwelligen Bereich (blau).

In der Untersuchung von Forsythe et al. (2011) konnten deutliche Unterschiede bei farbigen Bildern und Bildern in Graustufen gefunden werden. Die graustufigen Bilder zeigten eine relativ gleich bleibende Schönheitsbewertung, egal um welche Bildkategorie es sich handelte (darstellende Kunst, abstrakte Kunst, abstrakt dekorative und figurativ dekorative Stimuli, Fotos mit Naturszenen und mit von Menschen beeinflusster Umwelt). Farbige Stimuli wurden unterschiedlich bezüglich ihrer Schönheit bewertet. Darstellende und abstrakte Kunst und Bilder mit Naturszenen wurden als schöner bewertet als abstrakt dekorative und figurativ dekorative Stimuli und Fotos mit von Menschen beeinflusster

Umwelt. Dabei wurden die Fotos mit Naturszenen als am schönsten eingeschätzt, die abstrakt dekorativen Stimuli als am wenigsten schön. Forsythe et al. (2011) weisen darauf hin, dass Farbe eine wichtige Komponente zu sein scheint, wenn es um die Schönheitsbewertung eines Bildes geht.

1.8.3. Anzahl und Vielfalt der Elemente

Häufig wird die Komplexität über die Anzahl der Elemente definiert (z.B. Jacobson & Höfel, 2002). In der Faktorenanalyse von Nadal et al. (2010) erklärte der Faktor Elemente, in welchen die Anzahl der Elemente integriert ist, 47.8% der Varianz.

Berlyne (1971) definierte die Komplexität eines Musters unter anderem auch über die Anzahl der Elemente, die es enthält. Er wies darauf hin, dass bei zwei Mustern mit gleich vielen Elementen jenes als einfacher wahrgenommen wird, dessen Elemente sich ähnlicher sehen (Berlyne, 1971). Letzteres ist ein Hinweis darauf, wie sich die Komplexitätsdimension Vielfalt der Elemente auf die Komplexität eines Musters auswirkt.

In der Musik wird das alleinige Schlagen einer Trommel als einfacher wahrgenommen als ein Streichquartett, ein Streichquartett wiederum aber als weniger komplex als eine Symphonie. In der bildenden Kunst mag ein Ölgemälde von William Turner komplexer erscheinen als ein Aquarell von Monet, das Aquarell übertrifft aber eine einfarbige Bleistiftskizze in der Komplexitätsbewertung. Wie Berlyne (1971) ausführt, kann der Künstler also die Komplexität eines Kunstwerks steigern, indem er Elemente hinzufügt z.B. ein Bild farbiger und detailreicher gestaltet.

2. Die Fragestellungen und Hypothesen der aktuellen Untersuchung

Bevor zu den Forschungsfragen und Hypothesen übergeleitet wird, soll noch einmal betont werden, dass sich die aktuelle Untersuchung in der Aufspaltung der allgemeinen Komplexität in mehrere Dimensionen, welche dann auch einzeln bewertet werden, an der Studie von Nadal et al. (2010) orientiert. Neu ist, dass die einzelnen Subdimensionen der Komplexität nicht nur mit der subjektiven allgemeinen Komplexitätsbewertung der Versuchspersonen korreliert werden, sondern mit objektiven Komplexitätsmaßen. Es soll untersucht werden, wie sich die Korrelationen der Subdimensionen mit den objektiven Komplexitätsmaßen von der Korrelation mit dem allgemeinen Komplexitätsbegriff und den objektiven Komplexitätsmaßen unterscheiden.

Die aktuelle Untersuchung der Diplomandin verwendet als Stimulusmaterial sowohl digitalisierte, abstrakte Muster als auch digitale Muster mit semantischem Inhalt von Wandtapeten, Möbel- und Kleiderstoffen. Von derartigen Mustern ist man in der heutigen Umwelt ständig umgeben, im eigenen Zuhause, in der Kleidung, die wir tragen, aber auch im öffentlichen Raum (z.B. in Cafes, im Wartezimmer der Arztpraxis). Die Muster sind vielfältig und sie werden als Dekoration angesehen und nicht als Kunstwerk, auf das man sich z.B. in einer Ausstellung konzentriert. Betrachtet man die vier Kennzeichen der ästhetischen Erfahrung von Shusterman (1997), so merkt man, dass keines der Kennzeichen auf die Wahrnehmung von Mustern im Alltag zutrifft: Nach Shusterman (1997) löst die ästhetische Erfahrung zum einen angenehme Empfindungen aus und hat einen essentiellen Wert für die Person, welche die ästhetische Erfahrung erlebt. Zum anderen konzentriert sich die Person auf die Wahrnehmung des Kunstobjekts. Außerdem hat die ästhetische Erfahrung für die Person Bedeutung und einen speziellen Charakter, was sie von Alltagserfahrungen abgrenzt (Shusterman, 1997). Da für die aktuelle Studie Muster von Kleider- und Möbelstoffen, sowie Tapeten genommen werden zeichnen sich die Muster auch durch ökologische Validität aus, die Stimulismustern früherer Untersuchungen (z.B. Chipman, 1977; Jacobsen & Höfel, 2002), nicht zukommt.

Da Nadal et al. (2010) als Material darstellende und abstrakte Kunstwerke sowie künstlerische und nicht künstlerische Bilder verwendeten und Unterschiede in der Komplexitätsbewertung zeigen konnten, sollte nun in der aktuellen Studie mit der Einteilung in Muster mit und ohne semantischen Inhalt gezeigt werden ob ähnliche Unterschiede auch bei der Bewertung von Mustern auftreten.

Es soll auch der Zusammenhang zwischen subjektiven Komplexitätsbewertungen und objektiven Komplexitätsmaßen untersucht werden. Hierbei ist sowohl der allgemeine Komplexitätsbegriff von Bedeutung als auch die fünf Komplexitätsdimensionen aus der Untersuchung von Nadal et al. (2010).

Aus der dargestellten Untersuchung von Nadal et al. (2010) ergibt sich die erste Fragestellung für die aktuelle Untersuchung:

Können die unterschiedlichen Zusammenhänge zwischen den Komplexitätsdimensionen und Schönheit (Nadal et al., 2010) für ästhetische Muster repliziert werden?

Es wird vermutet, dass sich ähnliche Zusammenhänge zwischen den Komplexitätsdimensionen der aktuellen Untersuchung und den Schönheitsbewertungen von Mustern ergeben werden, wie es in der Untersuchung von Nadal et al. (2010) der Fall war:

H1: Für die Dimensionen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben erwarten wir einen linearen Zusammenhang mit den Schönheitsbewertungen, für die Dimension Ordnung einen u-förmigen Zusammenhang und für die Dimension Symmetrie einen umgekehrt u-förmigen Zusammenhang.

In der aktuellen Untersuchung werden Muster mit und ohne semantischen Inhalt als Stimulusmaterial verwendet. Die Studie von Nadal et al. (2010) hat ergeben, dass darstellende Kunst besser gefällt als abstrakte. Es ist möglich, dass dies bei Mustern auch der Fall ist. Aus diesen Überlegungen lässt sich die zweite Fragestellung ableiten:

Was ist die Rolle von semantischen Inhalten von Mustern bei den Prozessen der Schönheitsbewertung und Komplexitätseinschätzungen?

Es wird erwartet, dass, entsprechend den Ergebnissen von Nadal et al. (2010) zu darstellender und abstrakter Kunst, Muster mit semantischem Inhalt als schöner bewertet werden als abstrakte Muster. Auf Grundlage der Ergebnissen von Nadal et al. (2010) lässt sich die zweite Hypothese bilden:

H2: Muster mit semantischem Inhalt werden als schöner angesehen als abstrakte.

Die dritte Fragestellung ergibt sich aus Untersuchungen zu objektiven Komplexitätsmaßen (Chikham et al., 2012; Forsythe et al., 2008; Marin und Leder, 2013). In diesen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass sich die objektiven Maße unterschiedlich gut für verschiedene Stimulusklassen eigneten. Bei Marin und Leder (2013) schnitten TIFF,

JPEG und die RMS Kontrastmaße gut bei Bildern von Umweltszenen ab. Chikham et al. (2012) konnte zeigen, dass sich JPEG gut für Linienzeichnungen und chinesische Schriftzeichen eignete. Alle Studien operierten mit einem allgemeinen Komplexitätsbegriff. Die dritte Forschungsfrage, die sich nun stellt, ist folgende:

Liefert eine genaue Betrachtung von unterschiedlichen Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Ordnung, Symmetrie, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben) einen aussagekräftigeren Zusammenhang zwischen subjektiver und objektiver Komplexität im Vergleich zum Zusammenhang der objektiven Maße mit einem allgemeinen Komplexitätsbegriff?

Es wird erwartet, dass sich die unterschiedlichen Komplexitätsdimensionen unterschiedlich gut zum Vergleich mit den objektiven Komplexitätsmaßen eignen. Einige Dimensionen stehen dem allgemeinen Komplexitätsbegriff näher als andere. So wird die Dimension Anzahl der Elemente, wie schon erwähnt, häufig als Definition von Komplexität verwendet (z.B. Jacobson & Höfel, 2002). Es wird daher erwartet, dass sie besonders gut mit den objektiven Maßen korrelieren wird. Für die Dimensionen Symmetrie und Ordnung werden ähnliche Korrelationen erwartet, da die Begriffe zusammenhängen. Aus den bisherigen Betrachtungen lässt sich folgende Hypothese bilden:

H3: Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff.

Um die dritte Hypothese beantworten zu können, werden objektive Komplexitätsmaße mit Algorithmen aus der Untersuchung von Marin und Leder (2013) berechnet und mit den einzelnen subjektiven Komplexitätsdimensionen korreliert. Als objektive Komplexitätsmaße werden in dieser Studie die folgenden Maße verwendet: Canny, Perimeter, GIF, TIFF, JPEG, Entropie und RMS Kontrastmaße.

Forsythe et al. (2008) fanden in ihrer Untersuchung die höchsten Korrelationen zwischen objektiven Komplexitätsmaßen und subjektiven Komplexitätsbewertungen bei geometrischen, aber sinnlosen Formen ($r_s = .76, p < .0002$). Da es bei der aktuellen Studie neben Mustern mit semantischem Inhalt auch solche mit nicht semantischem, abstrakten Inhalt gibt, kann gefragt werden, ob auch bei letzterer Art von Mustern hohe Korrelationen zwischen objektiven und subjektiven Komplexitätsmaßen resultieren werden. Es ist

anzunehmen, dass die Vertrautheit bei abstrakten Mustern geringer ist als bei Mustern mit semantischem Inhalt, und deshalb die subjektive Komplexitätsbewertung höher mit den objektiven Komplexitätsmaßen korreliert als bei Mustern mit semantischem Inhalt. Aus den Ergebnissen von Forsythe et al. (2008) lässt sich die vierte Forschungsfrage formulieren:

Sind die Korrelationen zwischen subjektiver und objektiver Komplexität stärker für nicht semantische, also abstrakte Muster?

Aufgrund der geringeren Vertrautheit mit abstrakten Mustern wird erwartet, dass die Korrelationen zwischen objektiven und subjektiven Komplexitätsmaßen stärker für nicht semantische, abstrakte Muster ausfallen werden als für Muster mit semantischem Inhalt.

H4: Die Korrelationen zwischen subjektiver und objektiver Komplexität sind für nicht semantische, abstrakte Muster stärker als für Muster mit semantischem Inhalt.

3. Theoretische Implikationen und praktischer Nutzen der aktuellen Untersuchung

Die aktuelle Untersuchung kann dazu beitragen den Komplexitätsbegriff schärfer abzugrenzen. Indem gezeigt wird, welche Komplexitätsdimensionen besonders gut mit der allgemeinen subjektiven Komplexität und den objektiven Maßen korrelieren, kann für zukünftige Untersuchungen eine Definition von Komplexität gewählt werden, die dem Komplexitätsverständnis der breiten Masse besser entspricht. Sollte sich bei der aktuellen Untersuchung z.B. herausstellen, dass die Anzahl der Elemente und die Symmetrie die höchsten Korrelationen mit der allgemeinen Komplexität aufweisen, könnte in folgenden Untersuchungen bei der Definition auf diese Dimensionen Rücksicht genommen werden.

Im Bereich Design lassen sich praktische Anwendungsmöglichkeiten finden. Da Muster bewertet wurden, können die Ergebnisse direkt in Arbeiten von Designern einfließen. Die Ergebnisse der objektiven Komplexitätsmaße können dazu beitragen, den Designprozess zu erleichtern und zu erweitern. Je nachdem, welche objektiven Komplexitätsmaße sich besonderes gut für die einzelnen Sets von Mustern eignen, können sie sehr ökonomisch für die Beurteilung neuer Muster eingesetzt werden, ohne auf menschliche Probanden zurückgreifen zu müssen. Auch die Ergebnisse der Schönheitsbewertungen können für die Entwicklung neuer Muster eingesetzt werden, die sich am Schönheitsideal der Menschen orientiert bzw. kann man wenigstens das Entwerfen solcher Muster vermeiden, die von den Versuchspersonen der aktuellen Studie als wenig schön bewertet wurden.

4. Methoden

4.1. Stichprobe

Der Großteil der Teilnehmer waren Studenten der Fakultät für Psychologie der Universität Wien, die über das Rekrutierungssystem RSAP der Allgemeinen Psychologie dem Experiment zugewiesen wurden und durch ihre Teilnahme Versuchspersonenstunden für den Bereich Allgemeine Psychologie erwerben konnten. Alle Teilnehmer hatten einen Maturaabschluss bzw. die Berechtigung zur Aufnahme eines Studiums erworben. Bei der Auswahl der Stichprobe wurde darauf geachtet, dass die Teilnehmer keine Kunstexperten waren, also keinen Abschluss in Kunstgeschichte hatten, sowie keine Farbenblindheit aufwiesen und eine normale Sehschärfe besaßen bzw. ihre Fehlsichtigkeit korrigiert war. Farbenblindheit wurde mittels dem „Ishihara Kurztest auf Farbenschwäche“ (Ishihara, 1917) getestet. Die Sehfähigkeit wurde mit Hilfe des „Visustest - Nahleseprobe nach Nieden“ geprüft.

An der Haupttestung im März 2013 nahmen 151 Personen teil, an der Nachtestung im November/Dezember 2013 nahmen weitere 26 Personen teil. Insgesamt wurden 177 Personen getestet. Aufgrund von Ausreißern in der Befindlichkeit vor dem Experiment, einem Abschluss in Kunstgeschichte, Fehler beim Ausfüllen des Kunstfragebogens oder Probleme mit der Sehfähigkeit, mussten einige Versuchspersonen aus der Stichprobe entfernt werden.

Schlussendlich resultierte eine Stichprobe von 168 Testpersonen. Das durchschnittliche Alter betrug $M = 23.2$ Jahre, die Standardabweichung betrug $SD = 3.1$ Jahre. Achtzig Männer ($M = 23.0$ Jahre, $SD = 2.5$ Jahre) und 88 Frauen ($M = 23.3$ Jahre, $SD = 3.6$ Jahre) nahmen teil. Die vier Sets von Mustern wurden in einem Zwischensubjektdesign bewertet. Set 1 bewerteten 43 Teilnehmer, mit einem durchschnittlichen Alter von $M = 23.4$ Jahren und einer Standardabweichung von $SD = 3.2$ Jahren. Zwanzig Männer ($M = 24.0$ Jahr, $SD = 2.8$ Jahre) und 23 Frauen ($M = 23.0$ Jahre, $SD = 3.5$ Jahre) bewerteten Set 1. Set 2 wurde 43 Testpersonen vorgegeben. Das durchschnittliche Alter dieser Gruppe betrug $M = 23.2$ Jahre, die Standardabweichung $SD = 3.3$ Jahre. Set 2 wurde von zwanzig Männern ($M = 23.3$ Jahre, $SD = 3.3$ Jahre) und 23 Frauen ($M = 23.0$ Jahre, $SD = 3.4$ Jahre) bewertet. Set 3 wurde 41 Teilnehmer ($M = 23.1$ Jahre, $SD = 3.4$ Jahre) vorgegeben. Zwanzig Männer ($M = 22.0$ Jahre, $SD = 1.3$ Jahre) und 21 Frauen ($M = 24.1$ Jahre, $SD = 4.5$ Jahre) bearbeiteten dieses Set 3. Set 4 wurde 41 Testpersonen vorgegeben. Das durchschnittliche Alter betrug in dieser Gruppe $M = 23.1$ Jahre, die Standardabweichung belief sich auf $SD = 2.6$. Set 4 wurde von

zwanzig Männern ($M = 22.9$ Jahre, $SD = 1.9$ Jahre) und 21 Frauen ($M = 23.2$, $SD = 3.1$) bewertet.

4.2 Materialien

Das Material bestand aus digitalen Bildern von Stoffen für Möbel und Kleider sowie Tapeten, publiziert vom „Victoria and Albert Museum“ in London, den so genannten V & A Patterns. Die digitalisierten Bilder sind als JPEG Dateien gespeichert und Teil der Kunstbuchreihe. Die Bilder stellen eine Expertenauswahl von besonders typischen Mustern für den jeweiligen Künstler und die jeweiligen Zeit dar. Sie sind von hoher Qualität und in einem einheitlichen Format gehalten (Hochformat 16,6 cm x 23,6 cm, 300 dpi). Aufgrund dessen benötigten die Muster keine Nachbearbeitung, um im Experiment verwendet werden zu können.

Es flossen vier unterschiedliche Musterkollektionen in die Untersuchung ein: V & A Pattern William Morris (2009); V & A Pattern Novelty Pattern (2010); V & A Pattern Owen Jones (2010); V & A Pattern Heal's (2012). Sie reichten von den 1860er Jahren des 19. Jahrhunderts bis zum Anfang der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts. Aus den V & A Kunstbüchern wurden pro Set 40 Bilder einer Kollektion ausgewählt. Set 1 und 4 bestand aus Mustern mit semantischem Inhalt. Set 1 beinhaltete Tapeten- und Textilmuster von William Morris, einem populären britischen Designer, dessen Muster von den 1860ern bis zum Ende des 19. Jahrhunderts stammten und vor allem florale Elemente und Tierelemente enthielten (V & A Pattern William Morris, 2009). Set 4 enthielt Muster von Möbel- und Kleiderstoffen mit dem Titel „Novelty Patterns“, aus einer amerikanischen und europäischen Textildesignserie, welche von den 1920er bis in die 1950er Jahre des 20. Jahrhunderts produziert wurde. An ihr waren Designer von beiden Kontinenten beteiligt. Sie war als Gegengewicht zu den traditionellen floralen und geometrischen Designs gedacht und zeichnet sich dadurch aus, dass zum Teil sowohl Geschichten auf den Stoffen erzählt wurden (z.B. Cinderella,...), Figuren aus Kinderbüchern Teil der Muster wurden (z.B. Alice im Wunderland,...), als auch, dass bewusst witzige Elemente in die Muster integriert wurden und so die Muster lustig gestaltet wurden. Als Urlaub an Strand und Meer immer beliebter wurde drückte sich diese neue Begeisterung für Sommer, Sonne, Meer auch in den Mustern für Kleiderstoffe aus, in welche vermehrt z.B. Motiven der marinen Tierwelt einfließen (V& A Pattern Novelty Pattern, 2010).

Bei Set 2 und 3 handelte es sich um Muster ohne semantischen Inhalt. Set 2 bestand aus abstrakten, zum Teil geometrischen Möbelstoffmustern von Heal's, einer englischen Textilfirma. Sie wurden im 20. Jahrhundert, von den 1940er Jahren bis Anfang der 1980er Jahre entworfen (V & A Pattern Heal's, 2012). Set 3 setzte sich aus Mustern von Owen Jones zusammen, einem britischen Designer, der von 1809-1874 lebte. Da er schon als junger Mann Reisen durch Südeuropa und orientalische Länder wie die Türkei und Ägypten unternahm, ließ er sich auch in seinen Kreationen von orientalischen Mustern inspirieren. Zum Beispiel fanden sich Muster aus der Alhambra in Granada in seiner Arbeit wieder. Er gestaltete im orientalischen Stil sowohl Mosaikböden, als auch Teppiche, Deckenmalereien, Tapeten und Möbelstoffe (V & A Pattern Owen Jones, 2010).

Ingesamt wurden 160 Muster für die aktuelle Untersuchung verwendet. Bei der Auswahl der Stimuli durch die Diplomandin und Frau Mag. Marin wurde darauf geachtet, dass sich die Muster innerhalb des jeweiligen Sets bezüglich der fünf Komplexitätsdimensionen (Symmetrie, Ordnung, Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben) unterscheiden und ausreichend variieren. Beispielbilder der Kollektionen, die im Experiment verwendet wurden, können unter der Adresse www.vandaimages.com angesehen werden.

Es wurden auch Paper-Pencil-Fragebögen vorgegeben: vor der Testung wurde von den Versuchspersonen Teil A der Kurzform des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF) (Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1997) bearbeitet, um die Stimmung vor dem Experiment zu erheben. Dies war wichtig, da sichergestellt werden sollte, dass sich alle Versuchsgruppen vor der Testung in derselben Stimmung befanden. Nach dem Experiment wurde Teil B der Kurzform des MDBF (Steyer et al., 1997), sowie ein selbst entwickelter Post-Fragebogen (siehe Anhang Fragebogen 1) und ein Kunstfragebogen (siehe Anhang Fragebogen 2) vorgegeben. Mittels des MDBF Teil B wurde die Stimmung der Teilnehmer nach dem Experiment erhoben. Dieser Teil des MDBF floss allerdings nicht in die Auswertung ein. Der Post-Fragebogen diente dazu, Fragen bezüglich des Experiments zu untersuchen. Hinsichtlich der Muster wurde z.B. gefragt, ob sie im Allgemeinen gefielen und ob beim Betrachten eine innere Erregung empfunden wurde. In Bezug auf das Experiment wurde unter anderem erhoben, wie das Experiment bzw. seine Dauer empfunden wurde und ob die Bewertungen für die Versuchspersonen schwierig waren. Der Kunstfragebogen wurde in der Arbeitsgruppe „Empirische Ästhetik“ um Univ.-Prof. Dipl.-Psych. Dr. Helmut Leder entwickelt. Er besteht aus mehreren Teilen. Für die Untersuchung wurde nur Teil A, der sich mit dem Kunstinteresse der Teilnehmer befasst, ausgewertet. Dadurch wurde sichergestellt,

dass sich die Teilnehmer der Versuchsgruppen in ihrem Kunstinteresse durchschnittlich nicht unterschieden und gegebenenfalls Kunstexperten von der Stichprobe ausgeschlossen werden konnten.

4.3. Durchführung

Die Testungen wurden im März und November 2013 im Testraum TR K-1 an der Fakultät für Psychologie an der Universität Wien durchgeführt. Der Testraum verfügte über 4 PC-Plätze. Sie waren durch Trennwände voneinander abgeschildert. Nach der Begrüßung der Versuchspersonen wurde eine Prüfung auf Farbenblindheit mit dem „Ishihara Kurztest auf Farbenschwäche“ (Ishihara, 1917) und ein Sehschärfetest mit dem „Visustest - Nahleseprobe nach Nieden“ durchgeführt. Als nächstes wurden die Versuchspersonen ihren PC-Plätzen zugewiesen, und es wurde ihnen eine Einverständniserklärung vorgelegt, die sie nach genauem Durchlesen unterschreiben sollten. Bevor mit der Testung begonnen wurde, mussten die Teilnehmer die Kurzform des Teil A des MDBF (Steyer et al., 1997) ausfüllen.

Da man die Unterschiede in den Musterbewertungen zwischen den einzelnen Versuchspersonen und auch zwischen den einzelnen Sets erheben wollte, wurde ein Zwischensubjekt design gewählt. Es eignete sich am besten, um Abweichungen innerhalb und zwischen den Sets zu erfassen. Jede Versuchsperson bewertete nur ein Set von Mustern zu einem einzigen Testzeitpunkt. Daraus ergaben sich vier Versuchspersonengruppen. Jede Gruppe bewertete eine Kollektion von Mustern.

Die Versuchspersonen loggten sich mit ihrem persönlichen Versuchspersonencode in das Experiment ein. Danach erschien die Startseite des Experiments, auf welcher den Versuchspersonen erklärt wurde, dass es bei dem Experiment um die Bewertung von Mustern ging. Sie sollten die folgenden Bilder hinsichtlich der „empfundenen Schönheit“, der „gefühlten Erregung“ (Erregung wurde definiert als „innere Aktivität, egal ob positiv oder negativ“) und der „empfundenen Komplexität der visuellen Struktur des Musters“ bewerten. Alle Eingaben sollten mit der Maus erfolgen. Die Bewertungsskalen wurden auf dem Bildschirm dargestellt.

Es folgten vier Probedurchgänge, während denen Fragen an die Versuchsleiterin gestellt werden konnten. Nach den Probedurchgängen wurde der Beginn des eigentlichen Experiments angekündigt. Es folgte der Stimulus mit einer Präsentationszeit von 10 Sekunden. Die Stimuli auf dem Bildschirm (iiyama ProLite B1906S, Bildschirmdiagonale:

19", 48 cm) hatten alle die gleiche Größe (16,6 cm x 23,6 cm) und wurden den Teilnehmern im Hochformat auf schwarzem Hintergrund präsentiert. Auf den Stimulus folgte unmittelbar die Bewertung auf einer 9-stufigen Likert-Skala. Während die Bewertungen abgegeben wurden, war der Stimulus nicht mehr zu sehen. Die Muster eines Sets wurden den Teilnehmern randomisiert vorgegeben.

Die Teilnehmer wurden als erstes gebeten, den Stimulus in Bezug auf seine Schönheit zu bewerten („Schätzen Sie bitte ein, als wie schön Sie das Muster empfanden.“; Ankeritems: 1 = gar nicht schön..., 9 = ...sehr schön). Als nächstes sollte die Erregung bewertet werden („Schätzen Sie bitte ihre empfundene Erregung ein.“; Ankeritems: 1 = sehr ruhig..., 9 = ...sehr erregt). Als Letztes wurde nach der Komplexität des Musters gefragt („Schätzen Sie bitte die empfundene Komplexität des Musters ein.“; Ankeritems: 1 = sehr einfach..., 9 = ...sehr komplex).

Nachdem die Komplexitätsbewertung abgegeben worden war, folgte eine Pause von 5 Sekunden, in der das nächste Muster auf dem Bildschirm angekündigt wurde. Nach der Pause erschien der nächste Stimuli auf dem Bildschirm. Nachdem das letzte der 40 Muster bewertet worden war, wurde der Teilnehmer darüber informiert, dass das Experiment nun zu Ende sei. Die Teilnehmer meldeten sich bei der Versuchsleiterin. Diese sicherte die Daten und informierte die Teilnehmer, dass sie nun den ersten Block des Experiments beendet hätten. Es würde noch ein zweiter Block folgen. Die Versuchsleiterin aktivierte daraufhin den zweiten Block für die Teilnehmer und diese konnten sich mit ihrem Versuchspersonencode einloggen.

Der Ablauf von Block 2 glich jenem von Block 1. Der einzige Unterschied war, dass nun andere Bewertungen der Muster erhoben wurden. Nachdem in Block 1 allgemein nach der Schönheit, der Erregung und der Komplexität gefragt wurde, ging es in Block 2 darum, die Muster anhand der fünf Komplexitätsdimensionen nach Nadal et al. (2010) zu bewerten, nämlich Symmetrie, Anzahl der Elemente, Ordnung, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben. Dieses Vorgehen liegt in der Überlegung begründet, dass sich die Teilnehmer im ersten Block zuerst allgemein über die Schönheit, Erregung und Komplexität der Muster Gedanken machen sollten, um dann in Block 2 eine tiefer gehende Bewertung der Komplexität anhand der fünf Komplexitätsdimensionen vorzunehmen. Es wurde auf eine Balancierung der Blöcke verzichtet, damit diese Anordnung erhalten bleiben konnte.

Auf der Startseite des zweiten Blocks wurde den Teilnehmern mitgeteilt, dass sie nun noch einmal dieselben Muster sehen würden, aber dass sie andere Bewertungen abgeben müssten. Sie sollten die „empfundene Symmetrie“ (definiert als „spiegelgleiche Anordnung von Elementen um eine Achse), „die Anzahl der Elemente“ („Menge der Elemente“), „die

Ordnung“ („Regelmäßigkeit der Anordnung der Elemente“), „die Vielfalt der Elemente“ („Unterschiedlichkeit/Wiederholung der Elemente“) und „die Vielfalt der Farben“ („Unterschiedlichkeit der Farben“) einschätzen.

Wie in Block 1 wurden auch hier 4 Probedurchgänge dem eigentlichen Experiment vorangestellt, um die Teilnehmer mit der Aufgabe vertraut zu machen. Es handelte sich um dieselben Probekarten wie in Block 1. Die Präsentationszeit der Stimuli, die Pause zwischen der letzten Bewertung und dem nächsten Stimuli, und die 9-stufige Skala entsprachen Block 1.

Die Teilnehmer sollten die Muster zuerst auf ihre Symmetrie beurteilen („Schätzen Sie bitte die Symmetrie des Musters ein.“; Ankeritems: 1 = sehr asymmetrisch..., 9 = ...sehr symmetrisch“). Dann folgte die Einschätzung der Anzahl der Elemente („Schätzen Sie bitte die Anzahl der Elemente des Musters ein.“; Ankeritems: 1 = sehr wenige Elemente, 9 = sehr viele Elemente). Die Teilnehmer sollten weiters die Ordnung der Muster beurteilen („Schätzen Sie bitte die empfundene Ordnung des Musters ein.“; Ankeritems: 1 = sehr ungeordnet, 9 = sehr geordnet). Als nächstes wurde um die Bewertung der Vielfalt der Elemente der Muster gebeten („Schätzen Sie bitte die Vielfalt der Elemente des Musters ein.“; Ankeritems: 1 = sehr einheitlich, 9 = sehr vielfältig). Die letzte Bewertung war die Vielfalt der Farben („Schätzen Sie bitte die Vielfalt der Farben ein.“; Ankeritems: 1 = sehr wenige Farben, 9 = sehr viele Farben).

Das Experiment war nach ca. einer Dreiviertelstunde beendet. Danach wurden den Teilnehmern noch drei Fragebögen vorgelegt. Dabei handelt es sich zum einen um Teil B des MDBF (Steyer et al., 1997), zum anderen um den selbst entwickelten Post-Fragebogen (siehe Anhang Fragebogen 1). Zuletzt war ein Kunstfragebogen (siehe Anhang Fragebogen 2) auszufüllen. Nach Beendigung dieser Aufgabe wurden die Teilnehmer darüber informiert, dass sie nach Abschluss des Experiments ein Debriefing per Email erhalten würden und bei Fragen die Versuchsleiterin anschreiben könnten. Den Teilnehmern wurde gedankt, und sie wurden verabschiedet. Die Versuchspersonenstunden wurden ihnen noch am selben Abend gutgeschrieben.

4.4. Statistische Analyse

Das Experiment wurde mittels MATLAB (Version 7.12.0.635 (R2011a)) durchgeführt. Die darauf folgende statistische Analyse erfolgte über SPSS 21 und 22.

4.5 Angaben zu den objektiven Maßen

In der aktuellen Studie wurden neun objektive Komplexitätsmaße verwendet: Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha). Die objektiven Maße wurden mit Hilfe von Algorithmen aus der Studie von Marin und Leder (2013) berechnet.

Die Muster waren ursprünglich im JPEG Format gespeichert. Über Adobe Photoshop wurde eine Umwandlung der JPEG Dateien in das GIF-Format vorgenommen (Marin & Leder, 2013). Die Einstellungen für GIF waren: „palette local selective, colors 256, forced black-white colors, no transparency, dither diffusion 75%, exact colors and normal order of lines“ (Marin & Leder, 2013, S. 6). Die Kompression erfolgte für das TIFF-Format über den Lempel-Ziv-Welch Algorithmus (Marin & Leder, 2013). Das Maß Entropie wurde ebenfalls berechnet und zwar über die Bildverarbeitungstoolbox von Matlab (Gonzalez, Woods & Eddins, (2003) zitiert nach Marin & Leder, 2013).

Um die objektiven Maße Canny und Perimeter zu berechnen, wurde auch die Matlab Toolbox zur Bildverarbeitung verwendet. Um Perimeter zu erhalten, erfolgte die Umwandlung von Bildern in Graustufen in Bilder mit binären Eigenschaften. Hierfür wurde das Verfahren „Otsu’s Methode“ (Otsu, 1979) verwendet (Marin & Leder, 2013).

Über Matlab wurden auch die RMS Kontrastmaße berechnet. Darunter fielen das RMS Kontrastmaß Mittelwert, das RMS Kontrastmaß Standardabweichung und das Produkt aus den RMS Kontrastmaßen Mittelwert und Standardabweichung, das RMS Kontrastmaß Alpha.

5. Ergebnisse

5.1. Ergebnisse der Fragebogen zu Stimmung und Kunstinteresse

Die Testpersonen füllten Fragebogen zu Stimmung und Kunstinteresse aus, um sicherzustellen, dass diese beiden Faktoren in den Stichproben ähnlich waren. Die Stimmung wurde vor und nach dem Experiment erhoben (Skalen des MDBF: Gute – Schlechte Stimmung (Skala GS); Wachheit – Müdigkeit (Skala WM); Ruhe – Unruhe (Skala RU)). Das Kunstinteresse wurde nach dem Experiment erhoben.

Zunächst wurden einige Variablen mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung geprüft. Für Kunstinteresse war die Normalverteilung in allen 4 Sets gegeben (Set 1: $D(43) = 0.11$, *ns*; Set 2: $D(43) = 0.08$, *ns*; Set 3: $D(41) = 0.07$, *ns*; Set 4: $D(41) = 0.10$, *ns*) und eine einfaktorielle ANOVA war nicht signifikant ($F(3, 164) = 0.80$, *ns*, $\omega^2 = -0.004$). Aus letzterem Ergebnis lässt sich schließen, dass das Kunstinteresse der vier Stichproben ähnlich war.

Die drei Skalen des Stimmungsfragebogens MDBF zeigten Ausreißer, die vor der Prüfung der Homogenität aus der Stichprobe entfernt werden mussten. Bei den Daten des MDBF war für die Stichproben bei mindestens einer Skala die Normalverteilung nicht gegeben (siehe Tabelle 1). Deshalb wurde für die Prüfung der Homogenität der Stimmung ein nicht parametrisches Verfahren gewählt, der Kruskal-Wallis-Test. Für die drei Skalen des MDBF erbrachte der K-W-Test nicht signifikante Ergebnisse (Skala GS: $H(3) = 3.25$, *ns*; Skala WM: $H(3) = 4.85$, *ns*; Skala RU: $H(3) = 5.14$, *ns*). Das bedeutete, dass die Stimmung der Versuchspersonen, die jeweils eines der vier Bildersets bewertet haben vor der Durchführung des Experiments homogen war.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Testpersonen zu Beginn des Experiments also eine ähnliche Stimmung aufwiesen und auch das Kunstinteresse homogen war. Das bedeutete, dass die Bewertungen der einzelnen Sets miteinander vergleichbar waren.

Tabelle 1

Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung der drei Skalen des Stimmungsfragebogens MDBF für alle vier Stichproben

	Stichprobe Set 1	Stichprobe Set 2	Stichprobe Set 3	Stichprobe Set 4
Skala GS	$D(43) = 0.20$ $p < .001$	$D(43) = 0.31$ $p < .001$	$D(41) = 0.20$ $p < .001$	$D(41) = 0.17$ $p < .01$
Skala WM	$D(43) = 0.10$ $p > .05$	$D(43) = 0.15$ $p < .05$	$D(41) = 0.18$ $p < .01$	$D(41) = 0.10$ $p > .05$
Skala RU	$D(43) = 0.14$ $p < .05$	$D(43) = 0.18$ $p < .01$	$D(41) = 0.18$ $p < .01$	$D(41) = 0.12$ $p > .05$

Anmerkung. $D(df)$ = Teststatistik des Kolmogorov-Smirnov-Tests mit den dazugehörigen Freiheitsgraden in Klammer.

5.2. Berechnung der Intraklassenkorrelationskoeffizienten

Die subjektiven Bewertungen wurden pro Stimulus, also Bild, gemittelt (bei 40 Bildern war die Stichprobengröße daher $n = 40$). Um die Konsistenz der Versuchspersonenbewertungen der Stimuli zu überprüfen, das heißt, die Interraterreliabilität, also wie sehr die Versuchspersonen in ihren Bewertungen für jedes Bild übereinstimmten, wurden Intraklassenkorrelationen (ICCs) berechnet. Die ICCs beruhten auf einem Zwei-Faktoren-Zufalls-Effekts-Modell mit dem Indextyp Konsistenz (McGraw & Wong, 1996, Shrout & Fleiss, 1979). Die Größe des ICC-Koeffizienten gibt Auskunft über die Breite der Streuung zwischen den Stimulusbewertungen der Versuchspersonen (Field, 2009).

Tabelle 2 und 3 stellen die Ergebnisse für die Stichproben von Set 1 bis Set 4 dar. Set 1 beinhaltet Muster von William Morris, Set 4 Muster aus der Kollektion Novelty Patterns. Beides sind Muster mit semantischem Inhalt. Set 2 und 3 beinhalten abstrakte Muster. Set 2 besteht aus Mustern von Heal's, Set 3 aus Mustern von Owen Jones. Alle ICCs waren über .7, was ein zufrieden stellendes Ergebnis ist. Auf Grund der Ergebnisse der ICCs war es nun möglich, die Mittelwerte über die Bilder als Analyseeinheit zu verwenden.

Tabelle 2

Intraklassenkorrelationen von Set 1 (William Morris) und Set 2 (Heal's)

	ICC Set 1	95% KI	ICC Set 2	95% KI
Schönheit	.80	.70; .88	.76	.64; .85
Erregung	.90	.85; .94	.89	.83; .93
Komplexität	.96	.94; .98	.96	.95; .98
Symmetrie	.98	.97; .99	.98	.97; .99
Anzahl der Elemente	.97	.96; .98	.96	.93; .97
Ordnung	.94	.90; .96	.97	.95; .98
Vielfalt der Elemente	.97	.95; .98	.97	.95; .98
Vielfalt der Farben	.99	.98; .99	.99	.98; .99

Anmerkung. ICC = Intraklassenkorrelationskoeffizient pro Set und Bewertung; 95% KI = Konfidenzintervall für die durchschnittlichen Maße

Tabelle 3

Intraklassenkorrelationen von Set 3 (Owen Jones) und Set 4 (Novelty Patterns)

	ICC Set 3	95% KI	ICC Set 4	95% KI
Schönheit	.81	.72; .89	.72	.58; .83
Erregung	.86	.79; .92	.83	.74; .90
Komplexität	.98	.97; .99	.96	.95; .98
Symmetrie	.96	.94; .98	.96	.94; .98
Anzahl der Elemente	.96	.95; .98	.98	.96; .99
Ordnung	.91	.87; .95	.96	.94; .97
Vielfalt der Elemente	.97	.96; .98	.97	.96; .98
Vielfalt der Farben	.98	.97; .99	.99	.98; .99

Anmerkung. ICC = Intraklassenkorrelationskoeffizient pro Set und Bewertung; 95% KI = Konfidenzintervall für die durchschnittlichen Maße.

5.3. Explorative Datenanalyse

Um die Normalverteilung der Bewertungen zu verbessern, wurden in Set 2 und 3 Muster entfernt, die sich in den Streudiagrammen, Boxplots und bei Betrachtung der numerischen Werte als Ausreißer darstellten. In Set 1 wurde das Bild mit der Nummer 27 bei den objektiven Maßen TIFF und Entropie entfernt und die Bilder 7 und 25 bei dem RMS Kontrastmaß Alpha. In Set 2 wurde das Bild mit der Nummer 32 bei der subjektiven Schönheitsbewertung entfernt, außerdem beim objektiven Maß RMS Kontrastmaß Alpha und RMS Kontrastmaß Mittelwert. Bei der subjektiven Schönheitsbewertung wurde auch noch das Bild 33 entfernt. Bild 21 wurde bei der subjektiven Erregungsbewertung und beim objektiven Komplexitätsmaß RMS Alpha entfernt. Bei der subjektiven Komplexitätsdimension Vielfalt der Farben wurden die Bilder 38 und 40 entfernt. Bild 35 wurde bei den objektiven Komplexitätsmaßen Perimeter und JPEG entfernt. Beim objektiven Maß Canny wurde Bild 8 entfernt und beim objektiven Maß Entropie Bild 4. In Set 3 wurde Bild 15 bei der subjektiven Symmetriebewertung und bei den objektiven Komplexitätsmaßen RMS Kontrastmaße Mittelwert und RMS Kontrastmaße Alpha entfernt. Außerdem wurde Bild 32 bei der subjektiven Erregungsbewertung entfernt. Beim objektiven Maß Canny wurde Bild 27 entfernt und beim objektiven Maß TIFF die Bilder 39 und 40. In Set 4 wurden Bilder bei den objektiven Komplexitätsmaßen entfernt: Bild 36 beim objektiven Maß Entropie und die Bilder 17 und 32 beim RMS Kontrastmaß Alpha.

In Set 1 (Morris) und 4 (Novelty) wurden maximal jeweils drei Bilder entfernt, in Set 2 (Heal's) waren es acht Bilder. Bei Set 3 (Jones) wurden maximal fünf Bilder entfernt.

5.4. Überprüfung der Streuung der Variable Allgemeine Komplexität

Es stellte sich die Frage, ob die vier Stichproben bezüglich der allgemeinen Komplexitätsbewertungen aus Block 1 ausreichend variieren. Um dies zu beantworten, wurden zunächst die Histogramme betrachtet, welche die allgemeinen Komplexitätseinschätzungen pro Bilderset darstellten. In den Abbildungen 5 bis 8 sieht man die Histogramme. Anhand dieser konnte man erkennen, dass die Komplexitätseinschätzungen eine gute Streuung aufwiesen. Die höchsten Bewertungen lagen häufig in einem Bereich zwischen 4 und 5 bzw. zwischen 4 und 6. Die Stichprobe Set 4 fiel auf, da es sich um eine bimodale Verteilung handelte, und hohe Komplexitätsbewertungen zwischen 3 und 4 sowie

zwischen 5 und 6 vorhanden waren. Zusätzlich wurde ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt, um die mittleren Komplexitätsbewertungen der vier Stichproben zu vergleichen. Dieser war nicht signifikant ($H(3) = 2.14$, *ns*). Das ist zufriedenstellend, denn es bedeutet, dass sich die vier Sets hinsichtlich der Komplexitätseinschätzungen im mittleren Wert nicht unterschieden, und damit die Vergleichbarkeit der Sets gegeben ist, vor allem in Bezug auf die Kategorie semantischer Inhalt.

Abbildung 5. Histogramm mit der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 1 (Morris).

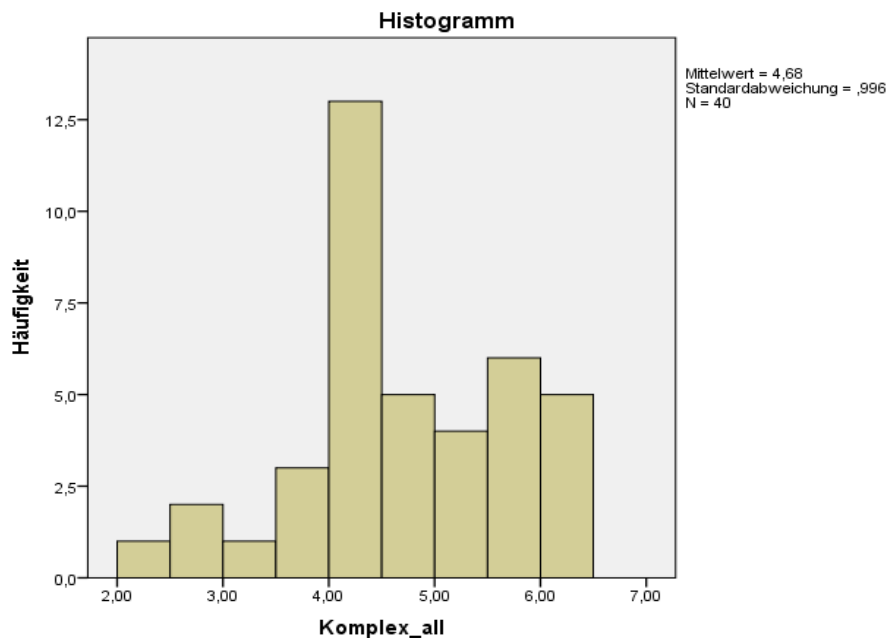


Abbildung 6. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 2 (Heal's).

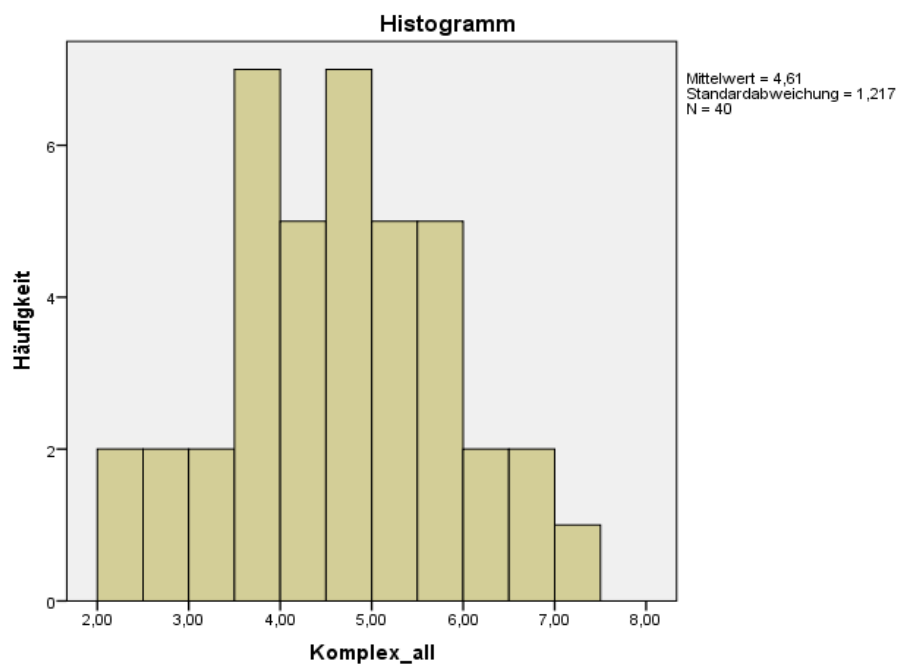


Abbildung 7. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 3 (Jones).

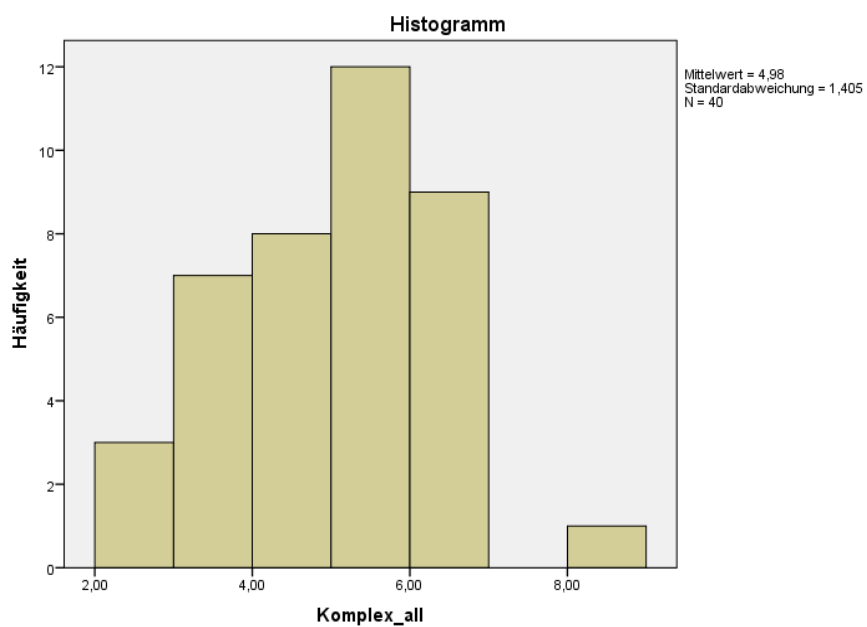
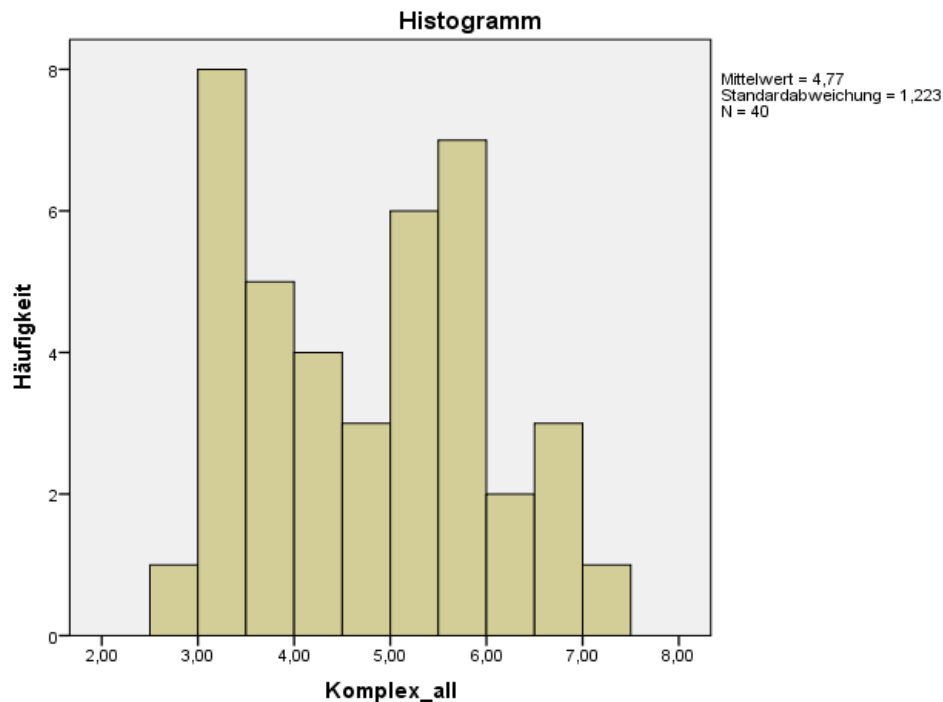


Abbildung 8. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 4 (Novelty).



5.5. Streudiagramme der Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen

Um die Hypothese „Für die Dimensionen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben erwarten wir einen linearen Zusammenhang mit Schönheitsbewertungen, für die Dimension Ordnung einen u-förmigen Zusammenhang und für die Dimension Symmetrie einen umgekehrt u-förmigen Zusammenhang.“ zu überprüfen, wurden zunächst Streudiagramme der Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen gemacht und mit jenen aus der Untersuchung von Nadal et al. (2010) verglichen.

In Tabelle 4 sind die Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen, wie sie sich in den Streudiagrammen darstellten, übersichtlich zusammengefasst. In der äußersten rechten Spalte stehen die Zusammenhänge, die Nadal et al. (2010) bei ihrer Untersuchung zu Schönheitsbewertungen und deren Zusammenhang mit Komplexitätsdimensionen zeigen konnten.

Tabelle 4

Zusammenhänge zwischen der Variable Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen sowie mit der Variable Allgemeine Komplexität, wie sie sich optisch darstellen

	Schönheit Stichprobe Set 1 (semant.)	Schönheit Stichprobe Set 2 (n. semant.)	Schönheit Stichprobe Set 3 (n. semant.)	Schönheit Stichprobe Set 4 (semant.)	Nadal et al. (2010)
Vielfalt der Elemente	Linear	Unspezifisch	Linear	Unspezifisch	Linear
Vielfalt der Farben	Linear	Unspezifisch	Unspezifisch	Unspezifisch	Linear
Anzahl der Elemente	Linear	Linear	Linear	Unspezifisch	Linear
Symmetrie	Unspezifisch	Linear	$\cap$	U ?	$\cap$
Ordnung	$\cap$	$\cap$	$\cap$	U ?	U
Allg. Komplexität	Linear	Linear	Linear	Unspezifisch	Linear

Anmerkung. Allg. Komplexität = Variable Allgemeine Komplexität; semant. = semantischer Inhalt; n. semant. = nicht semantischer Inhalt; $\cap$ = umgekehrt U-förmiger Zusammenhang; U = U-förmiger Zusammenhang.

Zusammenfassend kann man sagen, dass der U-förmige Zusammenhang zwischen Schönheit und Ordnung aus Nadal et al.'s (2010) Untersuchung nur für die Stichprobe Set 4 (einem Set mit semantischem Inhalt) repliziert werden konnte. Der umgekehrt U-förmige Zusammenhang zwischen Symmetrie und Schönheit konnte in der Stichprobe Set 3 (einem Set mit Mustern ohne semantischen Inhalt) repliziert werden. Die Anzahl der Elemente und die Schönheit zeigten wie erwartet bis auf die Stichprobe Set 4 einen linearen Zusammenhang. Der lineare Zusammenhang zwischen der Vielfalt der Farben und der Schönheit konnte für die Stichprobe Set 1 repliziert werden, einem Set mit Mustern mit semantischem Inhalt. Bei der Vielfalt der Elemente zeigte sich nur in den Stichproben Set 1 und 3 der erwartete lineare Zusammenhang. Aufgrund der Unterschiedlichkeit der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sets scheint es, dass die Zusammenhänge vom semantischen Inhalt der Muster beeinflusst werden, und dass die Befunde von Nadal et al. (2010) eventuell nicht generalisierbar sind.

5.6. Kurvenanpassungstests der Zusammenhänge zwischen Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen

Auf die optische Beurteilung der Streudiagramme aufbauend wurden Kurvenanpassungstests gemacht, um zu ergründen, ob die vermuteten Zusammenhänge auch eine statistisch signifikante Basis aufweisen. In Tabelle 5 sind die beobachteten signifikanten Modelle angegeben. Wie man in Tabelle 5 sieht, waren jene Zusammenhänge, die optisch als unspezifisch beschrieben wurden, auch bei den Kurvenanpassungstests nicht signifikant. Das bedeutet, dass kein Modell signifikant angepasst werden konnte. Waren mehrere Kurvenanpassungstests signifikant, wurde jener ausgewählt und in Tabelle 5 dargestellt, der die höchste Signifikanz aufwies. Wenn zwei oder mehr Modelle die gleiche niedrigste Signifikanz aufwiesen, wurde jenes Modell in der Tabelle berichtet, welches das größte R^2 aufwies. SPSS gab an, dass eine Anpassung der kubischen Funktion zum Teil wegen Kollinearitäten zwischen den Modellen nicht möglich war. Das kubische Modell schien aber dennoch als signifikant auf, und wurde, wenn es die höchste Signifikanz aufwies, auch in Tabelle 5 (in kursiver Schrift) erwähnt. Die Streudiagramme mit den signifikanten bzw. nicht signifikanten Funktionen stehen im Anhang unter 9.1.

War kein Modell signifikant, wurde auch dies in der Tabelle erwähnt. Auch hier ist wieder der Vergleich mit den Ergebnissen von Nadal et al. (2010) möglich. Nadal et al. (2010) bekamen bei den Kurvenanpassungstests folgende Ergebnisse: Der Zusammenhang zwischen Schönheit und dem Faktor Elemente stellte sich als signifikante kubische Beziehung heraus. Der Zusammenhang zwischen Schönheit und dem Faktor Ordnung stellte sich als quadratische Funktion dar. Der Zusammenhang zwischen Schönheit und dem Faktor Asymmetrie stellte sich ebenfalls als quadratische Beziehung heraus.

Tabelle 5

Ergebnisse der Kurvenanpassungstests zwischen der Variable Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen sowie mit der Variable Allgemeine Komplexität

	Schönheit Stichprobe Set 1 (semant.)	Schönheit Stichprobe Set 2 (n. semant.)	Schönheit Stichprobe Set 3 (n. semant.)	Schönheit Stichprobe Set 4 (semant.)	Nadal et al. (2010)
Vielfalt der Elemente	Logarithmisch (<i>p</i> = .004)	N. sign.	Logarithmisch (<i>p</i> = .003)	N. sign.	Linear
Vielfalt der Farben	Linear (<i>p</i> = .004)	N. sign.	N. sign.	N. sign.	Linear
Anzahl der Elemente	Linear (<i>p</i> = .005)	N. sign.	Invers (<i>p</i> = .015)	N. sign.	Linear
Symmetrie	N. sign.	N. sign.	N. sign.	Kubisch (<i>p</i> = .001)	∩
Ordnung	<i>Kubisch</i> (<i>p</i> = .027)	N. sign.	<i>Kubisch</i> (<i>p</i> = .011)	Kubisch (<i>p</i> = .016)	U
Allg. Komplexität	Invers (<i>p</i> = .002)	N. sign.	Invers (<i>p</i> = .003)	N. sign.	Linear

Anmerkung. Modellbezeichnungen in kursiver Schrift konnten wegen Kollinearitäten zwischen den Modellen nicht angepasst werden, sie sind aber dennoch signifikant; Allg. Komplexität = Variable Allgemeine Komplexität; semant. = semantischer Inhalt; n. semant. = nicht semantischer Inhalt; N. sign. = nicht signifikant; ∩ = umgekehrt U-förmiger Zusammenhang; U = U-förmiger Zusammenhang; *p* = Signifikanzwert.

Bei der Stichprobe Set 1 sieht man, dass sich die optisch beobachteten Zusammenhänge größtenteils bestätigen ließen. Die linearen Zusammenhänge zwischen der Schönheit und der Vielfalt der Farben und Anzahl der Elemente waren signifikant. Die Befunde von Nadal et al. (2010) stimmten mit jenen der aktuellen Untersuchung überein. Ebenso war der kubische Zusammenhang zwischen Ordnung und Schönheit signifikant. Dies widersprach dem Ergebnis von Nadal et al. (2010), die einen U-förmigen Zusammenhang zwischen Schönheit und Ordnung nachweisen konnten. In der aktuellen Untersuchung zeigte sich der Zusammenhang zwischen Ordnung und Schönheit als umgekehrt U-förmig, wie es schon bei der optischen Beurteilung der Streudiagramme vermutet wurde. Der Zusammenhang zwischen Schönheit und allgemeiner Komplexität stellte sich als invers dar. Hier bezeichneten Nadal et al. (2010) den Zusammenhang optisch als linear. In ihren Kurvenanpassungstests zeigte sich der Zusammenhang als kubisch.

In der Stichprobe Set 2 war keiner der Kurvenanpassungstests signifikant. Es ließ sich keiner der vermuteten Zusammenhänge bestätigen. Optisch deuteten die Streudiagramme auf lineare Zusammenhänge zwischen der Schönheit und der Anzahl der Elemente, der Symmetrie und der allgemeinen Komplexität hin und auf einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen Schönheit und Ordnung.

Die Stichprobe Set 3 zeigte einen signifikanten inversen Trend zwischen Schönheit und allgemeiner Komplexität sowie Anzahl der Elemente. Es gab auch einen signifikanten logarithmischen Zusammenhang zwischen Vielfalt der Elemente und Schönheit. Diese Zusammenhänge zeigten im Streudiagramm alle eine Tendenz zu einem linearen Zusammenhang, wie ihn Nadal et al. (2010) berichtet haben. Ebenfalls signifikant war der kubische Zusammenhang zwischen Schönheit und Ordnung. Er stellte sich im Streudiagramm als umgekehrt U-förmig dar und bestätigte somit den optisch vermuteten Zusammenhang. Dies stimmte allerdings nicht mit den Ergebnissen von Nadal et al. (2010) überein. Der ebenfalls vermutete umgekehrt U-förmige Zusammenhang zwischen Schönheit und Symmetrie ließ sich nicht nachweisen.

In der Stichprobe Set 4 zeigten nur die Symmetrie und die Ordnung signifikante Zusammenhänge mit der Schönheitsbewertung. Symmetrie und Schönheit wiesen einen kubischen Zusammenhang auf. Nadal et al. (2010) konnten hier einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zeigen. Schönheit und Ordnung zeigten auch einen kubischen Zusammenhang. Nadal et al. (2010) fanden hier einen U-förmigen Zusammenhang. Der optisch vermutete U-förmige Zusammenhang zwischen Schönheit und Symmetrie sowie Schönheit und Ordnung ließ sich nicht bestätigen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich die Zusammenhänge aus der Untersuchung von Nadal et al. (2010) nur teilweise replizieren ließen. Am ehesten konnten die linearen Zusammenhänge aus Nadal et al.'s (2010) Studie repliziert werden. Die Kurvenanpassungstests konnten zwar nicht die gleichen Funktionen wie in Nadal et al.'s (2010) Studie anpassen (kubisch beim Faktor Elemente und quadratisch bei den Faktoren Ordnung und Asymmetrie), aber die angepassten Funktionen zeigten dennoch einen linearen Trend in den Streudiagrammen, wie ihn Nadal et al. (2010) für den Faktor Elemente nachwiesen. In diesem Faktor waren die Dimensionen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben enthalten. In den Stichproben von Set 1 und 3 zeigten diesen linearen Trend die Variablen Vielfalt der Elemente, Anzahl der Elemente und Allgemeine Komplexität, in der Stichprobe Set 1 außerdem noch die Variable Vielfalt der Farben. In der Stichprobe Set 4 konnte für die Variablen Symmetrie und Ordnung die

kubische Funktion angepasst werden. Sie glich mit ihrem wellenlinienartigen Verlauf im Streudiagramm, nicht den Zusammenhängen, die Nadal et al. finden konnten. Auffällig war auch der umgekehrt U-förmige Zusammenhang zwischen der Variable Schönheit und der Variable Ordnung in den Stichproben Set 1 und 3.

5.7. Korrelationen zwischen Schönheit und den subjektiven Komplexitätsbewertungen

Um die Hypothese „Für die Dimensionen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben erwarten wir einen linearen Zusammenhang mit Schönheitsbewertungen, für die Dimension Ordnung einen U-förmigen Zusammenhang und für die Dimension Symmetrie einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang.“ zu beantworten, wurden als nächster Schritt Korrelationen zwischen den einzelnen subjektiven Bewertungen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie, Ordnung, allgemeine Komplexität, Erregung und Schönheit berechnet. Es wurde so vorgegangen, um festzustellen, wie sich der Zusammenhang zwischen den fünf Komplexitätsdimensionen und der allgemeinen Komplexitätsbewertung, der Schönheit und der Erregung darstellte. Gab es Komplexitätsdimensionen, die einen besonders großen Einfluss auf die Variablen Allgemeine Komplexität ausübten? Für die Stichprobe Set 1 wurde eine Pearson Korrelation durchgeführt. Da bei den Stichproben Set 2 bis 4 die Voraussetzung der Normalverteilung verletzt war, wurden Spearman Rang Korrelationen berechnet.

Um aufgrund der mehrfachen Signifikanztestung der Korrelationen der Alphafehler-Kumulierung entgegenzuwirken, wurde eine Bonferroni-Holm-Korrektur durchgeführt (Bortz, 2005). Dies führt dazu, dass das α -Niveau herabgesetzt wird und die Korrelationen nicht so leicht signifikant werden (Bortz, 2005, Field, 2009). In den nachfolgenden Tabellen 6-9 sieht man die Korrelationen, die nach Bonferroni-Holm korrigiert wurden.

In allen vier Stichproben konnte der Befund von Berlyne (1971) repliziert werden, nach dem es einen positiven Zusammenhang zwischen Komplexität und Erregung gibt (Set 1: $r(38) = .73, p < .05$; Set 2: $r_s(37) = .66, p < .05$; Set 3: $r_s(37) = .71, p < .05$; Set 4: $r_s(38) = .71, p < .05$). Die Stärke dieses Zusammenhangs war in allen vier Stichproben ähnlich.

Bei Set 1 war besonders auffällig, dass es außer bei Schönheit und Ordnung ($r(38) = -.03, ns$), durchwegs positive Korrelationen zwischen den subjektiven Bewertungen gab. Die meisten Korrelationen waren signifikant, bei denen die Vielfalt der Farben, die Vielfalt der

Elemente und die Anzahl der Elemente beteiligt waren. Vor allem die hohen signifikanten Korrelationen mit der allgemeinen Komplexität und diesen drei Komplexitätsdimensionen waren auffällig (Anzahl der Elemente: $r(38) = .79, p < .05$; Vielfalt der Elemente: $r(38) = .73, p < .05$; Vielfalt der Farben: $r(38) = .55, p < .05$). Auch die Symmetrie wies signifikante Korrelationen mit der Ordnung ($r(38) = .86, p < .05$), der Vielfalt der Elemente ($r(38) = .53, p < .05$), der Vielfalt der Farben ($r(38) = .55, p < .05$) und der Anzahl der Elemente ($r(38) = .61, p < .05$) auf. Dies zeigte deutlich die Relevanz dieser Komplexitätsdimension für diese Art semantischer Muster.

Die Schönheitsbewertung stieg mit der Anzahl der Elemente ($r(38) = .43, ns$), der Vielfalt der Farben ($r(38) = .44, ns$) und Elemente ($r(38) = .44, ns$) und der Symmetrie ($r(38) = .15, ns$), Komplexität ($r(38) = .45, ns$) und Erregung ($r(38) = .57, p < .05$). Auffällig war, dass von diesen Korrelationen nur der Zusammenhang zwischen Schönheit und empfundener Erregung ($r(38) = .57, p < .05$) signifikant war. Auch die Korrelation zwischen Erregung und allgemeiner Komplexität ($r(38) = .73, p < .05$) war signifikant.

Tabelle 6

Pearson Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 1 (Morris)

Stichprobe Set 1	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf. Far.
Schön.	1	.57*	.45	.15	.43	-.03	.44	.44
Erreg.		1	.73*	.36	.61*	.19	.61*	.47
Kompl.			1	.46	.79*	.14	.73*	.55*
Symm.				1	.61*	.86*	.53*	.55*
Anz. Elem.					1	.35	.97*	.89*
Ordn.						1	.30	.33
Vielf. Elem.							1	.92*
Vielf. Farb.								1

Anmerkung. **Fett** gedruckt und mit * bezeichnet = $p < .05$ (2-seitig) nach der Bonferroni-Holm-Korrektur; Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Kompl. = Komplexität; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben.

In der Stichprobe Set 2 wies die Schönheitsbewertung keine signifikanten Korrelationen mit den anderen Variablen auf. Ähnlich wie in Set 1, waren die Korrelationen zwischen der allgemeinen Komplexität und der Anzahl ($r_s(38) = .53, p < .05$) und Vielfalt der Elemente ($r_s(38) = .53, p < .05$) signifikant, was auf die Bedeutung dieser beiden Komplexitätsdimensionen für die allgemeine Komplexitätsbewertung hinweist. Auch die Symmetrie und die Ordnung zeigten, wie in der Stichprobe Set 1, eine hohe signifikante positive Korrelation ($r_s(38) = .82, p < .05$), wahrscheinlich deshalb, weil Symmetrie und Ordnung, wie schon erwähnt, ähnliche Konstrukte sind. Symmetrische Muster wirkten geordnet, unsymmetrische Muster nicht. Es gab auch eine signifikante positive Korrelation zwischen Anzahl der Elemente und Vielfalt der Elemente ($r_s(38) = .73, p < .05$), ähnlich wie in der Stichprobe Set 1. Es gab keine Zusammenhänge zwischen der Schönheit und der Vielfalt der Elemente ($r_s(36) = .07, ns$) und der Vielfalt der Farben ($r_s(34) = .05, ns$). Die Korrelation zwischen Ordnung und Vielfalt der Elemente war signifikant, aber negativ ($r_s(38) = -.58, p < .05$). Hier muss man die umgekehrte Polung der Anker der Ratingskala berücksichtigen: Je unordentlicher ein Muster war, desto größer war auch die Vielfalt der Elemente.

Tabelle 7

Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 2 (Heal's)

Stichprobe Set 2	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Far.
Schön.	1	.26	.18	.25	.13	.17	.07	.05
Erreg.		1	.66*	.11	.02	.02	.10	-.02
Kompl.			1	-.03	.53*	-.18	.53*	-.08
Symm.				1	-.19	.82*	-.39	-.36
Anz. Elem.					1	-.38	.73*	.21
Ordn.						1	-.58*	-.40
Vielf. Elem.							1	.38
Vielf. Farb.								1

Anmerkung. **Fett** gedruckt und mit * bezeichnet = $p < .05$ (2-seitig) nach der Bonferroni-Holm-Korrektur; Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Kompl. = Komplexität; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben.

Bei der Stichprobe Set 3, einem Set ohne semantischen Inhalt, waren die Korrelationen mit der allgemeinen Komplexität fast durchgehend signifikant. Die Schönheitsbewertungen wiesen keine signifikanten Korrelationen mit den anderen Variablen auf. Auch die negativen Korrelationen zwischen Komplexität und Symmetrie ($r_s(37) = -.45$, *ns*) und Anzahl der Elemente und Symmetrie ($r_s(37) = -.42$, *ns*) waren nicht signifikant. Hier zeigten sich die Ordnung ($r_s(38) = -.70$, $p < .05$) und die Symmetrie ($r_s(37) = -.45$, *ns*) als negativ korreliert mit Komplexität, und nur die Korrelation zwischen Ordnung und allgemeiner Komplexität war signifikant. Aufgrund der Anker der Ratingskalen Symmetrie und Ordnung muss hier umgekehrt interpretiert werden. Das bedeutet, je asymmetrischer bzw. unordentlicher ein Muster war, desto komplexer wurde es wahrgenommen. Auch die signifikante negative Korrelation zwischen Ordnung und Erregung ($r_s(37) = -.55$, $p < .05$) sowie die nicht signifikante Korrelation zwischen Symmetrie und Erregung ($r_s(36) = -.12$, *ns*) war zu beachten. Es gab keinen Zusammenhang zwischen der Schönheit des Musters und der Symmetrie des Musters ($r_s(37) = .00$, *ns*). Die höchsten signifikanten positiven Korrelationen zeigte die allgemeine Komplexität mit den Variablen Anzahl der Elemente ($r_s(38) = .93$, $p < .05$) und Vielfalt der Elemente ($r_s(38) = .91$, $p < .05$). Dieses Ergebnis wies wiederum auf die Bedeutung dieser beiden Komplexitätsdimensionen für die Komplexitätsbewertung hin. Auch die Variable Vielfalt der Farben zeigte einen positiven signifikanten Zusammenhang mit der allgemeinen Komplexität ($r_s(38) = .59$, $p < .05$).

Tabelle 8

Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 3 (Jones)

Stichprobe Set 3	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Far.
Schön.	1	.24	.40	.00	.35	.03	.40	.04
Erreg.		1	.71*	-.12	.62*	-.55*	.50*	.24
Kompl.			1	-.45	.93*	-.70*	.91*	.59*
Symm.				1	-.42	.72*	-.50*	-.55*
Anz. Elem.					1	-.66*	.93*	.73*
Ordn.						1	-.66*	-.57*
Vielf. Elem.							1	.72*
Vielf. Far.								1

Anmerkung. **Fett** gedruckt und mit * bezeichnet = $p < .05$ (2-seitig) nach der Bonferroni-Holm-Korrektur; Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Kompl. = Komplexität; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben.

Bei Set 4 handelte es sich um Muster mit semantischem Inhalt. Die gleiche Aussage, welche schon bei der Stichprobe Set 2 zu den Korrelationen zwischen der Schönheit und den Komplexitätsdimensionen getroffen wurde, galt auch hier. Es gab keine Zusammenhänge zwischen der Schönheit und den Komplexitätsdimensionen Anzahl ($r_s(38) = .07, ns$) und Vielfalt der Farben ($r_s(38) = .04, ns$). Die Korrelationen zwischen der Anzahl der Elemente und der Vielfalt der Elemente ($r_s(38) = .84, p < .05$) sowie zwischen der Komplexität und Vielfalt ($r_s(38) = .56, p < .05$) und Anzahl der Elemente ($r_s(38) = .72, p < .05$) waren positiv und signifikant. Die höchste positive, signifikante Korrelation war jene zwischen Symmetrie und Ordnung ($r_s(38) = .88, p < .05$).

Tabelle 9

Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 4 (Novelty)

Stichprobe Set 4	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Far.
Schön.	1	.10	.05	-.31	.07	-.19	.18	.04
Erreg.		1	.71*	-.24	.44	-.32	.25	-.16
Kompl.			1	-.35	.72*	-.49	.56*	-.10
Symm.				1	-.33	.88*	-.38	.05
Anz. Elem.					1	-.30	.84*	.17
Ordn.						1	-.37	.07
Vielf. Elem.							1	.35
Vielf. Farb.								1

Anmerkung. **Fett** gedruckt und mit * bezeichnet = $p < .05$ (2-seitig) nach der Bonferroni-Holm-Korrektur; Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Kompl. = Komplexität; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich an den Ergebnissen erkennen ließ, dass die Anzahl der Elemente in allen vier Sets einen signifikanten, hohen positiven Zusammenhang mit den allgemeinen Komplexitätsbewertungen aufwies. Das bedeutet, dass ein Muster als umso komplexer bewertet wurde, je mehr Elemente es enthielt. Die Anzahl der Elemente schien also, wie schon Nadal et al. (2010) und andere gezeigt hatten, ein wichtiger Aspekt bei der Komplexitätsbewertung zu sein. Auch die Vielfalt der Elemente zeigte einen signifikanten positiven Zusammenhang mit der allgemeinen Komplexität in allen Stichproben.

Die Korrelationen mit der Variable Schönheit waren, bis auf jene zwischen Erregung und Schönheit in der Stichprobe Set 1, nicht signifikant und auch häufig recht schwach oder gar nicht vorhanden. Nur in den Stichproben Set 1 und 3 zeigten sich Korrelationen über .4.

5.8. Faktorenanalyse der fünf Komplexitätsdimensionen

Es wurde eine Faktorenanalyse für jede Stichprobe berechnet, da man so überprüfen konnte, ob ähnliche Faktoren wie bei der Untersuchung von Nadal et al. (2010) resultierten. Eine weitere Überlegung war, dass dies gleichzeitig die weiteren Berechnungen vereinfachte, da es eine große Anzahl signifikanter Interkorrelationen zwischen den einzelnen Komplexitätsmaßen gab, die sich in den Korrelationsmatrizen zeigten. Man konnte im Folgenden mit den resultierenden Faktoren anstelle der fünf Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) arbeiten.

Es soll erwähnt werden, dass die Multikollinearität bei den Stichproben von Set 1 und 3 ein Problem sein könnte, weil manche Korrelationen über .9 miteinander korrelieren (Field, 2009). Für die Stichprobe von Set 3 konnte aber nur ein Faktor extrahiert werden und sie wird daher bei den weiteren Berechnungen, bei denen die extrahierten Faktoren relevant sind, nicht behandelt. Im Folgenden wird also nur auf die Stichproben von Set 1, 2 und 4 eingegangen.

Obwohl die Stichprobengröße mit maximal $n = 40$ eher klein war, wurde dennoch eine Faktorenanalyse gerechnet. Preacher und MacCallum (2002) geben an, dass eine Faktorenanalyse selbst mit einer kleinen Stichprobengröße durchaus durchführbar ist, wenn hohe Kommunalitäten resultieren, nur wenige Faktoren extrahiert werden und das Modell eine gute Anpassung aufweist, also der Modellfehler gering ausfällt. Aufgrund der Befunde von Preacher und MacCallum (2002) wurde es als zulässig angesehen eine Faktorenanalyse durchzuführen.

Als Extraktionsmethode der Faktorenanalyse wurde die Hauptkomponentenanalyse angewendet, als Rotationsmethode die orthogonale Rotation, das Varimax-Kriterium, da es nach Field (2009) gut für eine erste Analyse ist und Faktoren leichter interpretierbar macht. Die Faktoren wurden nach dem Kaiser-Kriterium extrahiert, wonach der Eigenwert eines Faktors größer 1 sein muss, damit er in der Untersuchung aufscheint (Kaiser, 1960 zitiert nach Field, 2009).

Der KMO-Test war in allen drei Stichproben größer 0.5, was angibt, dass die Stichprobengrößen der einzelnen Sets (Set 1: $n = 40$; Set 2: $n = 38$; Set 4: $n = 40$) für die Berechnung einer Faktorenanalyse zulässig sind (Set 1: KMO = .66; Set 2: KMO = .65; Set 4: KMO = .58) (Field, 2009). Auch die einzelnen KMO-Werte für jede Variable, welche in der Diagonale der Anti-Image-Korrelationen einsehbar sind, wiesen in den Stichproben Set 1 und 2 keine Werte kleiner 0.5 auf. Bei der Stichprobe Set 4 zeigte die Variable Vielfalt der Farben

als einzige einen Wert kleiner 0.5 ($r = .36$). Diese deutet nach Field (2009) auf ein Problem mit dieser Variable, in dieser Stichprobe hin.

Der Bartlett-Test auf Sphärizität war in allen drei Stichproben signifikant (Set1: $\chi^2(10) = 252.30, p < .001$; Set 2: $\chi^2(10) = 100.91, p < .001$; Set 4: $\chi^2(10) = 124.99, p < .001$), was darauf hinwies, dass die Durchführung der Faktorenanalyse zulässig war, da die Variablen Korrelationen untereinander aufwiesen (Field, 2009).

In der Stichprobe Set 1 waren die Kommunalitäten mit über 0.7 sehr hoch (Field, 2009), was darauf hinwies, dass die Faktoren einen hohen Anteil der Varianz der einzelnen Variablen erklärten (Bortz, 2005). In Stichproben Set 2 und 4 war dies, mit Ausnahme der Variable Vielfalt der Farben, ebenfalls der Fall. Bei den Stichproben Set 2 und 4 sah man, dass die Kommunalität der Variable Vielfalt der Farben unter 0.7 lag (Set 2: .332; Set 4: .588). Ein Ausschluss dieser Variable in den Stichproben Set 2 und 4 und eine darauf folgende nochmalige Berechnung der Faktorenanalyse ist zu überlegen.

Nach Field (2009) sollten die Residuen zwischen den beobachteten und den vorhergesagten Korrelationen gering sein, um eine gute Anpassung zwischen Modell und beobachteten Werten zu garantieren. „In fact, we want most values to be less than 0.05.“ (Field, 2009, S. 664). 50% war jener Wert den Field (2009) als Grenzwert angab. Die Anzahl der Residuen, die 0.05 überschritten, sollten darunter liegen (Field, 2009). Dies war für die Stichproben Set 1 und 2 der Fall (Set 1: 0% der Residuen sind größer 0.05; Set 2: 50% der Residuen sind größer 0.05). Bei der Stichprobe Set 4 war der Grenzwert mit 60% überschritten. Die Anpassung zwischen vorhergesagten und beobachteten Korrelationen war für diese Stichprobe nicht ganz so gut. Es war die Frage, ob der Ausschluss der Variable Vielfalt der Farben diesen Prozentsatz verbessern würde. Eine Faktorenanalyse ohne die Variable Vielfalt der Farben ergab, dass sich der Prozentsatz auf 33% senken ließ.

Der Screeplot für die Stichproben Set 1, 2 und 4 deutete ebenfalls darauf hin, dass zwei Faktoren extrahiert werden konnten. Sie lagen beide über einem Eigenwert von 1 und scheinbar links des charakteristischen Knicks im Screeplot (Cattell, 1966 zitiert nach Field, 2009).

Für die Stichproben Set 1, 2 und 4 resultierten jeweils zwei Faktoren. Auf einen Faktor luden die Anzahl der Elemente, die Vielfalt der Farben und die Vielfalt der Elemente. Der Faktor wurde „Elemente“ genannt. Auf den anderen Faktor luden die Variablen Symmetrie und Ordnung. Dieser Faktor wurde „Ordnung“ genannt. Für die Stichprobe Set 3 konnte, wie schon erwähnt, nur ein einziger Faktor extrahiert werden, wenn das Eigenwertkriterium bei 1 lag. Es soll darauf hingewiesen werden, dass es für die Stichprobe Set 3 aber auch eine

Tendenz in dieselbe Richtung wie bei den übrigen Stichproben gab: reduzierte man das Eigenwertkriterium auf 0.7 konnten auch hier zwei Faktoren extrahiert werden.

Die Faktoren in der Stichprobe Set 1 erklärten gemeinsam 95.15% der Gesamtvarianz. In der Stichprobe Set 2 wurden durch die Faktoren 78.51% der Gesamtvarianz erklärt, in der Stichprobe Set 4 80.53%. Das bedeutet, für alle drei Sets gilt, dass nur ein geringer Teil der Gesamtvarianz von anderen Variablen, als jenen, die in der Faktorenanalyse untersucht wurden, erklärt wird. In den Tabellen 10 bis 12 sieht man unter anderem die Kommunalitäten und die rotierten Faktorladungen.

Tabelle 10

Faktorenanalyse der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 1 (Morris)

Variable	Kommunalität	Faktorladung
Faktor 1 (Eigenwert = 2.87; aufgeklärte Varianz = 57.40%)		
Anzahl der Elemente	.959	.944
Vielfalt der Elemente	.977	.970
Vielfalt der Farben	.920	.934
Faktor 2 (Eigenwert = 1.89; aufgeklärte Varianz = 37.74%)		
Symmetrie	.943	.889
Ordnung	.958	.973

Anmerkung. Eigenwert = Eigenwert nach der Rotation.

Tabelle 11

Faktorenanalyse der der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 2 (Heal's)

Variable	Kommunalität	Faktorladung
Faktor 1 (Eigenwert = 2.12; aufgeklärte Varianz = 42.35%)		
Symmetrie	.919	.955
Ordnung	.893	.905
Faktor 2 (Eigenwert = 1.81; aufgeklärte Varianz = 36.16%)		
Anzahl der Elemente	.911	.951
Vielfalt der Elemente	.871	.846
Vielfalt der Farben	.332	.329

Anmerkung. Eigenwert = Eigenwert nach der Rotation.

Tabelle 12

Faktorenanalyse der der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 4 (Novelty)

Variable	Kommunalität	Faktorladung
Faktor 1 (Eigenwert = 2.19; aufgeklärte Varianz = 43.71%)		
Symmetrie	.894	.938
Ordnung	.891	.939
Faktor 2 (Eigenwert = 1.84; aufgeklärte Varianz = 36.83%)		
Anzahl der Elemente	.750	.783
Vielfalt der Elemente	.902	.829
Vielfalt der Farben	.588	.718

Anmerkung. Eigenwert = Eigenwert nach der Rotation.

5.9. Multiple lineare Regression der Faktoren Elemente und Ordnung sowie der Variable Komplexität

Anschließend wurden die Mittelwerte der zwei Faktoren berechnet und eine lineare schrittweise Regression mit den zwei Faktoren als unabhängige Variablen und der allgemeinen Komplexität als abhängige Variable berechnet. Diese Analyse wurde durchgeführt, um zu bestimmen, welche der beiden Faktoren die allgemeine Komplexität am besten vorhersagen konnte. Nadal et al. (2010) berechneten in ihrer Studie Diskriminanzanalysen um zu ergründen welche Komplexitätsdimensionen die Komplexität am besten vorhersagten. In den Tabellen 13 – 15 sieht man die Ergebnisse der aktuellen Studie.

In allen drei Stichproben war die Voraussetzung der nicht perfekten Multikollinearität der beiden Prädiktoren gegeben (Field, 2009). Das konnte man daran erkennen, dass die Werte des VIF (variance inflation factor) (Set 1: VIF = 1.000; Set 2: VIF = 1.000; Set 4: VIF = 1.110) bzw. der durchschnittliche VIF-Wert im Bereich um 1 lagen (Bowerman & O'Connell, 1990 zitiert nach Field, 2009). Die Toleranz lag nicht unter dem kritischen Wert von .2 (Menard, 1995) (Set 1: Toleranz = 1.000; Set 2: Toleranz = 1.000; Set 4: Toleranz = .901). Nach Field (2009) war auch die Voraussetzung der Unabhängigkeit der Residuen der Regression gegeben. Dies konnte durch den Durbin-Watson Test gezeigt werden, welcher sich bei unabhängigen Residuen um 2 und im Bereich zwischen 1 und 3 bewegen sollte (Set 1: D-W-Test = 1.806; Set 2: D-W-Test = 1.748; Set 4: D-W-Test = 1.497). Die Cook-Distanz zeigte, dass die Regressionen der einzelnen Stichproben unbeeinflusst von Störfaktoren waren (alle Werte sind kleiner 1) (Field, 2009). Die Voraussetzung der Homoskedastizität konnte ebenfalls als erfüllt betrachtet werden: die Streudiagramme der standardisierten Residuen zeigten eine zufällige Verteilung innerhalb des Punktschwarms (Field, 2009). Die Normalverteilung der Residuen war auch gegeben: sowohl die Histogramme als auch die Normalverteilungsdiagramme der standardisierten Residuen deuteten auf eine Normalverteilung hin (Field, 2009). Zur Absicherung wurde ein Kolmogorov-Smirnow-Test mit den standardisierten Residuen gemacht. Dieser war in allen drei Stichproben nicht signifikant, was auf eine Normalverteilung der standardisierten Residuen hinwies (Set 1: $D(40) = 0.06$, *ns*; Set 2: $D(38) = 0.09$, *ns*; Set 4: $D(40) = 0.08$, *ns*) (Field, 2009).

In den Stichproben Set 1, 2 und 4 war es der Faktor Elemente, der die allgemeine Komplexität am besten vorhersagte. Bei der Stichprobe Set 1 konnte sogar die Hälfte der erklärten Varianz durch den Faktor Elemente erklärt werden ($\beta = .69$, $p < .001$). Bei der

Stichprobe Set 2 konnte der Faktor Elemente nur 11% der Varianz erklären ($\beta = .37, p < .05$). Der Faktor Ordnung wurde in den Stichproben Set 1 und 2 aus der Regression ausgeschlossen, da er keinen signifikanten Beitrag zum Modell leistete. In der Stichprobe Set 4 wurde der Faktor Ordnung im zweiten Schritt in das Modell aufgenommen. Er zeigte hier einen negativen Zusammenhang mit der allgemeinen Komplexität ($\beta = -.37, p < .05$). Bei der Interpretation dieses Zusammenhangs muss die umgekehrte Polung der Skalen Symmetrie und Ordnung bedacht werden, die in diesem Faktor zusammengefasst wurden: sehr unsymmetrische bzw. unordentliche Muster wurden als sehr komplex bewertet. Durch die Aufnahme des Faktors Ordnung in das Modell, stieg die erklärte Varianz im zweiten Schritt von .24 auf .35. Das heißt, dass mit dem Faktor Elemente 24 % der Varianz erklärt werden konnte, wenn man den Faktor Ordnung zusätzlich mit einbezog 35 %.

Diese Ergebnisse zeigten, dass der Faktor Elemente, in dem die Komplexitätsdimensionen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Farben und Vielfalt der Elemente vereint waren, für die allgemeine Komplexitätsbewertung von großer Bedeutung war. Der Faktor Ordnung schien nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Tabelle 13

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 1 (Morris)

Variablen Set 1	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	2.49	.39	
Faktor Elemente	.55	.09	.69
Korrigiertes R^2	.47		
F	35.01		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Tabelle 14

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)

Variablen Set 2	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	2.81	.78	
Faktor Elemente	.45	.19	.37
Korrigiertes R ²	.11		
F	5.76		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Tabelle 15

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)

Variablen Set 4	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	2.49	.65	
Faktor Elemente	.52	.14	.51
Korrigiertes R ²	.24		
F	13.45		
Schritt 2			
Konstante	5.04	1.12	
Faktor Elemente	.41	.14	.40
Faktor Ordnung	-.36	.13	-.37
Korrigiertes R ²	.35		
F	11.45		
ΔR^2	.12		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient; ΔR^2 = Differenz im Verhältnis der erklärten Varianz.

5.10. Faktorielle Varianzanalyse bezüglich der Schönheitsbewertungen

Um die zweite Hypothese „*Muster mit semantischem Inhalt werden als schöner angesehen als abstrakte.*“ zu beantworten, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse berechnet, mit Schönheitsbewertungen als abhängige Variable und dem Faktor semantischer Inhalt (2 stufig). Die vier Sets wurden in einer eigenen Variablen aufgeteilt nach Mustern mit semantischem und abstraktem Inhalt. So sollte gezeigt werden, ob die Muster mit semantischem Inhalt sich von abstrakten Mustern signifikant in ihren Schönheitsbewertungen unterschieden. Die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen wurde mit dem Levene-Test überprüft und fiel nicht signifikant aus. Die Normalverteilung der Gruppen wurde durch den Kolmogorow-Smirnow Test ermittelt und war gegeben (Muster mit semantischem Inhalt: $D(80) = .05, ns$; Muster ohne semantischem Inhalt: $D(78) = .10, ns$).

Die einfaktorielle ANOVA fiel nicht signifikant aus ($F(1, 156) = .95, ns, \omega^2 = .0003$). D.h., es gab keinen Unterschied bezüglich der Schönheitsbewertung zwischen Mustern mit semantischem Inhalt und Mustern ohne semantischen Inhalt. Die zweite Hypothese musste somit verworfen werden.

5.11. Korrelationen zwischen den objektiven und subjektiven Maßen sowie multiple lineare Regressionen der objektiven Maße und der Faktoren Elemente und Ordnung sowie Allgemeiner Komplexität

Um die dritte Hypothese „*Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff*“ zu beantworten, wurden zunächst Korrelationen zwischen den objektiven Komplexitätsmaßen und den subjektiven Komplexitätsdimensionen berechnet. In den Tabellen 17 bis 20 sind die Ergebnisse dargestellt. Da in allen vier Stichproben die Normalverteilung einzelner Variablen nicht gegeben war, wurden Spearman Rang Korrelationen berechnet. Es wurde auf die Bonferroni-Holm-Korrektur verzichtet, da diese Korrelationen nur zu einer deskriptiven Analyse der darauf folgenden Regressionen (Teil 5.12.) dienen sollten. Auch die vierte Hypothese „*Die Korrelationen zwischen subjektiver und*

objektiver Komplexität sind für nicht semantische, abstrakte Muster stärker als für Muster mit semantischem Inhalt“ konnte über die Berechnung von Korrelationen zwischen den objektiven Komplexitätsmaßen und den subjektiven Komplexitätsdimensionen überprüft werden.

Die Stichprobe Set 1, ein Set mit semantischem Inhalt, zeigte signifikante Korrelationen zwischen der allgemeinen Komplexität und fast allen objektiven Komplexitätsmaßen (Perimeter: $r_s(38) = .44, p < .01$; Canny: $r_s(38) = .42, p < .01$; JPEG: $r_s(38) = .57, p < .001$; GIF: $r_s(38) = .45, p < .01$; Entropie: $r_s(37) = .58, p < .001$; RMS_m: $r_s(38) = .61, p < .001$; RMS_α: $r_s(36) = .51, p < .01$). Die Variable Anzahl der Elemente wies von den subjektiven Komplexitätsdimensionen die meisten signifikanten Korrelationen mit den objektiven Komplexitätsmaßen auf. Besonders gut schnitten hier die RMS-Kontrastmaße ab (RMS_m: $r_s(38) = .36, p < .05$; RMS_sd: $r_s(38) = .36, p < .05$; RMS_α: $r_s(36) = .49, p < .01$). Aber auch JPEG ($r_s(38) = .33, p < .05$) und das Maß Entropie ($r_s(37) = .35, p < .05$) korrelierten signifikant mit der Variable Anzahl der Elemente. Von den restlichen Komplexitätsdimensionen zeigten nur noch die Variablen Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben signifikante Korrelationen mit den objektiven Komplexitätsmaßen. Beide wiesen signifikante Korrelationen mit den RMS-Kontrastmaßen Standardabweichung und Alpha auf (Vielfalt der Elemente: RMS_sd: $r_s(38) = .35, p < .05$; RMS_α: $r_s(36) = .48, p < .01$; Vielfalt der Farben: RMS_sd: $r_s(38) = .32, p < .05$; RMS_α: $r_s(36) = .49, p < .01$). Die Vielfalt der Elemente korrelierte auch signifikant mit dem objektiven Maß JPEG ($r_s(38) = .31, p < .05$). Die Variablen Symmetrie und Ordnung zeigten keine signifikanten Korrelationen mit den objektiven Maßen.

Zusammenfassend für die Stichprobe Set 1 lässt sich sagen, dass die allgemeine Komplexität mit den meisten objektiven Maßen signifikant korrelierte. Wie schon bei den Korrelationen zwischen den subjektiven Bewertungen, war es auffällig, dass auch die Variable Anzahl der Elemente häufig signifikant mit den objektiven Komplexitätsmaßen korrelierte.

In der Stichprobe Set 2 zeigten die Variablen Ordnung und Symmetrie signifikante negative Korrelationen mit einigen objektiven Maßen (Symmetrie: Perimeter: $r_s(37) = -.35, p < .05$; JPEG: $r_s(37) = -.41, p < .05$; Ordnung: JPEG: $r_s(37) = -.50, p < .01$; GIF: $r_s(38) = -.33, p < .05$; Entropie: $r_s(37) = -.40, p < .05$). JPEG schnitt bei diesen beiden Variablen am besten ab. Die negativen Korrelationen sollten einen hier nicht irritieren, da die Skalen für Symmetrie und Ordnung umgekehrt interpretiert werden müssen. Die negative Korrelation bedeutet, dass je asymmetrischer bzw. unordentlicher ein Muster subjektiv wahrgenommen wurde, desto größer war z.B. die Dateigröße bei JPEG, also desto komplexer wurde das

Muster objektiv bewertet. Die allgemeine Komplexität zeigte hier weniger signifikante Korrelationen mit den objektiven Maßen als in Set 1. Das Maß Perimeter korrelierte hier ebenso signifikant mit der allgemeinen subjektiven Komplexität ($r_s(37) = .33, p < .05$), wie das objektive Komplexitätsmaß Entropie ($r_s(37) = .42, p < .01$) und das RMS-Kontrastmaß Mittelwert ($r_s(37) = .39, p < .05$). Auch die Variable Anzahl der Elemente korrelierte, wie schon in Set 1, signifikant mit den objektiven Maßen Entropie ($r_s(37) = .43, p < .01$) und RMS-Kontrastmaß Mittelwert ($r_s(37) = .32, p < .05$), hinzu kommt noch die signifikante Korrelation mit dem Maß TIFF ($r_s(38) = .41, p < .01$). Die Variable Vielfalt der Farben zeigte keine signifikanten Korrelationen mit den objektiven Maßen. Die Variable Vielfalt der Elemente korrelierte nur mit einem objektiven Komplexitätsmaß signifikant, nämlich mit dem Maß Entropie ($r_s(37) = .58, p < .001$).

Zusammenfassend lässt sich für die Stichprobe Set 2 sagen, dass hier besonders die Korrelationen mit den Komplexitätsdimensionen Ordnung und Symmetrie hervorstachen. Wie in der Stichprobe Set 1 war auch wieder die Variable Anzahl der Elemente von Bedeutung. Der allgemeine subjektive Komplexitätsbegriff korrelierte auch in dieser Stichprobe mit einigen objektiven Maßen signifikant, allerdings mit weniger Maßen als in Set 1.

Für die Stichprobe Set 3 waren fast alle Korrelationen zwischen den objektiven Maßen und den subjektiven Komplexitätsbewertungen signifikant. Sowohl die Variable allgemeine Komplexität als auch die Komplexitätsdimensionen Anzahl der Elemente und Vielfalt der Elemente korrelierten signifikant mit allen objektiven Maßen, außer TIFF und RMS-Kontrast Standardabweichung, und zeigten zum Teil auch recht hohe Korrelationen. Von allen vier Sets wies die allgemeine subjektive Komplexität in Set 3 die höchsten Korrelationen mit den objektiven Maßen auf. Am höchsten korrelierte das Maß JPEG mit der allgemeinen Komplexität ($r_s(38) = .86, p < .001$) und auch die Variable Anzahl der Elemente zeigte eine hohe Korrelation mit dem Maß JPEG ($r_s(38) = .81, p < .001$). Da dieses Set so viele signifikanten Korrelationen aufwies, war es auffällig, dass die objektiven Maße TIFF und RMS-Kontrast Standardabweichung außer mit der Variable Vielfalt der Farben (TIFF: $r_s(36) = .51, p < .01$; RMS_sd: $r_s(38) = .39, p < .05$) mit keiner anderen Komplexitätsdimension signifikant korrelierten und meistens auch niedrige Korrelationen zeigten. Diese beiden objektiven Maße schienen sich also nicht sehr gut für die Abbildung der subjektiven Komplexitätsbewertungen zu eignen, weder was den allgemeinen Komplexitätsbegriff anging, noch was die einzelnen subjektiven Komplexitätsdimensionen betraf. Die Variablen Symmetrie und Ordnung korrelierten wie in der Stichprobe Set 2 auch hier negativ mit den objektiven Maßen. Besonders gut schnitt bei diesen Variablen das objektive Maß Entropie ab

(Symmetrie: $r_s(37) = -.51, p < .01$; Ordnung: $r_s(38) = -.63, p < .001$). Die Variable Vielfalt der Farben korrelierte mit allen objektiven Maßen, außer GIF, signifikant.

Zusammenfassend ist für die Stichprobe Set 3 zu sagen, dass es eine Stichprobe mit ausgesprochen vielen signifikanten Korrelationen war, die meisten objektiven Maße also gut und teilweise auch recht hoch mit dem allgemeinen subjektiven Komplexitätsbegriff und den subjektiven Komplexitätsdimensionen korrelierten. Der Komplexitätsbegriff wurde für diese Art von Muster (Muster ohne semantischen Inhalt, aus dem 19. Jahrhundert) durch die meisten hier verwendeten objektiven Maße gut abgebildet.

In Set 4 korrelierte die allgemeine Komplexität mit fast allen objektiven Maßen signifikant, außer mit Canny, Entropie und RMS-Kontrast Standardabweichung. Am höchsten korrelierte die allgemeine Komplexität mit den objektiven Maßen RMS-Kontrast Mittelwert ($r_s(38) = .58, p < .001$) und Perimeter ($r_s(38) = .48, p < .01$). Die Komplexitätsdimensionen Symmetrie und Ordnung korrelierten mit keinem objektiven Maß signifikant und die Korrelationen waren auch recht schwach. Auffällig war, dass das objektive Maß Canny eine signifikante negative Korrelation, sowohl mit der Anzahl der Elemente ($r_s(38) = -.35, p < .05$), als auch mit der Vielfalt der Elemente ($r_s(38) = -.39, p < .05$) aufwies. Auch mit den Variablen allgemeine Komplexität ($r_s(38) = -.22, ns$) und Vielfalt der Farben ($r_s(38) = -.17, ns$) zeigte Canny negative Korrelationen, allerdings waren diese nicht signifikant. Die Variable Vielfalt der Farben zeigte auch häufig negative Korrelationen mit den objektiven Maßen. Die Korrelation mit dem RSM-Kontrastmaß Standardabweichung war signifikant ($r_s(38) = -.31, p < .05$). Die Variable Anzahl der Elemente korrelierte signifikant mit den objektiven Maßen Perimeter ($r_s(38) = .45, p < .01$) und RMS-Kontrastmaß Mittelwert ($r_s(38) = .32, p < .05$).

Zusammenfassend ist für die Stichprobe Set 4 zu sagen, dass der allgemeine Komplexitätsbegriff am besten mit den meisten objektiven Maßen korrelierte. Aber auch die Variablen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben wiesen signifikante Korrelationen mit den objektiven Komplexitätsmaßen auf. Auch die negativen signifikanten Korrelationen bei den objektiven Maß Canny und RMS Kontrast Standardabweichung waren zu beachten.

Die vierte Hypothese „Die Korrelationen zwischen subjektiver und objektiver Komplexität sind für nicht semantische, abstrakte Muster stärker als für Muster mit semantischem Inhalt“ konnte für die Stichprobe Set 3 bestätigt werden. Für die Stichprobe Set 2 ist dies nicht der Fall.

In Tabelle 16 sieht man welche objektiven Maße für welche Stichprobe besonders gut funktioniert haben. Für die Stichprobe Set 1 zeigte das RMS Kontrastmaß Alpha gute Ergebnisse mit den Variablen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben. Die Variable Allgemeine Komplexität zeigte in allen vier Stichproben signifikante und zum Teil recht hohe Korrelationen mit den objektiven Maßen. In allen vier Stichproben schnitt das Maß RMS Kontrastmaße Mittelwert gut ab. Das Maß Entropie zeigte in der Stichprobe Set 2 signifikante Korrelationen mit den Komplexitätsdimensionen Vielfalt und Anzahl der Elemente. JPEG zeigte wiederum die höchsten signifikanten Korrelationen mit den Variablen Symmetrie und Ordnung. In der Stichprobe Set 3 waren besonders viele Korrelationen signifikant. Auffällig ist, dass die objektiven Maße JPEG und Entropie in fast allen Komplexitätsdimensionen gute Ergebnisse erzielten. In der Stichprobe Set 4 korrelierten die Variablen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben mit unterschiedlichen objektiven Maßen gut. Bei der Komplexitätsdimension Vielfalt der Elemente war es Canny, bei der Komplexitätsdimension Vielfalt der Farben das RMS Kontrastmaß Standardabweichung und bei der Variable Anzahl der Elemente war es das objektive Maß Perimeter.

Man kann also sagen, dass sich die Hypothese *„Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff“* bestätigen lässt. Die Korrelationen zwischen den objektiven Maßen und den subjektiven Bewertungen sind unterschiedlich, je nachdem, ob es sich bei der subjektiven Bewertung um den allgemeinen Komplexitätsbegriff oder eine Komplexitätsdimension handelt. Besonders gut schnitt die Variable Allgemeine Komplexität bei den Korrelationen mit den objektiven Maßen ab. Aber auch einige Komplexitätsdimensionen (z.B. Anzahl der Elemente) zeigten gute Ergebnisse.

Tabelle 16

Darstellung der objektiven Komplexitätsmaße, welche sich, auf Grundlage der Ergebnisse der Korrelationen zwischen objektiven Maße und subjektiven Bewertungen, für die Vorhersage der subjektiven Komplexitätsdimensionen am besten eignen

	Stichprobe Set 1 (semant.) (Morris)	Stichprobe Set 2 (n. semant.) (Heal's)	Stichprobe Set 3 (n. semant.) (Jones)	Stichprobe Set 4 (semant.) (Novelty)
Vielfalt der Elemente	RMS_α	Entropie	JPEG; Perimeter; Entropie; RMS_m; Canny; RMS_α	Canny
Vielfalt der Farben	RMS_α	Keine Korrelation signifikant	Entropie; TIFF; JPEG	RMS_sd
Anzahl der Elemente	RMS_α	Entropie; TIFF	JPEG; Perimeter; Canny; Entropie; RMS_m; RMS_α; GIF	Perimeter
Symmetrie	Keine Korrelation signifikant	JPEG; Perimeter	Entropie	Keine Korrelation signifikant
Ordnung	Keine Korrelation signifikant	JPEG; Entropie	Entropie; RMS_m; JPEG	Keine Korrelation signifikant
Allgemeine Komplexität	RMS_m; Entropie; JPEG; RMS_α;	Entropie; RMS_m	JPEG; Entropie; Perimeter; RMS_m; Canny; GIF; RMS_α	RMS_m; Perimeter

Anmerkung. semant. = semantischer Inhalt; n. semant. = nicht semantischer Inhalt.

Tabelle 17

Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 1 (Morris) (Set mit semantischem Inhalt)

Stichprobe Set 1	Schön.	Erreg	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Farb.	Peri meter	Canny	JPEG	GIF	TIFF	Entro	RMS m	RMS sd	RMS_ α
Schön.	1	.58**	.41**	.20	.40*	.09	.41**	.42**	.04	-.02	.26	.16	.39*	.36*	.28	.20	.34*
Erreg.		1	.74**	.34*	.68**	.23	.66**	.53**	.53**	.41**	.65**	.55**	.27	.74**	.68**	.32*	.58**
Kompl.			1	.42**	.73**	.21	.67**	.48**	.44**	.42**	.57**	.45**	.25	.58**	.61**	.18	.51**
Symm.				1	.56**	.93**	.48**	.49**	.29	.19	.29	.12	.01	.17	.25	-.02	.27
Anz. Elem.					1	.39*	.96**	.87**	.21	.12	.33*	.04	.20	.35*	.36*	.36*	.49**
Ordn.						1	.33*	.38*	.29	.22	.16	.03	-.14	.09	.14	-.11	.14
Vielf. Elem.							1	.91**	.17	.07	.31*	.01	.15	.29	.31	.35*	.48**
Vielf. Farb.								1	.18	.10	.17	-.10	.12	.27	.22	.32*	.49**
Perimeter									1	.80**	.63**	.65**	.13	.70**	.67**	-.10	.43**
Canny										1	.43**	.58**	-.01	.65**	.50**	-.25	.28
JPEG											1	.75**	.38*	.67**	.82**	.26	.61**
GIF												1	.33*	.73**	.71**	.12	.49**
TIFF													1	.32*	.47**	.53**	.63**
Entro														1	.82**	.30	.72**
RMS_m															1	.48**	.87**
RMS_sd																1	.76**
RMS_ α																	1

Anmerkung. ** $p < .01$ (2-seitig); * $p < .05$ (2-seitig); Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben; Perimeter = objektives Komplexitätsmaß Perimeter Detektion; Entro = objektives Komplexitätsmaß Entropie; RMS_m = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Mittelwert; RMS_sd = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Standardabweichung; RMS_ α = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Alpha.

Tabelle 18

Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 2 (Heal's) (Set ohne semantischen Inhalt)

Stichprobe Set 2	Schön.	Erreg	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Far.	Peri meter	Canny	JPEG	GIF	TIFF	Entro	RMS _m	RMS_s _d	RMS_ _α
Schön.	1	.26	.18	.25	.13	.17	.07	.05	.10	.05	-.12	-.09	.02	.17	.10	-.09	-.11
Erreg.		1	.66**	.11	.02	.02	.10	-.02	-.01	-.15	-.24	-.19	.03	-.03	.04	.14	.08
Kompl.			1	-.03	.53**	-.18	.53**	-.08	.33*	.05	.09	.15	.25	.42**	.39*	.22	.25
Symm.				1	-.19	.82**	-.39*	-.36*	-.35*	-.21	-.41*	-.31	.17	-.31	.00	.07	-.06
Anz. Elem.					1	-.38*	.73**	.21	.25	.18	.18	.20	.41**	.43**	.32*	.01	.10
Ordn.						1	-.58**	-.40*	-.31	-.24	-.50**	-.33*	-.02	-.40*	-.12	.10	-.08
Vielf. Elem.							1	.38*	.22	.19	.22	.19	.22	.58**	.29	.05	.24
Vielf. Farb.								1	-.13	.03	-.09	-.21	.22	.23	-.31	-.15	-.11
Perimeter									1	.36*	.74**	.65**	.10	.58**	.64**	.04	.33*
Canny										1	.66**	.75**	-.38*	.45**	.02	-.67**	-.39*
JPEG											1	.89**	-.07	.45**	.52**	-.19	.17
GIF												1	-.21	.50**	.46**	-.34*	.02
TIFF													1	.23	.35*	.31	.41*
Entro														1	.40*	-.10	.18
RMS_m															1	.50**	.82**
RMS_sd																1	.87**
RMS_α																	1

Anmerkung. ** $p < .01$ (2-seitig); * $p < .05$ (2-seitig); Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben; Perimeter = objektives Komplexitätsmaß Perimeter Detektion; Entro = objektives Komplexitätsmaß Entropie; RMS_m = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Mittelwert; RMS_sd = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Standardabweichung; RMS_α = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Alpha.

Tabelle 19

Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 3 (Jones) (Set ohne semantischen Inhalt)

Stichprobe Set 3	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf Far.	Perime ter	Canny	JPEG	GIF	TIFF	Entro	RMS_ m	RMS _sd	RMS_ α
Schön.	1	.24	.40**	.00	.35*	.03	.40*	.04	.33*	.32*	.33*	.21	-.26	.23	.20	.09	.18
Erreg.		1	.71**	-.12	.62**	-.55**	.50**	.24	.54**	.58**	.76**	.57**	.10	.54**	.65**	.02	.51**
Kompl.			1	-.45**	.93**	-.70**	.91**	.59**	.77**	.72**	.86**	.68**	.18	.77**	.75**	.12	.59**
Symm.				1	-.42**	.72**	-.50**	-.55**	-.27	-.35*	-.36*	-.21	-.09	-.51**	-.36*	-.24	-.36*
Anz. Elem.					1	-.66**	.93**	.73**	.72**	.70**	.81**	.51**	.31	.70**	.70**	.24	.59**
Ordn.						1	-.66**	-.57**	-.43**	-.41**	-.55**	-.38*	-.31	-.63**	-.52**	-.19	-.45**
Vielf. Elem.							1	.72**	.71**	.64**	.72**	.47**	.28	.71**	.65**	.26	.55**
Vielf. Farb.								1	.39*	.44**	.50**	.15	.51**	.60**	.44**	.39*	.43**
Perimeter									1	.73**	.82**	.72**	.11	.72**	.79**	.06	.62**
Canny										1	.81**	.68**	.15	.68**	.71**	.12	.55**
JPEG											1	.79**	.19	.77**	.85**	.03	.64**
GIF												1	-.04	.62**	.63**	-.35*	.33*
TIFF													1	.44**	.39*	.53**	.51**
Entro														1	.89**	.30	.79**
RMS_m															1	.27	.91**
RMS_sd																1	.61**
RMS_ α																	1

Anmerkung. ** $p < .01$ (2-seitig); * $p < .05$ (2-seitig); Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben; Perimeter = objektives Komplexitätsmaß Perimeter Detektion; Entro = objektives Komplexitätsmaß Entropie; RMS_m = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Mittelwert; RMS_sd = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Standardabweichung; RMS_ α = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Alpha.

Tabelle 20

Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 4 (Novelty) (Set mit semantischen Inhalt)

Stichprobe Set 4	Schön.	Erreg.	Kompl.	Symm.	Anz. Elem.	Ordn.	Vielf. Elem.	Vielf. Farb.	Perimeter	Canny	JPEG	GIF	TIFF	Entro	RMS_m	RMS_sd	RMS_α
Schön.	1	.10	.05	-.31	.07	-.19	.18	.04	-.05	-.26	-.21	-.18	-.06	-.14	-.19	.04	-.13
Erreg.		1	.71**	-.24	.44**	-.32*	.25	-.16	.33*	-.25	.22	.17	.27	.17	.42**	.15	.32
Kompl.			1	-.35*	.72**	-.49**	.56**	-.10	.48**	-.22	.36*	.42**	.32*	.28	.58**	.12	.43**
Symm.				1	-.33*	.88**	-.38*	.05	-.27	.05	-.13	-.13	-.07	-.21	-.16	-.04	-.05
Anz. Elem.					1	-.30	.84**	.17	.45**	-.35*	.08	.08	.07	.17	.32*	.02	.23
Ordn.						1	-.37*	.07	-.22	.12	-.17	-.16	-.23	-.20	-.20	-.08	-.12
Vielf. Elem.							1	.35*	.31	-.39*	-.02	-.06	.10	.08	.14	.06	.11
Vielf. Farb.								1	.24	-.17	-.02	-.21	-.14	.31	-.21	-.31*	-.15
Perimeter									1	.14	.71**	.58**	.09	.71**	.65**	-.28	.31
Canny										1	.46**	.51**	-.15	.33*	.00	-.39*	-.11
JPEG											1	.86**	.31	.76**	.68**	-.12	.42**
GIF												1	.30	.72**	.67**	-.08	.39*
TIFF													1	.37*	.61**	.60**	.68**
Entro														1	.62**	-.21	.39*
RMS_m															1	.37*	.83**
RMS_sd																1	.72**
RMS_α																	1

Anmerkung. ** $p < .01$ (2-seitig); * $p < .05$ (2-seitig); Schön. = Schönheit; Erreg. = Erregung; Symm. = Symmetrie; Anz. Elem. = Anzahl der Elemente; Ordn. = Ordnung; Vielf. Elem. = Vielfalt der Elemente; Vielf. Farb. = Vielfalt der Farben; Perimeter = objektives Komplexitätsmaß Perimeter Detektion; Entro = objektives Komplexitätsmaß Entropie; RMS_m = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Mittelwert; RMS_sd = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Standardabweichung; RMS_α = objektives Komplexitätsmaß RMS-Kontrast Alpha.

Um die dritte Hypothese „Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff“ zufrieden stellend zu beantworten, wurden multiple lineare Regressionen mit den objektiven Maßen und den zwei Faktoren Elemente und Ordnung sowie der Variable allgemeine Komplexität, jeweils als Kriterium berechnet. Es sollte überprüft werden, welche objektiven Maße besonders gut dafür geeignet waren, die zwei Faktoren und die Variable Allgemeine Komplexität vorherzusagen. Es wurden neun objektive Maße in die Regression als Prädiktoren eingegeben: Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie und die RMS Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha).

Die Voraussetzungen der multiplen linearen Regression, wie z.B. Homoskedastizität, Unabhängigkeit der Residuen oder nicht perfekte Multikollinearität wurden überprüft. Für die meisten Stichproben waren die Voraussetzungen erfüllt. Eine Verletzung der Voraussetzungen wird im Folgenden an entsprechender Stelle berichtet.

5.11.1. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und der Variable Allgemeine Komplexität

Als erstes wurden multiple lineare schrittweise Regressionen mit der Variable Allgemeine Komplexität als abhängige Variable und den objektiven Maßen (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) als Prädiktoren für die Stichproben Set 1 und 2 durchgeführt. Für die Stichprobe Set 4 mussten Prädiktoren entfernt werden, da es ein Problem mit der Voraussetzung der nicht perfekten Multikollinearität gab. Für die Regression der Stichprobe Set 4 wurden die objektiven Maße GIF, RMS Kontrastmaß Mittelwert und RMS Kontrastmaß Alpha aus der Analyse ausgeschlossen. In den Tabellen 21 bis 23 sind die Ergebnisse abgebildet.

Für die Stichprobe Set 1 stellte sich das objektive Komplexitätsmaß Entropie als beste Vorhersage für die Variable Allgemeine Komplexität heraus. Die Entropie ging als einziges objektives Maß in das Modell ein und konnte 39% der Varianz erklären ($\beta = .63, p < .001$).

Bei der Stichprobe Set 2 konnte im ersten Schritt das objektive Maß TIFF angepasst werden, im zweiten Schritt dann auch das objektive Maß Canny. Das Modell erklärte nur sehr

wenig Varianz. Im ersten Schritt erklärte es 10% ($\beta = .35$, $p < .05$) der Varianz. Im zweiten Schritt, als Canny hinzukam, stieg die erklärte Varianz nur auf 18%. TIFF war der stärkere Prädiktor ($\beta = .54$, $p < .01$) gefolgt von Canny ($\beta = .38$, $p < .05$).

Bei der Stichprobe Set 4 gingen, wegen Problemen mit der Multikollinearität, nur sechs objektive Maße in die Analyse ein: Perimeter Detektion, Canny, JPEG, TIFF, Entropie und RMS Kontrastmaß Standardabweichung. Es konnten zwei objektive Komplexitätsmaße angepasst werden: im ersten Schritt das Maß Perimeter Detektion und im zweiten Schritt das Maß Canny. Mit jeder neuen Variablen, die an das Modell angepasst werden konnte, stieg die erklärte Varianz. Nach Eingabe der zweiten Variable Canny konnte das Modell 30% der Varianz in der Variable Allgemeine Komplexität erklären. Die Beta-Werte zeigten einen negativen Zusammenhang der Variable Canny mit der Variable Allgemeine Komplexität (Canny: $\beta = -.45$, $p < .01$).

Zusammenfassend kann man sagen, dass das objektive Maß Entropie in der Stichprobe Set 1, verglichen mit den beiden anderen Stichproben, die meiste Varianz erklärte. Die objektiven Maße Canny und TIFF erklärten in der Stichprobe Set 2 die wenigste Varianz.

Tabelle 21

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen für die Stichprobe Set 1 (Morris)

Variablen Set 1	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	-1.21	1.23	
Entropie	.87	.18	.63
Korrigiertes R ²	.39		
F	23.50		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Tabelle 22

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)

Variablen Set 2	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	-2159.46	1002.49	
TIFF	.00	.00	.35
Korrigiertes R ²	.10		
F	4.66		
Schritt 2			
Konstante	-3341.64	1111.11	
TIFF	.00	.00	.54
Canny	2.328E-6	.00	.38
Korrigiertes R ²	.18		
F	4.74		
ΔR^2	.11		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient; ΔR^2 = Differenz im Verhältnis der erklärten Varianz.

Tabelle 23

Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und sechs objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)

Variablen Set 4	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	4.06	.34	
Perimeter	2.097E-6	.00	.39
Korrigiertes R^2	.13		
F	6.61		
Schritt 2			
Konstante	5.20	.47	
Perimeter	2.808E-6	.00	.52
Canny	-2.631E-6	.00	-.45
Korrigiertes R^2	.30		
F	9.15		
ΔR^2	.19		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient; ΔR^2 = Differenz im Verhältnis der erklärten Varianz.

5.11.2. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und des Faktors Elemente

Als Nächstes wurden multiple lineare schrittweise Regressionen mit dem Faktor Elemente als abhängige Variable und den objektiven Maßen (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichproben Set 2 und 4 berechnet. Bei der Stichprobe Set 1 war die Voraussetzung der nicht perfekten Multikollinearität verletzt. Deshalb wurden Prädiktoren entfernt, bevor eine Regression durchgeführt wurde: die objektiven Maße JPEG und GIF. Der Faktor Elemente bestand aus den Komplexitätsdimensionen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sieht man in den Tabellen 24 bis 26.

Bei der Stichprobe Set 1 konnte das objektive Maß RMS-Kontrastmaß Alpha angepasst werden. Es erklärte 18% der Varianz und zeigte einen positiven Zusammenhang mit dem Faktor Elemente ($\beta = .45, p < .01$).

Bei der Stichprobe Set 2 bestand eine mögliche Verletzung der Voraussetzung der Unabhängigkeit der Residuen. Der Werte des Durbin-Watson-Tests, welcher zwischen 1 und 3 liegen sollte (Field, 2009), war mit 1.10 sehr grenzwertig. Auch die Voraussetzung der Homoskedastizität schien verletzt zu sein. Der Punktschwarm, welcher die Beziehung zwischen den standardisierten vorhergesagten Werten und den standardisierten Residuen abbildete, zeigte keine zufällige Verteilung (Field, 2009) sondern eher einen linearen Zusammenhang. Für die Stichprobe Set 2 konnte das objektive Komplexitätsmaß Entropie an das Modell angepasst werden. Es konnte 19% der Varianz des Faktors Elemente erklären ($\beta = .47, p < .01$).

Bei der Stichprobe Set 4 wurden drei objektive Komplexitätsmaße in das Modell aufgenommen. Im ersten Schritt Canny, als nächste das Maß Entropie und im dritten Schritt TIFF. Alleine konnte Canny nur 16% der Varianz erklären, mit der Entropie stieg die erklärte Varianz auf 36%. Alle drei objektiven Maße zusammen konnten fast die Hälfte, nämlich 45%, der Varianz im Faktor Elemente erklären. Canny und TIFF zeigten dabei einen negativen Zusammenhang mit dem Faktor Elemente (Canny: $\beta = -.70, p < .001$; TIFF: $\beta = -.35, p < .05$), das Maß Entropie zeigte einen positiven Zusammenhang ($\beta = .67, p < .001$).

Tabelle 24

Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und sieben objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 1 (Morris)

Variablen Set 1	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	2.96	.43	
RMS_Alpha	134.17	44.98	.45
Korrigiertes R^2	.20		
F	8.90		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient; ΔR^2 = Differenz im Verhältnis der erklärten Varianz.

Tabelle 25

Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)

Variablen Set 2	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	-.44	1.53	
Entropie	.70	.24	.47
Korrigiertes R ²	.19		
F	8.72		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Tabelle 26

Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)

Variablen Set 4	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	5.72	.52	
Canny	-2.526E-6	.00	-.43
Korrigiertes R ²	.16		
F	7.88		
Schritt 2			
Konstante	-1.23	2.05	
Canny	-3.605E-6	.00	-.61
Entropie	1.07	.31	.50
Korrigiertes R ²	.36		
F	11.22		
ΔR^2	.21		
Schritt 3			
Konstante	2706.44	1083.02	
Canny	-4.148E-6	.00	-.70
Entropie	1.44	.32	.67
TIFF	.00	.00	-.35
Korrigiertes R ²	.45		
F	10.72		
ΔR^2	.10		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient; ΔR^2 = Differenz im Verhältnis der erklärten Varianz.

5.11.3. Multiple lineare Regression der objektiven Maße und des Faktors Ordnung

Als Letztes wurden multiple lineare schrittweise Regressionen mit dem Faktor Ordnung als abhängige Variable und den objektiven Maßen (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichproben Set 1, 2 und 4 gemacht. Der Faktor Ordnung bestand aus den Komplexitätsdimensionen Symmetrie und Ordnung. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sind in den Tabellen 27 und 28 abgebildet.

Für die Stichprobe Set 1 konnte keine multiple lineare Regression berechnet werden. Es konnte kein einziges objektives Komplexitätsmaß in die Regressionsanalyse aufgenommen werden. Das bedeutet, dass in der Stichprobe Set 1 keines der objektiven Maße den Faktor Ordnung vorhersagen konnte.

Bei der Stichprobe Set 2 wurde das objektive Komplexitätsmaß JPEG in das Modell aufgenommen. Es konnte 33% der Varianz des Faktors Ordnung erklären und zeigte einen negativen Zusammenhang mit diesem Faktor ($\beta = -.59, p < .001$).

In der Stichprobe Set 4 wurde als einziges objektives Maß die Entropie in die Regressionsanalyse einbezogen. Es erklärte aber mit 9% nur sehr wenig Varianz. Auch das Maß Entropie zeigte einen negativen Zusammenhang mit dem Faktor Ordnung ($\beta = -.34, p < .05$).

Tabelle 27

Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Ordnung als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)

Variablen Set 2	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	8.16	.55	
JPEG	-1.549E-6	.00	-.59
Korrigiertes R ²	.33		
F	17.66		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Tabelle 28

Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Ordnung als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen für die Stichprobe Set 4 (Novelty)

Variablen Set 4	B	SE B	β
Schritt 1			
Konstante	10.67	2.31	
Entropie	-.69	.33	-.34
Korrigiertes R ²	.09		
F	4.51		

Anmerkung. $p < .05$; $p < .01$; $p < .001$; B = nicht standardisierter Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; β = standardisierter Regressionskoeffizient.

Die Ergebnisse der Abschnitte 5.11.1. bis 5.11.3. sind in der Tabelle 29 übersichtlich zusammengefasst. Man sieht, dass die Allgemeine Komplexität in den Stichproben Set 2 und 4 unter anderem gut vom objektiven Maß Canny vorhergesagt werden konnte. In der Stichprobe Set 1 war es das objektive Maß Entropie. Das Maß Entropie konnte auch den Faktor Elemente gut vorhersagen, zumindest was die Stichproben Set 2 und 4 betraf. In der Stichprobe Set 1 konnte das RMS Kontrastmaß Alpha angepasst werden. Der Faktor Ordnung wurde in den Stichproben Set 2 und 4 durch verschiedenen Maße vorhergesagt: in der Stichprobe Set 2 war es JPEG, in der Stichprobe Set 4 das Maß Entropie. Es zeigt sich, dass sich Canny scheinbar gut eignete die Allgemeine Komplexität vorherzusagen, das Maß Entropie schien besser für den Faktor Elemente geeignet zu sein.

Man kann also sagen, dass sich die Hypothese „Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff“ bestätigen ließ. Es machte einen Unterschied, ob man von einem allgemeinen Komplexitätsbegriff ausging oder von den Komplexitätsdimensionen. Die objektiven Maße waren unterschiedlich gut dafür geeignet, die allgemeine Komplexität und die Komplexitätsdimensionen vorherzusagen.

Tabelle 29

Zusammenfassung der Ergebnisse der drei linearen schrittweisen Regressionen mit den objektiven Maßen als Prädiktoren und der Variable Allgemeine Komplexität oder dem Faktor Elemente oder dem Faktor Ordnung als Kriterium für die Stichproben Set 1, Set 2 und Set 4

	Stichprobe Set 1 (semant.) (Morris)	Stichprobe Set 2 (n. semant.) (Heal's)	Stichprobe Set 4 (semant.) (Novelty)
Allgemeine Komplexität	Entropie	TIFF, Canny	Perimeter, Canny
Faktor Elemente	RMS_α	Entropie	Canny, Entropie, TIFF
Faktor Ordnung	es konnte kein objektives Maß angepasst werden	JPEG	Entropie

Anmerkung. semant. = semantischer Inhalt; n. semant. = nicht semantischer Inhalt.

6. Diskussion

6.1. Zusammenhänge der Komplexitätsdimensionen, der Schönheit und des allgemeinen Komplexitätsbegriffs

Die aktuelle Studie hatte das Ziel die Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Komplexitätsmaßen zu ergründen, wenn ästhetische Muster als Stimuli verwendet wurden. Es wurde nicht nur ein allgemeiner Komplexitätsbegriff bewertet, sondern die Komplexität wurde anhand von fünf Komplexitätsdimensionen aufgespalten. Diese Vorgehensweise sollte zeigen, ob bestimmte Komplexitätsdimensionen anders mit den objektiven Maßen korrelierten, als wenn ein allgemeiner Komplexitätsbegriff bewertet wurde. Auch die Art der Beziehung zwischen einzelnen Komplexitätsdimensionen und der Schönheitsbewertung der Muster sollte untersucht werden. Für die Studie wurden vier Kollektionen von Mustern verwendet, zwei mit semantischem Inhalt (Set 1 (Morris), Set 4 (Novelty)) und zwei ohne semantischen Inhalt (Set 2 (Heal's), Set 3 (Jones)).

Die erste Hypothese *„Für die Dimensionen Anzahl und Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben erwarten wir einen linearen Zusammenhang mit Schönheitsbewertungen, für die Dimension Ordnung einen U-förmigen Zusammenhang und für die Dimension Symmetrie einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang.“* konnte nur zum Teil bestätigt werden. Es wurden Kurvenanpassungstests berechnet. Diese zeigten in der Stichprobe Set 2 keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Variable Schönheit, den Komplexitätsdimensionen oder der allgemeinen Komplexität. Die Stichprobe Set 1 zeigte am ehesten ähnliche Zusammenhänge, wie sie in der Studie von Nadal et al. (2010) beobachtet wurden. Die Variablen Vielfalt der Farben und Anzahl der Elemente zeigten signifikante lineare Zusammenhänge und entsprachen somit den Befunden Nadal et al.'s (2010). Optisch stellten sich die Zusammenhänge dieser Variablen bei Nadal et al. (2010) auch als linear dar, im Kurvenanpassungstest resultierte bei ihnen ein kubischer Zusammenhang. Der umgekehrt U-förmige Zusammenhang zwischen der Variable Ordnung und Schönheit in den Stichproben Set 1 und 2 standen den Ergebnissen von Nadal et al. (2010) entgegen, die hier einen U-förmigen Zusammenhang fanden. In ihrer Untersuchung wurden also Stimuli, die besonders ordentlich bzw. unordentlich waren, am meisten präferiert. In der aktuellen Untersuchung waren es Stimuli mit mittlerer Komplexität. Dies replizierte Berlyne (1971), der zu ähnlichen Ergebnissen kam.

Bei der Stichprobe Set 3 war auffallend, dass die Variablen Anzahl der Elemente und allgemeine Komplexität einen signifikanten inversen Zusammenhang mit Schönheit zeigten und in den Streudiagrammen ergab sich eine lineare Tendenz des Zusammenhangs. Diese Variablen zeigten also dieselbe Art von Zusammenhang. Diese Übereinstimmung könnte ein Beleg für die Bedeutung sein, welche die Variable Anzahl der Elemente für die allgemeine Komplexitätsbewertung hat. Auch Berlyne (1971) und Nadal et al. (2010) haben bereits darauf hingewiesen.

Abweichungen von Nadal et al.'s (2010) Ergebnissen gab es auch in der Stichprobe Set 4. Die Variablen Symmetrie und Ordnung zeigten einen signifikanten kubischen Zusammenhang. Bei Nadal et al. (2010) resultierte optisch ein umgekehrt U-förmiger Zusammenhang zwischen Symmetrie und Schönheit und ein U-förmiger Zusammenhang zwischen Ordnung und Schönheit. In den Kurvenanpassungstests ergaben sich bei Nadal et al. quadratische Funktionen.

Dass die Zusammenhänge der Muster zum Teil so unterschiedlich, von jenen von Nadal et al. (2010) waren, mag daran liegen, dass sich die Stimuli der beiden Untersuchungen sehr voneinander unterschieden. Nadal et al. (2010) verwendeten abstrakte und gegenständliche Gemälde sowie Umweltszenen, Fotos und Postkarten. Die Stimuli wurden für die Faktorenanalyse zusammengefasst, daher geben die Daten keine Auskunft über den Effekt des Stimulustyp auf die Zusammenhänge zwischen Komplexität und Schönheit. Hier wurden die Sets getrennt voneinander bewertet und es handelte sich nur um Muster, die an sich schon weniger semantischen Inhalt haben als Gemälde oder Umweltszenen.

Eine Erklärung für die teilweise übereinstimmenden linearen Zusammenhänge bzw. Zusammenhänge mit linearem Trend in den Stichproben Set 1 und 3 und der Untersuchung von Nadal et al. (2010) könnte in der Präsentation der Muster beim Experiment liegen. Die Stimuli von Set 2 und 4 enthielten häufig sich wiederholende Elemente, sodass man selbst auf einem Ausschnitt, wie er im Experiment zu sehen war, erkannte, dass es sich um Muster handelte und nicht um Bilder. Set 1 enthielt zwar ebenfalls Muster, aber diese wurden oft nur in Ausschnitten gezeigt, die einzelne, große Elemente enthielten, ohne viele Wiederholungen bzw. ein komplett symmetrisches Musterelement. Dadurch wirkten sie gemäldehafter und kamen in ihrer Präsentation am ehesten an Nadal et al.'s (2010) Gemäldestimuli heran. Diese gemäldehafte Wirkung könnte sich in den ähnlichen Zusammenhängen bei Nadal et al. (2010) und der aktuellen Studie widerspiegeln. Diese Art der Präsentation der Muster fand sich auch in Set 3 wieder, wenn auch in etwas geringerem Ausmaß. Aufgrund der Unterschiedlichkeit der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sets schien es auch so zu sein, dass die

Zusammenhänge vom semantischen Inhalt der Muster beeinflusst wurden. Die Ergebnisse von Nadal et al. (2010) konnten also für Muster nur teilweise repliziert werden.

Bei den Korrelationen der subjektiven Bewertungen konnte in allen Stichproben ein Befund von Berlyne (1971) repliziert werden, nämlich der, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen Komplexität und Erregung gibt. Das bedeutet, dass sich der Befund von Berlyne (1971) wonach ein komplexer Stimulus die Erregung erhöht, auch auf ästhetische Muster übertragen ließ.

In allen vier Stichproben konnte auch eine hohe Korrelation zwischen den Variablen Symmetrie und Ordnung nachgewiesen werden. Dies ließ sich dadurch erklären, dass diese beiden Variablen ähnliche Konstrukte maßen. Symmetrische Muster wirkten häufig ordentlich auf den Betrachter, bei unsymmetrischen Mustern ist das Gegenteil der Fall.

Was die Korrelationen zwischen der Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen anging, waren sie in allen vier Stichproben nicht signifikant und zum Teil recht schwach. Dies könnte bedeuten, dass bei ästhetischen Mustern, egal ob mit semantischem Inhalt oder ohne semantischen Inhalt, die Schönheit bei der Bewertung eine untergeordnete Rolle spielte. Wie bereits angesprochen, trafen die vier Kennzeichen der ästhetischen Erfahrung von Shusterman (1997) auch nicht auf ästhetische Muster zu. Ästhetische Muster werden nicht als Kunst klassifiziert, sondern sind Dekoration.

Die Wichtigkeit der Variable Anzahl der Elemente für die allgemeine Komplexitätsbewertung konnte in der aktuellen Untersuchung für alle vier Stichproben belegt werden. Der Befund von Nadal et al. (2010), nachdem der Variable Anzahl der Elemente bei der Komplexitätsbewertung Bedeutung zu kommt und sie den stärksten Prädiktor für die allgemeine Komplexitätseinschätzung darstellt, konnte also auch für ästhetische Muster repliziert werden.

In den Stichproben Set 2 und 4 war auffallend, dass die Variable Vielfalt der Farben keinen signifikanten Zusammenhang mit den anderen subjektiven Bewertungen zeigt. Dies könnte daran liegen, dass Set 2 und 4 eher gedecktere, weniger leuchtende Farben aufwiesen als die Sets 1 und 3. Diese Eigenschaft der Muster von Set 2 und 4 könnte die nicht signifikanten und zum Teil sehr niedrigen Zusammenhänge der Variable Vielfalt der Farben mit den anderen Variablen erklären. Die Variable Vielfalt der Farben schien für Mustern mit gedeckteren Farben eine geringere Bedeutung zu spielen, als für Muster mit leuchtenden Farben. Fechner (Fechner, 1876/1898b) spricht ebenfalls von der Eigenschaft der Helligkeit in Bezug auf Farben und verweist darauf, dass das Ausmaß der Helligkeit die Erregung beeinflussen kann. Dies müsste also für die aktuelle Studie bedeuten, dass weniger

leuchtende, gedecktere Farben, weniger Erregung hervorriefen. Für die Stichproben Set 2 und 4, jene Sets mit gedeckteren Farben, ließ sich dieser Befund bestätigen, denn auch die Korrelationen zwischen der Erregung und den subjektiven Bewertungen waren häufig eher schwach und, abgesehen von der Korrelation mit der Allgemeinen Komplexität, nicht signifikant.

Die Faktorenanalyse der fünf Komplexitätsdimensionen ergab ähnliche Ergebnisse wie in der Untersuchung von Nadal et al. (2010). Es resultierten für die Stichproben Set 1, 2 und 4 zwei Faktoren. Auf einen Faktor luden die Variablen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben. Auf den zweiten Faktor luden die Variablen Symmetrie und Ordnung. Für Set 3 konnte nur ein Faktor extrahiert werden. Auch bei Nadal et al. (2010) gab es einen Faktor, auf den die Variablen, welche sich mit den Elementen der Stimuli befassten, luden (z.B. Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben). Anders als in der aktuellen Studie lud die Variable Asymmetrie (in der aktuellen Studie „Symmetrie“) bei Nadal et al. (2010) nicht mit der Variable Unordnung (in der aktuellen Studie „Ordnung“) auf einen gemeinsamen Faktor, sondern alleine auf einen dritten. Da die Variablen Ordnung und Symmetrie bereits bei den subjektiven Komplexitätsbewertungen in allen vier Stichproben hohe signifikante Korrelationen miteinander zeigten, war es nicht verwunderlich, dass sie auch in der Faktorenanalyse auf einen gemeinsamen Faktor luden.

Was die erklärte Varianz betrifft, zeigte die Stichprobe Set 1 das beste Ergebnis mit insgesamt 95.14% aufgeklärter Varianz (Faktor Elemente: 57.40%; Faktor Ordnung: 37.74%). In den Stichproben Set 2 und 4 war es der Faktor Ordnung, welcher mehr Varianz erklärte (Set 2: Faktor Ordnung: 42.35%; Set 4: Faktor Ordnung: 43.71%). Der Faktor Elemente erklärte in den Stichproben Set 2 und 4 ca. 36% der Varianz. Die Ergebnisse aus der Stichprobe Set 1 kamen in diesem Zusammenhang Nadal et al.'s (2010) Befunden am nächsten. Auch bei Nadal et al. (2010) erklärte der Faktor Elemente (47.8% erklärte Varianz) mehr Varianz als der Faktor Ordnung (31.5% erklärte Varianz). Eine Erklärung, warum bei den Stichproben Set 2 und 4 der Faktor Ordnung mehr Varianz erklärte als der Faktor Elemente, könnte sein, dass es sich beim Stimulusmaterial der beiden Sets um Muster aus dem 20. Jahrhundert handelte, deren Elemente häufig in Reihen und Spalten präsentiert wurden, und deshalb die Variablen Ordnung und Symmetrie bei dieser Art von Mustern eine größere Rolle spielten, als bei den Mustern aus Set 1, die sich durch eine große Vielfalt und Anzahl der Elemente und eine breit gefächerte Farbigkeit auszeichneten. Die Muster in Set 1 waren zwar häufig symmetrisch, aber viel seltener in Reihen und Spalten angeordnet als die Muster von Set 2 und 4.

Die lineare schrittweise Regression mit den zwei Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren und der Variable Allgemeine Komplexität als Kriterium zeigte, dass in der aktuellen Studie der Faktor Elemente als besonders relevant für die Komplexitätsbewertung hervorstach. Der Faktor Elemente beinhaltete die Variablen Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben und Anzahl der Elemente. Der Faktor Ordnung schien zweitrangig zu sein. Er wurde in den Stichproben Set 1 und 2 aus der Regression ausgeschlossen und floss nur in der Stichprobe Set 4 in die Regressionsberechnung mit ein. Diese Ergebnisse deckten sich zum Teil mit jenen von Nadal et al. (2010). Auch in ihrer Untersuchung zeigte sich die Variable Anzahl der Elemente, welche in der aktuellen Untersuchung im Faktor Element enthalten ist, als besonders relevant für die allgemeine Komplexitätsbewertung.

Die Tatsache, dass in Set 4 der Faktor Ordnung aufgenommen wurde, könnte durch die Eigenschaften der Muster von Set 4 erklärt werden. Wie bereits bei der Diskussion der Faktorenanalyse erwähnt, handelte es sich bei Set 4 um Muster, die häufig in Reihen und Spalten angeordnet waren, also auf den Betrachter besonders ordentlich und symmetrisch wirkten.

6.2. Schönheitsbewertung von Mustern mit semantischem Inhalt

Die zweite Hypothese *„Muster mit semantischem Inhalt werden als schöner angesehen als abstrakte“* konnte nicht bestätigt werden. Nadal et al. (2010) fanden in ihrer Untersuchung, dass darstellende Kunst einen höheren Gefallen hervorrief als abstrakte. In der aktuellen Studie zeigte die einfaktorielle Varianzanalyse keinen Unterschied in der Schönheitsbewertung zwischen Sets mit semantischem Inhalt (Set 1 und 4) und Sets mit abstrakten Mustern (Set 2 und 3). Die Ergebnisse von Nadal et al. (2010) konnten also nicht auf ästhetische Muster übertragen werden. Es scheint, dass der semantische Inhalt bei Gemälden auf den Betrachter stärker einwirkte als dies bei ästhetischen Mustern der Fall war.

6.3. Unterschiedliche Zusammenhänge zwischen objektiven und subjektiven Komplexitätsmaßen

Die dritte Hypothese „*Die Bewertung der Komplexität anhand verschiedener Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Ordnung und Symmetrie) liefert einen unterschiedlichen Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen als der Zusammenhang basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff*“ konnte bestätigt werden. Die Korrelationen zwischen den objektiven Komplexitätsmaßen und den subjektiven Bewertungen zeigten unterschiedliche Ergebnisse, je nachdem, ob es sich bei der subjektiven Bewertung um den allgemeinen Komplexitätsbegriff oder eine Komplexitätsdimension handelte.

Die Variable Allgemeine Komplexität schnitt bei den Korrelationen mit den objektiven Maßen besonders gut ab. Es war häufig die Variable Allgemeine Komplexität, welche hoch und signifikant mit den meisten objektiven Maßen korrelierte. In allen Stichproben, außer in der Stichprobe Set 2, zeigte sich dieses Muster. In der ersten Stichprobe korrelierten die objektiven Maße JPEG, Entropie und RMS Kontrastmaß Mittelwert am höchsten mit der allgemeinen Komplexität. In der Stichprobe Set 2 schnitt das Maß Entropie am besten ab. Für Set 3 funktionierte das Maß JPEG sehr gut. Es zeigte die höchste Korrelation mit der allgemeinen Komplexität. Aber auch die objektiven Maße Perimeter, Canny, Entropie und RMS Kontrastmaß Mittelwert schnitten mit signifikanten Korrelationen von über .7 sehr gut ab. In der Stichprobe Set 4 zeigten die höchsten signifikanten positiven Zusammenhänge mit der allgemeinen Komplexität das Maß Perimeter und das RMS Kontrastmaß Mittelwert. Diese objektiven Maße bildeten für die Stichprobe Set 4 also den allgemeinen Komplexitätsbegriff am besten ab.

Unter den Komplexitätsdimensionen war es vor allem die Variable Anzahl der Elemente, welche gute Ergebnisse bei den Korrelationen mit den objektiven Maßen zeigte. Die subjektive Komplexitätsdimension Anzahl der Elemente bildete den Komplexitätsbegriff also in ähnlicher Weise ab wie die objektiven Maße. Für die Stichprobe Set 1 gab es signifikante positive Korrelationen zwischen der Anzahl der Elemente und JPEG, Entropie und den drei RMS Kontrastmaßen (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha). Für die Stichprobe Set 2 korrelierte die Anzahl der Elemente signifikant positiv mit den objektiven Maßen TIFF, Entropie und RMS Kontrastmaß Mittelwert. In der Stichprobe Set 3 zeigte die Anzahl der Elemente mit den meisten objektiven Maßen recht hohe, positive, signifikante

Korrelationen. Diese Komplexitätsdimension war für den allgemeinen Komplexitätsbegriff bei ästhetischen Mustern, mit und ohne semantischen Inhalt, also sehr relevant.

In den Stichproben Set 2 bis 4 zeigten die Komplexitätsdimensionen Symmetrie und Ordnung negative und, nur zum Teil, signifikante Korrelationen mit den meisten objektiven Maßen. Hierbei darf man aber nicht die umgekehrte Polung dieser Skalen außer Acht lassen. Die negative Korrelation bedeutete also, dass je asymmetrischer bzw. unordentlicher ein Muster subjektiv wahrgenommen wurde, desto größer war z.B. die Dateigröße bei JPEG, also desto komplexer wurde das Muster objektiv bewertet (Chikham, 2012).

Das objektive Maß Perimeter zeigte in allen Stichproben positive signifikante Korrelationen mit der Variable Allgemeine Komplexität. Bei den Stichproben Set 2 und 3, Sets mit abstrakten Mustern, deckten sich diese Ergebnisse mit einem Befund von Forsythe et al. (2008) für geometrische Formen. Dies traf auch auf eine andere Studie von Forsythe et al. (2011) zu, bei der die Stimuli, unter anderem, abstrakte Kunstwerke waren. Auch JPEG und GIF zeigten positive signifikante Korrelationen in den Stichproben Set 1, 3 und 4 mit der allgemeinen Komplexität. Bei der Stichprobe Set 4 entsprach auch dies einem Befund von Forsythe et al. (2008) und (2011), die ebenfalls positive signifikante Korrelationen zwischen der subjektiven Komplexitätsbewertung und den objektiven Maßen JPEG und GIF fanden, hier ebenfalls wieder für abstrakte Stimuli. Auch ein Befund von Chikham et al. (2012) deckte sich mit den Ergebnissen der Korrelation zwischen JPEG und der allgemeinen Komplexität. In Chikhams et al. (2012) Untersuchung schnitt JPEG ebenfalls gut ab. Bei den Stimuli handelte es sich um chinesische Schriftzeichen und Linienzeichnungen.

Die positiven signifikanten Korrelationen zwischen den RMS Kontrastmaßen Mittelwert und Alpha und der allgemeinen Komplexität in den Stichproben Set 1, 3 und 4 unterstützten einen Befund von Cavalcante et al. (2011). Sie fanden eine mittlere bis hohe Korrelation der RMS-Kontrastmaße. Bei den Stimuli handelte es sich um Photographien von Straßenzügen (sowohl bei Tag als auch bei Nacht). Auch Marin und Leder (2013) berichteten in ihrer Studie von signifikanten positiven Korrelationen der RMS-Kontrastmaße. Ihre Stimuli waren Bilder von Umweltszenen.

Das objektive Maß TIFF zeigte nur in der Stichprobe Set 4, einem Set mit semantischem Inhalt, eine signifikante positive Korrelation mit der allgemeinen Komplexität. Dieses Ergebnis replizierte Befunde aus der Studie von Marin und Leder (2013). Sie fanden eine signifikante positive Korrelation zwischen TIFF und der subjektiven Komplexitätsbewertung.

In der Stichprobe Set 2 schnitt JPEG eher schlecht ab. Es war sogar die einzige Stichprobe, in der dieses objektive Maß keine signifikante Korrelation mit der allgemeinen Komplexität zeigte. Betrachtet man die Muster von Set 2 könnte eine Erklärung darin liegen, dass viele Muster eine geringe Farbskala aufwiesen. Manche sind sogar nur zweifärbig. Darin könnte das Problem für JPEG gelegen haben, denn es zeigt gute Ergebnisse bei farbigen Bildern, funktioniert aber bei Bildern, in denen nur zwei Farben vorherrschen, weniger gut (Salomon, 1998). Auch Donderi und McFadden (2005) konnten dies in ihrer Untersuchung mit zweifärbigen Radarbildern bestätigen.

Betrachtete man die Korrelationen zwischen den objektiven Maßen und den subjektiven Bewertungen in der Stichprobe Set 3 stach hervor, dass es sehr viele signifikante Korrelationen gab. Dies galt vor allem für die Korrelationen mit den objektiven Maßen und den Variablen Allgemeine Komplexität, Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben. Das bedeutete, für die Stichprobe Set 3 galt, dass die objektiven Komplexitätsmaße die Komplexität der ästhetischen Muster dieses Sets in ähnlicher Weise vorhersagten, wie die subjektiven Bewertungen der allgemeinen Komplexität, der Anzahl der Elemente, der Vielfalt der Elemente und der Farben.

In der Stichprobe Set 4 war auffällig, dass das objektive Maß Canny negativ korrelierte, sowohl mit der Anzahl der Elemente als auch mit der Vielfalt der Elemente. Da diese Skalen aber keine umgekehrte Polung aufwiesen, musste eine andere Erklärung dafür gefunden werden. Dieses Ergebnis bedeutete also, dass die Muster objektiv und subjektiv gegenteilig bewertet wurden. Subjektiv als wenig komplex eingeschätzte Muster wurden von Canny objektiv als sehr komplex bewertet. Auch Marin und Leder (2013) fanden eine negative Korrelation zwischen Canny und der subjektiven Komplexitätsbewertung, wenn es sich bei den Stimuli um gegenständliche Gemälde handelte. Sie führten dieses Ergebnis darauf zurück, dass Canny selbst sichtbare Pinselstriche in die Bewertung mit einbezieht, auch wenn sie sich nur im Hintergrund einer Szene befinden. Betrachtete man die Stimuli aus Set 4 fiel auf, dass es sich zum Teil um Muster mit sehr feinen Linien, auch im Hintergrund, handelte, teilweise war sogar die Stoffstruktur zu erkennen. Die Erklärung von Marin und Leder (2013) könnte also auch auf die Muster aus Set 4 zutreffen. In der Stichprobe Set 4 zeigte auch die Variable Vielfalt der Farben negative Korrelationen mit den meisten objektiven Maßen, außer Perimeter und Entropie. Die Zusammenhänge waren recht schwach und nur für das RMS Kontrastmaß Standardabweichung signifikant. Eine Erklärung für die negativen Korrelationen könnte wieder in dem eingeschränkten Farbspektrum und den gedeckteren Farben zu finden sein. Die RMS Kontrastmaße z.B. funktionieren nach

Cavalcante et al. (2011) über Wechsel in der Helligkeit, da aber aufgrund der gedeckteren Farben diese Wechsel nicht sehr groß sind, könnte es sein, dass farbige Bilder zwar subjektiv als solche auch wahrgenommen wurden, objektiv aber der Kontrast zwischen Hell und Dunkel zu gering war.

Es stellte sich die Frage, welches objektive Maß sich für die Komplexitätsbewertung am besten eignete. Hier fanden sich Unterschiede bezüglich der einzelnen Stichproben.

Die Kombination der Ergebnissen der Korrelationen zwischen den subjektiven und objektiven Maßen und der Ergebnissen aus den Regressionen von Teil 5.11.1. bis 5.11.3., liefert ein umfassendes Bild. In der Stichprobe Set 1 schien sich das Maß Entropie am besten für die Vorhersage der Variable Allgemeine Komplexität zu eignen. Es zeigte eine hohe Korrelation mit der Variablen Allgemeine Komplexität und es konnte in der Regression die Variable Allgemeine Komplexität signifikant vorhersagen. Wenn es um den Faktor Elemente ging, in den die Variablen Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente und Vielfalt der Farben integriert waren, so war es das RMS Kontrastmaß Alpha, welches den Faktor Elemente am besten vorhersagte. Bei den Korrelationen zeigten die Variablen Vielfalt der Elemente, Anzahl der Elemente und Anzahl der Farben ebenfalls die höchsten signifikanten Korrelationen mit dem RMS Kontrastmaß Alpha. Bei der Regression mit dem Faktor Ordnung konnte kein objektives Maß angepasst werden und es zeigten sich auch keine signifikanten Korrelationen zwischen den Komplexitätsdimensionen Ordnung und Symmetrie und den objektiven Maßen. Der Grund, warum sich die objektiven Maße Entropie und RMS Kontrastmaß Alpha so gut für die Muster aus Set 1 eignen, könnte darin begründet liegen, dass es sich bei diesen Stimuli um sehr farbige Muster mit vielen Elementen handelte. Aufgrund dessen waren auch die Intensitätsunterschiede sehr groß. Sowohl das RMS Kontrastmaß Alpha als auch das Maß Entropie erfassen diese Variationen in der Bildintensität (Cavalcante et. al., 2011; Gonzalez, Woods & Eddins, (2003) zitiert nach Marin & Leder, 2013).

Das Maß Entropie schien sich generell gut für die objektive Komplexitätsbewertung der Muster aus der Stichprobe Set 2 zu eignen, denn es zeigte nicht nur den höchsten positiven signifikanten Zusammenhang mit der allgemeinen Komplexität, sondern auch die höchsten positiven signifikanten Zusammenhänge mit den Variablen Anzahl und Vielfalt der Elemente. JPEG fiel ebenfalls positiv auf, da es sowohl signifikante Korrelationen mit den Komplexitätsdimensionen Ordnung und Symmetrie aufwies, als auch in der Regression den Faktor Ordnung signifikant vorhersagen konnte.

Das Maß JPEG bildete die subjektive Komplexitätsbewertung in der Stichprobe Set 3 am besten ab. Alle Korrelationen mit den Komplexitätsdimensionen waren signifikant und JPEG zeigte auch die höchsten signifikanten positiven Korrelationen mit der allgemeinen Komplexität, sowie den Variablen Anzahl und Vielfalt der Elemente. Aber auch das Maß Entropie zeigte hier gute Ergebnisse.

Die objektiven Komplexitätsmaße JPEG und Entropie scheinen sich also besonders gut für ästhetische Muster ohne semantischen Inhalt, also abstrakte Muster, zu eignen. JPEG ist ein verlustbehaftetes Kompressionsmaß, das auf der Dateigröße des komprimierten Bildes basiert. Je komplexer das Bild, desto größer ist die Datei (Chikham et al., 2012). Das Maß Entropie erfasst die Unterschiedlichkeit der einzelnen Pixel eines Bildes (Gonzalez, Woods & Eddins, (2003) zitiert nach Marin & Leder, 2013). Eine Erklärung für das gute Funktionieren dieser beiden Komplexitätsmaße bei diesen abstrakten Sets, mag darin zu finden sein, dass die Muster der Stichprobe Set 2 und 3 zum Teil aus sehr kleinteiligen Elementen bestanden, die sowohl aus Sicht einer Versuchsperson, als auch durch JPEG und dem Maß Entropie als komplex eingestuft würden, da die Muster eine große Variation an Pixeln enthielten. Die großflächigen, eher einfachen Muster, die Set 2 und 3 auch enthielten, würden auf der anderen Seite, sowohl subjektiv als auch von den objektiven Maßen, als eher wenig komplex beurteilt werden.

In der Stichprobe Set 4, einem Set mit semantischem Inhalt, zeigten zwei Kantendetektionsalgorithmen, Canny und Perimeter Detektion, gute Ergebnisse bei den Korrelationen mit den subjektiven Komplexitätsbewertungen und den Regressionen aus Abschnitt 5.11.1 bis 5.11.3. Die Variable Allgemeine Komplexität wurde gut durch das Maß Perimeter vorhergesagt und korrelierte auch signifikant positiv mit diesem objektiven Maß. Auch das Maß Canny konnte die Variable Allgemeine Komplexität signifikant vorhersagen. Wurde die Komplexität über die Anzahl der Elemente definiert, schnitt Perimeter auch gut ab. Für Canny war die Korrelation mit der allgemeinen Komplexität negativ und nicht signifikant. In der linearen schrittweisen Regression mit dem Faktor Elemente konnte aber unter anderem Canny diesen Faktor vorhersagen. Allerdings zeigte dieses objektive Maß einen negativen Zusammenhang mit dem Faktor Elemente. Für Canny fand sich auch in den Korrelationen ein negativer signifikanter Zusammenhang mit der Anzahl der Elemente und der Vielfalt der Elemente. Da Canny die Muster objektiv in anderer Weise bewertet als es subjektiv durch eine Person der Fall ist, muss, wenn man Canny bei derartigen Mustern einsetzt, darauf Rücksicht genommen und richtig interpretiert werden. Das Maß Entropie sagte den Faktor Ordnung am besten vorher. Dieses Ergebnis bildete sich allerdings nicht in

den Korrelationen ab. Sie waren alle eher schwach und nicht signifikant. Kantendetektionsalgorithmen erfassen Intensitätsveränderungen an den Kanten eines Bildes (Forsythe et al., 2003). Canny eignet sich nach Forsythe et al. (2003) gut für zweifarbige Bilder. Hierin könnte eine Erklärung liegen, warum Canny bei den Mustern aus Set 4 gute Ergebnisse zeigte. Die Muster von Set 4 waren zum Teil zweifärbig und hatten ein eingeschränktes Farbspektrum. Nach Forsythe et al. (2003) erfasst Perimeter Detektion die Kanten eines Bildes, indem es schnelle Wechsel in der Intensität der Bildelemente wahrnimmt. Bei den Mustern von Set 4 waren die Kanten gut erkennbar. So wurden z.B. die Farben weiß und rot oder weiß und blau oft kombiniert. Ebenso waren häufig helle Elemente auf dunklem Hintergrund zu finden oder dunkle Elemente auf hellem Hintergrund. Dies könnte eine Erklärung sein, warum das Maß Perimeter die allgemeine Komplexität bei dieser Art von Muster gut vorhersagte.

6.4. Unterschiede in den Korrelationen zwischen Mustern mit semantischem Inhalt und abstrakten Mustern

Die vierte Hypothese *„Die Korrelationen zwischen subjektiver und objektiver Komplexität sind für nicht semantische, abstrakte Muster stärker als für Muster mit semantischem Inhalt“* konnte für die Stichprobe Set 3, einem Set ohne semantischen Inhalt, bestätigt werden. Es wurde angenommen, dass die Vertrautheit bei abstrakten Mustern geringer ist als bei Mustern mit semantischem Inhalt und deshalb die subjektive Komplexitätsbewertung höher mit den objektiven Komplexitätsmaßen korreliert als bei Mustern mit semantischem Inhalt (vgl. Forsythe et al., 2008). Die Stichprobe Set 3 war jene Stichprobe mit den meisten signifikanten und höchsten Korrelationen zwischen den subjektiven Komplexitätsbewertungen und den objektiven Maßen. Das bedeutet, die Befunde von Forsythe et al. (2008), wonach die höchsten Korrelationen zwischen objektiven Komplexitätsmaßen und subjektiven Komplexitätsbewertungen bei geometrischen, aber sinnlosen Formen auftraten, konnten für die Stichprobe Set 3 repliziert werden. Für die Stichprobe Set 2, die ebenfalls abstrakte Muster enthielt, konnte die Hypothese nicht bestätigt werden. Eine Erklärung hierfür könnte in der Art der Muster zu finden sein, die für Set 2 verwendet wurden. Die Muster wiesen, wie schon erwähnt, gedecktere Farben auf als Set 3. Die objektiven Maße korrelierten bei der Stichprobe Set 2 nur mit einigen subjektiven Bewertungen signifikant positiv. Auffallend war, dass die Variable Vielfalt der Farben häufig

negativ und nicht signifikant mit den objektiven Maßen korrelierte. Es könnte sein, dass aufgrund der Art des Musters die objektiven Maße schwerer angepasst werden konnten. Die Kompressionsmaße JPEG, GIF und TIFF zeigten nur wenige signifikante Zusammenhänge und für JPEG konnte nachgewiesen werden, dass es besonders gut bei farbigen Bildern funktioniert (Chikham et al., 2012; Donderi & McFadden, 2005; Salomon, 1998). In Set 2 waren die Muster aber wenig farbig. Auch die RMS Kontrastmaße zeigten überwiegend keine signifikanten Zusammenhänge mit den subjektiven Bewertungen. Sie registrieren, nach Cavalcante et al. (2011), extreme Wechsel in der Helligkeit und weisen diesen Bereichen hohe Werte zu. Bei einem Set mit Mustern, die vor allem gedeckte Farben enthielten, waren diese Wechsel in der Helligkeit aber scheinbar nicht so deutlich, wie z.B. in Set 3, das leuchtende Farben aufwies. Das gleiche galt für die Kantendetektionsmaße Canny und Perimeter. Sie erfassen Intensitätsveränderungen an den Kanten eines Bildes (Forsythe et al., 2003). Die geringen Zusammenhänge zwischen subjektiven und objektiven Komplexitätsmaßen, bei der Stichprobe Set 2, schienen also in der Farbigkeit der Muster begründet zu liegen. Muster mit gedeckten Farben zeigten geringere Zusammenhänge mit objektiven Komplexitätsmaßen als Muster mit leuchtenden Farben, auch wenn sie, wie Set 2, keinen semantischen Inhalt aufwiesen.

7. Kritik und Ausblick

Die Diplomandin hatte im Februar 2013, kurz nach Erhalt des Diplomarbeitsthemas, die Gelegenheit im Museum für angewandte Kunst die Muster von William Morris in Natura zu bewundern. Sie wurden auf großen Rollen präsentiert oder, bereits verarbeitet, als Stoffe für Stühle und Sofas. Damals fiel es ihr nicht auf, doch mit dem Ergebnis der aktuellen Studie konfrontiert, kam ihr der Gedanke, dass die Muster aus Set 1 (William Morris) etwas hervorstechen, da sie zum Teil sehr großflächige Elemente ohne viele Wiederholungen enthalten und deshalb vielleicht die am wenigsten musterhaften Stimuli sind. Einige Muster aus Set 1 wirken beinahe wie ein Gemälde. Im Museum waren größere Teile der Muster zu erkennen, man sah die sich wiederholenden Elemente. Die Muster wirkten aber im Museum deshalb auch weniger eindrucklich als in der digitalisierten Form, die Farben weniger leuchtend und die Muster traten in den Hintergrund. Die Muster zusätzlich auf Gebrauchsmöbeln zu sehen, verstärkte diesen Eindruck. Auch machte es einen Unterschied, ob die Muster auf Wolle oder Baumwolle gedruckt waren. Auf einem Wollstoff bekamen sie mehr Struktur, auf Baumwolle wirkten sie flacher. Die Frage ist, ob Set 1 mit größeren Ausschnitten der Muster andere Ergebnisse erbracht hätte. Um eine Antwort zu finden, müsste vielleicht eine Untersuchung im Museum stattfinden (allerdings müsste man dazu nach London fahren, da es die Ausstellung in Wien nicht mehr gibt). Auch bei Set 3 könnte eine großflächigere Präsentation der Muster vorteilhaft sein, denn es enthält ebenfalls teilweise Muster, die wenige oder gar keine Wiederholungen aufweisen. Das gleiche gilt aber, in geringerem Ausmaß, auch für Set 2 und 4. Diese Sets beinhalten ebenfalls einzelne Stimuli, die erst in einer großflächigeren Präsentation als Muster eindeutig erkennbar wären. In Zukunft sollte vielleicht bei Studien mit Mustern als Stimuli darauf geachtet werden, dass die Muster als solche erkennbar sind. D.h. man sollte Muster wählen, die Wiederholungen der Elemente aufweisen etc. oder sie großflächiger präsentieren.

Marin und Leder (2013) wiesen darauf hin, dass auch das Geschlecht der Probanden bei Studien der empirischen Ästhetik einbezogen werden sollte. Sie fanden Geschlechtsunterschiede, wenn es um die Bewertung von gegenständlichen Gemälden ging. Vertrautheit korrelierte bei den weiblichen Probanden stärker mit Erregung, angenehmen Empfindungen und Komplexität, als bei den männlichen. Die aktuelle Studie nimmt auf das Geschlecht der Probanden keine Rücksicht. Es wurde eine Gesamtstichprobe ausgewertet. Man könnte die aktuelle Studie aber auch getrennt nach den Geschlechtern der

Versuchspersonen durchführen, sie also um die Variable Geschlecht erweitern und auf Geschlechtsunterschiede bei der Stimulusbewertung untersuchen.

Zwei Komplexitätsdimensionen (dreidimensionale Erscheinung und Unverständlichkeit der Elemente) von Nadal et al. (2010) sind in der aktuellen Studie nicht verwendet worden, da die ausgewählten Stimuli die notwendigen Eigenschaften nicht enthielten. Die Studie könnte um diese zwei Komplexitätsdimensionen ergänzt werden und mit Stimuli, die den Einsatz dieser Dimensionen rechtfertigen, wiederholt werden. Dies könnte aufzeigen, ob die Aufnahme dieser beiden Dimensionen z.B. etwas an der Faktorenstruktur ändert (in der aktuellen Studie resultierten zwei Faktoren, in Nadal et al.'s (2010) Studie waren es drei Faktoren) und vielleicht zu anderen Ergebnissen führt.

Die aktuelle Studie zeichnet sich durch die hohe Qualität der Stimuli aus. Dadurch, dass die digitalisierten Muster aus dem Victoria and Albert Museum bereits eine Vorauswahl von Experten darstellten und wegen des durchgehend gleichen Formats nicht bearbeitet werden mussten, wurde die Repräsentativität erhöht. Die V & A Patterns könnten deshalb auch für die zukünftige Forschung relevant sein. Es gibt Muster aus verschiedenen Jahrzehnten und Jahrhunderten, aus unterschiedlichen Kulturen (z.B. Indien), mit und ohne semantischen Inhalt. Die Möglichkeiten sind also vielfältig.

8. Literaturverzeichnis

Allesch, C. G. (2006). *Einführung in die psychologische Ästhetik*. Wien, Österreich: WUV.

Augustin, M. D., Leder, H., Hutzler, F., & Carbon, C. C. (2008). Style follows content: On the microgenesis of art perception. *Acta Psychologica*, 128, 127-138.
doi:10.1016/j.actpsy.2007.11.006

Berlyne, D. E. (1963). Complexity and incongruity variables as determinants of exploratory choice and evaluative ratings. *Canadian Journal of Psychology*, 17(3), 274-290.

Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception & Psychophysics*, 8 (5A), 279-286.

Berlyne, D. E. (1971). *Aesthetics and psychobiology*. New York, New York: Appleton-Century-Crofts.

Berlyne, D. E., Ogilvie, J. C., & Parham, L. C. C. (1968). The dimensionality of visual complexity, interestingness, and pleasingness. *Canadian Journal of Psychology*, 22(5), 376-387.

Birkhoff, G. D. (1933). *Aesthetic measure*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Bonin, P., Peereman, R., Malardier, N., Méot, A., & Chalard, M. (2003). A new set of 299 pictures for psycholinguistic studies: French norms for name agreement, image agreement, conceptual familiarity, visual complexity, image variability, age of acquisition, and naming latencies. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(1), 158-167.

Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Heidelberg, Deutschland: Springer Medizin Verlag.

Brieber, D., Nadal, M., Leder, H., & Rosenberg, R. (2014). Art in time and space: Context modulates the relation between art experience and viewing time. *PLoS ONE*, 9(6), 1-8.
doi:10.1371/journal.pone.0099019

Cavalcante, A., Mansouri, A., Mansouri, L. K. E., Barros, A. K., Takeuchi, Y., Matsumoto, N., & Ohinishi, N. (2011). On the relation between contrast and the prediction of visual complexity. The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (December, 2011). http://jnns.org/conference/misc/camera_ready/P2-22.pdf

Chikhman, V., Bondarko, V., Danilova, M., Goluzina, A., & Shelepin, Y. (2012). Complexity of images: experimental and computational estimates compared. *Perception*, 41, 631-647.
doi:10.1068/p6987

Chipman, S. F. (1977). Complexity and structure in visual patterns. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106(3), 269-301.

Chipman, S. F., & Mendelson, M. J. (1979). Influence of six types of visual structure on complexity judgments in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(2), 365-378.

Cycowicz, Y. M., Friedman, D., Rothstein, M. & Snodgrass, J. (1997). Picture naming by young children: Norms for name agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 171-237.

Day, H. (1967). Evaluations of subjective complexity, pleasingness and interestingness for a series of random polygons varying in complexity. *Perception & Psychophysics*, 2(7), 281-286.

Day, H. (1968). The importance of symmetry and complexity in the evaluation of complexity, interest and pleasingness. *Psychonomic Science*, 10(10), 339-340.

Dickie, G. (1962). Is psychology relevant to aesthetics?. *The Philosophical Review*, 71(3), 285-302.

Donderi, D. C. (2006). An information theory analysis of visual complexity and dissimilarity. *Perception*, 35, 823-835. doi:10.1068/p5249

Donderi, D. C., & McFadden, S. (2005). Compressed file length predicts search time and errors on visual displays. *Displays*, 26, 71-78. doi:10.1016/j.displa.2005.02.002

Eysenck, H. J. (1942). The experimental study of the 'good gestalt' - a new approach. *Psychological Review*, 49(4), 344-364. doi:10.1037/h0057013

Fechner, G. T. (1898a). *Vorschule der Aesthetik* (Erster Teil, 2. Aufl.). Leipzig, Deutschland: Breitkopf & Härtel. (Originalwerk veröffentlicht 1876)

Fechner, G. T. (1898b). *Vorschule der Aesthetik* (Zweiter Teil, 2. Aufl.). Leipzig, Deutschland: Breitkopf & Härtel. (Originalwerk veröffentlicht 1876)

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rdEd.). London, England: Sage.

Forsythe, A., Mulhern, G., & Sawey, M. (2008). Confounds in pictorial sets: The role of complexity and familiarity in basic-level picture processing. *Behavior Research Methods*, 40(1), 116-129. doi:10.3758/BRM.40.1.116

Forsythe, A., Nadal, M., Sheehy, N., Cela-Conde, C. J., & Sawey, M. (2011). Predicting beauty: Fractal dimension and visual complexity in art. *British Journal of Psychology*, 102, 49-70. doi:10.1348/000712610X4989958

Forsythe, A., Sheehy, N., & Sawey, M. (2003). Measuring icon complexity: An automated analysis. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(2), 334-342.

Fröhlich, W. D. (2005). *Wörterbuch Psychologie* (25. Aufl.). München, Deutschland: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Gartus, A. & Leder, H. (2013). The small step toward asymmetry: Aesthetic judgment of broken symmetries. *i-Perception*, 4, 352-355. doi:10.1068/i0588sas

- Gerger, G., Leder, H., & Kremer, A. (2014). Context effects on emotional and aesthetic evaluations of artworks and IAPS pictures. *Acta Psychologica*, 151, 174-183.
doi:10.1016/j.actpsy.2014.06.008
- Ichikawa, S. (1985). Quantitative and structural factors in the judgment of pattern complexity. *Perception & Psychophysics*, 38(2), 101-109.
- Ishihara, S. (1917). *Test for Colour-Blindness*. Tokyo, Japan: Hongo Harukicho.
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (o.J.). Advances in experimental aesthetics: An analysis of evaluative aesthetic and descriptive symmetry judgment processes using event-related brain potentials. Abgerufen von: <http://www.uni-leipzig.de/~psycho/fechner/generalinfo/PDFs/TJacobsen.pdf>
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (2002). Aesthetic judgments of novel graphic patterns: Analyses of individual judgments. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 755-766.
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (2003). Descriptive and evaluative judgment processes: Behavioral and electrophysiological indices of processing symmetry and aesthetics. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 289-299.
- Julesz, B. (1971). *Foundations of cyclopean perception*. Chicago, Illinois: The University of Chicago Press.
- Katz, B. F. (2002). What makes a polygon pleasing?. *Empirical Studies of the Arts*, 20(1), 1-19.
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, 95, 489-508.
- Leder, H., & Nadal, M. (2014). Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments: The aesthetic episode – developments and challenges in empirical aesthetics. *British Journal of Psychology*, 105, 443-464. doi:10.1111/bjop.12084

Leder, H., Ring, A. & Dressler, S. G. (2013). See me, feel me! Aesthetic evaluations of art portraits. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 7(4), 358-369.

doi:10.1037/a0033311

Lindell, A. K., & Mueller, J. (2011). Can science account for taste? Psychological insights into art appreciation. *Journal of Cognitive Psychology*, 23(4), 453-475.

doi:10.1080/20445911.2011.539556

Marin, M., & Leder, H. (2013). Examining complexity across domains: Relating subjective and objective measures of affective environmental scenes, paintings and music. *PLOS ONE*, 8(8), 1-35. doi:10.1371/journal.pone.0072412

Martindale, C., Moore, K., & Borkum, J. (1990). Aesthetic preference: Anomalous findings for Berlyne's psychobiological theory. *The American Journal of Psychology*, 103(1), 53-80.

McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30-46.

Menard, S. (1995). *Applied logistic regression analysis*. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-106. Thousand Oaks, Kalifornien: Sage.

Messinger, S. M. (1998). Pleasure and complexity: Berlyne revisited. *The Journal of Psychology*, 132(5), 558-560.

Nadal, M. (2007). *Complexity and aesthetic preference for diverse visual stimuli* (Nicht veröffentlichte Dissertation). Universitat de les Illes Balears, Spanien.

Nadal, M., Munar, E., Marty, G., & Cela-Conde, C. J. (2010). Visual complexity and beauty appreciation: Explaining the divergence of results. *Empirical Studies of the Arts*, 28(2), 173-191. doi:10.2190/EM.28.2.d

Nicki, R. M., & Moss, V. (1975). Preference for non-representational art as a function of various measures of complexity. *Canadian Journal of Psychology*, 29(3), 237-249.

Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62-66.

Pinel, J. P. J. (2007). *Biopsychologie* (6. Aufl.). München, Deutschland: Pearson Studium

Preacher, K. J., & MacCallum, R. C. (2002). Exploratory factor analysis in behaviour genetics research: Factor recovery with small sample sizes. *Behavior Genetics*, 32(2), 153-161.

Ramachandran, V. S., & Hirstein, W. (1999). The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15-35.

Rossion, B., & Pourtois, G. (2004). Revisiting Snodgrass and Vanderwart's object pictorial set: The role of surface detail in basic-level object recognition. *Perception*, 33, 217-236.
doi:10.1068/p5117

Saklofske, D. H. (1975). Visual aesthetic complexity, attractiveness and diversive exploration. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 813-814.

Salomon, D. (1998). *Data compression: The complete reference*. New York, New York: Springer-Verlag.

Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428.

Shusterman, R. (1997). The end of aesthetic experience. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 55, 29-41.

Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: Norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6(2), 174-215.

Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P., & Eid, M. (1997). Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Göttingen, Deutschland: Hogrefe.

Tinio, P.P.L., & Leder, H. (2009). Just how stable are aesthetic features? Symmetry, complexity, and the jaws of massive familiarization. *Acta Psychologica*, 130, 241-250. doi:10.1016/j.actpsy.2009.01.001

V & A Pattern: William Morris. (2009). London, England: V & A Publishing.

V & A Pattern: Novelty Patterns. (2010). London, England: V & A Publishing.

V & A Pattern: Owen Jones. (2010). London, England: V & A Publishing.

V & A Pattern: Heal's. (2012). London, England: V & A Publishing.

Wundt, W. (1874). *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. Leipzig, Deutschland: Engelmann.

Zajonc, R. B. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35(2), 151-175.

9. Anhang

9.1. Abbildungen

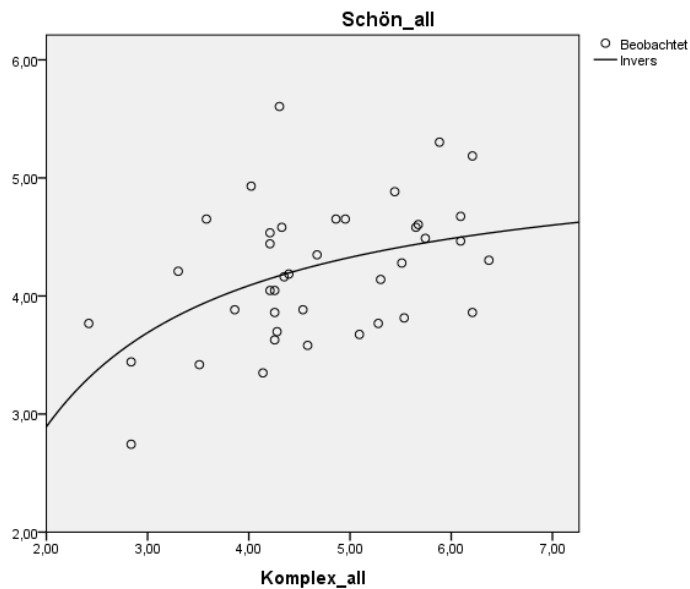


Abbildung 9. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 1 (Morris).

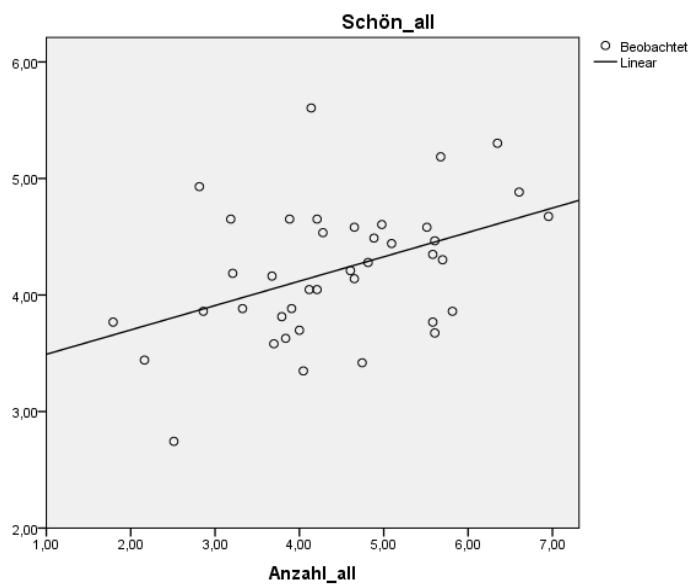


Abbildung 10. Signifikanter linearer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 1 (Morris).

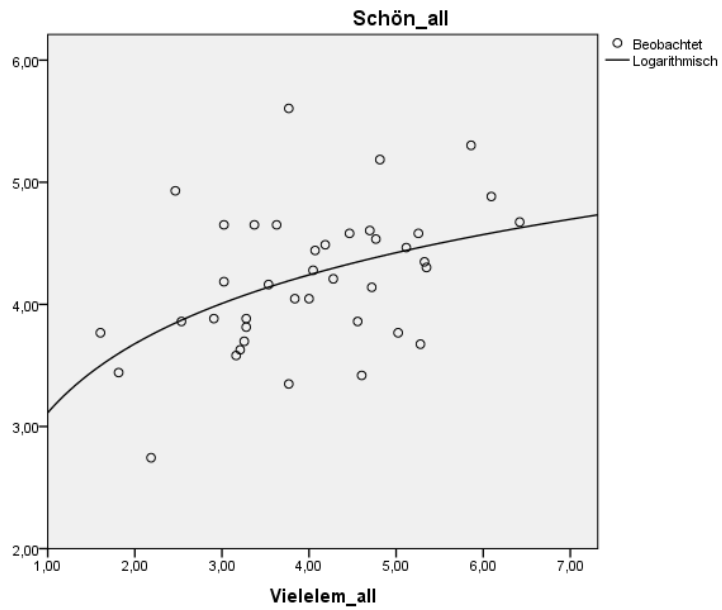


Abbildung 11. Signifikanter logarithmischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 1 (Morris).

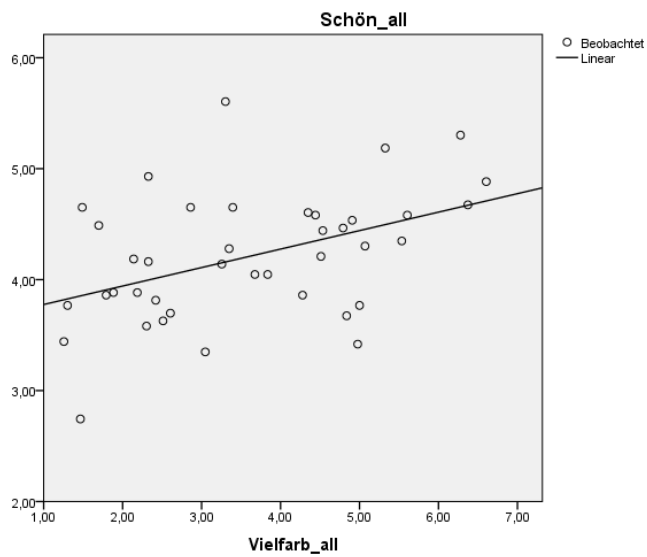


Abbildung 12. Signifikanter linearer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 1 (Morris).

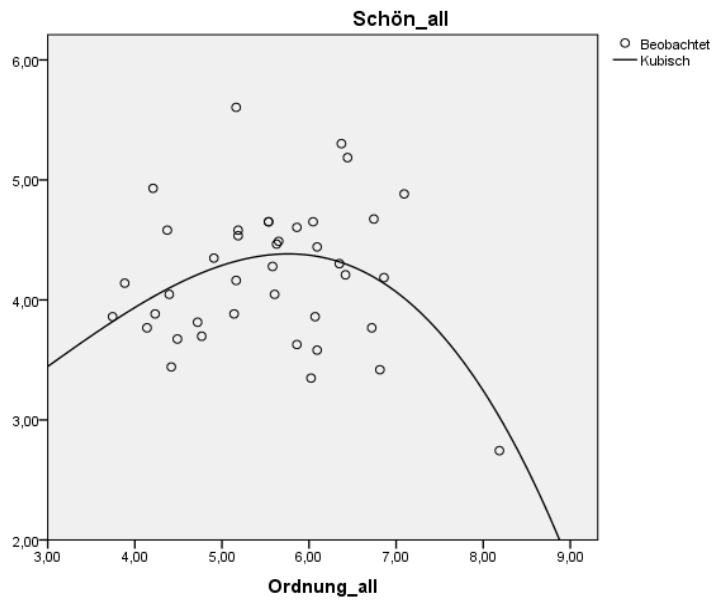


Abbildung 13. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 1 (Morris).

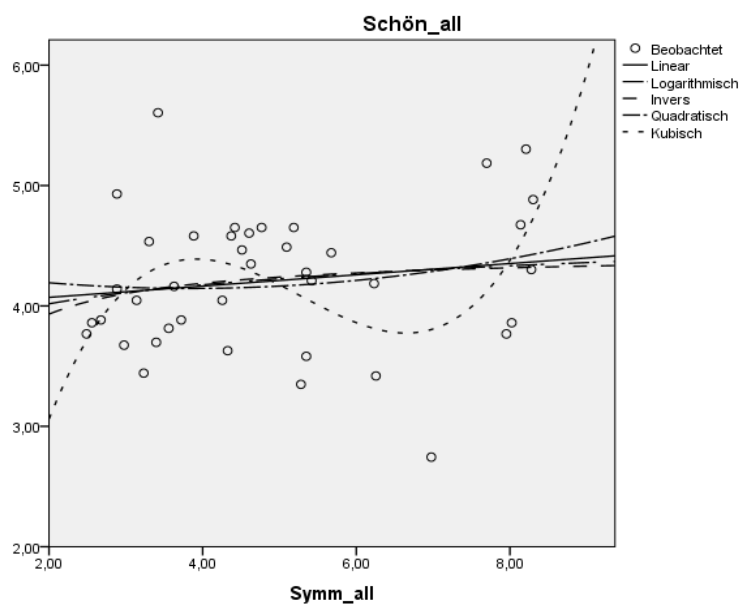


Abbildung 14. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 1 (Morris).

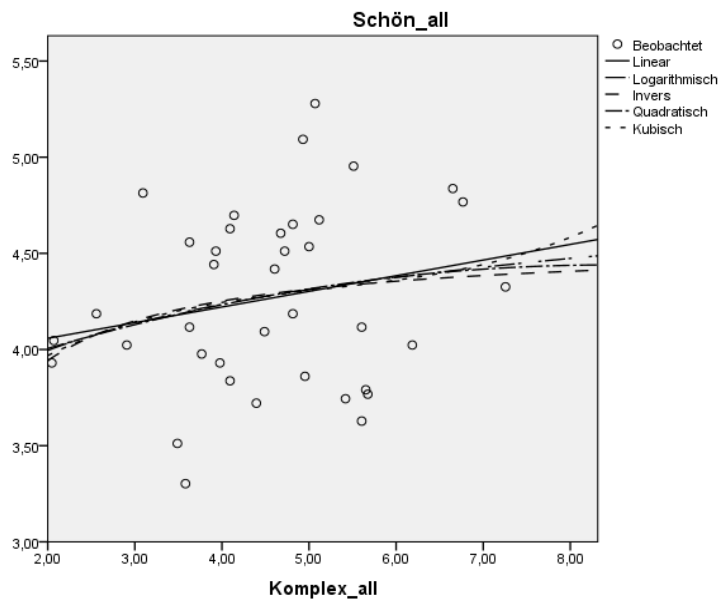


Abbildung 15. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 2 (Heal's).

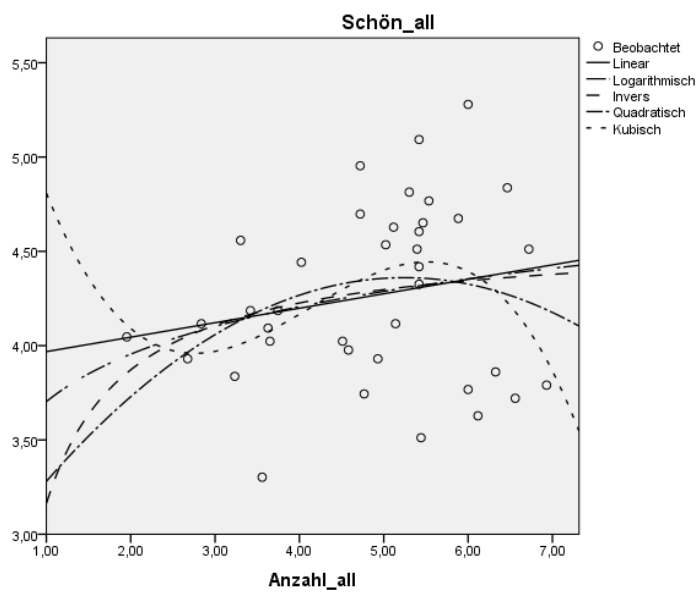


Abbildung 16. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 2 (Heal's).

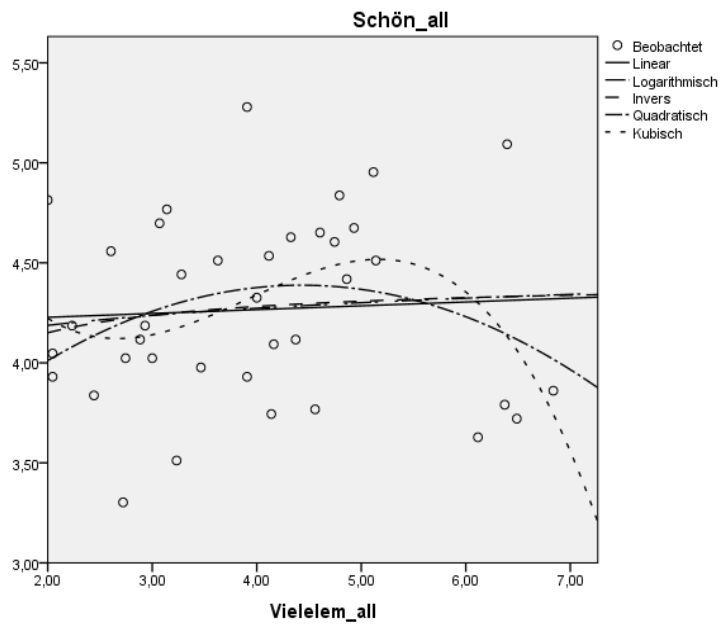


Abbildung 17. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 2 (Heal's).

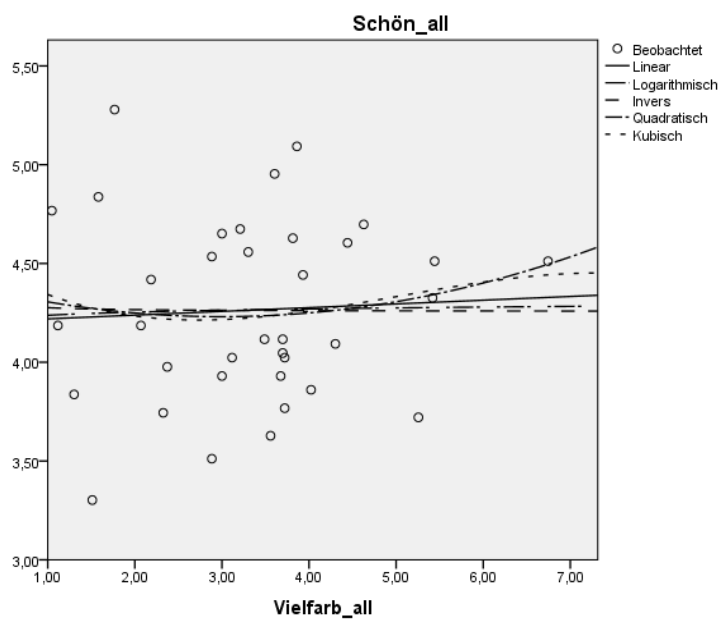


Abbildung 18. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 2 (Heal's).

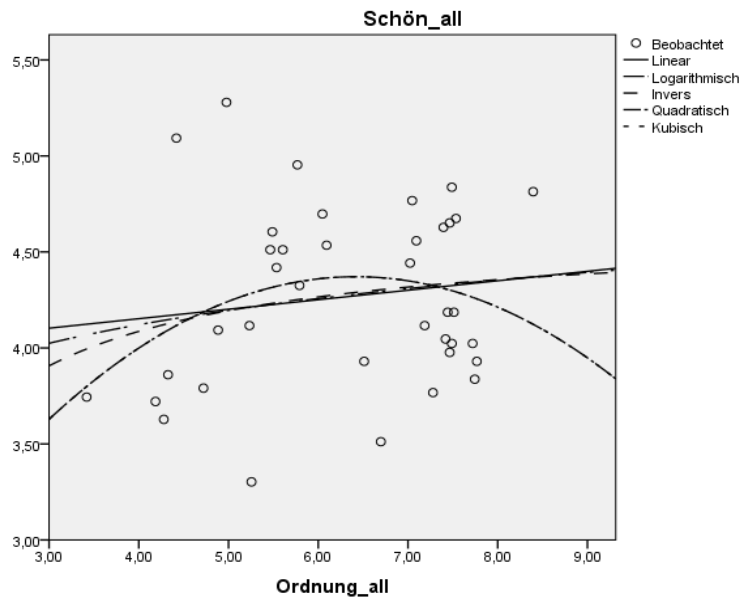


Abbildung 19. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 2 (Heal's).

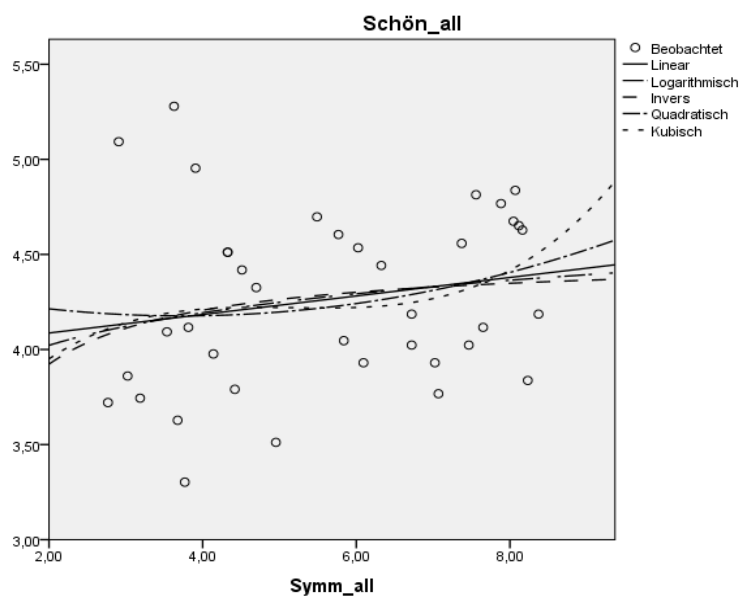


Abbildung 20. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 2 (Heal's).

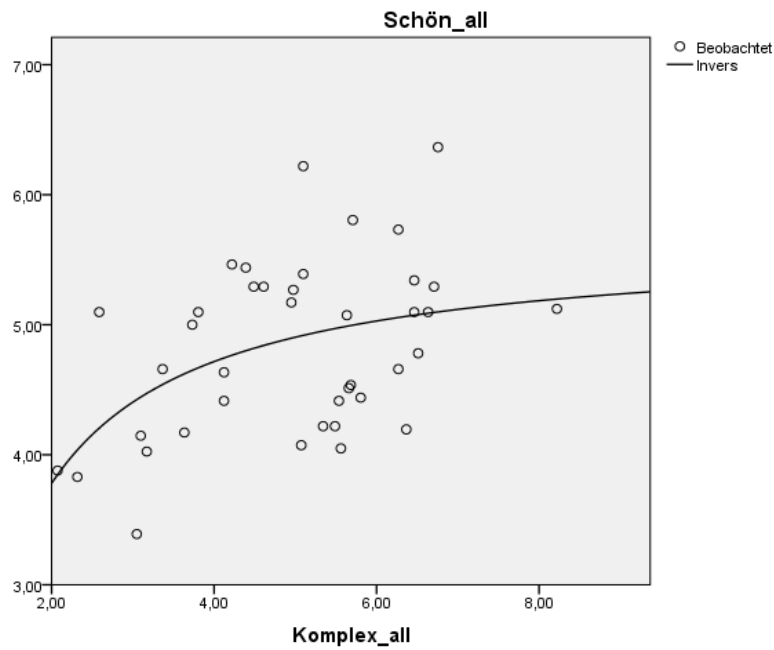


Abbildung 21. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 3 (Jones).

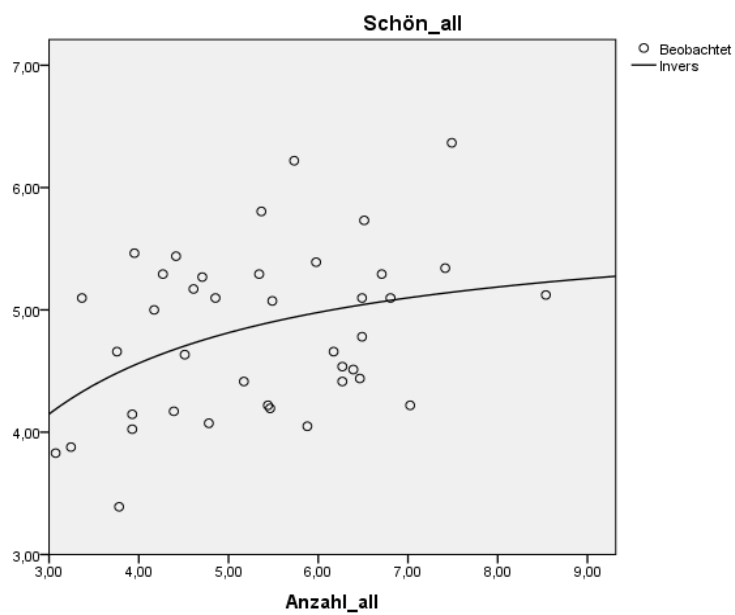


Abbildung 22. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 3 (Jones).

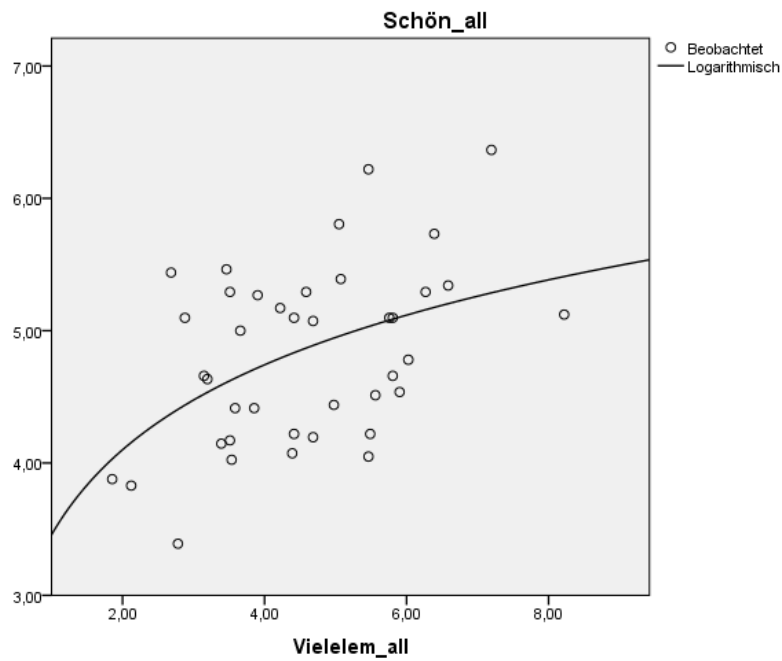


Abbildung 23. Signifikanter logarithmischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 3 (Jones).

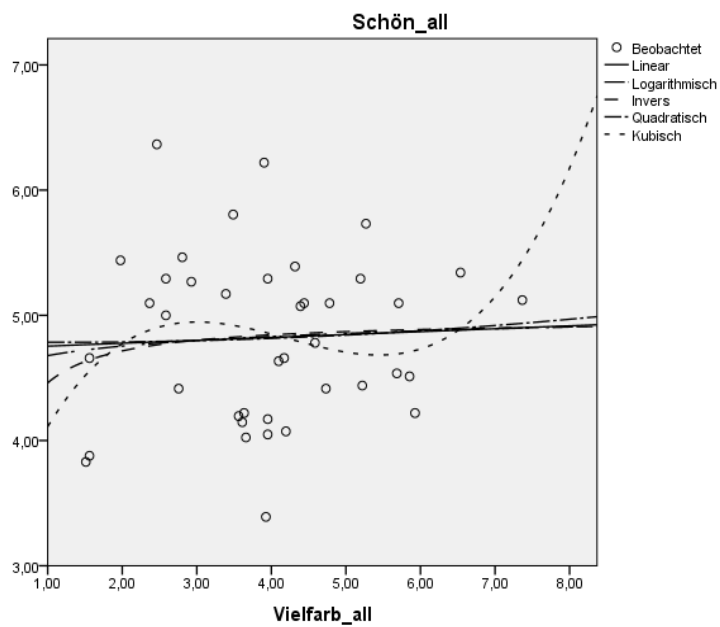


Abbildung 24. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 3 (Jones).

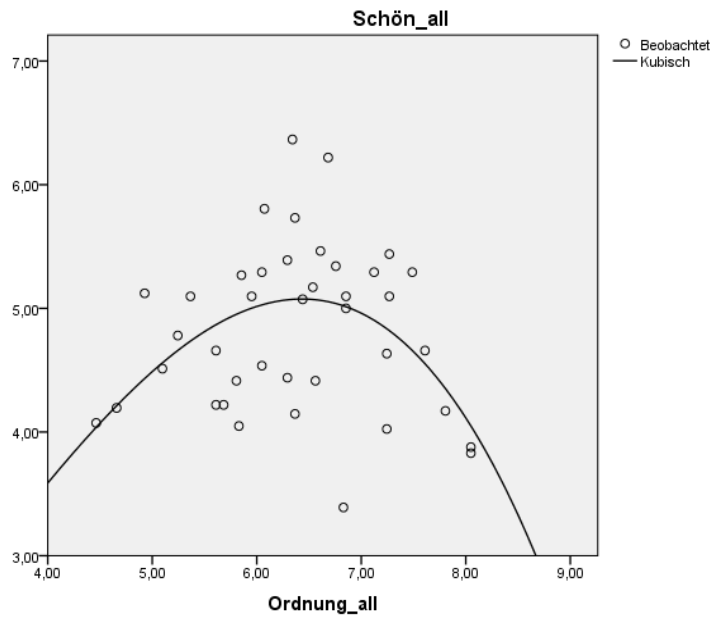


Abbildung 25. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung: der Stichprobe Set 3 (Jones).

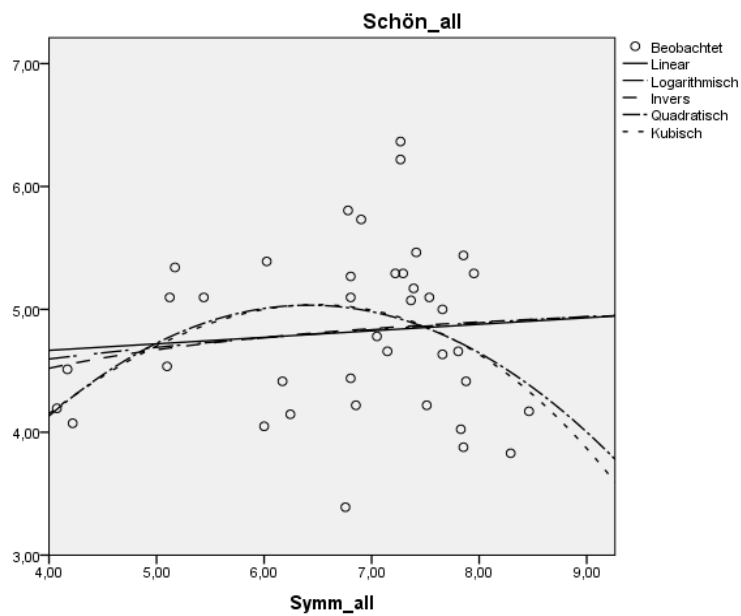


Abbildung 26. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 3 (Jones).

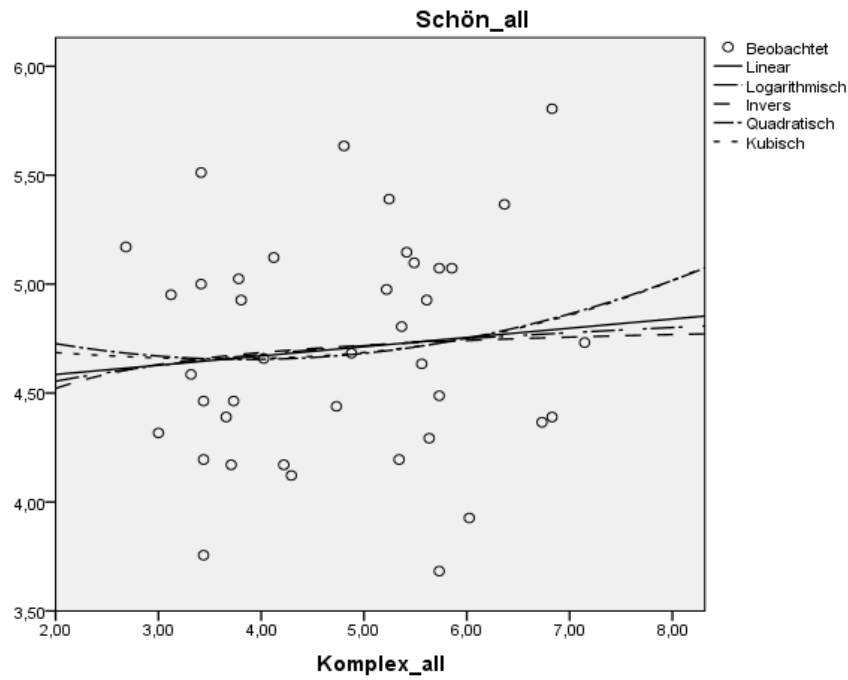


Abbildung 27. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 4 (Novelty).

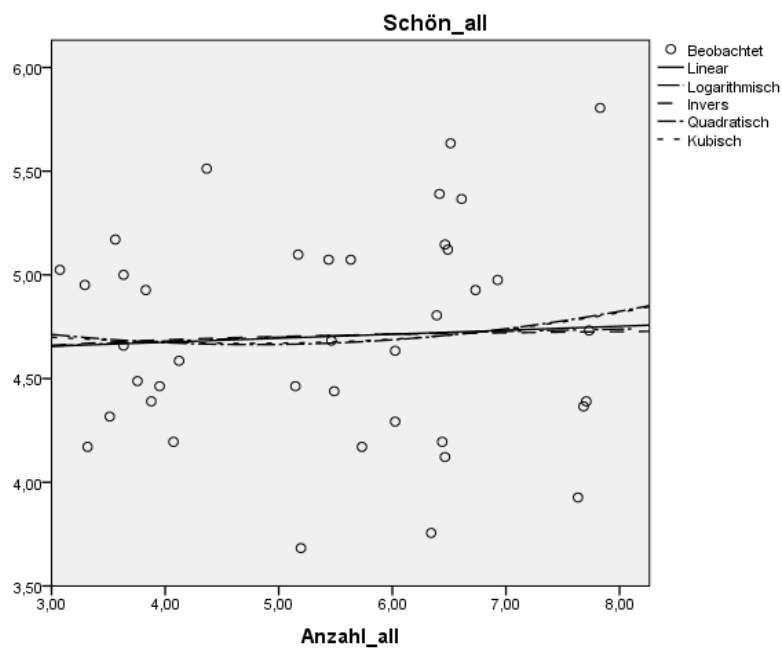


Abbildung 28. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 4 (Novelty).

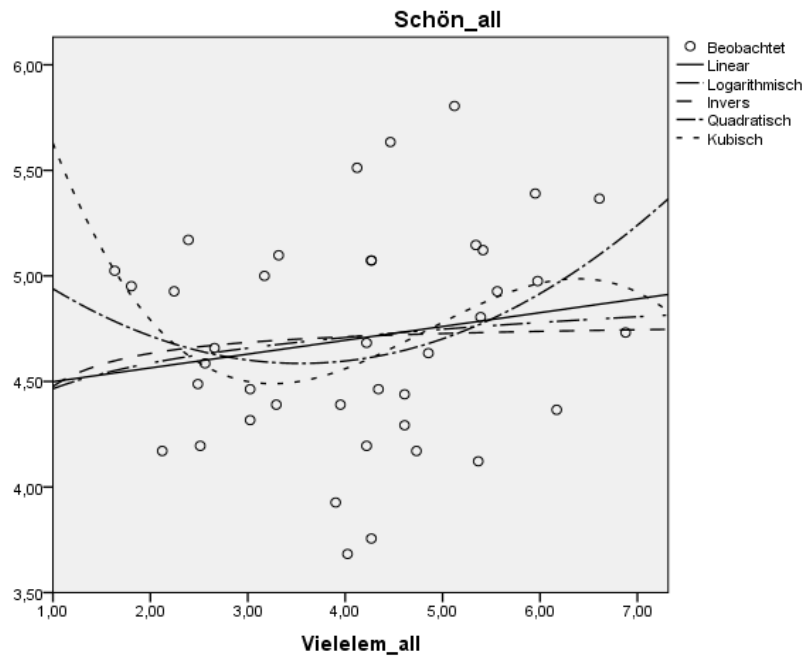


Abbildung 29. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 4 (Novelty).

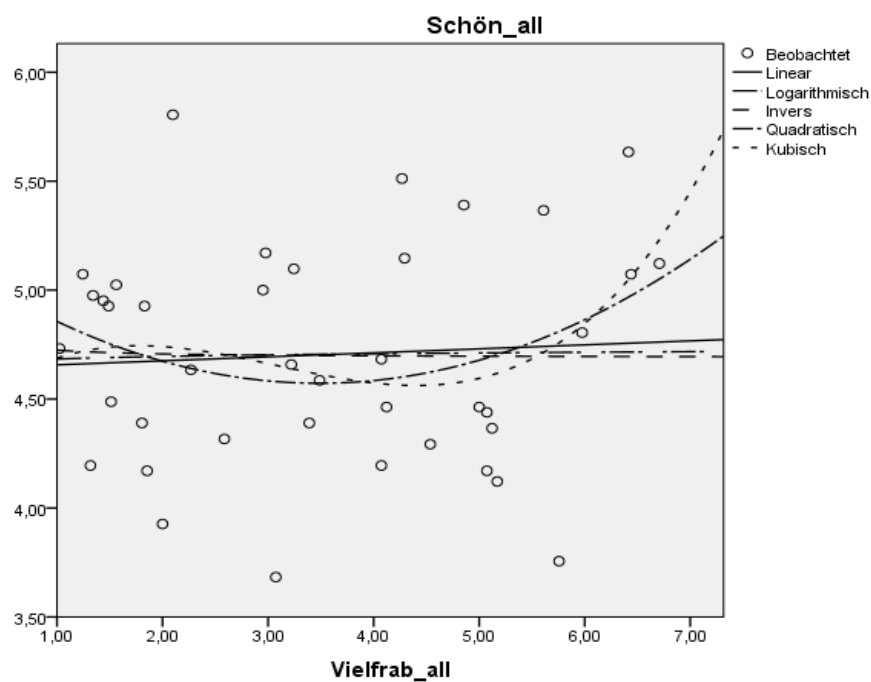


Abbildung 30. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 4 (Novelty).

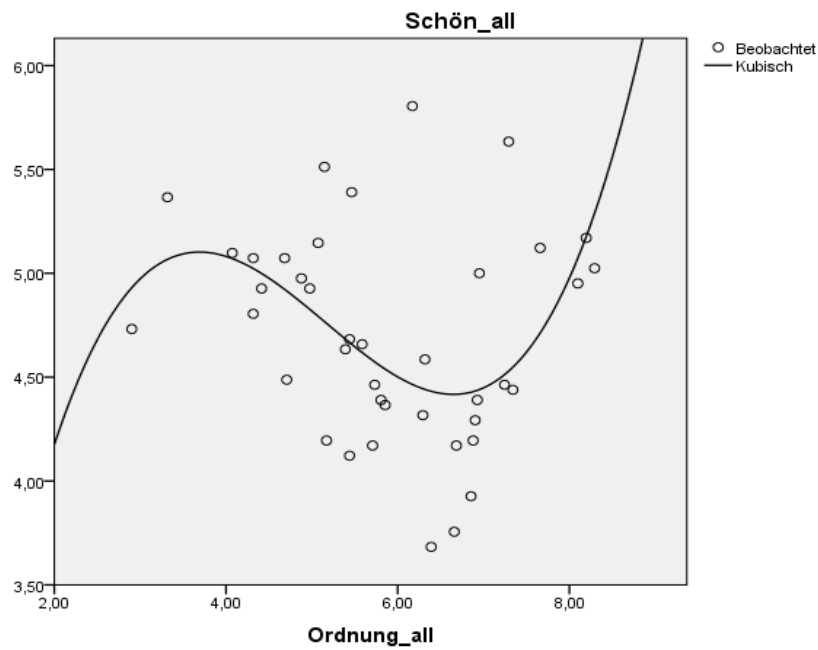


Abbildung 31. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 4 (Novelty).

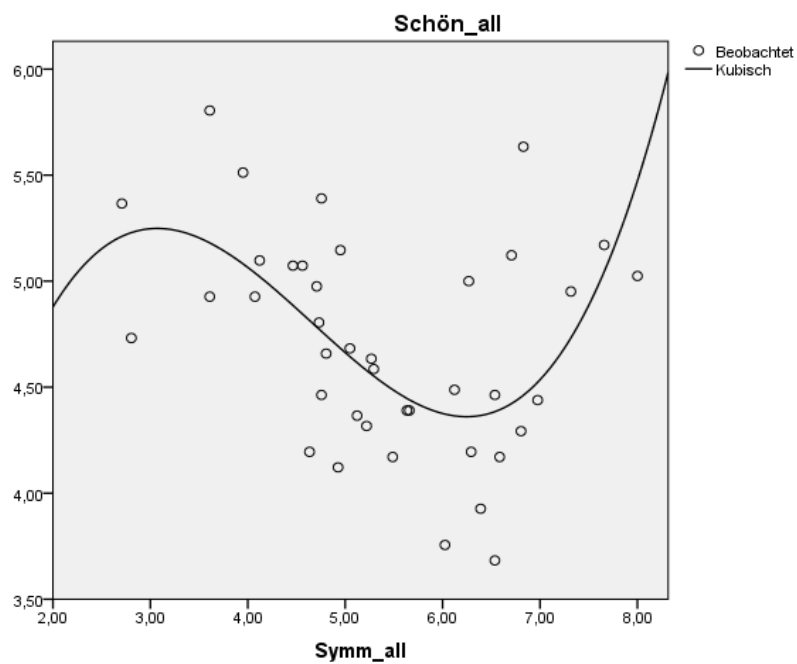


Abbildung 32. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 4 (Novelty).

9.2. Stimuluslisten

Auf den folgenden Seiten sieht man die Stimuluslisten der Muster, welche im Experiment der Diplomandin verwendet wurden. Die Bezeichnung „practice“ gibt die Beispielbilder an, welche die Probanden vor dem Beginn des eigentlichen Experiments bewertet haben, um mit der Aufgabe vertraut zu werden.

Stimulusliste Set 1 William Morris

Originaltitel	Titel im Experiment
1.V&A. CIRC.91-1933.jpg	101.jpg
2.V&A. T.628-1919.jpg	102.jpg
3.V&A. E.1419-1979.jpg	103.jpg
4.V&A. E.1427-1979.jpg	104.jpg
5.V&A. CIRC.493-1965.jpg	105.jpg
6.V&A. CIRC.196-1934.jpg	106.jpg
7.V&A. T.654-1919.jpg	107.jpg
8.V&A. T.647-1919.jpg	practice1
12.V&A. T.586-1919.jpg	108.jpg
13.V&A. T.39-1919.jpg	109.jpg
14.V&A. CIRC.43-1954.jpg	110.jpg
15.V&A. CIRC.87-1953.jpg	practice2
16.V&A. CIRC.82-1953.jpg	111.jpg
18.V&A. E.550-1919.jpg	112.jpg
19.V&A. E.509-1919.jpg	practice3
20.V&A. E.1405-1979.jpg	113.jpg
22.V&A. E.642-1919.jpg	114.jpg
23.V&A. E.533-1919.jpg	115.jpg
24.V&A. E.502-1919.jpg	116.jpg
25.V&A. E.452-1919.jpg	117.jpg
26.V&A. CIRC.105-1966.jpg	118.jpg
27.V&A. E.458-1919.jpg	119.jpg
28.V&A. E.2213-1913.jpg	120.jpg
32.V&A. E.729-1915.jpg	121.jpg
33.V&A. E.1421-1979.jpg	122.jpg

34.V&A. E.1403-1979.jpg	practice4
36.V&A. E.496-1919.jpg	123.jpg
38.V&A. CIRC.290-1959.jpg	124.jpg
39.V&A. E.545-1919.jpg	125.jpg
44.V&A. E.3712-1927.jpg	126.jpg
45.V&A. E.3699-1927.jpg	127.jpg
47.V&A. CIRC.278-1959.jpg	128.jpg
48.V&A. CIRC.289-1959.jpg	129.jpg
50.V&A. E.472-1919.jpg	130.jpg
53.V&A. E.639-1915.jpg	131.jpg
55.V&A. E.802-1915.jpg	132.jpg
56.V&A. E.3718-1927.jpg	133.jpg
57.V&A. E.508-1919.jpg	134.jpg
61.V&A. E.1417-1979.jpg	135.jpg
62.V&A. E.1414-1979.jpg	136.jpg
63.V&A. E.770-1915.jpg	137.jpg
64.V&A. E.593-1919.jpg	138.jpg
65.V&A. E.481-1919.jpg	139.jpg
66.V&A. E.1418-1979.jpg	140.jpg

Stimulusliste Set 2 Heal's

Originaltitel	Title im Experiment
6.V&A.T.395.5-1999.jpg	101.jpg
10.V&A.Circ.51-1953.jpg	102.jpg
13.V&A.Circ.211-1954.jpg	103.jpg
14.V&A.Circ.209-1954.jpg	practice1
17.V&A.Circ.482-1956.jpg	104.jpg
18.V&A.Circ.208-1954.jpg	105.jpg
19.V&A.Circ.207-1954.jpg	106.jpg
20.V&A.Circ.65A-1957.jpg	107.jpg
21.V&A.Circ.487B-1956.jpg	108.jpg
22.V&A.Circ.484-1956.jpg	practice2
23.V&A.Circ.69B-1957.jpg	109.jpg

24.V&A.Circ.T.284-2000.jpg	110.jpg
25.V&A.Circ.67-1957.jpg	111.jpg
26.V&A.Circ.45-1958.jpg	practice3
27.V&A.Circ.38-1959.jpg	112.jpg
28.V&A.T.338.2-1999.jpg	113.jpg
29.V&A.Circ.258-1960.jpg	114.jpg
31.V&A.Circ.250-1960.jpg	115.jpg
32.V&A.Circ.2-1962.jpg	116.jpg
33.V&A.Circ.657-1962.jpg	117.jpg
34.V&A.Circ.656-1962.jpg	118.jpg
35.V&A.Circ.753-1964.jpg	119.jpg
37.V&A.Circ.269-1967.jpg	120.jpg
38.V&A.Circ.250-1967.jpg	121.jpg
40.V&A.Circ.255-1967.jpg	122.jpg
41.V&A.Circ.265-1967.jpg	123.jpg
42.V&A.Circ.28-1968.jpg	124.jpg
43.V&A.Circ.261-1967.jpg	practice4
44.V&A.Circ.27-1968.jpg	125.jpg
45.V&A.Circ.30-1968.jpg	126.jpg
46.V&A.Circ.31-1968.jpg	127.jpg
47.V&A.Circ.39-1969.jpg	128.jpg
48.V&A.Circ.30-1969.jpg	129.jpg
49.V&A.Circ.782-1969.jpg	130.jpg
51.V&A.Circ.36-1969.jpg	131.jpg
52.V&A.Circ.784-1969.jpg	132.jpg
53.V&A.Circ.141-1976.jpg	133.jpg
54.V&A.Circ.140-1976.jpg	134.jpg
55.V&A.Circ.7-1972.jpg	135.jpg
57.V&A.T.404-1999.jpg	136.jpg
58.V&A.T.392.1-1999.jpg	137.jpg
60.V&A.Circ.211-1954.jpg	138.jpg
63.V&A.T.474.2-1999.jpg	139.jpg
64.V&A.T.36-1978.jpg	140.jpg

Stimulusliste Set 3 Owen Jones

Originaltitel	Titel im Experiment
1.V&A.110.P.37.jpg	101.jpg
2.V&A.110.P.37.jpg	102.jpg
3.V&A.110.P.37.jpg	103.jpg
4.V&A.110.P.37.jpg	104.jpg
5.V&A.110.P.37.jpg	105.jpg
6.V&A.110.P.37.jpg	106.jpg
7.V&A.110.P.37.jpg	107.jpg
8.V&A.110.P.37.jpg	108.jpg
9.V&A.110.P.37.jpg	109.jpg
10.V&A.110.P.37.jpg	110.jpg
11.V&A.8966.5.jpg	practice1
12.V&A.89.G.8.jpg	practice2
13.V&A.89.G.8.jpg	111.jpg
14.V&A.89.G.8.jpg	112.jpg
15.V&A.89.G.8.jpg	113.jpg
16.V&A.89.G.8.jpg	114.jpg
22.V&A.49.G.53.jpg	115.jpg
31.V&A.8337.174.jpg	116.jpg
32.V&A.D.736-1897.jpg	practice3
33.V&A.D.741-1897.jpg	117.jpg
34.V&A.D.743-1897.jpg	118.jpg
35.V&A.E.1707-1912.jpg	119.jpg
36.V&A.8343.11.jpg	120.jpg
37.V&A.8337.181.jpg	121.jpg
41.V&A.D.784-1897.jpg	122.jpg
42.V&A.8342.1.jpg	123.jpg
43.V&A.8341.43.jpg	124.jpg
44.V&A.8339.8.jpg	125.jpg
45.V&A.CIRC.292-1953.jpg	126.jpg
48.V&A.T.94A-1930.jpg	127.jpg
49.V&A.8337.138.jpg	128.jpg

50.V&A.8336.128.jpg	129.jpg
51.V&A.8339.106.jpg	130.jpg
52.V&A.8338.49.jpg	131.jpg
53.V&A.8337.56.jpg	132.jpg
54.V&A.8339.104.jpg	133.jpg
56.V&A.8336.33.jpg	134.jpg
59.V&A.8337.56.jpg	135.jpg
60.V&A.8106.jpg	136.jpg
61.V&A.E.28-1945.jpg	137.jpg
62.V&A.E.30-1945.jpg	practice4
64.V&A.E.33-1945.jpg	138.jpg
C.V&A.D.747-1897.jpg	139.jpg
D.V&A.T.156-1972.jpg	140.jpg

Stimulusliste Set 4 Novelty Patterns

Originaltitel	Titel im Experiment
2.V&A. T.87E-1930.jpg	101.jpg
3.V&A. T.87N-1930.jpg	102.jpg
4.V&A. T.87L-1930.jpg	103.jpg
5.V&A. T.87G-1930.jpg	104.jpg
6.V&A. T.87-1930.jpg	105.jpg
7.V&A. E.639A-1984.jpg	106.jpg
10.V&A. T.87O-1930.jpg	107.jpg
11.V&A. T.87F-1930.jpg	108.jpg
12.V&A. CIRC.95B-1947.jpg	practice1
14.V&A. CIRC.510-1974.jpg	109.jpg
15.V&A. CIRC.74-1975.jpg	practice2
16.V&A. T.290-1987.jpg	110.jpg
17.V&A. T.87I-1930.jpg	111.jpg
19.V&A. T.279-1987.jpg	practice3
20.V&A. T.170-1988.jpg	112.jpg
21.V&A. T.230-1987.jpg	113.jpg
22.V&A. T.264-1987.jpg	114.jpg

23.V&A. T.244-1987.jpg	115.jpg
24.V&A. T.276-1987.jpg	116.jpg
25.V&A. T.271-1987.jpg	117.jpg
26.V&A. T.228-1987.jpg	118.jpg
27.V&A. T.267-1987.jpg	119.jpg
28.V&A. T.247-1987.jpg	120.jpg
29.V&A. T.260-1987.jpg	121.jpg
30.V&A. T.275-1987.jpg	122.jpg
32.V&A. T.269-1987.jpg	practice4
33.V&A. T.273-1987.jpg	123.jpg
34.V&A. T.270-1987.jpg	124.jpg
35.V&A. T.306-1934.jpg	125.jpg
36.V&A. T.278-1987.jpg	126.jpg
37.V&A. T.274-1987.jpg	127.jpg
38.V&A. T.277-1987.jpg	128.jpg
41.V&A. T.272-1987.jpg	129.jpg
45.V&A. T.274-1974.jpg	130.jpg
46.V&A. CIRC.418-1948.jpg	131.jpg
47.V&A. T.149-1988.jpg	132.jpg
48.V&A. T.148-1988.jpg	133.jpg
52.V&A. T.66-1979.jpg	134.jpg
53.V&A. CIRC.518-1966.jpg	135.jpg
56.V&A. T.67-1979.jpg	136.jpg
62.V&A. T.231-1987.jpg	137.jpg
63.V&A. T.438-1934.jpg	138.jpg
64.V&A. T.200-1978.jpg	139.jpg
65.V&A. T.233-1987.jpg	140.jpg

9.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung der drei Skalen des Stimmungsfragebogens MDBF für alle vier Stichproben	39
Tabelle 2. Intraklassenkorrelationen von Set 1 (William Morris) und Set 2 (Heal's)	40
Tabelle 3. Intraklassenkorrelationen von Set 3 (Owen Jones) und Set 4 (Novelty Patterns)	40
Tabelle 4. Zusammenhänge zwischen der Variable Schönheit und den einzelnen Komplexitätsdimensionen sowie mit der Variable Allgemeine Komplexität, wie sie sich optisch darstellen	45
Tabelle 5. Ergebnisse der Kurvenanpassungstests zwischen der Variable Schönheit Und den einzelnen Komplexitätsdimensionen sowie mit der Variable Allgemeine Komplexität	47
Tabelle 6. Pearson Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 1 (Morris)	50
Tabelle 7. Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 2 (Heal's)	51
Tabelle 8. Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 3 (Jones)	53
Tabelle 9. Spearman Rang Korrelationen der subjektiven Bewertungen der Stichprobe Set 4 (Novelty)	54
Tabelle 10. Faktorenanalyse der der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 1 (Morris)	57
Tabelle 11. Faktorenanalyse der der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 2 (Heal's)	58
	121

Tabelle 12. Faktorenanalyse der der subjektiven Komplexitätsdimensionen (Anzahl der Elemente, Vielfalt der Elemente, Vielfalt der Farben, Symmetrie und Ordnung) der Stichprobe Set 4 (Novelty)	58
Tabelle 13. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 1 (Morris)	60
Tabelle 14. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)	61
Tabelle 15. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und den Faktoren Elemente und Ordnung als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)	61
Tabelle 16. Darstellung der objektiven Komplexitätsmaße, welche sich, auf Grundlage der Ergebnisse der Korrelationen zwischen objektiven Maße und subjektiven Bewertungen, für die Vorhersage der subjektiven Komplexitätsdimensionen am besten eignen	67
Tabelle 17. Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 1 (Morris) (Set mit semantischem Inhalt)	68
Tabelle 18. Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 2 (Heal's) (Set ohne semantischen Inhalt)	69
Tabelle 19. Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF,	

Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 3 (Jones) (Set ohne semantischen Inhalt)	70
--	----

Tabelle 20. Spearman Rang Korrelationen zwischen subjektiven Bewertungen und objektiver Komplexitätsmaße (Perimeter Detektion, Canny, JPEG, GIF, TIFF, Entropie, RMS-Kontrastmaße (Mittelwert, Standardabweichung und Alpha)) für die Stichprobe Set 4 (Novelty) (Set mit semantischen Inhalt)	71
--	----

Tabelle 21. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen für die Stichprobe Set 1 (Morris)	73
--	----

Tabelle 22. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)	74
--	----

Tabelle 23. Multiple lineare schrittweise Regression mit Allgemeiner Komplexität als Kriterium und sechs objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)	75
--	----

Tabelle 24. Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und sieben objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 1 (Morris)	76
--	----

Tabelle 25. Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)	77
--	----

Tabelle 26. Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Elemente als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 4 (Novelty)	78
---	----

Tabelle 27. Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Ordnung als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen als Prädiktoren für die Stichprobe Set 2 (Heal's)	79
---	----

Tabelle 28. Multiple lineare schrittweise Regression mit Faktor Ordnung als Kriterium und neun objektiven Komplexitätsmaßen für die Stichprobe Set 4 (Novelty)	80
--	----

Tabelle 29. Zusammenfassung der Ergebnisse der drei linearen schrittweisen Regressionen mit den objektiven Maßen als Prädiktoren und der Variable Allgemeine Komplexität oder dem Faktor Elemente oder dem Faktor Ordnung als Kriterium für die Stichproben Set 1, Set 2 und Set 4	81
--	----

9.4. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Modell der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004). Übernommen aus “A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments,” von H. Leder, B. Belke, A. Oeberst, und D. Augustin, 2004, <i>British Journal of Psychology</i> , 95, S. 492.	4
---	---

Abbildung 2. Überarbeitete Version des Modells der ästhetischen Erfahrung von Leder et al. (2004). Übernommen aus “Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments: The aesthetic episode – developments and challenges in empirical aesthetics,” von H. Leder und M. Nadal, 2014, <i>British Journal of Psychology</i> , 105, S. 448.	7
---	---

Abbildung 3. Von Berlyne adaptierte Wundtkurve. Übernommen aus “ <i>Aesthetics and psychobiology</i> ,” von D. E. Berlyne, 1971, New York City, New York, Appleton-Century-Crofts, S. 89.	11
---	----

Abbildung 4. Kurvenanpassungstests zwischen den Komplexitätsfaktoren „Elemente“, „Unordnung“ und „Asymmetrie“ und der Variable Schönheit. Übernommen aus “Visual complexity and beauty appreciation: Explaining the divergence of results,” von M. Nadal, E. Munar, G. Marty und C. J. Cela-Conde, 2010, <i>Empirical Studies of the Arts</i> , 28(2), S. 184.	16
--	----

Abbildung 5. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 1 (Morris).	42
--	----

Abbildung 6. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 2 (Heal's).	43
Abbildung 7. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 3 (Jones).	43
Abbildung 8. Histogramm der Variable Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 4 (Novelty).	44
Abbildung 9. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 1 (Morris).	103
Abbildung 10. Signifikanter linearer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 1 (Morris).	103
Abbildung 11. Signifikanter logarithmischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 1 (Morris).	104
Abbildung 12. Signifikanter linearer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 1 (Morris).	104
Abbildung 13. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 1 (Morris).	105
Abbildung 14. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 1 (Morris).	105
Abbildung 15. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 2 (Heal's).	106
Abbildung 16. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 2 (Heal's).	106
Abbildung 17. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und	

Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 2 (Heal's).	107
Abbildung 18. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 2 (Heal's).	107
Abbildung 19. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 2 (Heal's).	108
Abbildung 20. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 2 (Heal's).	108
Abbildung 21. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 3 (Jones).	109
Abbildung 22. Signifikanter inverser Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 3 (Jones).	109
Abbildung 23. Signifikanter logarithmischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 3 (Jones).	110
Abbildung 24. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 3 (Jones).	110
Abbildung 25. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung: der Stichprobe Set 3 (Jones).	111
Abbildung 26. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 3 (Jones).	111
Abbildung 27. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Allgemeine Komplexität der Stichprobe Set 4 (Novelty).	112
Abbildung 28. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Anzahl der Elemente der Stichprobe Set 4 (Novelty).	112
	126

Abbildung 29. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Elemente der Stichprobe Set 4 (Novelty). 113

Abbildung 30. Nicht signifikanter Zusammenhang der Variablen Schönheit und Vielfalt der Farben der Stichprobe Set 4 (Novelty). 113

Abbildung 31. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Ordnung der Stichprobe Set 4 (Novelty). 114

Abbildung 32. Signifikanter kubischer Zusammenhang der Variablen Schönheit und Symmetrie der Stichprobe Set 4 (Novelty). 114

9.5. Fragebögen

Fragebogen 1

9.5.1. Post-Fragebogen

Post-Fragebogen

Liebe Untersuchungsteilnehmerin! Lieber Untersuchungsteilnehmer!

Alle ihre Angaben werden streng vertraulich behandelt und in anonymisierter Form elektronisch gespeichert.

Wie empfanden Sie das Experiment?	sehr langweilig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr interessant sehr anstrengend ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr einfach
Aus welchem Jahrhundert stammten die gezeigten Muster vorwiegend?	
Wie empfanden Sie die Dauer des Experiments?	☐ zu lang ☐ genau richtig ☐ zu kurz
Wie haben Ihnen die Muster gefallen?	sehr schlecht ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr gut
Schätzen Sie bitte ein, wie viele ähnliche Muster Sie schon vor dem Experiment gesehen haben.	sehr wenige ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr viele
Wie oft empfanden Sie beim Betrachten der Muster innere Erregung?	nie ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ immer
Wie stark war die Erregung, die durch die Muster hervorgerufen wurden?	sehr schwach ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr stark
Wie empfanden Sie die Präsentationszeit der Muster ?	zu kurz ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ zu lang
Als wie schwierig empfanden Sie die Bewertungen in Block 2? (Anzahl der Elemente, Symmetrie etc.)	sehr schwierig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr einfach
Als wie schwierig empfanden Sie die Bewertung der Schönheit in Block 1?	sehr schwierig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr einfach

Vielen Dank für Ihre Angaben!

Fragebogen 2

9.5.2. Fragebogen zum Kunstinteresse Teil A

VPN-Code¹: _____



VP-Nr.: _____
**universität
wien**

Fragebogen Kunstinteresse

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung!

Wir möchten in unseren Studien die individuellen ästhetischen Vorlieben und den Prozess des ästhetischen Erlebens untersuchen. Dabei ist uns bewusst, dass ästhetische Vorlieben und Einschätzungen wesentlich vom Interesse und Wissen über Kunst, Design, etc. beeinflusst werden. Deshalb bitten wir Sie, diesen Fragebogen auszufüllen.

Das Ausfüllen wird ca. 10 Minuten dauern. Ihre Angaben und persönlichen Daten werden vertraulich behandelt, anonymisiert und nur zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet.

Die Angabe des VPN Codes dient dazu die Daten zentral mit den Ergebnissen zu speichern. Der Code ermöglicht keine Rückschlüssen auf Ihre Person und ist somit anonym.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Teil A

Bitte kreuzen Sie an wie sehr die folgenden Aussagen auf Sie zutreffen.

		Stimmt						
		Überhaupt nicht						völlig
1.	In erster Linie muss ein Kunstwerk schön sein, um mir zu gefallen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2.	Ich habe den Kunstunterricht in der Schule genossen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3.	Ich unterhalte mich gerne mit anderen Leuten über Kunst.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4.	Ich habe viele Freunde/Bekannte, die sich für Kunst interessieren.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5.	Hässliche Kunstwerke kann ich nicht leiden.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6.	In der Kunst sollte es um eine genaue Darstellung der Umwelt gehen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7.	Ich interessiere mich für Kunst.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8.	Kunst sollte in erster Linie dekorativ sein.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9.	Ich suche immer wieder neue künstlerische Eindrücke und Erlebnisbereiche.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10.	Im Alltag fallen mir spontan Kunstobjekte, die mich faszinieren, auf.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11.	Ich komme aus einer kunstinteressierten Familie.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1: Der VPN Code setzt sich aus folgenden Daten zusammen: A) Ihrem Geburtsjahr, B) Ihrem Geschlecht, C) ersten beiden Buchstaben Ihres Vornamens, D) ersten beiden Buchstaben Ihres Geburtsortes; Beispiel: Max Freund, männlich, geboren 1988 in Essen: CODE = 1988MMAES

Teil A

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden vier Fragen die für Sie am besten passende Antwortmöglichkeit an.

12. Wie oft besuchen sie durchschnittlich Kunstmuseen bzw. Kunstgalerien?

seltener als einmal pro Jahr	einmal pro Jahr	einmal pro Halbjahr	einmal in 3 Monaten	einmal im Monat	einmal in zwei Wochen	einmal pro Woche oder öfter
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13. Wie oft lesen Sie Bücher, Zeitschriften oder Kataloge über Kunst?

seltener als einmal pro Jahr	einmal pro Jahr	einmal pro Halbjahr	einmal in 3 Monaten	einmal im Monat	einmal in zwei Wochen	einmal pro Woche oder öfter
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14. Wie oft sehen Sie sich Abbildungen von Kunstwerken an (Bildbände, Internet, etc.)?

seltener als einmal pro Jahr	einmal pro Jahr	einmal pro Halbjahr	einmal in 3 Monaten	einmal im Monat	einmal in zwei Wochen	einmal pro Woche oder öfter
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

15. Wie oft besuchen sie Veranstaltungen zu Kunst oder Kunstgeschichte?

seltener als einmal pro Jahr	einmal pro Jahr	einmal pro Halbjahr	einmal in 3 Monaten	einmal im Monat	einmal in zwei Wochen	einmal pro Woche oder öfter
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Zusammenfassung

Eine einflussreiche Theorie von Berlyne (1971) besagt, dass es zwischen der Präferenz und dem Ausmaß der Komplexität eines Stimulus einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang gibt. Stimuli mit mittleren Komplexitätswerten werden demnach am meisten bevorzugt. Nicht alle empirischen Befunde stützten dieses Modell. Die aktuelle Untersuchung verwendete eine Studie von Nadal et al. (2010) als Ausgangspunkt. Nadal et al. (2010) untersuchten den Zusammenhang von subjektiver Komplexität und Präferenz, um eine Erklärung für die unterschiedlichen Befunde von anderen Forschern auf diesem Gebiet zu finden. Um dieses Ziel zu erreichen, ließen Nadal et al. nicht nur einen allgemeinen Komplexitätsbegriff bewerten, sondern sie ließen auch Subdimensionen der Komplexität bewerten. Sie fanden unterschiedliche Zusammenhänge zwischen den Komplexitätsdimensionen und der Variable Schönheit. Die aktuelle Studie wollte ergründen, ob es für ästhetische Muster ähnliche Zusammenhänge wie in Nadal et al.'s (2010) Untersuchung gab. Die Komplexität wurde, in der aktuellen Studie, in einzelne Dimensionen aufgespalten (Symmetrie, Ordnung, Anzahl der Elemente, Vielfalt der Farben, Vielfalt der Elemente). Außerdem sollten, ausgehend von einer Studie von Marin und Leder (2013), die Zusammenhänge zwischen objektiven Komplexitätsmaßen (Perimeter, JPEG, Canny, GIF, TIFF, Entropie und RMS-Kontrastmaße), sowie Bewertungen basierend auf einem allgemeinen Komplexitätsbegriff und den Subdimensionen der Komplexität untersucht werden. Die Stimuli waren digitalisierte Bilder ästhetischer Muster von Kleider- und Möbelstoffen sowie Tapeten aus dem Victoria and Albert Museum in London, die V& A Patterns. Es wurden zwei Sets mit Mustern mit semantischem Inhalt (Morris und Novelty) und zwei Sets mit abstrakten Mustern (Heal's und Jones) verwendet. Jedes Set enthielt 40 Muster. An der Studie nahmen 168 Versuchspersonen beiderlei Geschlechts teil, mit einem durchschnittlichen Alter von 23 Jahren. Die Versuchspersonen waren vorwiegend Psychologiestudenten. In ersten Block des Experiments mussten sie die Stimuli anhand der Variablen allgemeine Komplexität, Erregung und Schönheit bewerten. Im zweiten Block wurden die Muster anhand der fünf Komplexitätsdimensionen bewertet. Die Präsentationszeit der Muster betrug 10 Sekunden.

Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass besonders die Komplexitätsdimension Anzahl der Elemente für die subjektiven Komplexitätsbewertungen wichtig war. Auch die Variablen Vielfalt der Farben und Vielfalt der Elemente waren von Bedeutung. Die Variablen Ordnung und Symmetrie schienen eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Befunde von Nadal et al.

(2010) bezüglich der Zusammenhänge zwischen den Komplexitätsdimensionen und Schönheit konnten nur teilweise für die Sets von ästhetischen Mustern repliziert werden. Auch konnte gezeigt werden, dass die objektiven Maße die subjektive Komplexitätsbewertung unterschiedlich gut abbildeten, je nachdem um welches Set von Mustern es sich handelte und ob es sich bei der subjektiven Variable um den allgemeinen Komplexitätsbegriff oder um eine Komplexitätsdimension handelte. Die Variable allgemeine Komplexität korrelierte in allen Sets signifikant mit den meisten objektiven Maßen. Auch die Variable Anzahl der Elemente zeigte in allen Sets gute Ergebnisse bei den Korrelationen mit den objektiven Maßen. Es konnte gezeigt werden, dass die Zusammenhänge zwischen den subjektiven und objektiven Komplexitätsbewertungen bei einem Set mit abstrakten Mustern stärker waren als bei einem Set mit semantischem Inhalt.

Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung können dazu dienen den Komplexitätsbegriff in der Zukunft schärfer abzugrenzen. Komplexitätsdimensionen, welche die stärkste Korrelation mit dem allgemeinen Komplexitätsbegriff gezeigt haben (z.B. die Anzahl der Elemente), können in der zukünftigen Forschung vermehrt berücksichtigt werden. Ebenso bietet die Anwendung objektiver Komplexitätsmaße auf ästhetische Muster einen neuen Blickwinkel für die Einsatzmöglichkeiten objektiver Maße, z.B. im Bereich des Designs.

11. Abstract

An influential theory by Berlyne (1971) says that there exists an inverted U-relationship between preference and the complexity of a stimulus. Stimuli with a moderate level of complexity are preferred the most. However, not all empirical findings support this model. The current investigation used a study of Nadal et al. (2010) as a starting point. Nadal et al. (2010) investigated the relationship between subjective complexity and preference in order to get an explanation of the divergent findings of other researchers on this field. To reach this goal Nadal et al. (2010) not only had the general complexity concept rated, but they also obtained ratings of sub-dimensions of complexity. They found different types of relationships between the complexity dimensions and beauty. The current study examined whether for aesthetic patterns there are similar relationships like in the investigation of Nadal et al. (2010). In the present study complexity was split in separate dimensions (symmetry, order, number of elements, variety of colours, variety of elements). Based on a study by Marin and Leder (2013), the relationships between objective complexity measures (perimeter, JPEG, Canny, GIF, TIFF, entropy and RMS contrast measures), the general complexity concept and its sub-dimensions were also investigated. Stimuli were digitalized pictures of aesthetic patterns of clothing and furniture fabrics as well as wallpapers from the Victoria and Albert Museum in London, the V & A Patterns. Two sets containing patterns with semantic content (Morris and Novelty) and two sets with abstract patterns (Heal's und Jones) were used. Every set contained 40 patterns. 168 participants of both sex were tested in the study, with an average age of 23 years. The participants were mostly psychology students. In the first block of the experiment, they had to rate the stimuli on general complexity, arousal and beauty. In a second block the patterns were rated on the five sub-dimensions of complexity. The presentation time of the patterns was 10 seconds.

The results pointed out that the complexity dimension number of elements was particularly important for the subjective complexity ratings. Also the variables variety of elements and variety of patterns were significant. The variables order and symmetry seemed to play a secondary role. The findings of Nadal et al. (2010) relating to the relationships between the complexity dimensions and beauty, could only partly be replicated for aesthetic patterns. It also turned out that the objective measures portrayed the subjective complexity measures differently well, depending on the set of patterns and whether the subjective variable was the general complexity concept or a complexity sub-dimension. The variable general complexity correlated in all sets significantly with most of the objective measures.

The variable number of elements also showed good correlations with objective measures in all sets. The findings also indicated that the relationships between the subjective and objective complexity measures were stronger in a set with abstract patterns than in a set with semantic content.

The results of the present investigation can be used to define the concept of visual complexity more clearly in the future. The complexity dimensions which showed the strongest correlation with general complexity (e.g. number of elements), could be considered more in future research. The application of objective complexity measures to the study of aesthetic patterns offers also a new perspective for the possible range of use of objective measures, e.g. in the field of design.

12. Lebenslauf

Persönliche Daten

Elisabeth Daim
Speckbachergasse 22/45, 1160 Wien
Geboren am 6. 12. 1982 in Wien
ledig

Schulische Laufbahn

Volksschule Wichtelgasse in Wien	
1989 - 1993	
Neusprachliches Gymnasium Parhamerplatz in Wien	1993 - 2001
Matura	Juni 2001

Praktika

2-jähriges Praktikum am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien in der Restaurierungswerkstätte	September 2002 - Juni 2004
3 ½ -monatiges Praktikum am SMZ Ost Donauspital in Wien auf der gerontopsychiatrischen Station	März – Juni 2013

Studium

Studium der Psychologie an der Universität Wien	seit März 2005
---	----------------

Auslandsaufenthalte

2-wöchiger Sprachkurs in Brighton	Juli 1997
2-wöchiger Sprachkurs in Edinburgh	Juli 1998
2-wöchiger Sprachkurs auf Malta	Juni 2000
2-monatiger Aufenthalt bei einer Familie in der Bretagne	April -Mai 2002

Jobs

Geringfügig angestellt bei Frau Dr. Ingrid Daim, prakt. Ärztin Hernalser Hauptstraße 99, 1170 Wien	seit März 2005
--	----------------

Fremdsprachen

Englisch: fließend
Französisch: fortgeschritten

EDV-Kenntnisse

Grundkenntnisse in Word, Powerpoint, SPSS, 10-Finger-System

13. Erklärung

Hiermit erkläre ich als Verfasserin der vorliegenden Arbeit, dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle sinngemäß oder wörtlich übernommen Ausführungen sind als solche gekennzeichnet.

Wien, April 2015

Elisabeth Daim