



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Effekte von Heterosis und Inbreeding Depression auf Persönlichkeitstraits (Big Five, Sensation Seeking), Lateralitätstraits und Fingerlängenverhältnis (2D:4D)

Verfasserin

Norma Alge

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2011

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Assistenzprof. Privatdoz. MMag. DDr. Martin Voracek

Danksagung

Ich möchte mich recht herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Assistenzprof. Privatdoz. MMag. DDDr. Martin Voracek für die sehr gute Betreuung und wissenschaftliche Beratung bedanken. Desweiteren bedanke ich mich bei Herrn Mag. Stefan Dressler für die Einführung in die Vermessungen der Fingerlängenverhältnisse.

Besonderer Dank gilt meinem Vater Gunnar Alge für die umfangreiche Vermittlung von StudienteilnehmerInnen sowie allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern.

Ich bedanke mich bei meiner Mutter Blanca Alge für ihren beständigen Ansporn und bei meiner Schwester Christina Alge für ihre aufmunternden und hilfreichen Inputs.

Zu guter Letzt geht ein Dankeschön an meine Freundinnen und Freunde, die mich auf unterschiedlichste Art und Weise begleitet, motiviert, abgelenkt und unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	9
1 Theoretischer Hintergrund	11
1.1 Persönlichkeitseigenschaften aus dem Blickwinkel der Evolution.....	11
1.2 Persönlichkeit und Geschlecht	14
1.3 Genetische Einflüsse auf physiologische und psychologische Merkmale	17
1.3.1 Über Heterosis und Inbreeding Depression	17
1.3.2 Heterosis, Inbreeding Depression und Gesundheit.....	18
1.3.3 Heterosis, Inbreeding Depression und IQ.....	19
1.3.4 Heterosis, Inbreeding Depression und Persönlichkeit.....	20
1.4 2D:4D – Ein geschlechtsdimorpher Biomarker für pränatalen Testosteroneinfluss	21
1.4.1 Methoden zur Erfassung von 2D:4D	26
2 Aktuelle Studie	27
2.1 Hypothesen und Fragestellungen	27
2.1.1 Aufdeckung möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekte.....	27
2.1.1 Geschlecht, Alter und Bildung	28
2.1.2 Korrelationen zwischen 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität	29
2.2 Erhobene Variablen und Erhebungsinstrumente	29
2.2.1 Sensation Seeking.....	29
2.2.2 Big Five.....	30
2.2.3 Lateralität.....	31
2.2.4 Fingerlängenverhältnis 2D:4D	32
2.2.5 Geographische Distanz zwischen Individuen als Proximitätsmaß für genetische Nähe.....	32
2.2.6 Demographische Daten.....	33
3 Methode	34
3.1 Erhebungsort.....	34

3.2 Die Stichprobe.....	34
3.3 Der Fragebogen.....	35
3.4 Ermittlung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D.....	35
3.5 Ermittlung der geographischen Distanz.....	36
4 Ergebnisse der Studie.....	37
4.1 Reliabilitäten.....	37
4.2 Beschreibung der Stichprobe.....	39
4.2.1 Soziodemographische Angaben und geographische Distanz.....	39
4.2.2 Geschlechtsunterschiede in 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität.....	41
4.3 Korrelationen zwischen 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität.....	43
4.4 Heterosis-Effekte.....	45
5 Diskussion der Ergebnisse.....	48
Summary.....	52
Abbildungsverzeichnis.....	55
Tabellenverzeichnis.....	55
Literaturverzeichnis.....	56
Curriculum Vitae.....	66
Eidesstattliche Erklärung.....	67

Einleitung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird versucht die Wirkung des genetischen Phänomens Heterosis bzw. seinem Gegenstück Inbreeding Depression auf die Persönlichkeitsdimensionen Big Five, Sensation Seeking sowie auf das Fingerlängenverhältnis 2D:4D, welche stark vererbbar¹ sind, auf indirektem Wege zu erfassen. Im Gegensatz dazu sind die Lateralitätstrait, welche ebenfalls in die Studie mit einbezogen werden, nur schwach vererbbar. Die Untersuchung von Persönlichkeit im Zusammenhang mit Heterosis und Inbreeding Depression weist noch sehr wenige Publikationen auf, es scheint sich somit diesbezüglich noch keine umfangreichere Forschung etabliert zu haben.

Die vorliegende Diplomarbeit basiert im Speziellen auf den Ergebnissen zweier Studien zu Inbreeding Depression bzw. Heterosis im Zusammenhang mit den Big Five (Camperio Ciani, Capiluppi, Veronese, & Satori, 2007; Camperio Ciani & Capiluppi, 2011) bzw. Sensation Seeking (Rebollo & Boomsma, 2007). In diesen Studien wurden ausgewählte Personengruppen, welche sich aufgrund ihrer eigenen geographischen Herkunft und Herkunft ihrer Vorfahren unterscheiden, hinsichtlich systematischer Unterschiede in den Ausprägungen verschiedener Persönlichkeitsdimensionen wie den Big Five oder Sensation Seeking untersucht. Die gefundenen Persönlichkeitsunterschiede zwischen den Gruppen unterschiedlicher Herkunft wurden unter anderem auf mögliche Effekte von Heterosis bzw. Inbreeding Depression zurückgeführt. Die vorliegende Diplomarbeit greift die Idee populationsbezogener Persönlichkeitsunterschiede auf, die ihre Basis auch in genetischen Phänomenen wie Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekten haben könnten. Die genetische Nähe bzw. Distanz der StudienteilnehmerInnen wird in dieser Studie indirekt mittels eines geographischen Distanzmaßes erfasst und mit den anderen erhobenen Variablen in Beziehung gesetzt.

¹ Mit vererbbar ist hier nicht Vererbung im Sinne der klassischen Vererbungslehre nach Mendel gemeint, sondern ein polygener Vererbungsvorgang, bei welchem viele Gene und deren Kombinationen auf die Ausprägung eines Merkmals wirken.

Auch das Fingerlängenverhältnis 2D:4D als stark genetisch beeinflusster Trait wird im Rahmen dieser Studie erhoben. Dieses prägt sich in Abhängigkeit der Konzentration an Sexualhormonen in utero aus, indem sich im Speziellen Testosteron auf die Länge des Ringfingers auswirkt, und über die weitere Entwicklungs- und Lebensspanne relativ stabil bleibt. Da Männer durchschnittlich ein niedrigeres 2D:4D aufweisen als Frauen, wird 2D:4D als Marker für pränatale Maskulinisierung herangezogen. Der Geschlechtsdimorphismus soll im Rahmen dieser Studie repliziert werden. Ein weiteres Ziel dieser Studie ist das Auffinden möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekte auf das Fingerlängenverhältnis 2D:4D über die geographische Distanz als Proximitätsmaß für genetische Nähe bzw. Distanz zwischen Individuen.

Um die angenommenen Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekte im Rahmen der vorherrschenden Möglichkeiten bestmöglich zu untersuchen, wurde als Untersuchungsort das Rheindelta in Vorarlberg, dem westlichsten Bundesland Österreichs, gewählt, welches eine für diese Studie angemessen eingeschränkte Variabilität der Herkunft der StudienteilnehmerInnen bieten sollte.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Persönlichkeitseigenschaften aus dem Blickwinkel der Evolution

Bei fast allen bis jetzt untersuchten Tierarten, einschließlich des Menschen, sind überdauernde Unterschiede zwischen Individuen bezogen auf zahlreiche Verhaltensweisen (Réale, Dingemans, Kazem, & Wright, 2010) innerhalb aber auch zwischen Populationen aufzufinden (Brown, Dickins, Sear, & Laland, 2011). Solche Verhaltensunterschiede, welche konsistent über Zeit und Situationen auftreten, werden auch artenübergreifend unter Persönlichkeit verstanden (Gosling 2001; Sih, Bell, Johnson, & Ziemba, 2004; Réale, Reader, Sol, McDougall, & Dingemans, 2007).

In der Psychologie herrscht einerseits die Idee einer universalen menschlichen Natur vor, welche auf einer arttypischen Ansammlung komplexer, psychologischer Adaptationen basiert, andererseits existiert die Erkenntnis, dass jedes Individuum auch genetisch und biochemisch einzigartig ist (Tooby & Cosmides, 1990b). Eine wichtige Perspektive innerhalb der Psychologie und der psychologischen Forschung zur Persönlichkeit und individuellen Unterschieden hat inzwischen die Evolutionspsychologie eingenommen (Buss, 1991, 2009; Confer et al., 2010; Brown et al. 2011), vor deren Hintergrund beispielsweise psychologische und behaviorale Traits phylogenetisch analysiert werden (Andrews, Gangestad, & Matthews, 2002). Einem evolutionspsychologischen Erklärungsansatz von Persönlichkeitsunterschieden zwischen Individuen oder auch zwischen ganzen Populationen liegen unter anderem evolutionsgenetische (Penke, Denissen, & Miller, 2007) und evolutionsbiologische (Gangestad, 2010) Theorien zugrunde. In einem evolutionsgenetischen Persönlichkeitsmodell wie es von Penke et al. (2007) beschrieben wird, werden Persönlichkeitsmerkmale als vererbte Komponenten gesehen, wobei Intelligenz als Fitnesskomponente und Persönlichkeitsmerkmale als individuelle Reaktionsnormen von Genotypen auf die Umwelt gesehen werden, welche unterschiedliche Fitnesskonsequenzen in unterschiedlichen Umweltnischen nach sich ziehen.

Über eine längere Zeit wurde davon ausgegangen, dass sich beim Menschen im Laufe der Evolution Universalien im Sinne komplexer, psychologischer

Adaptationen herausgebildet haben, welche sich durch natürliche Selektion genetisch verankert hätten (Andrews et al., 2002). Natürliche Selektion und sexuelle Selektion, die beiden wichtigsten Determinanten der Evolution, sind dabei die treibenden, beeinflussenden und formgebenden Mechanismen beim Menschen und allen höheren Organismen. Die daraus entstandenen Universalien sollten jedoch keine genetische Variation und keine Erbllichkeit aufweisen (Tooby & Cosmides, 1990b). In jüngster Vergangenheit hat sich allerdings die Erkenntnis etabliert, dass nahezu jeder Persönlichkeitsaspekt vererbbar ist (Bouchard & Loehlin, 2001) indem genetische Einflüsse zum Tragen kommen. So ist beispielsweise auch beim g-Faktor der Intelligenz eine substantielle Erbllichkeit vorhanden (Deary, Johnson, & Houlihan, 2009).

Die meisten Verhaltensformen hängen von einem Zusammenspiel zwischen Umweltfaktoren und vielen Genen ab. Gene in solchen multiplen Gensystemen werden Quantitative Trait Loci (QTLs) genannt, da sie wahrscheinlich in kontinuierlichen quantitativen Verteilungen von Phänotypen resultieren (Depue & Collins, 1999; McGuffin, Riley, & Plomin, 2001; Turkheimer, 1998; Munafò, Clark, Moore, Payne, Walton, & Flint, 2003). Die Evolution wirkt über die Gene und auch über das Verhältnis zwischen Genen und Umwelt. Die Umwelt bildet somit ebenso einen Teil des Prozesses evolutionärer Vererbung wie die Gene (Tooby & Cosmides, 1990b). Auch interindividuelle Unterschiede bei Persönlichkeitstraits haben mehrere Ursachen, denn diese werden von proximalen internalen und externalen Stimuli beeinflusst, getriggert und moderiert (Bouchard, & Loehlin, 2001).

Aus Sicht der Evolution sind individuelle Unterschiede wichtig. Diese Unterschiede können zum Beispiel Persönlichkeitscharakteristika, allgemeine und spezielle kognitive Fähigkeiten, Paarungsstrategien, politische Einstellungen, Religiosität, körperliche Ausprägungen und vieles mehr betreffen. Viele dieser Unterschiede weisen eine deutliche erbliche Komponente auf, welche stabil über die Zeit bleibt (Plomin, DeFries, McLearn, & Rutter, 2008; zitiert nach Buss, 2009). Diese stabilen Unterschiede gehen mit wichtigen Konsequenzen bezüglich evolutionsbezogener Outcomes einher, wie Überleben, Paarungserfolg, Anzahl der Nachkommen, Aufzuchterfolg (Buss & Greiling, 1999; Nettle, 2006; Ozer & Benet-Martinez, 2006). Heutige Adaptationen des Verhaltens spiegeln Konfigurationen unserer evolutionären Vergangenheit wider (Tooby & Cosmides, 1990a). Im Laufe

der Evolution kam es zu Anpassungen im Sinne einer stetigen Optimierung der verschiedenen Organismen, um aktiv mit der Umwelt interagieren zu können, zu überleben und sich fortzupflanzen. Unterschiede des sozialen und sexuellen Verhaltens, Gesundheit und Paarung können wie schon erwähnt beispielsweise den Fortpflanzungserfolg beeinflussen (Nettle, 2005). Ausführliche und anschauliche Beispiele zu den Big Five-Persönlichkeitsdimensionen im Lichte der Evolution behandelt MacDonald (1995, 1998). Nettle (2006) stellt ebenfalls Überlegungen zu Kosten und Nutzen bestimmter Persönlichkeitsausprägungen aus evolutionärer Sicht an. In *Tabelle 1* werden die hypothetisch angenommenen Kosten und Nutzen der Big Five-Persönlichkeitsdimensionen gegenübergestellt (Nettle, 2006).

Tabelle 1: *Persönlichkeitsbezogene Fitnesskonsequenzen*

Zusammenfassung hypothetisch angenommener Fitnesskonsequenzen durch Ansteigen der Levels in den einzelnen Big Five Persönlichkeitsdimensionen (Nettle, 2006)

Dimension	Nutzen	Kosten
Extraversion	Paarungserfolg; soziale Verbündete; explorative Erkundung der Umwelt	Physisches Risiko; familiäre Instabilität
Neurotizismus	Aufmerksamkeit gegenüber Gefahren; Strebsamkeit und Konkurrenzdenken	Stress und Depression mit gesundheitsbezogenen und zwischenmenschlichen Konsequenzen
Offenheit	Kreativität mit Effekt bezüglich Attraktivität	Ungewöhnliche Glaubenstendenzen; Psychose
Verträglichkeit	Aufmerksamkeit gegenüber Befindlichkeit anderer; harmonische zwischenmenschliche Beziehungen; geschätzter Koalitionspartner	Subjekt sozialer Täuschung; Scheitern beim Maximieren des eigenen Vorteils
Gewissenhaftigkeit	Aufmerksamkeit bezüglich Fitness-Benefits auf lange Sicht; Lebenserwartung und wünschenswerte soziale Qualitäten	Verpassen aktueller Fitness-Benefits; Zwanghaftigkeit; Rigidität

Die einzelnen Komponenten der Big-Five-Persönlichkeitsdimensionen könnten dem Einfluss variabler Selektion unterlegen sein. Zum Beispiel könnten ängstlichere Personen bestimmte Aufgaben besser bewältigen, emotional stabilere Personen

wiederum besser andere Aufgaben angehen. Für eine bestimmte Umweltische könnte es somit einen optimalen Ausgleichspunkt bezüglich der Leistungen in den verschiedenen Aufgaben geben und diesbezüglich zum Beispiel ein optimales Level für Ängstlichkeitsneigung. Wenn in der Vergangenheit die Umwelt über die Zeit und auch räumlich variabel war, könnte das bevorzugte Optimum der Ausprägung in den Persönlichkeitseigenschaften entlang eines Kontinuums variiert haben (Nettle, 2006). Auch das Extraversionskontinuum kann in diesem Licht gesehen werden, wobei Nettle (2005) fand, dass Extraversion positiv mit Paarungserfolg (bei Männern: mehrere Sexualpartnerinnen nebeneinander; bei Frauen: Aufgeben einer bestehenden Beziehung für eine neue) einherging, auf der Kostenseite allerdings erhöhtes physisches Risiko wie Unfälle oder Krankheiten mit sich brachte. Populationen könnten Zusammensetzungen von Individuen unterstützen, welche sich jeweils auf das Ausüben bestimmter Aufgaben spezialisiert haben (McDonald, 2005).

Einige empirische Studien stimmen mit der Idee überein, dass Selektion über räumlich verteilte sozioökologische Systeme variiert. So fanden Camperio Ciani, Capiluppi, Veronese und Satori (2007) sowie Camperio Ciani und Capiluppi (2011), dass Festlandbewohner und Populationen kleiner Inseln sich reliabel in ihren Persönlichkeitsmerkmalen unterscheiden und dies in Übereinstimmung mit der Idee lokaler Selektion und Adaptation, indem Inselbewohner sich gegenüber Festlandbewohnern als weniger offen für neue Erfahrungen, weniger extravertiert sowie gewissenhafter beschrieben.

1.2 Persönlichkeit und Geschlecht

Unterschiede zwischen den Geschlechtern finden sich phänotypisch auch in den Ausprägungen verschiedener Persönlichkeitstraits wieder (Berenbaum, 1999; Costa, Terracciano, & McCrae, 2001, Manson, 2008; Roth, Schumacher, & Brähler, 2005). Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind allerdings, verglichen mit den Unterschieden und der Variation innerhalb der Geschlechter, nicht so groß. Costa. et al. (2001) fanden, dass Frauen höhere Werte bei Neurotizismus, Verträglichkeit, Wärme und Offenheit für Gefühle aufwiesen, während Männer

höhere Werte bei Durchsetzungsvermögen und Offenheit für Ideen erzielen. Feingold (1994) fand in einer meta-analytischen Studie, dass Frauen höhere Werte in Extraversion, Ängstlichkeit, Vertrauen und Gutherzigkeit aufwiesen, wohingegen Männer höhere Werte in Durchsetzungsfähigkeit und Selbstbewusstsein erzielten. Diese Geschlechtsunterschiede zeigten sich als stabil über das Alter, die Jahre der Datengewinnung, Bildungslevel und Nationalität. Ein weiteres Persönlichkeitsmerkmal, welches starke Geschlechtsunterschiede aufweist, ist Sensation Seeking mit den Subfaktoren Experience Seeking, Boredom Susceptibility, Thrill and Adventure Seeking und Disinhibition. Was diese vier Faktoren betrifft, so erreichen Männer generell höhere Werte, jedoch auf den Skalen Thrill and Adventure Seeking sowie Disinhibition im Besonderen (Zuckerman, 1994).

Es besteht Uneinigkeit über den Ursprung der Geschlechtsunterschiede in den Persönlichkeitsausprägungen. Verschiedene psychologische Disziplinen wie die Sozial- oder Entwicklungspsychologie versuchen diese Unterschiede zu erklären. Aus sozialpsychologischer Sicht beispielsweise werden die Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich der Persönlichkeit unter anderem als kulturelle Konstruktionen verstanden (Geary, 1999). Aus evolutionspsychologischer Sicht werden die Geschlechtsunterschiede auch phylogenetisch betrachtet und als durch evolutionäre Prozesse (wie beispielsweise natürliche Selektion) bedingte, inhärente, natürliche Unterschiede mit adaptivem Wert gesehen (Buss, 2009). Ontogenetisch lässt sich auch ein starker Einfluss von Geschlechtshormonen auf die Ausprägungen von Interessen, Aktivitäten und beispielsweise Aggression feststellen.

Androgene wirken im Zuge der ontogenetischen Entwicklung organisierend auf das Gehirn. Frauen mit CAH (Congenital Adrenal Hyperplasia) sind während ihrer frühen Entwicklung einer erhöhten Androgenkonzentration ausgesetzt und entwickeln trotz eines weiblichen Äußeren und rollenspezifischen sozialen Stimuli eher männliche Verhaltensinteressen (Berenbaum, 1999; Manson, 2008). Auch bezogen auf die stark geschlechtsspezifischen Ausprägungen von Sensation Seeking wird ein Einfluss von Testosteron angenommen (Daitzman & Zuckerman, 1980; zitiert nach Voracek, Tran, & Dressler, 2010).

Die Variabilität von Persönlichkeitseigenschaften, die sich zwischen Individuen und auch zwischen den Geschlechtern feststellen lässt, erfährt eine weitere Erklärungsqualität, wenn diese im Hinblick auf Evolution und ihren Annahmen zu Selektion und Adaptation betrachtet wird. Im Rahmen einer solchen Betrachtungsweise spielen genetische Einflüsse eine wichtige Rolle im Bezug auf diese Variabilität. Es werden in diesem Zusammenhang im Folgenden die genetischen Phänomene Heterosis und Inbreeding Depression beschrieben.

1.3 Genetische Einflüsse – Heterosis und Inbreeding Depression

1.3.1 Über Heterosis und Inbreeding Depression

Der Begriff *Heterosis*, wie in der vorliegenden Arbeit verwendet, beschreibt einen genetischen Effekt, welcher populationsweite Veränderungen bewirkt, indem der Anteil an heterozygoten im Vergleich zu homozygoten Genotypen innerhalb einer Population ansteigt (Mingroni, 2004, 2007). Dies geschieht durch Exogamie, Panmixie und in der Folge Hybridisierung. Allgemein kann Hybridisierung zwischen Populationen sowohl negative als auch positive fitnessbezogene Konsequenzen mit sich bringen (Barton, 2001).

Die Ausprägungen der Phänotypen von Individuen, die genetisch bedingt sind, werden durch genetische Rekombination innerhalb einer Population verändert. Dies geschieht in Abhängigkeit eines bestimmten Paarungs- und Fortpflanzungsverhaltens (Charlesworth & Willis, 2009). Heterosis, auch bekannt als *Hybrid Vigor*, wird eng in Zusammenhang gebracht mit einem anderen genetischen Phänomen, nämlich Inbreeding Depression. Heterosis und Inbreeding Depression kann man als gegensätzliche Phänomene auffassen, welche bei Pflanzen und Tieren ebenso wie bei Menschen vorzufinden sind. Bei Pflanzenkreuzungen beispielsweise lässt sich im Sinne eines Heterosis-Effektes feststellen, dass die erste heterozygote Filialgeneration, resultierend aus der Kreuzung zweier genetisch unterschiedlicher, jedoch jeweils homozygoter Parentallinien, bessere Merkmale im Sinne besserer Leistungen aufweist als die Elterngeneration und somit eine gesteigerte Fitness mit sich bringt. Umgekehrt kann eine gesteigerte Homozygotität bedingt durch inzestuöses Paarungsverhalten zu Inbreeding Depression führen, welche sich in einer verminderten Fitness niederschlägt, wie sie in Entwicklungsfehlern, genetischen rezessiven Krankheiten, niedriger Fertilität oder niedrigerer Überlebenschance zum Ausdruck kommt.

Sowohl Inbreeding Depression als auch Heterosis werden bedingt durch das Überdauern einer bestimmten Mutationsladung im Genom, was bedeutet, dass schädliche Allele durch spontane Mutationen zwar regelmäßig entstehen und vorhanden sind, jedoch, wenn rezessiv, nur im homozygoten Zustand phänotypisch zum Vorschein kommen, ansonsten versteckt bleiben und nicht ausselektiert werden. Je genetisch ähnlicher sich die Elterngeneration ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von schädlichen, nachteilhaften Mutationen in

der Filialgeneration sowohl genotypisch als auch phänotypisch (Charlesworth & Willis, 2009).

Laut Mingroni (2007) müssen drei Bedingungen für das Auftreten von Heterosis-Effekten erfüllt sein. Zum einen muss die betreffende Population ursprünglich ein Paarungsmuster aufweisen, welches vor dem Auftreten des beobachteten Trends nicht ganz zufällig gewesen sein darf. Dies führt zu einem Überschuss an homozygoten Individuen. Desweiteren muss eine demographische Veränderung in Richtung Panmixie, also einem zufälligen Paarungsverhalten, stattfinden, sodass die Zahl heterozygoter Individuen in der Population steigen kann. Zuletzt muss das entsprechende Merkmal *direktionale Dominanz* aufweisen. Unter direktonaler Dominanz versteht man, dass mehr Gene, welche das Merkmal in die eine Richtung lenken, dominant sind, während mehr Gene, die das Merkmal in die entgegengesetzte Richtung lenken, rezessiv sind. Zusammengefasst werden diese drei Bedingungen als nicht-additive Genwirkung verstanden und führen zu einer Zunahme heterozygoter gegenüber homozygoter Individuen und somit zu einem Richtungswechsel, also einem *Shift*, des Merkmals in die dominante Ausprägungsrichtung des entsprechenden Merkmals.

1.3.2 Heterosis, Inbreeding Depression und Gesundheit

Heterosis und Inbreeding Depression steht eng in Zusammenhang mit Fitness und Gesundheit und kann bei Pflanzen und Tieren gut im Rahmen von Kreuzungsstudien untersucht werden (Charlesworth & Willis, 2009). Um bei Menschen Effekte von Inbreeding Depression bei den jeweiligen in Frage stehenden Variablen zu untersuchen, werden Studien zu genetischer Verwandtschaft durchgeführt (Postma, Martini, & Martini, 2010). Dabei werden beispielsweise Nachkommen von Eltern, die keine Verwandtschaft aufweisen, verglichen mit Nachkommen von Eltern, welche biologisch gesehen mindestens Cousins zweiten Grades sind. In einer Studie von Özener (2010) wurde gefunden, dass Nachkommen, welche aus Verbindungen von Cousins ersten Grades abstammten, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe kleiner und leichter waren und auch höhere Abweichungswerte von bilateraler Symmetrie aufwiesen. Özener

(2010) beschreibt, dass bilaterale Asymmetrie auf Stress und Instabilität während der Entwicklung hindeutet und als Folge von Inbreeding Depression gesehen werden kann. In einer anderen populationsvergleichenden Studie zu Gesundheit und Heterozygotität fanden Campbell et al. (2007), dass genetische Diversität im Sinne von Heterosis mit einem niedrigeren Blutdruck sowie niedrigeren Cholesterinwerten einherging und sich Heterozygotität somit positiv auf verschiedene Gesundheitsparameter auswirken kann. Dies stützt die Ergebnisse einer ähnlichen Studie von Rudan et al. (2006).

1.3.3 Heterosis, Inbreeding Depression und IQ

Kognitive Fähigkeiten spiegeln die maximale Leistung eines Individuums beim Lösen kognitiver Aufgaben wider (Penke et al., 2007). Psychometrische Intelligenz (IQ), welche eine hohe Heritabilität aufweist (Dickens und Flynn, 2001, 2002), ist die am intensivsten genetisch untersuchte psychologische Variable (Plomin & Spinath, 2004; Woodley, 2009). In zwei Studien wurde bei der Betrachtung von nationalen Populationen gefunden, dass mit steigender genetischer Verwandtschaft innerhalb der untersuchten Ehekonstellationen niedrigere nationale IQ-Schätzungen einhergingen und dies auf Inbreeding-Effekte rückführbar sein könnte (Saadat, 2008; Woodley, 2009). Heterosis wiederum kann als eine mögliche Ursache herangezogen werden, um den beobachtbaren, stetigen IQ-Anstieg, bekannt als Flynn-Effekt, zu erklären (Pietschnig, Voracek & Formann, 2010; Mingroni, 2004, 2007). Mingroni (2004) zählt beim Menschen mehrere Merkmale auf, welche bis dato populationsweiten, systematischen Veränderungen unterliegen sind wie zum Beispiel Körpergröße, Wachstumsgeschwindigkeit, Kurzsichtigkeit, Autismus und IQ, wobei die genannten Merkmale in ihrer Ausprägung scheinbar parallel alle einen Anstieg verzeichnet haben. Speziell beim IQ-Anstieg, welcher sich über die vergangenen Jahrzehnte vor allem in der industrialisierten Welt verzeichnen hat lassen, handelt Mingroni (2007) ausführlich ab, warum Heterosis eine mögliche Erklärung für diese Entwicklung darstellt.

1.3.4 Heterosis, Inbreeding Depression und Persönlichkeit

Ähnlich wie beim IQ ist es auch denkbar, dass Heterosis eine mögliche Erklärung für unterschiedliche Ausprägungen in Persönlichkeitsdimensionen zwischen Individuen bieten könnte und sich auch in Unterschieden zwischen Populationen verschiedener Herkunft niederschlägt. Schon lange wird angenommen, dass Persönlichkeitstraits geographisch variieren (Allik & McCrae, 2004b). In einer Studie von Allik und McCrae (2004a) wurden 36 Kulturen mittels Fünf-Faktoren-Inventar untersucht, um dieser Annahme nachzugehen. Sie fanden, dass geographisch nahe gelegene Kulturen mehr Ähnlichkeiten auf den fünf Dimensionen aufweisen. Erklärungsansätze wie die Nähe zum Äquator oder Temperatur hatten keinen Einfluss auf die Ausprägung der Persönlichkeitstraits. Sie fanden auch einen klaren Unterschied zwischen europäischen, amerikanischen, afrikanischen und asiatischen Kulturen, wobei europäische und amerikanische höhere Werte in Extraversion und Offenheit für Erfahrungen sowie niedrigere Werte in Verträglichkeit aufwiesen. Laut Allik und McCrae (2004a) ist eine mögliche Erklärung für die gefundenen Unterschiede, dass die betreffenden Kulturen unterschiedlichen Genpools entspringen (Li et al., 2008).

Die Ähnlichkeit geographisch benachbarter Populationen in ihren Persönlichkeitstraits wiederum kann mehrere Ursachen haben wie zum Beispiel geteilte Kultur, geteilte Gene oder geteilte Umwelt, wobei diese drei möglichen Ursachen sich überlappen. Personen, die der gleichen Kultur angehören, scheinen auch einen eigenen Genpool zu formen und teilen viele Besonderheiten, die an die Umwelt gekoppelt sind, wie beispielsweise das Klima oder die Ernährung. Es scheint der Einfluss der Kultur selbst auf die Persönlichkeitsstruktur jedoch vernachlässigbar zu sein (Allik & McCrae, 2004b). Auch Zuckerman (2007a) geht davon aus, dass Persönlichkeitstraits wie Sensation Seeking einen genetischen Ursprung haben und biologischen Mechanismen sowie fortdauernden Interaktionen mit der Umwelt unterliegen.

Studien über Effekte von Heterosis oder Inbreeding Depression auf vererbare Persönlichkeitsaspekte gibt es bislang nur wenige. Camperio Ciani, Capiluppi, Veronese und Sartori (2007) führten eine Studie zu den Big Five-Persönlichkeitsdimensionen anhand einer isolierten Population durch, welche seit 400 Jahren auf kleinen italienischen Archipelen im tyrrhenischen Meer angesiedelt

ist und eine minimale Immigration seit der Ansiedelung zu verzeichnen hat. Sie fanden, dass Inselbewohner (Original Islanders), von denen alle vier Großeltern auf der Insel geboren wurden, niedrigere Extraversions- und Offenheitswerte aufwiesen als Immigranten oder Festlandbewohner, welche aus gleichgroßen Ortschaften auf derselben geographischen Höhe der Archipele stammten. Eine weitere, ähnliche Studie von Camperio Ciani und Capiluppi (2011) stützt diese Ergebnisse.

Rebollo und Boomsma (2007) konnten in einer holländischen Zwillingsstudie aufzeigen, dass bei Elternpaaren, die aus derselben geographischen Region kamen, sowohl sie selbst als auch ihre Kinder (Zwillinge) niedrigere Werte auf der Sensation Seeking-Skala aufwiesen als bei Eltern, die aus unterschiedlichen geographischen Gegenden kamen. Speziell bei den Vätern wurde ein Effekt für „same geographical region“ gefunden und zwar für die beiden Sensation Seeking-Subskalen Boredom Susceptibility und Experience Seeking, bei den Müttern ein Effekt für Experience Seeking. Elternpaare, die aus derselben Region stammten, wiesen niedrigere Gesamtwerte in Sensation Seeking auf. Bei den Zwillingen wurden auch für Experience Seeking, Boredom Susceptibility und Thrill and Adventure Seeking signifikante Effekte gefunden, wobei wie schon bei den Eltern für Experience Seeking die größte Effektstärke gefunden wurde. Dieselben Persönlichkeitsunterschiede, die zwischen Eltern aus derselben und aus unterschiedlicher Region auftraten, wiederholten sich somit bei deren Kindern. Rebollo und Boomsma (2007) führen dieses Resultat auf einen möglichen Inbreeding- bzw. Heterosis-Effekt zurück.

1.4 2D:4D – Ein geschlechtsdimorpher Biomarker für pränatalen Testosteroneinfluss

Es gibt viele physiologische Geschlechtsunterschiede wie beispielsweise Gewicht, Höhe, Breite der Hüfte, Taille oder Schulter. Diese Unterschiede zeigen sich jedoch erst mit der Pubertät stärker und verdeutlichen sich in deren Lauf. Von großem Interesse sind in diesem Zusammenhang pränatale, geschlechtsspezifische Unterschiede, die zwar sehr unscheinbar sein mögen, jedoch wichtige Information über die Bedingungen in utero liefern könnten. Als wichtigstes Proximitätsmaß für

die pränatale Konzentration und Einfluss von Geschlechtshormonen nennt Manning (2002) das Fingerlängenverhältnis 2D:4D, wobei 2D für 2nd digit bzw. Zeigefinger steht und 4D für 4th digit bzw. Ringfinger steht. Ein nennenswerter, sehr vorteilhafter Aspekt des Fingerlängenverhältnisses für die Forschung stellt der nicht-invasive Erfassungs-Charakter dar.

Die Entwicklung der Fingerlängen und die daraus resultierenden Längenverhältnisse werden unter anderem über die Wirkung von HOX-Genen erklärt, welche für die Entwicklung multizellulärer Lebewesen ausschlaggebend sind. Einige dieser Gene sind sowohl für die Entwicklung der Ovarien und Testes als auch für die der Zehen und Finger verantwortlich (Manning, Callow, & Bundred, 2003). Mutationen in den HOXA-Genen können zum Hand-Fuß-Genital-Syndrom führen, welches sich in Defekten der Finger und Zehen aber auch des Urogenitalsystems ausdrückt (Mortlock & Innis 1997).

Wie bereits angedeutet, stellt sich das individuelle Fingerlängenverhältnis 2D:4D schon pränatal ein (Manning, 2002; Malas, Dogan, Evcil, & Desdicioglu, 2006), welches sich sodann über die weitere Lebensspanne als relativ stabil präsentiert. Auch der geschlechtsspezifische Dimorphismus lässt sich schon pränatal feststellen (Galis, Ten Broek, Van Dongen, & Wijnaendts, 2010). Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer und Manning (2004) fanden, in Übereinstimmung mit der Annahme einer pränatalen Fixierung von 2D:4D, dass das Fingerlängenverhältnis mit der pränatalen Konzentration an Sexualhormonen im Fruchtwasser zusammenhängt. In einer vergleichenden Zwillingsstudie wurde gefunden, dass weibliche Zwillinge dizygoter, gegengeschlechtlicher Zwillingskonstellationen im Gegensatz zu dizygoten, gleichgeschlechtlichen (weiblichen) Zwillingen niedrigere 2D:4D-Werte aufwiesen, was auf eine Hormondiffusion hindeutet und ebenfalls mit der Annahme übereinstimmt, dass sich das individuelle Fingerlängenverhältnis 2D:4D als Merkmal pränatal ausprägt (van Anders, Vernon, & Wilbur, 2006; Voracek und Dressler, 2007). In einer Studie an Mäusen konnte überdies gefunden werden, dass sich das das individuelle 2D:4D pränatal innerhalb eines sehr kurzen Zeitfensters in Abhängigkeit der Androgen- und Östrogenlevels während der Entwicklung der Finger ausprägt und dieses danach über die Lebensspanne erhalten bleibt (Zheng & Cohn, 2011).

Der geschlechtsabhängige Unterschied im Fingerlängenverhältnis zeigt sich

auch bei Kindern innerhalb und zwischen verschiedenen Ethnien (Manning, Stewart, Bundred, & Trivers, 2004). In einigen Studien wurde zwar eine positive Verschiebung des Fingerlängenverhältnisses im Zuge der körperlichen Entwicklung gefunden, jedoch korrelieren die Geschlechtsunterschiede in den Fingern von Kindern hoch mit denen Erwachsener (Trivers, Manning, & Jacobson, 2006; Gillam, McDonald, Ebling, & Mayhew, 2008).

Generell kann man sagen, dass Personen, welche einer erhöhten Testosteron-Konzentration ausgesetzt waren, eher Ringfinger aufweisen, welche die Länge des Zeigefingers übertreffen. Östrogeneinfluss hat den gegenteiligen Effekt, indem der Zeigefinger die Länge des Ringfingers übertrifft. Diese Unterschiede lassen sich sodann quantitativ im 2D:4D-Verhältnis ausdrücken. Beide Hände zeigen diesen geschlechtsspezifischen Dimorphismus, jedoch scheint dieser auf der rechten Hand stärker ausgeprägt zu sein, was sich auch in einer direktionalen Asymmetrie ausdrückt (Manning & Fink, 2008). Der 2D:4D-Wert der rechten minus dem der linken Hand (D_{R-L}) stellt ein Maß direktonaler Asymmetrie dar, fällt bei Männern im Durchschnitt niedriger als bei Frauen aus und wird ebenfalls als ein Indikator für die Einwirkung vermehrten pränatalen Testosterons angesehen (Manning, 2002).

Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D beider Hände scheint substantiell vererbbar zu sein (Gobrogge, Breedlove, & Klump, 2008), nicht jedoch die direktionale Asymmetrie beider Hände D_{R-L} , wobei für R2D:4D 57%, für L2D:4D 48% und lediglich 6% für D_{R-L} als Heritabilitätswerte angegeben wurden (Voracek & Dressler, 2007, 2009). Studien zu 2D:4D wurden nicht nur beim Menschen durchgeführt, sondern auch bei anderen Arten wie Rhesus Affen oder Zebrafinken (Nelson & Voracek, 2010; Forstmeier, 2005); dabei wurden ähnliche Heritabilitätswerte gefunden wie beim Menschen.

Manning (2002) erläutert, dass das Verhältnis vom Ringfinger zum Zeigefinger als pränataler Marker gesehen werden kann, der uns Auskunft über geschlechtsbezogenes Verhalten, Fertilität und Gesundheit gibt. Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D kann dazu beitragen, unser Verständnis von Fruchtbarkeit, Verhalten, Krankheit und Unterschiede zwischen Populationen zu erweitern. Da es ein negatives Korrelat körperlicher Maskulinisierung durch pränatale Einwirkung von Testosteron darstellt (Breedlove, 2010), könnte es

ebenfalls etwas über die pränatale Maskulinisierung bzw. Femininisierung des Gehirns aussagen, auf welches Geschlechtshormone pränatal ebenfalls organisierend wirken (Gallup, Frederick, & Pipitone, 2008). Frauen mit Congenitaler Adrenaler Hyperplasie beispielsweise sind pränatal einer höheren Androgenkonzentration ausgesetzt, was bei diesen Personen auch in maskulinisierten Fingerlängenverhältnissen zum Ausdruck kommt (Brown, Hines, Fane, & Breedlove, 2002). Cohen-Bendahan, van de Beek und Berenbaum (2005) geben in diesem Zusammenhang einen Überblick über den pränatalen Einfluss von Geschlechtshormonen auf geschlechtsspezifisches Verhalten bei Kindern und Erwachsenen.

Das Fingerlängenverhältnis steht in Zusammenhang mit mehreren anderen geschlechtsdimorphen Variablen wie beispielsweise kognitiven Fähigkeiten (Bull & Benson, 2006; Luxen & Buunk, 2005), sexueller Orientierung (Lippa, 2003; Putz, Gaulin, Sporter, McBurney, 2004), Aggressivität und Durchsetzungsvermögen (Hampson, Ellis, & Tenk, 2008; Manning & Fink, 2008) sowie sportlichen Fähigkeiten (Voracek, Reimer, Ertl und Dressler, 2006). Es wird auch hinsichtlich räumlichem Vorstellungsvermögen (Austin, Manning, McInroy, & Mathews, 2002), Persönlichkeitsaspekten wie Trait-Angst (Evardone, 2009), Sensation Seeking (Eachus, 2007; Fink, Neave, Laughton, & Manning, 2006), Psychotizismus, Neurotizismus oder Verträglichkeit (Austin et al., 2002) untersucht, wobei die Ergebnisse kein einheitliches Bild zeichnen und die gefundenen Zusammenhänge zwischen 2D:4D und Persönlichkeitstraits wie den Big Five oder Sensation Seeking schwach und inkonsistent sind (Fink, Manning, & Neave, 2004; Lippa, 2006; Voracek, Tran, & Dressler, 2010). Auch im Zusammenhang mit Lateralität lassen sich keine eindeutigen Aussagen machen, jedoch scheint zwischen Linkshändigkeit und maskulinen Fingerlängenverhältnissen ein positiver Zusammenhang zu bestehen (Manning, 2002; Fink, Manning, Neave, & Tan, 2004).

Im Hinblick auf die Menge an nicht eindeutigen Ergebnissen bezüglich der Forschung von 2D:4D im Zusammenhang mit verschiedenen anderen Trait-Ausprägungen argumentieren Putz et al. (2004), dass es durchaus sein könnte, dass das Fingerlängenverhältnis 2D:4D statistisch mit anderen von Geschlechtshormonen abhängigen Traits nicht zusammenhängt, da sich die Traits

im Laufe der sexuellen Entwicklung zeitlich mit der sexuellen Entwicklung von 2D:4D nicht überlappen.

Manning, Churchill und Peters (2007) fanden Effekte von Geschlecht, sexueller Orientierung und Ethnizität auf selbstgemessene 2D:4D. Sie fanden signifikante Geschlechtsunterschiede, wobei Männer niedrigere 2D:4D als Frauen aufwiesen und die Effektstärke des Geschlechtsunterschiedes für die rechte Hand größer war. Dieser geschlechtsbezogene Dimorphismus ließ sich über alle erfassten Ethnien und länderspezifischen Gruppierungen feststellen, was auf eine universelle menschliche Eigenschaft hindeutet. Manning et al. (2007) fanden darüber hinaus, dass die 2D:4D-Mittelwerte über die verschiedenen ethnischen Gruppierungen variieren. In einer Studie von Loehlin, McFadden, Medland, und Martin (2006) zu 2D:4D, Ethnizität und geographischem Breitengrad argumentierten die Autoren, dass unterschiedlichen Genpools der verschiedenen ethnischen Gruppen eine bessere Erklärung für die bei ihnen gefundenen unterschiedlichen Ausprägungen der 2D:4D-Mittelwerte darstellt als die unterschiedliche Herkunft entlang des Breitengrades. Helle und Laaksonen (2009) fanden zwar einen schwachen Zusammenhang zwischen geographischem Breitengrad und den Ausprägungen in den Fingerlängenverhältnissen, sie sehen jedoch ebenfalls eine mögliche Erklärung dafür in genetischen Unterschieden der untersuchten Populationen.

Hurd und Anders (2007) führen im Zusammenhang mit geographischer Variation körperlicher Ausprägungen und 2D:4D an, dass der angenommene organisierende Effekt von Testosteron mit eine Rolle spielen könnte und sich über einen allometrischen Zusammenhang zwischen Körpergröße und Fingerlängenverhältnis über die Populationen verteilt unterschiedlich ausdrückt. Es finden sich somit unterschiedliche Ausprägungen der 2D:4D-Mittelwerte zwischen verschiedenen ethnischen Populationen. Diese Unterschiede könnten ihren Ursprung in zugrunde liegenden genetischen Unterschieden haben.

1.4.1 Methoden zur Erfassung von 2D:4D

In der Literatur werden unterschiedliche Methoden genannt, um 2D:4D zu erfassen. Es ist unter anderem gebräuchlich, die Messungen mittels digitalem Vernier Caliper auf hundertstel Millimeter genau von Handkopien durchzuführen oder Direktmessungen vorzunehmen. Es ist auch möglich, Röntgenaufnahmen oder Handabdrücke für die Vermessung heranzuziehen (Manning, 2002), wobei mittlerweile auch software-basierte Vermessung angewendet wird (Kemper & Schwerdtfeger, 2009), welche eine hohe Reliabilität aufweist (Allaway, Bloski, Pierson, & Lujan, 2009). Generell wird das Fingerlängenverhältnis 2D:4D ermittelt, indem zunächst die Fingerlängen vermessen werden. Dabei wird auf der Handinnenseite mittig von der untersten, beim Handteller gelegenen Hautquerfalte des Fingeransatzes bis zur Fingerspitze gemessen. Überragende Fingernägel werden dabei nicht miterfasst. Das Verhältnis ergibt sich sodann aus der Länge des Zeigefingers dividiert durch die des Ringfingers.

Für die Messung der Fingerlängen gibt es direkte und indirekte Methoden. Kemper und Schwerdtfeger (2009) verglichen unterschiedliche indirekte Vermessungsmethoden (Plastiklineal, Caliper, Computersoftware) und fanden für alle gute, akzeptable Genauigkeitswerte, jedoch für computergestützte Vermessung die besten Genauigkeitswerte und empfehlen überdies, auf Softwarevermessung zurückzugreifen, wenn schwache Zusammenhänge mit anderen Variablen erwartet werden oder auch bei geringen erwarteten Stichprobengrößen. In einer Vergleichsstudie von Manning, Fink, Neave und Caswell (2004) zur Verwendung von Fotokopien und Direktmessungen fanden die Autoren unterschiedliche Messgenauigkeiten und weisen darauf hin, dass es aufgrund der gefundenen Unterschiede empfehlenswert ist, Ergebnisse unterschiedlicher Methoden nicht innerhalb einer Studie zu vermengen oder gemeinsam für Vergleichsstudien heranzuziehen.

2 Aktuelle Studie

Die vorliegende Diplomarbeit basiert im Speziellen auf den Studien von Camperio Ciani et al. (2007) sowie Rebollo und Boomsma (2007), welche in ihren Studien kleine bis mittelgroße Heterosis- bzw. Inbreeding-Effekte auf den Persönlichkeitsdimensionen Big Five und Sensation Seeking fanden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden im Vergleich zur Studie von Rebollo und Boomsma (2007) zusätzliche methodische Aspekte berücksichtigt, da die von ihnen gefundenen Ergebnisse und daraus gezogenen Schlüsse insofern kritisch zu betrachten sind, als keine Informationen zur Herkunft der Großeltern, also der Eltern der Eltern, bekannt waren. Es wurde in der Studie von Rebollo und Boomsma (2007) eingeteilt zwischen Elternpaaren, welche aus derselben bzw. aus unterschiedlichen Regionen in Holland stammten. Die fehlende Information bezüglich deren genauer Herkunft sowie der Herkunft der Großeltern konnte somit auch nicht in die Berechnungen und Interpretation mit einbezogen werden.

Es wurde deshalb im Rahmen der aktuellen Studie sowohl die Herkunft der Eltern als auch der Großeltern erfragt und darauf basierend sämtliche Herkunftsdistanzen als quantitatives Maß erhoben. Um der Frage nach möglichen Heterosis-Effekten nachzugehen, wurden Sensation Seeking und die Big Five als stark vererbbaare Persönlichkeitstrait gemeinsam in einer Stichprobe erfasst. Auch die schwach vererbbaaren Lateralitätstrait und das stark vererbbaare Fingerlängenverhältnis 2D:4D wurden erhoben und ebenso wie die Persönlichkeitstrait mit den Herkunftsdistanzen korreliert.

2.1 Hypothesen und Fragestellungen

2.1.1 Aufdeckung möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekte

Im Rahmen dieser Studie wurden demographische Daten, Angaben zur Herkunft der Eltern und Großeltern, die Persönlichkeitstrait Sensation Seeking und die Big Five sowie Lateralität und das Fingerlängenverhältnis 2D:4D erhoben, um Fragen möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding Depression-Effekte nachzugehen. Bei den erhobenen Trait wurden umso stärkere Effekte erwartet, je höher die

Vererbbarkeit des jeweiligen Traits ist, da sowohl Heterosis als auch Inbreeding Depression als genetische Phänomene auf Vererbung basieren. Heterosis-Effekte oder das Fehlen von Inbreeding Depression-Effekten innerhalb der Geschlechter würde man an positiven Korrelationen der Trait-Werte mit den ermittelten Herkunftsdistanzen erkennen, wobei die Herkunftsdistanzen als Proximitätsmaß für genetische Nähe herangezogen werden. Bezogen auf Lateralität wird angenommen, dass Rechtsseitigkeit ebenfalls für einen Heterosis-Effekt bzw. die Abwesenheit von Inbreeding Depression-Effekten spricht, da Linksseitigkeit eher mit ungünstigen Gesundheits- und Lebens-Outcomes in Verbindung gebracht wird (Coren, 1998). Was das erhobene Fingerlängenverhältnis 2D:4D anbelangt, so wird davon ausgegangen, dass geschlechtsuntypische Ausprägungen innerhalb der Geschlechter mit ungünstigen gesundheitlichen Zustandsbildern in Zusammenhang stehen (Breedlove, 2010; Manning, 2002). Um bei den Fingerlängenverhältnissen auf Heterosis-Effekte schließen zu können, werden deshalb mit zunehmenden Herkunftsdistanzen als Indiz für Heterozygotität zunehmend geschlechtstypische Ausprägungen der Fingerlängenverhältnisse erwartet. Aufgrund mangelnder, eindeutig richtungsweisender Vorbefunde werden diese Annahmen zweiseitig getestet.

2.1.1 Geschlecht, Alter und Bildung

Die Stichprobe wird allgemein hinsichtlich Alters- und Bildungsunterschieden zwischen den Geschlechtern geprüft. Des Weiteren soll der erwartete Geschlechtsunterschied im Fingerlängenverhältnis 2D:4D repliziert werden und dieses bezüglich Alterseffekte betrachtet sowie die erhobenen Scores von Sensation Seeking, den Big Five und Lateralität hinsichtlich der Effekte von Geschlecht und Alter geprüft werden.

2.1.2 Korrelationen zwischen 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität

Aufgrund theoretischer Überlegungen, welche sowohl 2D:4D als auch Sensation Seeking mit Testosteron in Verbindung bringen, könnte man einen negativen Zusammenhang erwarten. Sämtliche Studien (Rosenblitt, Soler, Johnson, & Quadagno, 2001; Voracek, Tran, & Dressler, 2010) diesbezüglich zeichnen jedoch ein uneinheitliches Bild, sodass im Rahmen der aktuellen Studie keine gerichtete Hypothese formuliert wird.

Im Hinblick auf 2D:4D und die Big Five werden beziehungsweise auf vorangegangene Studien (Fink, Manning, & Neave, 2004; Lippa, 2006) ebenfalls keine gerichteten Hypothesen formuliert.

Was Händigkeit bei den Lateralitätstraits betrifft, kann man sagen, dass es mehr Linkshänder unter Männern als Frauen gibt. Manning, Trivers, Thornhill und Singh (2000) fanden bei Linkshändern niedrigere, männlichere Fingerlängenverhältnisse, wohingegen Gillam et al. (2008) bei Linkshändern größere 2D:4D-Werte fanden, sodass auch hier keine gerichtete Hypothese formuliert wird.

2.2 Erhobene Variablen und Erhebungsinstrumente

2.2.1 Sensation Seeking

Der Persönlichkeitstrait Sensation Seeking beschreibt Zuckerman (1994, S. 27) als „a trait defined by the seeking of varied, novel, complex and intense sensations and experiences, and the willingness to take physical, social, legal, and financial risk for the sake of such experience“.

Sensation Seeking setzt sich aus den Subskalen Thrill and Adventure Seeking (TAS), Disinhibition (DIS), Experience Seeking (ES) und Boredom Susceptibility zusammen. TAS entspricht dabei einer Gefahr- und Abenteuersuche und somit der Neigung, Spannung und Abenteuer beispielsweise über aufregende, risikoreiche Sportarten (z.B. Fallschirmspringen) zu suchen. ES entspricht einer Erfahrungssuche und meint die Suche nach neuen, sinnesstimulierenden Erfahrungen, beispielsweise über Kunst, Musik oder Reisen. DIS meint

Enthemmung und beinhaltet die erhöhte Tendenz, Enthemmung über soziale Aktivitäten wie z.B. soziales Trinken oder Geschlechtsverkehr zu suchen. Zuletzt ist unter BS die Empfänglichkeit für Langeweile zu verstehen, welche beinhaltet, dass eine Art Intoleranz gegenüber sich wiederholenden Erfahrungen jeglicher Art erlebt wird (Zuckerman, 1994).

Die zwei wichtigsten demographischen Faktoren, welche sich auf die Ausprägung in den Sensation Seeking-Werten auswirken, sind Geschlecht und Alter, wobei Männer höhere Werte erzielen als Frauen (Roth et al., 2005). Die größten Geschlechtsunterschiede sind auf den Skalen TAS und DIS zu finden. Bezogen auf das Alter lassen sich die höchsten Werte in der Pubertät auffinden. Diese nehmen mit fortschreitendem Alter ab. Es zeigt sich somit ein Altersabfall, welcher ebenfalls am besten auf den Subskalen TAS und DIS sichtbar wird (Zuckerman, 1994). Sensation Seeking scheint ein stark vererbbarer Persönlichkeitstrait zu sein. Stoel, De Geus und Boomsma (2006) erwähnen in diesem Zusammenhang Heritabilitätswerte zwischen 30% und 70%, was die Heritabilitätsangaben von Zuckerman (1994) sowie Koopmans, Boomsma, Heath und van Dornen (1995) stützt.

Für die Erhebung der Daten im Rahmen dieser Studie wurde die aktuelle deutsche Version der Sensation Seeking Skala-V (Beauducel et al., 2003) verwendet. Diese Skala besteht aus 40 gegensätzlichen Aussagepaaren mit je 10 Aussagenpaaren pro Subskala. Statt dem ursprünglich dichotomen Forced-Choice-Format wurde für die Antwortmöglichkeiten eine sechsstufige, bipolare Skala vorgegeben (Gray & Wilson, 2006; Dressler, 2009) mit den Antwortmöglichkeiten „stimme völlig zu“, „stimme ziemlich zu“ und „stimme eher zu“. Die Antworten wurden in Einerschritten von 2.5 bis -2.5 kodiert (Voracek et al., 2010).

2.2.2 Big Five

Die Big Five, bestehend aus den Dimensionen *Neurotizismus* (bzw. *Emotionale Stabilität*), *Extraversion*, *Offenheit*, *Verträglichkeit* und *Gewissenhaftigkeit*, werden sehr häufig für eine globale Beschreibung der Persönlichkeit von Individuen herangezogen. Diese im Fünf-Faktoren-Modell

zusammengefassten Bereiche der Persönlichkeit werden als relativ stabil erachtet, auch wenn sich Hinweise darauf finden lassen, dass z.B. Gewissenhaftigkeit sich im frühen Erwachsenenalter mit dem Eintritt in die Arbeits- und Familienwelt verändert (Srivastava, John, Gosling, & Potter, 2003). Jang, Livesley und Vernon (1996) geben für die Big Five-Persönlichkeitsdimensionen Heritabilitätswerte zwischen 41% und 61% an.

Goldberg (1993) beschreibt *Extraversion* als Tendenz, sozial, gesprächig und tatkräftig zu sein. *Verträglichkeit* meint die Tendenz, mit anderen Personen zu kooperieren und Harmonie aufrecht zu halten. *Gewissenhaftigkeit* zeichnet sich durch Zielstrebigkeit, Verantwortungsgefühl und Ordentlichkeit aus. *Emotionale Stabilität* bzw. *Neurotizismus* hängt unter anderem vom Grad an Nervosität, Stimmungsschwankungen und einer Art Launenhaftigkeit ab. Unter *Offenheit* versteht Goldberg (1993) unter anderem Imaginationsfähigkeit, Neugierde und Kreativität.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die deutsche Version des NEO-FFI mit 60 Items verwendet (Borkenau & Ostendorf, 1993). Jede der fünf Dimensionen besteht aus 12 Items, welche auf einer fünfstufigen Skala zu bewerten sind, wobei die Abstufung der Antworten von „starke Ablehnung“ (-2) bis „starke Zustimmung“ (+2) reicht und die Skala Neurotizismus im Sinne fehlender emotionaler Stabilität umgekehrt gepolt ist.

2.2.3 Lateralität

Die Lateralitätstraitts wurden mittels der deutschen Version (Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006) des Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993, S. 37-43) erfasst. Dieses kurze Inventar umfasst 12 Items zu Handpräferenz und jeweils vier zu Fußpräferenz, Augenpräferenz und Ohrenpräferenz. Bezüglich den Angaben im Fragebogen wurde Links mit -1, Egal mit 0 und Rechts mit +1 bewertet. Aufgrund des Summenscores und seines Vorzeichens kann man auf die Ausprägung und Stärke der lateralen Präferenz schließen (Coren, 1998). Männer scheinen im Vergleich zu Frauen eine weniger stark ausgeprägte Lateralitätspräferenz nach Rechts aufzuweisen (Voracek et al., 2006). Im Vergleich zu den erhobenen

Persönlichkeitstraits und dem Fingerlängenverhältnis sind die Lateralitätstraits nur schwach vererbbar (Medland, Duffy, Wright, Geffen, Hay, Levy, et al., 2009).

2.2.4 Fingerlängenverhältnis 2D:4D

Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D als Marker pränataler Maskulinisierung (Manning, 2002) wurde ebenfalls erfasst. Um die Fingerlängen für den Index- und Ringfinger beider Hände zu erheben, wurden zunächst die untersten Hautquerfalten des zweiten und vierten Fingers beider Hände mit einem dünnen Stift für eine bessere Sichtbarkeit nachgezeichnet und anschließend nach vorgegeben Kriterien bei den TeilnehmerInnen die Handinnenflächen mittels Flachbettscanner mit der Einstellung von 300 dpi im Graustufenmodus eingescannt. Unter Anwendung der speziellen Software *AutoMetric 2.2* (DeBruine, 2006), welche im Internet zur Verfügung steht, wurden die Fingerlängen ermittelt. Die Berechnung der einzelnen 2D:4D-Werte erfolgte unter Anwendung des Statistikprogramms SPSS 17.0.

2.2.5 Geographische Distanz zwischen Individuen als Proximitätsmaß für genetische Nähe

Die genetische Nähe beziehungsweise Distanz, im Sinne hoher bzw. niedriger Heterozygotität von Individuen einer Population, kann auch über die geographische Distanz erklärt werden, welche jedoch nur ein indirektes Proximitätsmaß darstellt (Ferák, Siváková, & Kroupová, 1980; Edmands, 2002; Novembre, et al., 2008). Man kann davon ausgehen, dass Personen, die aus derselben geographischen Region kommen, sich genetisch ähnlicher sind als solche aus unterschiedlichen geographischen Regionen (Rebollo & Boomsma, 2007). Allerdings ist laut Camperio Ciani et al. (2007) zu beachten, dass mögliche genetische Unterschiede am besten aufgefunden werden können, wenn die Unterschiede in Sprache, Kultur, geographischer Herkunft und demographischen Variablen minimal sind, die Personen also aus der selben Umgebung stammen und den selben sprachlichen Hintergrund haben (Eysenck & Yanai, 1985; Turkheimer

1998; zitiert nach Camperio Ciano et al., 2007). Diese Empfehlungen wurden im Rahmen der aktuellen Studie berücksichtigt.

Um in der vorliegenden Studie die geographische Distanz als Proximitätsmaß für genetische Nähe ermitteln zu können, sollten die TeilnehmerInnen am Beginn des Fragebogens Auskunft zu ihrer Herkunft sowie der ihrer Eltern und Großeltern geben. Die Herkunftsdistanzen für die einzelnen TeilnehmerInnen wurden berechnet, indem die Herkunftsangaben zu ihren jeweiligen Eltern- und Großelternpaaren unter Zuhilfenahme der Internetseite www.luftlinie.org eingegeben und die gefundenen Herkunftsdistanzen zwischen den Elternpaaren sowie der Großelternpaare ermittelt wurden. Es ergaben sich somit drei Distanzen je TeilnehmerIn, nämlich die der Eltern, der Großeltern mütterlicherseits und der Großeltern väterlicherseits, welche dann für weitere Berechnungen herangezogen wurden. Als weitere Distanz wurde sodann die Gesamtdistanz *Angehörige* pro TeilnehmerIn berechnet, wobei darin die Distanzen der Eltern, Großeltern mütterlicherseits und väterlicherseits zusammengefasst sind.

2.2.6 Demographische Daten

Die soziodemographischen Daten wurden in der Einleitung des Fragebogens erfasst. Gefragt wurde nach Geschlecht, Alter, Schulbildung und zusätzlich nach Angaben zu eigener Herkunft sowie der Herkunft der Eltern und Großeltern.

3 Methode

3.1 Erhebungsort

Die Datenerhebung wurde im Rheindelta, größtenteils in der Gemeinde Höchst, von Jänner 2010 bis Juni 2010 durchgeführt. Die Erhebung im Rheindelta sollte sich günstig auf die Aufdeckung möglicher Heterosis-Effekte auswirken, da es sich um eine ländlich geprägte Gegend und geographisch relativ isolierte Region handelt, somit im Vergleich zu anderen Regionen auch ein höherer Anteil an Endogamie angenommen werden kann. Das Rheindelta umfasst die drei Gemeinden Gaißau, Höchst und Fußach. Es befindet sich im westlichsten Teil Österreichs, im Bundesland Vorarlberg, und grenzt unmittelbar an die Schweiz. Das Rheindelta wird einerseits eingefasst durch den Neuen und den Alten Rhein, zusätzlich erheben sich zur Schweiz hin die Alpen. Nördlich vom Rheindelta liegt der Bodensee, in welchen der Alte und der Neue Rhein münden. Die Annahme einer relativen Isoliertheit dieser westlichsten Region Österreichs wird zusätzlich gestützt durch eine Studie zur Verteilung von Nachnamen in Österreich und *isolation by distance*, womit die Tendenz von Personen gemeint ist, sich eher Partner aus der näheren Umgebung zu suchen als aus weiterer Entfernung (Barrai, Rodriguez-Larralde, Mamolini, Manni, & Scapoli, 2000).

3.2 Die Stichprobe

Größtenteils setzt sich die Stichprobe aus persönlichen Kontakten zusammen, welche von der Testleiterin individuell aufgesucht wurden. Aufgrund inhaltlicher Überlegungen, auch bezogen auf die Aussagekraft der erhobenen 2D:4D, wurde darauf geachtet, dass Vorarlberger und Vorarlbergerinnen an der Studie teilnehmen, deren familiärer Herkunftshintergrund den mitteleuropäischen Raum nicht überschreitet. Da Sensation Seeking ein stark altersabhängiges Persönlichkeitsmerkmal darstellt, wurden auch im Hinblick auf die erwartete Stichprobengröße Personen im Alter zwischen 18 und 40 Jahren einbezogen.

3.3 Der Fragebogen

Der vorgegebene Fragebogen setzt sich zusammen aus einem Teil zur Erfassung soziodemographischer Daten inklusive Herkunftsangaben zu Eltern und Großeltern, den Fragebögen zur Erfassung der Persönlichkeitsdimensionen Big Five und Sensation Seeking sowie einem Fragebogen zur Erfassung der Lateralität. Um die Big Five-Persönlichkeitsdimensionen zu erfassen, wurde die deutsche Version des NEO-FFI mit 60 Items verwendet (Borkenau & Ostendorf, 1993). Weiters wurde die deutsche Version der Sensation Seeking Skala-V vorgegeben (Beauducel et al., 2003), und die Lateralitätstraits wurden mittels der deutschen Version (Voracek, Reimer, Ertl, & Dressler, 2006) des Coren Lateral Preference Inventory (CLPI) erfasst (Coren, 1993, S. 37-43).

Die Verteilung der nummerierten Fragebögen folgte einem Counterbalancing-Schema, wobei über die TeilnehmerInnen verteilt sechs unterschiedliche Vorgabeversionen des Fragebogenmaterials zufällig zur Anwendung kamen. Die vorgegebenen Fragebögen wurden vor dem Scannen der Hände von den TeilnehmerInnen selbständig ausgefüllt.

3.4 Ermittlung des Fingerlängenverhältnisses 2D:4D

Die Handscans wurden nach dem Ausfüllen der Fragebögen von der Testleiterin durchgeführt, welche zuvor von Mag. Dressler (zum damaligen Zeitpunkt Studienassistent am Arbeitsbereich Methodenlehre der Fakultät für Psychologie der Universität Wien) eine praktische Einführung sowie schriftliche Anleitung erhalten hatte. Um die Anonymität der Daten zu ermöglichen und gleichzeitig die Scans eindeutig den Fragebögen zuordnen zu können, wurden die Scans entsprechend der Nummerierung des jeweils entsprechenden Fragebogens und der jeweils gescannten Hand (rechts, links) benannt. Die einzelnen Fingerlängen wurden mittels Softwareprogramm *Autometric* von der Testleiterin u.a. im Hinblick auf die Berechnung einer Intra-Klassen-Korrelation als Reliabilitätsmaß (Voracek, Manning, & Dressler, 2007) für die Übereinstimmung mehrerer Messungen an zwei verschiedenen Zeitpunkten erfasst. Die einzelnen Messungen wurden vor der Berechnung des Fingerlängenverhältnisses der rechten und der

linken Hand (R2D:4D und L2D:4D) gemittelt (Voracek et al., 2007). Die Differenz (D_{R-L}) der Fingerlängenverhältnisse beider Hände als Maß direktonaler Asymmetrie wurde als $D_{R-L} = R2D:4D - L2D:4D$ berechnet.

3.5 Ermittlung der geographischen Distanz

Sowohl der Straßenweg als auch der Weg *as the crow flies* (Luftlinie) wurden über die Internetseite www.luftline.org erfasst und im Anschluss verglichen. Obwohl der gefundene Zusammenhang der Distanzmessungen sehr hoch war ($r > .95$, $p < .001$), wurde für die weiteren Berechnungen der Straßenweg als Distanzmaß verwendet, da er mehr den tatsächlichen vergangenen Migrationsbewegungen entspricht als die Luftlinie.

Bei der graphischen Darstellung der Distanzwerte zeigte sich wie erwartet eine stark linkssteile Ansammlung der Daten, sodass die Werte für die anschließenden Berechnungen mit $1 + \log_{10}$ (Field, 2005; Saadat, 2008; Woodley, 2009) transformiert wurden. Auf diese Weise konnten die vielen Nullsummen-Distanzen, welche sich ergaben, wenn Eltern und Großeltern aus derselben Ortschaft stammten, vor der Logarithmierung aufgehoben werden, indem einheitlich Eins addiert wurde.

Die logarithmierten Distanzen wurden anschließend gewichtet, um die unterschiedlichen Verwandtschaftsgrade von Eltern und Großeltern auch statistisch zu berücksichtigen zu können, denn Eltern und Kinder als Verwandte ersten Grades teilen 50% der Gene, wohingegen Großeltern als Verwandte zweiten Grades 25% der Gene mit ihren Enkelkinder teilen. Der elterliche genetische Anteil wiegt somit doppelt so schwer wie derjenige der Großeltern. Die logarithmierten Daten wurden folgendermaßen gewichtet: $[(2 * \text{Distanz Eltern} + \text{Distanz Großeltern mütterlicherseits} + \text{Distanz Großeltern väterlicherseits}) / 4]$.

4 Ergebnisse der Studie

Die Angaben aus den Fragebögen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS Version 17.0 bei festgelegtem Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ zweiseitig getestet. Die Ergebnisse werden im Folgenden gerundet bis auf zwei Kommastellen dargestellt.

4.1 Reliabilitäten

Sämtliche gefundene Reliabilitäten weisen zufriedenstellende Werte auf. Beim CLPI wurden die für Händigkeit ein Cronbach Alpha $\alpha = .95$, für Füßigkeit $\alpha = .77$, für Äugigkeit $\alpha = .91$ und für Ohrigkeit $\alpha = .79$ gefunden. Für die Übereinstimmungsreliabilität der Fingerlängenverhältnisse der ersten und zweiten Messung wurden Intraklassen-Korrelationen (Intraclass Correlation, *ICC*; two-way mixed-effects model with absolute-agreement definition; Voracek et al., 2007) gerechnet. Die *ICCs* ergaben für R2D:4D .98, für L2D:4D .98 und für D_{R-L} .92.

In *Tabelle 2* werden die aktuellen Reliabilitäten für Sensation Seeking zur Übersicht bisherigen Reliabilitätsbefunden gegenübergestellt. Vergleichbar mit anderen Studien weist BS im Vergleich zu den übrigen Skalen die geringste interne Konsistenz auf.

Tabelle 2: Vergleich der Reliabilitäten der SSS-V

Skala	α		
	Beauducel et al. (2003)	Dressler (2010)	Aktuelle Studie
TAS	.80	.84	.76
DIS	.69	.75	.67
ES	.61	.63	.70
BS	.46	.56	.29
Gesamt	.82	.84	.74

Anmerkung: α Cronbach Alpha-Koeffizient

In *Tabelle 3* stehen die gefundenen Reliabilitäten der Big Five zum Vergleich Befunden aus anderen Studien gegenüber.

Tabelle 3: *Vergleich der Reliabilitäten der Big Five*

Skala	α		
	Borkenau & Ostendorf (2003)	Caruso (2000)	Aktuelle Studie
Neurotizismus	.85	.83	.87
Extraversion	.57	.75	.80
Offenheit für Erfahrungen	.52	.65	.69
Verträglichkeit	.71	.67	.70
Gewissenhaftigkeit	.85	.80	.85

Anmerkung: α Cronbach Alpha-Koeffizient

4.2 Beschreibung der Stichprobe

4.2.1 Soziodemographische Angaben und geographische Distanz

Soziodemographische Angaben – Verteilung und Effekte

Die deskriptiven Statistiken sowie *t*-Tests für unabhängige Gruppen innerhalb der erhobenen Variablen dieser Studie sind in *Tabelle 4* für Männer und Frauen zusammengefasst. Die Stichprobe umfasst bei anfangs $n = 170$ teilnahmebereiten Personen mit einer Responserate von 76% $n = 129$ freiwillige TeilnehmerInnen. Davon sind $n = 60$ Männer und $n = 69$ Frauen. Das mittlere Alter der Teilnehmer betrug $M = 26.2$ ($SD = 4.9$; *Range*: 18-39) Jahre zum Zeitpunkt der Erhebung. Von den TeilnehmerInnen verfügen 26% über ein niedriges (keine Matura), 53% über ein mittleres (Matura, Meisterprüfung, Fachschule) und 21% über ein hohes Bildungsniveau (Studium). Zwischen Männern und Frauen zeigte sich hinsichtlich Alter und Bildungsgrad kein signifikanter Unterschied.

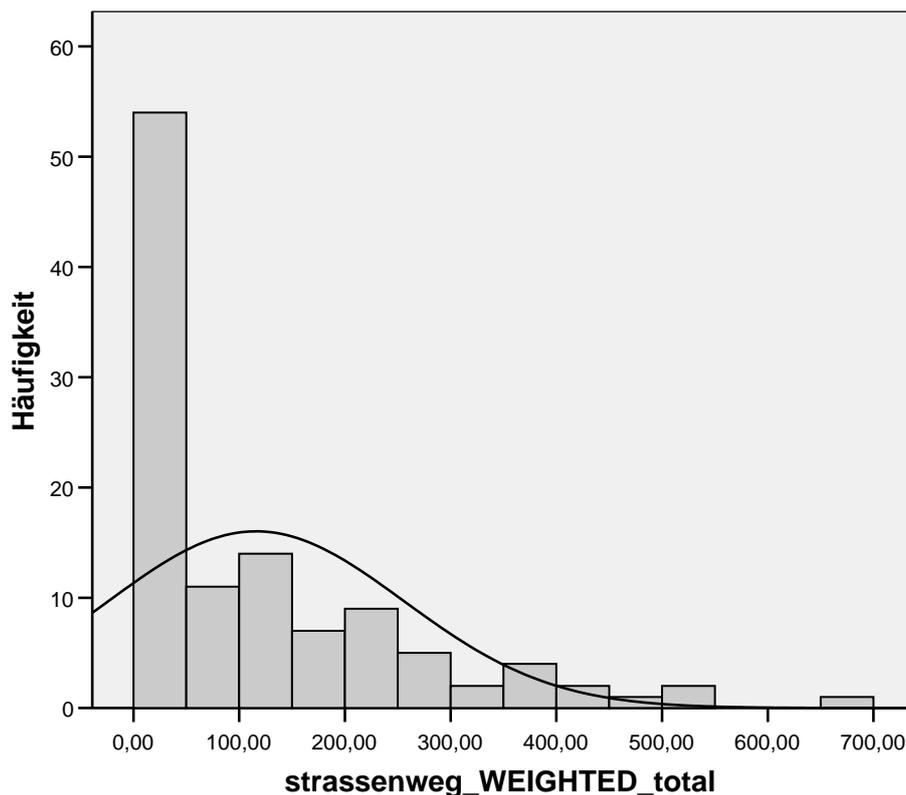
Der Effekt (Pearson r) des Alters auf die erhobenen Persönlichkeitsdimensionen wurde für Frauen und Männer getrennt betrachtet. Für die Stichprobe der Männer wurde für Offenheit für neue Erfahrungen ($r = .42$, $p < .001$) TAS ($r = -.42$, $p < .001$) und DIS ($r = -.32$, $p < .01$) ein Alterseffekt gefunden. In der Stichprobe der Frauen zeigte sich ein solcher für die Skalen Gewissenhaftigkeit ($r = .31$, $p < .01$), SSS-Gesamt ($r = -.24$, $p < .05$), TAS ($r = -.27$, $p < .02$), DIS ($r = -.24$, $p < .05$), und BS ($r = -.27$, $p < .03$). Ein konsistenter Alterseffekt konnte somit für Männer und Frauen wie erwartet hauptsächlich auf den Sensation Seeking-Skalen gefunden werden. Für die Lateralitätstraits sowie das Fingerlängenverhältnis konnte kein Alterseffekt beobachtet werden.

Geographische Distanz

Nicht alle StudienteilnehmerInnen konnten die Frage nach der Herkunft ihrer Großeltern beantworten. Die elterliche Herkunftsdistanz konnte jedoch für die gesamte Stichprobe erhoben werden, die Distanz der Großeltern mütterlicherseits für $n = 121$ sowie die Distanz väterlicherseits für $n = 113$ TeilnehmerInnen. Für $n = 112$ konnten sämtliche Distanzen ermittelt werden. Aufgrund der lokalen Eingrenzung der Studie ergaben sich sehr viele kleine Distanzen zwischen den Angehörigen, zusätzlich ließen sich zwischen den Distanzwerten der Eltern und

Großeltern keine signifikanten Unterschiede feststellen. Kleine Distanzen kamen in dieser Stichprobe sehr oft zustande, wobei eine Distanz von 0 auf endogame Beziehungen hindeutet und kleine Distanzen Hinweise auf mangelnde generationsübergreifende migratorische Mobilität liefern. Null-Summen-Distanzen machten bei den Eltern 30%, bei den Großeltern mütterlicherseits 40% und bei den Großeltern väterlicherseits 42% aus. Zur Veranschaulichung der Distanzverteilungen der Angehörigen sind in *Abbildung 1* die Häufigkeiten der Straßengeweg-Distanzen nicht-log-transformiert dargestellt.

Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der gewichteten Straßengeweg-Distanzen der Angehörigen



4.2.2 Geschlechtsunterschiede in 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität

Die Persönlichkeitsmerkmale Sensation Seeking und Big Five sowie die Traits 2D:4D und Lateralität wurden hinsichtlich Geschlechtsunterschieden untersucht. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst und sind in *Tabelle 4* zur Übersicht aufgelistet.

Fingerlängenverhältnisse 2D:4D

Bei den Fingerlängenverhältnissen zeigte sich lediglich R2D:4D schwach geschlechtsspezifisch ausgeprägt mit typisch niedrigeren Werten bei den männlichen Teilnehmern. Der gefundene Effekt $d = -0.24$ erreichte jedoch bei zweiseitiger Testung keine statistische Signifikanz ($p = .14$). Ein weiterer Geschlechtsunterschied zeigte sich für die Differenzwerte D_{R-L} . Wobei diese wie erwartet für den männlichen Teil der Stichprobe mit einem Effekt von $d = -0.48$ ($p < .01$) deutlich niedriger ausfielen.

Big Five, Sensation Seeking und Lateralität

Bei den Big Five ließ sich ein Geschlechtsunterschied in erwartete Richtung finden, wobei Männer mit $d = 0.68$ ($p < .001$) eine höhere emotionale Stabilität bzw. niedrigere Neurotizismuswerte und Frauen mit $d = -0.41$ ($p < .05$) höhere Verträglichkeit aufwiesen.

Für sämtliche Sensation Seeking-Skalen außer Experience Seeking wurden ebenfalls wie erwartet für die männlichen Teilnehmer signifikant höhere Werte gefunden.

Im Bezug auf die Lateralitätstrait wurden keine signifikanten Geschlechtsunterschiede gefunden, jedoch zeigte sich bei der männlichen Stichprobe eine schwächer ausgeprägte Rechts-Lateralität.

Tabelle 4: *Geschlechtsunterschiede innerhalb der erhobenen Variablen*

Abhängige Variable	Männer		Frauen		<i>t</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
R2D:4D	0.964	0.034	0.972	0.032	-1.47	-0.24
L2D:4D	0.969	0.033	0.967	0.031	0.48	0.06
D _{R-L}	-0.005	0.024	0.006	0.022	-2.75**	-0.48
Verträglichkeit	8.02	5.02	10.16	5.36	-2.33*	-0.41
Gewissenhaftigkeit	8.18	7.66	10.04	6.70	-1.47	-0.26
Emotionale Stabilität	7.82	7.72	2.43	8.05	3.86***	0.68
Extraversion	6.35	6.15	7.61	6.63	-1.11	-0.20
Offenheit	6.75	6.96	6.35	7.56	0.31	0.05
Thrill and Adventure Seeking	7.91	8.28	3.83	9.77	2.54*	0.45
Disinhibition	3.60	6.75	-0.14	7.00	3.08**	0.54
Experience Seeking	5.20	7.46	5.60	8.22	-0.29	-0.05
Boredom Susceptibility	-1.17	5.65	-3.12	5.41	2.00*	0.35
Sensation Seeking (Gesamt)	11.94	11.69	6.31	17.15	2.15*	0.38
Händigkeit	7.82	6.96	9.77	5.28	-1.81‡	-0.32
Füßigkeit	1.55	2.21	2.72	1.78	-3.35**	-0.59
Äugigkeit	1.27	3.11	1.43	2.86	-0.32	-0.05
Ohrigkeit	0.52	2.43	1.65	2.26	-2.75**	-0.48

‡*p* < .10, **p* < .05, ***p* < .01, ****p* < .001 (zweiseitig).

4.3 Korrelationen zwischen 2D:4D, Big Five, Sensation Seeking und Lateralität

Die Persönlichkeitstraits Big Five und Sensation Seeking sowie die Lateralitäts-Traits wurden auf signifikante Zusammenhänge mit 2D:4D überprüft. Die hier zusammengefassten Ergebnisse sind in *Tabelle 5 und Tabelle 6* zur Übersicht aufgelistet.

Die Korrelationen zwischen 2D:4D und den Big Five erwiesen sich innerhalb des jeweiligen Geschlechts als schwach und inkonsistent, was vergleichbar ist mit den Ergebnissen von Lippa (2006). Bei Frauen korrelierten niedrigere Werte auf den Skalen Gewissenhaftigkeit und Emotionaler Stabilität signifikant positiv mit 2D:4D. Nach Durchführung einer semipartiellen Korrelation (Kontrolle des Alters und der jeweils anderen Subskalen auf der unabhängigen Variablen), welche den bereinigten, spezifischen Anteil einer unabhängigen Variablen auf den Zusammenhang mit einer abhängigen Variable erkennen lässt, ergaben sich jedoch keine statistisch signifikanten Korrelationen mehr.

Entgegen der Annahme, dass Sensation Seeking und 2D:4D signifikante negative Korrelationen zeigen sollten, da beide testosteronabhängig sind, konnte dies in der vorliegenden Studie nicht gefunden werden. Dies stimmt mit den Ergebnissen einer Meta-Analyse von Voracek et al. (2010) überein.

Bei den Lateralitätstraits konnte bei der männlichen Stichprobe gefunden werden, dass niedrigere Werte auf der Äugigkeits- und Händigkeitsskala mit niedrigeren, maskulineren Fingerlängenverhältnissen korrelierten. Nach Durchführung einer semipartiellen Korrelation (Kontrolle des Alters und der anderen Subskalen auf der unabhängigen Variablen) fielen diese Korrelationen jedoch wiederum nicht mehr signifikant aus. Die gefundenen Werte bezogen auf Händigkeit stimmen dennoch gut mit anderen Ergebnissen überein, wonach Linkshänder ein niedrigeres 2D:4D aufweisen als Rechtshänder (Manning, 2002, 2008; Fink, Manning, Neave, & Tan, 2004).

Tabelle 5: Geschlechtsspezifische Korrelationen (Pearson r) zwischen 2D:4D und Persönlichkeitsdimensionen

Korrelierte Variablen	Männer			Frauen		
	R2D:4D	L2D:4D	D _{R-L}	R2D:4D	L2D:4D	D _{R-L}
Verträglichkeit	-.05 (-.09)	.02 (-.02)	-.10 (-.11)	-.11 (-.01)	-.20 (-.06)	.13 (.08)
Gewissenhaftigkeit	.09 (.02)	.06 (-.01)	.06 (.03)	-.27* (-.21)	-.30* (-.18)	.04 (-.03)
Emotionale Stabilität	.11 (.11)	.12 (.11)	-.01 (.01)	-.22‡ (-.09)	-.35** (-.17)	.18 (.11)
Extraversion	.06 (.01)	.05 (-.02)	.02 (.04)	-.10 (-.01)	-.22‡ (-.07)	.17 (.08)
Offenheit für Erfahrungen	-.05 (.06)	-.03 (.01)	-.03 (.08)	.07 (.01)	.09 (-.01)	-.02 (.02)
Thrill and Adventure Seeking	.07 (-.02)	-.14 (-.19)	.29* (.23‡)	-.06 (-.06)	-.11 (-.14)	.08 (.12)
Disinhibition	-.02 (-.01)	-.16 (-.09)	.19 (.11)	-.10 (-.11)	-.05 (-.06)	-.08 (-.08)
Experience Seeking	.21 (.24‡)	.21 (.22‡)	-.01 (.03)	.01 (.04)	-.02 (.03)	.03 (.01)
Boredom Susceptibility	-.16 (-.13)	-.18 (-.13)	.03 (.01)	.05 (.08)	.17 (.21‡)	-.17 (-.19)
Sensation Seeking (Gesamt)	.11 (.08)	-.05 (-.06)	.22‡ (.20‡)	-.02 (-.02)	-.02 (-.02)	.01 (-.01)

‡ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$ (zweiseitig).

Einträge in Klammern entsprechen semipartiellen Korrelationen (für die Big Five: Kontrolle der anderen vier Subskalen und des Alters; für Sensation Seeking-Subskalen: Kontrolle der jeweils anderen drei Subskalen und des Alters; für Sensation Seeking Gesamt: Kontrolle des Alters).

Tabelle 6: Geschlechtsspezifische Korrelationen (Pearson r) zwischen 2D:4D und Lateralitätstraits

	Männer			Frauen		
	R2D:4D	L2D:4D	D _{R-L}	R2D:4D	L2D:4D	D _{R-L}
Händigkeit	.20 (.07)	.02 (-.04)	.26* (.15)	-.01 (-.15)	-.05 (-.01)	.05 (-.20‡)
Füßigkeit	.05 (-.06)	.02 (.01)	.04 (-.09)	.10 (.22‡)	-.05 (.02)	.22‡ (.28*)
Äugigkeit	.31* (.22‡)	.08 (.06)	.32* (.23‡)	-.09 (-.13)	-.08 (-.08)	-.01 (-.06)
Ohrigkeit	.10 (-.04)	.10 (.07)	.01 (-.16)	-.02 (-.10)	-.09 (-.09)	.11 (-.02)

‡ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$ (zweiseitig).

Einträge in Klammern entsprechen semipartiellen Korrelationen (für Lateralität: Kontrolle der jeweils anderen drei Subskalen und des Alters).

4.4 Heterosis-Effekte

Die hier zusammengefassten Ergebnisse zu möglichen Heterosis-Effekten sind in *Tabelle 7* zur Übersicht aufgelistet.

Im Sinne der Heterosis-Hypothese fand sich bei Frauen ein höheres, weiblicheres R2D:4D und L2D:4D mit zunehmenden Herkunftsdistanzen der Angehörigen, aber auch mit der Herkunftsdistanz der Eltern alleine. Für D_{R-L} konnte jedoch weder für Männer noch Frauen eine signifikante Korrelation mit den Herkunftsdistanzen gefunden werden.

Bezogen auf die Big Five ließ sich nur bei den Männern eine signifikante, positive Korrelation zwischen Verträglichkeit und den Herkunftsdistanzen der Angehörigen finden.

Für die Werte der Sensation Seeking-Skalen wurden einige signifikante Korrelationen mit der Herkunftsdistanz sowohl für den männlichen als auch den weiblichen Teil der Stichprobe gefunden. Diese Korrelationen waren jedoch bis auf eine Korrelation mit $r = .30$ ($p < .05$) zwischen den Experience Seeking-Scores der männlichen Teilnehmer und Herkunftsdistanz der Angehörigen theorieinkonsistent,

was die erwartete positive Richtung (Rebollo & Boomsma, 2007) anbelangt.

Bei den Lateralitätstraits ging zunehmende Rechtsorientierung mit größeren Herkunftsdistanzen einher. Die Korrelationen erwiesen sich jedoch als nicht signifikant und lieferten über die verschiedenen Lateralitätstraits, Geschlecht sowie Distanz der Eltern und Distanz der Angehörigen kein einheitliches, konsistentes Bild.

Tabelle 7: Heterosis-Effekte (Pearson r) auf den erhobenen Variablen

	Männer		Frauen	
	Herkunftsdistanz Angehörige ($n = 52$)	Herkunftsdistanz Eltern ($n = 60$)	Herkunftsdistanz Angehörige ($n = 60$)	Herkunftsdistanz Eltern ($n = 69$)
R2D:4D	.10	.05	.34**	.29*
L2D:4D	.06	.18	.39**	.34**
D _{R-L}	.07	-.18	-.06	-.06
Verträglichkeit	.34*	.07	.08	-.14
Gewissenhaftigkeit	.11	-.10	-.15	-.21
Emotionale Stabilität	.20	-.02	-.13	-.12
Extraversion	.09	.01	-.14	-.08
Offenheit für Erfahrungen	.01	-.10	-.07	-.06
Thrill and Adventure Seeking	.26‡	.10	-.26*	-.19
Disinhibition	-.11	.16	-.15	.11
Experience Seeking	.30*	.21	.02	-.02
Boredom Susceptibility	-.39**	-.01	.05	.05
Sensation Seeking (Gesamt)	.21	.20	-.13	-.10
Händigkeit	-.02	-.10	.10	.22‡
Füßigkeit	.17	.11	.24‡	.17
Äugigkeit	.26‡	.07	-.08	.05
Ohrigkeit	.14	.03	.03	-.13

‡ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$ (zweiseitig).

Herkunftsdistanz Angehörige: gewichteter Durchschnitt der $1 + \log_{10}$ transformierten Straßenweg-Distanzen (Eltern, Großeltern mütterlicherseits und väterlicherseits kombiniert). Herkunftsdistanz Eltern: $1 + \log_{10}$ transformierte Straßenweg-Distanz.

5 Diskussion der Ergebnisse

Diese Studie hatte zum Ziel, mögliche Heterosis- bzw. Inbreeding-Effekte bezogen auf die stark vererbaren Persönlichkeitstrait Big Five, Sensation Seeking, den stark vererbaren Trait 2D:4D sowie die eher schwach vererbaren Lateralitätstrait zu untersuchen. Diese Traits wurden im Rahmen der aktuellen Studie erstmals gemeinsam an einer Stichprobe erfasst.

Es zeigten sich in der Stichprobe der Frauen sowohl für R2D:4D als auch für L2D:4D, welche stark vererbbar sind, im Gegensatz zu D_{R-L} , welches kaum vererbbar ist, mit zunehmenden Distanzwerten der Angehörigen höhere, weiblichere Werte. Dieses Ergebnis stimmt mit einer Heterosis- bzw. Inbreeding-Hypothese überein und es wäre somit denkbar, dass 2D:4D in Abhängigkeit des vorherrschenden Inbreeding-Levels systematisch von geschlechtstypischen 2D:4D Ausprägungen abweicht. Interessanterweise wurde dieser Effekt in der vorliegenden Studie nur für die Stichprobe der Frauen gefunden, was vergleichbar ist mit einer Studie von Campbell et al. (2007), welche bei Frauen im Vergleich zu Männern ungünstigere Effekte von Inbreeding Depression bezogen auf den Blutdruck fanden. Auch Postma et al. (2010) fanden in einer Studie zu Inbreeding Depression nur für Frauen, deren Eltern näher verwandt waren, dass diese weniger Kinder hatten als Frauen, deren Eltern weniger Verwandtschaft aufwiesen.

Bei den Lateralitätstrait, welche nur schwach vererbbar sind, ließen sich keine eindeutigen, theoriekonformen Effekte auffinden.

Für die Big Five Persönlichkeitsdimensionen, welche relativ stark vererbbar sind, wurden im Sinne einer Hypothese möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding-Effekte keine unterstützenden Ergebnisse gefunden. Lediglich ein Effekt auf der Skala Verträglichkeit in der Stichprobe der Männer schien auf, steht den Ergebnissen von Camperio Ciani et al. (2007) jedoch entgegen. Es konnten somit im Rahmen der vorliegenden Studie deren Ergebnisse nicht repliziert werden.

Bezogen auf Sensation Seeking wurde, ähnlich wie in der Studie von Rebollo und Boomsma (2007), der stärkste Heterosis-Effekt auf der Skala Experience Seeking gefunden, allerdings nur in der Stichprobe der Männer. Die gefundenen Effekte auf den übrigen Skalen stimmen mit Rebollo und Boomsma (2007), was ihre Richtung angeht, allerdings nicht überein. Im Zusammenhang mit Traits wie Sensation Seeking stellen Penke et al. (2007) Überlegungen zu möglichen Effekten

von Inbreeding Depression und Persönlichkeit an und meinen, dass Inbreeding Depression speziell auf Traits einen Einfluss haben sollte, welche leicht mit Migrationstendenzen und aktiver Nischenselektion in Verbindung zu bringen sind wie z.B. Offenheit für neue Erfahrungen und Extraversion. Bei der Untersuchung von Persönlichkeitsunterschieden zwischen Populationen sollte man auch beachten, dass auch Migrationsdynamiken persönlichkeitsbezogene Unterschiede zwischen Populationen unterschiedlicher geographischen Regionen erzeugen können. Bestimmte Aspekte von Persönlichkeit selbst, wie Sensation Seeking oder Experience Seeking (Camperio Ciani et al., 2007; Jokela, 2009; Camperio Ciani, & Capiluppi, 2011), könnten bestimmte Migrationsmuster und somit lokale Unterschiede in den Ausprägungen dieser Merkmale beeinflussen.

Im Rahmen dieser Studie wurden sämtliche Stichprobenvariablen zufriedenstellend auf ihre Reliabilitäten geprüft. Die gefundenen Werte stimmen gut mit denen vorangegangener Studien überein. Auch die bekannten Geschlechtsunterschiede konnten bei den erhobenen Stichprobenvariablen gut repliziert werden.

Was die Stichprobe betrifft, so muss erwähnt werden, dass die relativ reduzierten Größen der Substichproben aufgeteilt nach Geschlecht auch die statistische Power der Analysen reduziert. Gleichfalls hat der Altersrange der Stichprobe von 18 bis 40 Jahren auf die Aussagekraft der Ergebnisse eine einschränkende Wirkung. Diese Altersbegrenzung ging zwar aus Überlegungen zu Alterseffekten bei Sensation Seeking auch im Hinblick auf die erwartete Größe der Stichprobe hervor, erlaubt es aber im Hinblick auf vergangene Migrationsbewegungen und die damaligen Barrieren nicht, diesbezügliche mögliche Effekte zu erfassen. Dies wäre unter Einbeziehung einer älteren Stichprobe eventuell möglich gewesen.

Das Rheindelta ist zwar geographisch relativ isoliert, dennoch ist es nicht vergleichbar mit den doch stark isolierten und migrationsarmen Inseln wie in den Studien von Camperio Ciani et al. (2007) sowie Camperio Ciani und Capiluppi (2011). Wie gut die postulierten Bedingungen (Mingroni, 2007) für das Auftreten von Heterosis-Effekten von dieser Stichprobe und den erhobenen Traits erfüllt werden, muss somit hinterfragt werden. Allerdings ließen in dieser Stichprobe relativ viele kleine Herkunftsdistanzen zwischen den Eltern und auch zwischen den

Großelternpaaren sowie den Angehörigen auffinden, was als Indikator für eingeschränkte Mobilität und endogame Paarbildung in der Vergangenheit zu sehen ist und somit für die Qualität der Stichprobe spricht.

Auch wenn genetische Heterozygotität idealerweise direkt gemessen werden sollte, so stellte sich innerhalb der aktuellen Studie und ihren Rahmenbedingungen die indirekte Herangehensweise zur Aufdeckung möglicher Heterosis- bzw. Inbreeding-Effekte in Bezug auf Persönlichkeitsdimensionen als praktisch brauchbar dar. Auf indirektem Wege konnte somit ein Proximitätsmaß für genetische Nähe mit Hilfe des Fragebogens einfach erfasst werden, indem Fragen zur Herkunft der Eltern und Großeltern integriert wurden, welche von den fast allen TeilnehmerInnen komplett beantwortet werden konnten. Interessant wäre es, diese indirekte Vorgehensweise in einer weiteren Studie zu wiederholen und dabei physiologische Traits wie 2D:4D aber auch Blutdruck oder Cholesterinspiegel (Campbell et al., 2007) an einer Stichprobe gemeinsam zu erheben.

Das Hauptergebnis von Heterosis-Effekten auf R2D:4D und L2D:4D der Frauen konnte über die indirekte Herangehensweise mittels Herkunftsdistanzen gefunden werden. Jedoch steht dieses Ergebnis ohne Bonferroni-Korrektur für sich da, welche bei der Durchführung mehrerer statistischer Signifikanztests angewendet werden kann, sodass mit zunehmender Anzahl durchzuführender Tests die Alpha-Fehlerwahrscheinlichkeit verringert wird, wodurch es allerdings für die einzelnen Tests schwieriger wird, signifikant auszufallen.

Im Rahmen zukünftiger Studien im Bereich der Persönlichkeitsforschung und anderer interindividueller Unterschiede im Zusammenhang mit unterschiedlichen genetischen Verwandtschaftsgraden (Blutsverwandtschaft; Özener, 2010) könnte genetische Heterozygotität vs. Homozygotität dort gut erfasst werden, wo ein relativ hoher Anteil an endogamen Partnerschaften vorzufinden (z.B. geographisch isolierten Regionen, Bergdörfer), bzw. spezieller noch in Gebieten mit ausgeprägter Blutsverwandtschaft unter Eheleuten (z.B. Gebiete Indiens oder Nord-Afrikas). Denkbar ist es andererseits Heterosis-Effekte dort gut auffinden zu können, wo auch inter-ethnische Eheschließungen häufig vorkommen (z.B. Kalifornien, Hawaii, Nevada; Passel, Wang, & Taylor, 2010). Untersuchenswert wäre dabei z.B. das Persönlichkeitskonzept des Temperaments wie von Cloninger, Svrakic und Przybeck (1993) beschrieben, welches auf psychobiologischen Überlegungen

aufbaut und einen evolutionspsychologischen Erklärungswert für bipolare Störungen aber auch für die Natur der menschlichen Persönlichkeit im Allgemeinen hat. Dieses Persönlichkeitskonzept umfasst die vier Temperamentsbereiche Harm Avoidance, Novelty Seeking, Reward Dependence und Persistence sowie drei zusätzliche Charakterbereiche (Akiskal & Akiskal, 2005).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Rahmen der vorliegenden Studie nur wenig unterstützende Ergebnisse für eine Heterosis- bzw. Inbreeding-Hypothese hinsichtlich der stark vererbaren Persönlichkeitsdimensionen Big Five und Sensation Seeking sowie der Traits 2D:4D und Lateraliät gefunden wurden. Lediglich für das 2D:4D beider Hände in der Stichprobe der Frauen ließen sich solcher Effekte erkennen, indem größere 2D:4D-Werte mit größeren Herkunftsdistanzen einhergingen.

Summary

The main goal of this study was to find effects of the opposed genetic phenomena heterosis and inbreeding depression on the Big Five personality dimensions and sensation seeking as reported in Camperio Ciani et al. (2007) and Rebollo and Boomsma (2007) but also on laterality traits and the anthropometric trait 2D:4D which is being seen as a putative marker of prenatal androgen exposure (Manning, 2002). The traits under investigation show high heritability values with exception of the laterality traits. Effects of heterosis and inbreeding depression are supposed to be better found with increasing levels of heritability of traits.

Differences in phenotypic trait values are supposed to root partly in genetic differences like increased heterozygosity vs. increased homozygosity (Mingroni, 2007) which again depend on the level of genetic relatedness of the parental generation of participating individuals. This genetic relatedness was accessed using the indirect measure of geographic distance (Edmands, 2002; Novembre, et al., 2008). In this study the cumulative geographic distance consists of birthplace distances of parents as well as of maternal and fraternal grandparents.

The study ($N = 129$) was conducted in Höchst, a village which forms part of the Rheindelta in the westernmost area of Austria. This area is geographically relatively isolated. As expected a relatively high amount of very small cumulated birthplace distances of relatives could be obtained for this sample. These small distances are indicative of endogamous marriages and thus higher levels of homozygosity.

Reliabilities of study variables all showed values consistent with previous findings. Known sex differences for digit ratios could be replicated. The effects previously found for the strongly heritable Big Five personality dimensions (Camperio Ciani et al., 2007) and sensation seeking (Rebollo & Boomsma, 2007) could not be replicated in the present study. For sensation seeking only one consistent correlation could be found on the sub-scale Experience Seeking for men only. Heterosis and inbreeding depression effects were absent for laterality traits which are only weakly heritable. However an effect consistent with heterosis and inbreeding depression could be found for the strongly heritable 2D:4D of both hands for women only. This effect showed itself in higher, more feminine digit ratios with increasing cumulated birthplace distances of relatives. Interestingly this effect could

not be found for the only weakly heritable D_{R-L} (difference of right minus left 2D:4D).

Limitations of this study include sample size and its range of age which in the first case reduce power of analysis, in the second case limit the possibility of finding effects of prior migratory barriers since no participants above 40 years of age were included. Also, even though geographically isolated the study location and its population is genetically not as isolated as the population of the small islands in the study of Camperio Ciani et al. (2007).

Moreover multiple statistical tests for the sample were conducted without applying a Bonferroni correction – this is important to mention, regarding the statistically significant finding for women's digit ratios and effects of heterosis and inbreeding depression.

In conclusion, this study adds only little support to the theory of heterosis and inbreeding depression on the strongly heritable Big Five personality traits and sensation seeking or the weakly heritable laterality traits. For the strongly heritable anthropometric trait 2D:4D an effect could be observed for women only with more female-typical values emerging with increasing cumulated birthplace distances of relatives.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: *Häufigkeitsverteilung der gewichteten Straßenweg-Distanzen der Angehörigen*40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: *Persönlichkeitsbezogene Fitnesskonsequenzen*.....13

Tabelle 2: *Vergleich der Reliabilitäten der SSS-V*.....37

Tabelle 3: *Vergleich der Reliabilitäten der Big Five*.....38

Tabelle 4: *Geschlechtsunterschiede innerhalb der erhobenen Variablen*42

Tabelle 5: *Geschlechtsspezifische Korrelationen (Pearson r) zwischen 2D:4D und Persönlichkeitsdimensionen*44

Tabelle 6: *Geschlechtsspezifische Korrelationen (Pearson r) zwischen 2D:4D und Lateralitätstraits*.....45

Tabelle 7: *Heterosis-Effekte (Pearson r) auf den erhobenen Variablen*.....47

Literaturverzeichnis

- Akiskal, K. K., & Akiskal, H. S. (2005). The theoretical underpinnings of affective temperaments: Implications for evolutionary foundations of bipolar disorder and human nature. *Journal of Affective Disorders, 85*, 231-239.
- Allaway, H. C., Bloski, T. G., Pierson, R. A., & Lujan, M. E. (2009). Digit ratios (2D:4D) determined by computer-assisted analysis are more reliable than those using physical measurements, photocopies and printed scans. *American Journal of Human Biology, 21*, 365-370.
- Allik, J., & McCrae, R. R. (2004a). Escapable conclusions: Toomela (2003) and the universality of trait structure. *Journal of Personality and Social Psychology, 87*, 261-265.
- Allik, J., & McCrae, R. R. (2004b). Towards a geography of personality traits: Patterns of profiles across 36 cultures. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 35*, 13-28.
- Andrews, P. W., Gangestad, S. W., & Matthews, D. (2002). Adaptationism: How to carry out an exaptationist program. *Behavioral and Brain Sciences, 25*, 489-504.
- Austin, E., Manning, J. T., McInroy, K., & Mathews, E. (2002). A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Personality and Individual Differences, 33*, 1115-1124.
- Barton, N. H. (2001). The role of hybridization in evolution. *Molecular Ecology, 10*, 551-568.
- Barral, I., Rodruigez-Larralde, A., Mamolini, E., Manni, F., & Scapoli, C. (2000). Elements of the surname structure of Austria. *Annals of Human Biology, 27*, 607-622.
- Beauducel, A., Strobel, A., & Brocke, B. (2003). Psychometrische Eigenschaften und Normen einer deutschsprachigen Fassung der Sensation Seeking-Skalen, Form V. *Diagnostica, 49*, 61-72.
- Berenbaum, S. A. (1999). Effects of early androgens on sex-typed activities and interests in adolescents with congenital adrenal hyperplasia. *Hormones and Behavior, 35*, 102-110.

- Borkenau, P., & Ostendorf, F. (1993). *Neo Fünf-Faktoren Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae: Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Bouchard, T. J., & Loehlin, J. C. (2001). Genes, evolution and personality. *Behavior Genetics*, 31, 243-273.
- Breedlove, S. M. (2010). Organizational hypothesis: Instances of the fingerpost. *Endocrinology*, 151, 4116-4122.
- Brown, G. R., Dickins, T. E., Sear, R., & Laland, K. N. (2011). Evolutionary accounts of human behavioral diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366, 313-324.
- Brown, W. M., Hines, M., Fane, B. A. & Breedlove, S. M. (2002). Masculinized finger length patterns in human males and females with congenital adrenal hyperplasia. *Hormones and Behavior*, 42, 380-386.
- Bull, R., & Benson, P. J. (2006). Digit ratio (2D:4D) and the spatial representation of magnitude. *Hormones and Behavior*, 50, 194-199.
- Buss, D. M. (1991). Evolutionary personality psychology. *Annual Review of Psychology*, 42, 459-491.
- Buss, D. M. (2009). How can evolutionary psychology successfully explain personality and individual differences? *Perspectives on Psychological Science*, 4, 359-366.
- Buss, D. M., & Greiling, H. (1999). Adaptive individual differences. *Journal of Personality*, 67, 209-243.
- Campbell, H., Carothers, A. D., Rudan, I., Hayward, C., Biloglav, Z., Barac, L., et al. (2007). Effects of genome-wide heterozygosity on a range of biomedically relevant human quantitative traits. *Human Molecular Genetics*, 16, 233-241.
- Camperio Ciani, A. S., Capiluppi, C., Veronese, A., & Sartori, G. (2007). The adaptive value of personality differences revealed by small island population dynamics. *European Journal of Personality*, 21, 3-22.
- Camperio Ciani, A., & Capiluppi, C. (2011). Gene flow by selective emigration as a possible cause for personality differences between small islands and mainland populations. *European Journal of Personality*, 25, 53-64.
- Caruso, J. C. (2000). Reliability generalization of the NEO personality scales. *Educational and Psychological Measurement*, 60, 236-254.

- Charlesworth, D., & Willis, J. H. (2009). The genetics of inbreeding depression. *Nature Reviews Genetics*, *10*, 783-796.
- Cloninger, C. R., Svrakic, D. M., & Przybeck T. R. (1993). A psychobiological model of temperament and character. *Archives of General Psychiatry*, *50*, 975-990.
- Cohen-Bendahan, C. C. C., van de Beek, C., & Berenbaum, S. A. (2005). Prenatal sex hormone effects on child and adult sex-typed behavior: Methods and findings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *29*, 353-384.
- Confer, J. C., Easton, J. A., Fleischman, D. S., Goetz, C. D., Lewis, D. M. G., Perilloux, C., *et al.* (2010). Evolutionary psychology: Controversy, questions, prospects and limitations. *American Psychologist*, *65*, 110-126.
- Coren, S. (1993). *The left-hander syndrome: The causes and consequences of left-handedness*. New York: Vintage Books.
- Coren, S. (1998). Prenatal testosterone exposure, left-handedness, and high school delinquency. *Behavioral and Brain Sciences*, *21*, 369-370.
- Costa, P. T., Terracciano, A., & McCrae, R. R. (2001). Gender differences in personality traits across cultures: Robust and surprising findings. *Journal of Personality and Social Psychology*, *81*, 322-331.
- Deary, I. J., Johnson, W., & Houlihan, L. M. (2009). Genetic foundations of human intelligence. *Human Genetics*, *126*, 215-232.
- DeBruine LM. (2006). AutoMetric software for measurement of 2D:4D ratios [online] verfügbar unter www.facelab.org/debruine/Programs/autometric [19.06.2011]
- Depue, R. A., & Collins, P. F. (1999). Neurobiology of the structure of personality: Dopamine, facilitation of incentive motivation, and extraversion. *Behavioral and Brain Sciences*, *22*, 491-533.
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2002). The IQ paradox is still resolved: Reply to Loehlin (2002) and Rowe and Rodgers (2002). *Psychological Review*, *109*, 764-771.
- Dressler, S. G. (2009). *Parent-of-Origin-Effekte bei Sensation Seeking und Fingerlängenverhältnis (2D:4D): Anwendung eines erweiterten Familien-Halbgeschwister-Designs*. Unpublizierte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Eachus, P. (2007). Finger length, digit ratio and gender differences in sensation seeking and internet self-efficacy. *Journal of Issues in Informing Science and Information Technology*, *4*, 692-701.

- Edmunds, S. (2002). Does parental divergence predict reproductive compatibility? *Trends in Ecology & Evolution*, *17*, 520-627.
- Evardone, M. A. (2009). Anxiety, sex-linked behavior and digit ratio. *Archives of Sexual Behavior*, *38*, 442-455.
- Ferák, V., Siváková, D., & Kroupová, Z. (1980). Genetic distances, geographic distances and migration between four villages of a single region of Slovakia. *Journal of Human Evolution*, *9*, 573-581.
- Feingold, A. (1994). Gender differences in personality: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *116*, 429-456.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage.
- Fink, B., Manning, J. T., & Neave, N. (2004). Second to fourth digit ratio and the „big five“ personality factors. *Personality and Individual Differences*, *37*, 495-503.
- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., & Tan, U. (2004). Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. *Biological Psychology*, *67*, 375-384.
- Fink, B., Neave, N., Laughton, K., & Manning, J. T. (2006). Second to fourth digit ratio and sensation seeking. *Personality and Individual Differences*, *41*, 1253-1262.
- Forstmeier, W. (2005). Quantitative genetics and behavioral correlates of digit ratio in zebra finch. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *272*, 2641-2649.
- Galis, F., Ten Broek, C. M. A., Van Dongen, S., & Wijnaendts, L. C. D. (2010). Sexual dimorphism in the prenatal digit ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, *39*, 57-62.
- Gallup, G. G., Frederick, M. J., & Pipitone, R. N. (2008). Morphology and behavior: Phrenology revisited. *Review of General Psychology*, *12*, 297-304.
- Gangestad, S. W. (2010). Evolutionary biology looks at behavior genetics. *Personality and Individual Differences*, *40*, 289-295.
- Geary, D. C. (1999). Evolution and developmental sex differences. *Current Directions in Psychological Science*, *8*, 115-120.
- Gillam, L., McDonald, R., Ebling, F. J. P., & Mayhew, T. M. (2008). Human 2D (index) and 4D (ring) finger lengths and ratios: Cross-sectional data on linear growth patterns, sexual dimorphism and lateral asymmetry from 4 to 60 years. *Journal of Anatomy*, *213*, 325-335.

- Gobrogge, K. L., Breedlove, S. M., & Klump, K. L. (2008). Genetic and environmental influences on 2D:4D finger length ratios: A study of monozygotic and dizygotic male and female twins. *Archives of Sexual Behavior, 37*, 112-118.
- Goldberg, L. R. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist, 48*, 26-34.
- Gosling, S. D. (2001). Of mice and men: What can we learn about personality from animal research? *Psychological Bulletin, 127*, 45-86.
- Gray, J. M., & Wilson, M. A. (2007). A detailed analysis of the reliability and validity of the sensation seeking scale in a UK sample. *Personality and Individual Differences, 42*, 641-651.
- Hampson E., Ellis C. L., & Tenk C. M. (2008). On the relation between 2D:4D and sex-dimorphic personality traits. *Archives of Sexual Behavior, 37*, 133-144.
- Helle S., & Laaksonen T. (2009). Latitudinal gradient in 2D:4D [letter]. *Archives of Sexual Behavior, 38*, 1-3.
- Hurd, P. L., & van Anders, S. M. (2007). Latitude, digit ratios and Allen's and Bergmann's rules: A comment on Loehlin, McFadden, Medland and Martin (2006). *Archives of Sexual Behavior, 36*, 139-141.
- Jang, K. L., Livesley, W. J., & Vernon, P. A. (1996). Heritability of the big five personality dimensions and their facets: A twin study. *Journal of Personality, 64*, 577-591.
- Jokela, M. (2009). Personality predicts migration within and between U.S. states. *Journal of Research in Personality, 43*, 79-83.
- Kemper, C. J., & Schwerdtfeger, A. (2009). Comparing indirect methods of digit ratio (2D:4D) measurement. *American Journal of Human Biology, 21*, 188-191.
- Koopmans, J. R., Boomsma, D. I., Heath, A. C., & van Doornen, L. J. P. (1995). A multivariate genetic analysis of sensation seeking. *Behavior Genetics, 25*, 349-356.
- Li, J. Z., Absher, D. M., Tang, H., Southwick, A. M., Casto, A. M., Ramachandran, S., *et al.* (2008). Worldwide human relationships inferred from genome-wide patterns of variation. *Science, 319*, 1100-1104.

- Lippa, R. A. (2003). Are 2D:4D finger-length ratios related to sexual orientation? Yes for men, no for women. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*, 179-188.
- Lippa, R. A. (2006). Finger lengths, 2D:4D ratios, and their relation to gender-related personality traits and the Big Five. *Biological Psychology*, *71*, 116-121.
- Loehlin, J. M. (2006). Population differences in finger length ratios: Ethnicity or latitude? *Archives of Sexual Behavior*, *35*, 739-742.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, *77*, 23-28.
- Luxen, M. F., & Buunk, B. P. (2005) Second-to-fourth 2D:4D related to verbal and numerical intelligence and the Big Five. *Personality and Individual Differences*, *39*, 959-966.
- MacDonald, K. (1995). Evolution, the five-factor model, and levels of personality. *Journal of Personality*, *63*, 525-567.
- MacDonald, K. (1998). Evolution, culture, and the five-factor model. *Journal of Cross Cultural-Psychology*, *29*, 119-149.
- Malas, M. A., Dogan, S., Evcil, E. H., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D). *Early Human Development*, *82*, 469-475.
- Manning, J. T. (2002). *Digit ratio: A pointer to fertility, behavior and health*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2004). Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Human Development*, *80*, 161-168.
- Manning, J. T., Callow, M., & Bundred, P. E. (2003). Finger and toe ratios in humans and mice: Implications for the aetiology of diseases influenced by HOX genes. *Medical Hypotheses*, *60*, 340-343.
- Manning, J. T., Churchill, A. J. G., & Peters, M. (2007). The effects of sex, ethnicity, and sexual orientation on self-measured digit ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, *36*, 223-233.
- Manning J. T., & Fink, B. (2008). Digit ratio (2D:4D), dominance, reproductive success, asymmetry, and socio-sexuality in the BBC Internet Study. *American Journal of Human Biology*, *20*, 451-461.

- Manning, J. T., Fink, B., Neave, N., & Caswell, N. (2005). Photocopies yield lower digit ratios (2D:4D) than direct finger measurements. *Archives of Sexual Behavior, 34*, 329-333.
- Manning, J. T., Stewart, A., Bundred, P. E., & Trivers, R. L. (2004). Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Human Development, 80*, 161-168.
- Manning, J. T., Trivers, R. L., Thornhill, R., & Singh, D. (2000). 2nd to 4th digit ratio and left lateralised preference in Jamaican children. *Laterality, 5*, 121-132.
- Manson, J. E. (2008). Prenatal exposure to sex steroid hormones and behavioral/cognitive outcomes. *Metabolism, 57 (Suppl. 2)*, 16-21.
- McGuffin, P., Riley, B., & Plomin, R., (2001). Genomics and behavior: Toward behavioral genomics. *Science, 291*, 1232-1249.
- Mingroni, M. A. (2004). The secular rise in IQ: Giving heterosis a closer look. *Intelligence, 32*, 65-83.
- Mingroni, M. A. (2007). Resolving the IQ paradox: Heterosis as a cause of the Flynn effect and other trends. *Psychological Review, 114*, 806-829.
- Mortlock, D. P., & Innis, J. W., (1997). Mutation of HOXA13 in hand-foot-genital syndrome. *Nature Genetics, 15*, 179-180.
- Munafò, M., Clark, T., Moore, L., Payne, E., Walton, R., & Flint, J. (2003). Genetic polymorphism and personality in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *Molecular Psychiatry, 8*, 471-484.
- Nelson, E., & Voracek, M., (2010). Heritability of digit ratio (2D:4D) in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Primates, 51*, 1-5.
- Nettle, D. (2005). An evolutionary approach to the extraversion continuum. *Evolution and Human Behavior, 26*, 363-373.
- Nettle, D. (2006). The evolution of personality variation in humans and other animals. *American Psychologist, 61*, 622-631.
- Özener, B. (2010). Effect of inbreeding depression on growth and fluctuating asymmetry in Turkish young males. *American Journal of Human Biology, 22*, 557-562.
- Ozer, D., & Benet-Martinez, V. (2006). Personality and the prediction of consequential outcomes. *Annual Review of Psychology, 57*, 401-402.

- Passel, J. S., Wang, W., & Taylor, P. (2010). Marrying our: One-in-seven new U.S. marriages is interracial or interethnic [online] verfügbar unter <http://pewsocialtrends.org/files/2010/10/755-marrying-out.pdf> [19.09.2011]
- Penke, L., Denissen, J. J., & Miller, G. F. (2007). The evolutionary genetics of personality. *European Journal of Personality*, 21, 549-587.
- Pietschnig, J., Voracek, M., & Formann, A. K. (2010). Pervasiveness of the IQ rise: A cross-temporal meta-analysis. *PLoS ONE*, 5, e14406.
- Plomin, R., & Spinath, F. M. (2004). Intelligence: Genetics, genes, and genomics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86, 112-129.
- Postma, E., Martini, L., & Martini P. (2010). Inbred women in a small and isolated Swiss village have fewer children. *Journal of Evolutionary Biology*, 23, 1468-1474.
- Putz, D. A., Gaulin, S. J. C., Sporter, R. J., & McBurney, D. H. (2004). Sex hormones and finger length: What does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*, 25, 182-199.
- Réale, D., Dingemans, N. J., Kazem, N., & Wright, J. (2010). Evolutionary and ecological approaches to the study of personality. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365, 3937-3946.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemans, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82, 291-318.
- Rebollo, I., & Boomsma, D. I. (2007). Personality: Possible effects of inbreeding depression on sensation seeking. *European Journal of Personality*, 21, 621-623.
- Rosenblitt, J. C., Soler, H., Johnson, S. E., & Quadagno, D. M. (2001). Sensation seeking and hormones in men and women: Exploring the link. *Hormones and Behavior*, 40, 396-402.
- Roth, M., Schumacher, J., & Brähler, E. (2005). Sensation seeking in the community: Sex, age and sociodemographic comparisons on a representative German population sample. *Personality and Individual Differences*, 39, 1261-1271.
- Rudan, I., Biloglav, Z., Vorko-Jović, A., Kujundžić-Tiljak, M., Stevanović, R., Ropac, D., et al. (2006). Effects of inbreeding, endogamy, genetic admixture and

- outbreeding on human health: A “1001 Dalmatians” study. *Croatian Medical Journal*, 47, 601-610.
- Sih, A., Bell, A., Johnson, J. C., & Ziemba, R. E. (2004). Behavioral syndromes: An integrative overview. *Quarterly Review of Biology*, 79, 241-277.
- Srivastava, S., John, O. P., Gosling, S. D., & Potter, J. (2003). Development of personality in early and middle adulthood: Set like plaster or persistent change? *Journal of Personality and Social Psychology*, 84, 1041-1053.
- Trivers, R., Manning, J., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormones and Behavior*, 49, 150-156.
- Tooby, J., & Cosmides, L. (1990a). The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments. *Ethology and Sociobiology*, 11, 375-424.
- Tooby, J., & Cosmides, L. (1990b). On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation. *Journal of Personality*, 58, 17-67.
- Turkheimer, E. (1998). Heritability and biological explanation. *Psychological Review*, 105, 782-791.
- van Anders, S. M., Vernon, P. A., & Wilbur, C. J. (2006). Finger length ratios show evidence of prenatal hormone-transfer between opposite-sex twins. *Hormones and Behavior*, 49, 315-319.
- Voracek, M., & Dressler, S. G. (2007). Digit ratio (2D:4D) in twins: Heritability estimates and evidence for a masculinized trait expression in women from opposite-sex pairs. *Psychological Reports*, 100, 115-126.
- Voracek, M., & Dressler, S. G. (2009). Familial resemblance in digit ratio (2D:4D). *American Journal of Physical Anthropology*, 140, 376-380.
- Voracek, M., Manning, J. T., & Dressler, S. G. (2007). Repeatability and interobserver error of digit ratio (2D:4D) measurements made by experts. *American Journal of Human Biology*, 19, 142-146.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., & Dressler, S. G. (2006). Digit ratio (2D:4D), lateral preferences, and performance in fencing. *Perceptual and Motor Skills*, 103, 427-446.

- Voracek, M., Tran, U. S., & Dressler, S. G. (2010). Digit ratio (2D:4D) and sensation seeking: New data and meta-analysis. *Personality and Individual Differences*, *48*, 72-77.
- Woodley, M. A. (2009). Inbreeding depression and IQ in a study of 72 countries. *Intelligence*, *37*, 268-276.
- Zheng, Z., & Cohn, M. J. (2011). Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*, 16289-16294.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior*. Washington, DC: American Psychological Association.

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Familienname: Alge
Vorname: Norma
Geburtsdatum: 15.3.1981
Staatsbürgerschaft: Österreich

Schulbildung und Studium

per WS 2000/2001 Universität Wien: Studium der Psychologie
1999 Abschluss mit Matura
1991 – 1999 BG Gallusstrasse Bregenz
1987 – 1991 Volksschule Höchst

Praktika

August 2008 – Oktober 2008 Volontariat am Institut für Klinische, Biologische und Differentielle Psychologie der Universität Wien: Unterstützung bei der Durchführung von EEG-Studien
SS 2007 und WS 2007/08 Studentmentorin: Ausbildung im Rahmen des universitären Mentoring-Projekts „Cascaded Blended Mentoring“
Oktober 2006 – Jänner 2007 Projekt Caravan des Integrationshauses Wien: Betreuung minderjähriger AsylwerberInnen
Juli – September 2006 Institut für Sozialdienste Bregenz: Praktikum an der Beratungsstelle sowie „Fundament“ (Wohnen für Menschen mit Behinderung)

Arbeitserfahrung

September 2011 – Verein LOK: Betreuerin (vollbetreutes Wohnen)
September 2010 – Mai 2011 Fachkraft in Ausbildung bei ASSIST gemeinnützige GmbH (vollbetreutes Wohnen)
November 2008 – August 2010 Unterstützungskraft bei ASSIST gemeinnützige GmbH (vollbetreutes Wohnen)
2007 – 2009 Regelmäßige Ersatzdienste als Betreuungsperson im Projekt Caravan des Integrationshauses Wien

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit bestätige ich, die vorliegende Diplomarbeit ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Inhalte, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind mit der jeweiligen Quelle gekennzeichnet.

Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Weise noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Wien, Oktober 2011

Norma Alge