



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Cortisol und Gesichtsmorphologie bei
männlichen *Homo Sapiens*“

Verfasser

Stefan Zabransky

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat)

Wien, Oktober 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 442

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Anthropologie

Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dr. Katrin Schäfer

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
Abstract	5
1. Einleitung	6
1.1. Stress	7
1.2. Wirkungsmechanismen von Cortisol	10
1.2.1. Metabolische Wirkung von Cortisol	10
1.2.2. Cortisol und Symmetrie	13
1.3. Einflussfaktoren	16
1.3.1. Variabilität von Cortisol.....	16
1.3.2. Störfaktoren.....	16
1.4. Gesicht	17
1.4.1. Cushing Syndrom.....	18
1.5. Hypothesen.....	19
2. Methoden	21
2.1. Datenaufnahme	21
2.1.1. Versuchsteilnehmer.....	21
2.1.2. Durchführung der Datenerhebung	21
2.2. Datenauswertung.....	22
2.2.1. Auswertung der Rohdaten.....	22
2.2.2. Gestaltanalyse	25
3. Resultate.....	29
3.1. Deskriptive Beschreibung der Daten	29
3.1.1. Cortisolmessungen	29
3.1.2. Zusammenhang zwischen den Cortisolwerten.....	30
3.1.2. Reliabilitätsanalyse	32
3.1.3. Kontrollvariablen	33
3.2. Gestaltanalyse	34
3.2.1. Empirische Gestaltvariation in der Stichprobe	34
3.2.2. Hauptkomponentenanalyse	35
3.2.3. Einfluss des Cortisols auf die Gestaltvariation der Gesichter.....	39
3.3. Cortisol und fluktuierende Asymmetrie.....	40
4. Diskussion.....	43
4.1. Der individuelle Cortisolspiegel	43
4.2. Cortisol und Gesichtsform	44

4.2.1. Empirische Gestaltvariation	44
4.2.2. Einfluss des Cortisols auf die Gesichtsform	45
4.2.3. Körperfett als Kommunikationsmittel	47
4.3. Cortisol und fluktuierende Asymmetrie (FA) im Gesicht.....	50
4.3.1. Beeinflusst Cortisol die FA?	51
4.3.2. Beeinflusst FA das Cortisol?.....	52
4.3.3. Werden FA und Cortisol von einer Drittvariable beeinflusst?.....	53
4.4. Konklusion	54
Danksagung.....	55
5. Literatur.....	56
6. Anhang	65

Zusammenfassung

Gesichter verleihen Individuen Identität. Durch die Notwendigkeit Artgenossen wiederzuerkennen und sie als potentielle Partner, Verbündete oder Bedrohungen zu kategorisieren, nimmt das Gesicht einen hohen Stellenwert in der menschlichen Evolution ein. Dadurch werden auch alle Faktoren relevant, welche die Gesichtsmorphologie beeinflussen.

Cortisol ist ein biologischer Marker von Langzeitstress. Das Glucocorticoidgleichgewicht wirkt sich auf Verhalten, Metabolismus, Gesundheit und Wachstum aus. Daher sollte sich dieses Gleichgewicht auch im Gesicht widerspiegeln. Unter der Annahme, dass sich die individuelle Stressreaktion stabil verhält, prüft diese Studie, ob sich Cortisol in Form von Lipideinlagerungen und fluktuierenden Asymmetrien im Gesicht manifestiert.

Gesichter von 34 Probanden wurden standardisiert aufgenommen, deren Gestalt durch 85 homologe Landmarks erfasst und mit der *geometric morphometrics Methode* ausgewertet.

In der Regressionsanalyse der Gestalt zeigte sich unter hohem Cortisolfluss eine Zentrierung der Gesichtsmerkmale sowie eine Zunahme der Gesichtsbreite. Dieses Ergebnis ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 3,23% signifikant. Ebenso korreliert die fluktuierende Asymmetrie mit dem individuellen Cortisollevel signifikant ($r=0,415$) nach Spearman.

Es konnte gezeigt werden, dass ein verhaltensmodulierendes Hormon die Gesichtsmorphologie beeinflusst. Möglicherweise erklären die Ergebnisse dieser Studie den Zusammenhang zwischen Attraktivität bzw. wahrgenommener Gesundheit mit Cortisol, der bereits von Moor et al. (2011) beschrieben wurde.

Abstract

Faces provide identities. In human evolution it was necessary to identify other human beings and categorize them as potential partners, allies or threats. Therefore, face-shaping factors seem to be of importance in human evolution.

Cortisol is a biological marker of long-term-stress. The physiological balance of glucocorticoids plays a crucial role in behavior, metabolism, health and growth and should therefore be displayed in the face. It is assumed, that individual stress response is similar over time and that cortisol is reflected in the face as facial fat and fluctuating asymmetry.

Thirty-four faces of male students were photographed. The shapes of their faces were captured in 85 homolog landmarks. *Geometric morphometrics method* was used to assess facial fluctuation asymmetry and the covariance of cortisol with the shape of the faces.

Shape regressions showed an increase of face width and a centering of facial features under the influence of cortisol (3,23%). Furthermore the fluctuating asymmetry showed a significantly positive correlation with individual cortisol level ($r=0,415$).

It has been shown, that a behavior-modulating hormone affects facial morphology. In addition, the results of this study could provide a possible explanation for the correlation of cortisol with attractiveness and perceived health, which has been shown by Moor et al. (2011).

The face is more honest than the mouth will ever be.

~Daphne Orebaugh

1. Einleitung

Diese Studie behandelt den Zusammenhang zwischen dem Stresshormon Cortisol und der Gesichtsmorphologie. Aus humanethologischer Sicht ist das Verhalten des Menschen von wissenschaftlichem Interesse. Die Humanethologie stellt sich hierbei der Herausforderung, Muster und determinierende Faktoren in dem breiten Verhaltensspektrum des *Homo sapiens* auszumachen und diese in das theoretische Konstrukt der Evolutionstheorie einzuordnen. Ein wahrnehmbarer verlässlicher Zusammenhang zwischen dem sozialen Identifizierungsmerkmal „Gesicht“ und einer verhaltensmodulierenden Komponente „Stress“ hätte das Potential, einen Teil der zwischenmenschlichen Interaktion zu erklären. Da die Interaktion mit Artgenossen einen zentralen Aspekt im Leben jedes Menschen darstellt, trägt dessen Erklärung wiederum einen wichtigen Beitrag zum Gesamtbild seines Verhaltens bei.

Um den Zusammenhang zwischen Cortisol und Gesichtsmerkmalen zu untersuchen, wird die *geometric morphometrics Methode* angewandt. In der Theorie soll zuvor auf Stress, die Wirkungsmechanismen von und Einflussfaktoren auf Cortisol und auf die Morphologie des menschlichen Gesichts eingegangen werden. Auf Basis dieses theoretischen Konstrukts folgen zwei Hypothesen, die im Anschluss überprüft und interpretiert werden.

1.1. Stress

“Psychological stress is a particular relationship between the person and the environment that is appraised by the person as taxing or exceeding his or her resources and endangering his or her well-being” (Lazarus & Folkman, 1984 (S. 19).

Der Definition von Lazarus und Folkman folgend, ist Stress das Resultat von Anpassungsleistungen des Körpers an Umweltveränderungen, die als herausfordernd oder bedrohlich wahrgenommen werden. Diese Anpassungsleistungen weisen sowohl physiologische als auch psychologische Korrelate auf, die ihrerseits wiederum in einer Wechselwirkung stehen können.

Von physiologischer Seite stehen dem Gehirn drei Hauptbotenstoffe zur Verfügung, um den Körper in Alarmbereitschaft zu versetzen. Bei diesen drei Botenstoffen handelt es sich um die Hormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol, wobei die beiden ersteren der Kontrolle des sympathischen Nervensystems unterliegen und Cortisol durch die Hypophysen-Nebennieren-Achse reguliert wird. Diese drei Signalstoffe gehören zur Gruppe der Steroidhormone und werden umgangssprachlich oft auch als „Stresshormone“ bezeichnet (Campbell & Reece, 2006).

Die unterschiedlichen Kommunikationswege befähigen das Gehirn, selektiv auf die Situation abgestimmte Stressantworten an den Körper zu senden. So zeigte eine Studie von Ely (1995), dass in einer Kampfsituation vermehrt Noradrenalin, in einer Fluchtsituation vermehrt Adrenalin und bei längerer Stressbelastung Cortisol als Kommunikationssignal des Resignationsverhaltens ausgestoßen wird. Während die sympathische Stressantwort die akute Energiemobilisierung zur Aufgabe hat und somit zeitlich mit einer unmittelbaren Umweltveränderung korreliert, ist der Sachverhalt bei der Hypophysen-Nebennierenachse (HNA) weniger eindeutig. So wurden erhöhte Cortisolwerte mit Diät, Nahrungsaufnahme, Bewegung, Erwachen und psychosozialen Stressoren in Zusammenhang gebracht (McEwen, 1980; Ely, 1995; Vicennati, Ceroni, Gagliardi, Gambineri & Pasquali, 2002; Wallerius, Rosmond, Ljung, Holm & Björntorp, 2003). Cortisol entspricht jedoch am ehesten einem biologischen Marker für Langzeitstress.

Hypophysen-Nebennierenachse

Stresssignale führen zur Bildung von dem *Corticotropin-releasing-Hormon* (CRH) im *Hypothalamus*, welches in der *Adenohypophyse* die Ausschüttung von *Adrenocorticotropin* (ACTH) bewirkt. ACTH wandert im Blutstrom zur Nebennierenrinde und stimuliert die Synthese und Sekretion von Corticosteroiden, zu denen auch die Gruppe der *Glucocorticoide* zählen, deren bekanntester Vertreter Cortisol (Abbildung 1) ist. Ein negativer Rückkoppelungsmechanismus hemmt eine weiterer Freisetzung von Cortisol (Abbildung 2).

Diese negativen feedback-Mechanismen kontrollieren die Funktion der HNA, welche wesentlich zur Homöostase des Mechanismus beiträgt (Kudielka & Kirschbaum, 2005; Viau, 2002).

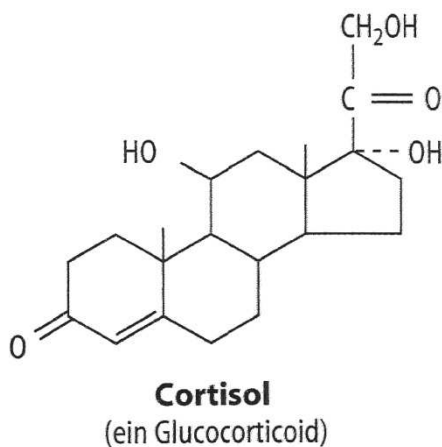


Abbildung 1. Molekulare Struktur des Cortisols (Campbell & Reece, 2006)

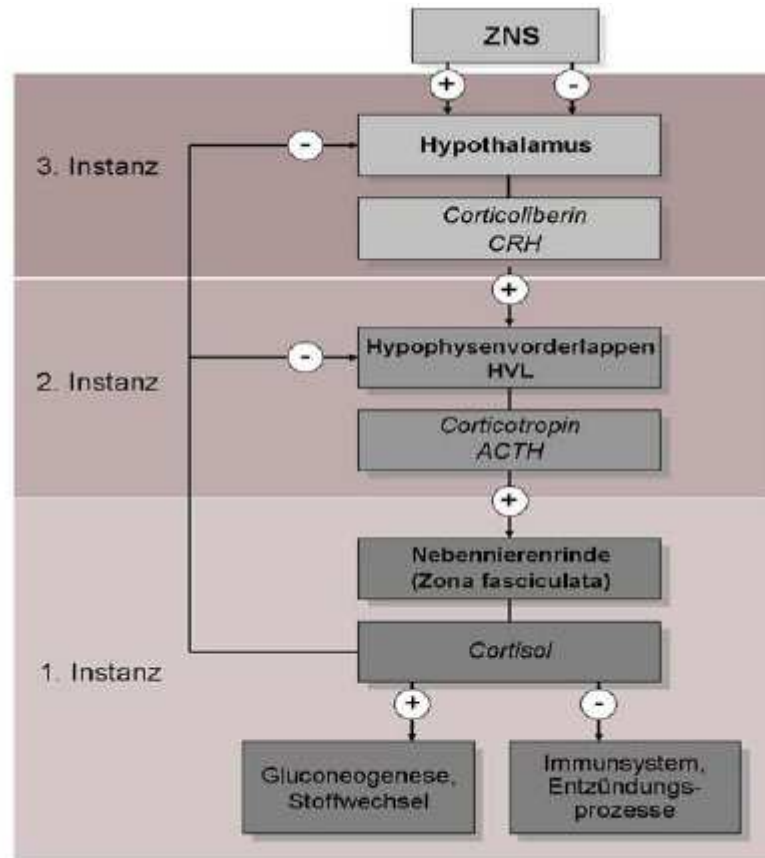


Abbildung 2. Hypophysen-Nebennierenachse (Golenhofen, 1997, S. 414)

Neben der physiologischen gibt es auch eine psychologische Komponente, wodurch die Bewertung einer Situation und somit auch die individuelle Stressantwort unterschiedlich ausgeprägt ist. Neben den individuellen Strategien im Umgang mit Stress, scheint auch eine familiäre Disposition zu existieren, die sich wiederum aus genetischen (Meaney, 2001; Bartels, de Geus, Kirschbaum, Sluyter, & Boomsma, 2003) sowie ökologischen Einflussfaktoren zusammensetzt. So wirken sich letztere schon frühzeitig in Form von erhöhten Cortisolwerten bei Kindern aus, die intrauterin maternalem Stress ausgesetzt waren (Essex, Klein, Cho & Kalin, 2002). Außerdem wird die Stressantwort in weiterer Folge auch durch die Erziehung geprägt wie eine Studie von Harlow, Dodsworth und Harlow (1965) zeigen konnte, in der vernachlässigte Affenbabys stressanfälliger reagierten.

Im Folgenden soll auf die Wirkung von Langzeitstress in Form von Cortisol eingegangen werden.

1.2. Wirkungsmechanismen von Cortisol

Die Aufgabe von Cortisol als Langzeitstresshormon liegt in erster Linie in langfristiger Bereitstellung von Energie. Diese wird durch Eingriff in den Stoffwechsel und durch vorübergehende Immunsuppression bereitgestellt. Dies hat zur Folge, dass der Organismus temporär aus seiner Homöostase auslenkt, die durch negative Rückkoppelungsmechanismen wieder hergestellt werden muss (Golenhofen, 1997).

Um die Auswirkung des Cortisols auf Gesichter abschätzen zu können, soll im folgenden Kapitel zuerst auf den metabolischen Einfluss und anschließend auf die Wirkung des Cortisols auf die physiologische Homöostase eingegangen werden.

1.2.1. Metabolische Wirkung von Cortisol

Eine wichtige Aufgabe des im Körper zirkulierenden Cortisols liegt in der langfristigen Energiemobilisierung und Regulierung (McEwen, 1980). Es stellt Energie in Form von Triglyceriden und Glucose bereit, die zu dem jeweiligen Zielgewebe transportiert werden. Es unterstützt insbesondere die Einlagerung von viszeralem Abdominalfett (Epel, McEwen, Seeman, 2000) durch beschleunigte Lipogenese (Jones, 2001; Henry, 1993) und durch Steigerung des Adipocytenwachstums (Tomlinson & Stewart, 2002).

Von der Cortisol gestützten Fetteinlagerung ist vor allem das viszerale Fettgewebe – im Gegensatz zum subkutanen Fettgewebe – betroffen. Im viszeralem Fettgewebe findet sich eine erhöhte Cortisolsensibilität, welche auf eine stärkere Durchblutung sowie auf eine vierfach höhere Anzahl von Cortisolrezeptoren im Vergleich zum subkutanen Fettgewebe zurückgeht.

Gesteuert wird die Signalwirkung des Cortisols auch durch das Enzym 11 β -Hydroxy-Steroid-Dehydrogenase, welches die Vorstufe Cortison in Cortisol umwandelt und vor allem im Fettgewebe lokalisiert ist (Tomlinson & Stewart, 2002; Andrews, Herlihy, Livingstone, Andrew & Walker, 2002; Morris & Zemel, 2005). Bei adipösen Personen findet sich eine erhöhte Produktion der 11 β -Hydroxy-Steroid-Dehydrogenase in beiden Fettgewebstypen, wodurch weitere Fetteinlagerung begünstigt wird (Morris & Zemel,

2005). Insbesondere Abdominalfett ist mit einem erhöhten Cortisollevel assoziiert (Larsson, Gullberg, Råstam & Lindblad, 2009).

Somit besteht eine Verbindung zwischen unkontrollierbarem, chronischem Stress – der ein erhöhtes Cortisolniveau zur Folge hat – und Abdominalfett (Rosmond, Dallman & Bjorntorp, 1998; Andrews et al., 2002). Der Zusammenhang zwischen Stress, Stressantwort und Abdominalfett ist in Abbildung 3 noch einmal zusammengefasst.

Umgekehrt manifestiert sich Stress als Risikofaktor am deutlichsten im Adominalfett. Dieses ist unabhängig vom BMI ein guter Prädiktor für eine frühzeitige Mortalität (Reis, 2009).

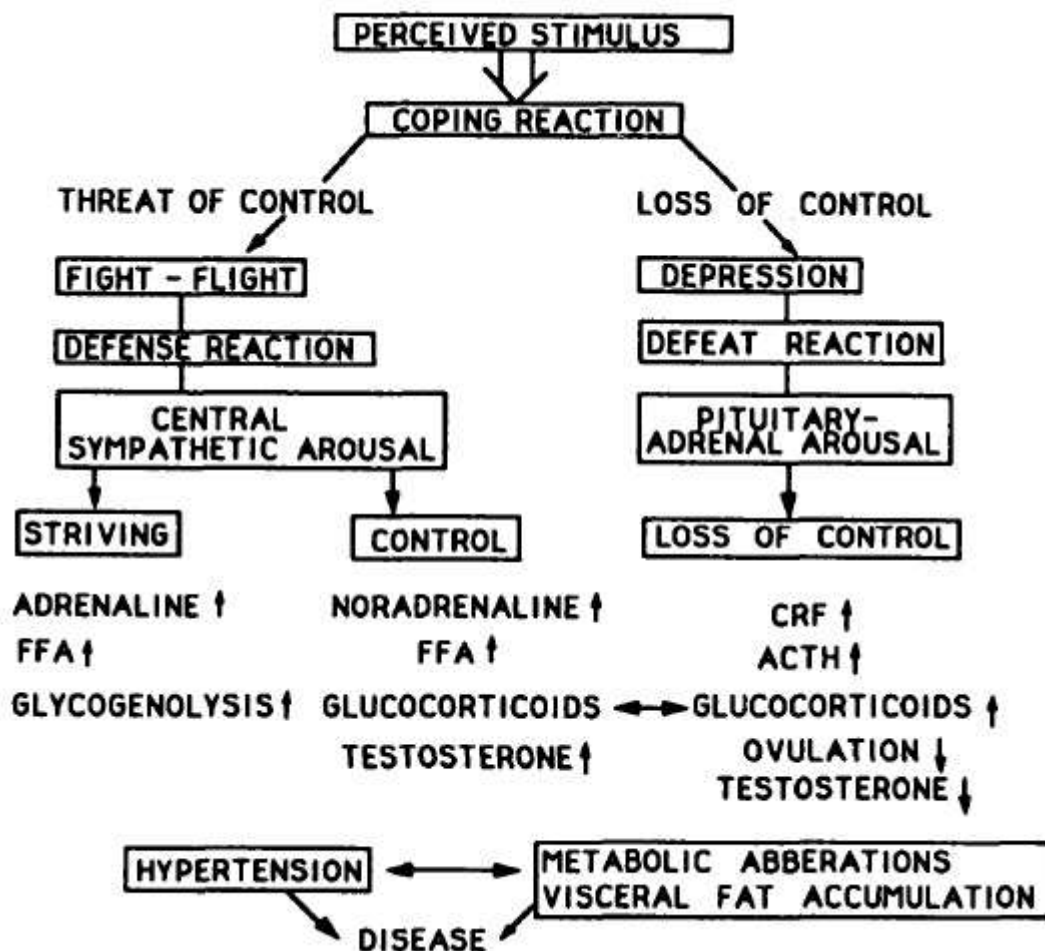


Abbildung 3. Zusammenhang zwischen Stress und dem Anstieg von Glucocorticoiden, welche zu einer Einlagerung von viszeralem Fett führen (Björntorp, 1991)

1.2.1.1. Cushingsyndrom

Bei dem Cushingsyndrom handelt es sich um eine pathologische Veränderung, die durch erhöhte Cortisolkonzentration im Organismus gekennzeichnet ist. Dies wird Hypercortisolismus genannt. Zu der Symptomatologie zählen auch krankheitstypische Veränderungen im Erscheinungsbild, wie dem „Mondgesicht“, dem „Stiernacken“ und der „Stammfettsucht“. An Hand dieses Störungsbildes lässt sich der Einfluss von Cortisol auf den Organismus gut untersuchen (Bevins, 2002).

1.2.1.2. Verhaltensauswirkungen

Sowohl in Tier- als auch in Menschenstudien konnte gezeigt werden, dass künstlich zugeführtes Cortisol zu einer Gewichtszunahme führt, indem es den Appetit, sowie das Verlangen nach Zucker anregt (Epel, Lapidus, McEwen & Brownell, 2001). Der Wirkungsmechanismus ist bisher noch nicht eindeutig geklärt, da das CRH und Glucocortikoide im Grunde gegenteilige Effekte auf den Appetit aufweisen (Sapolsky, 1998).

Während eine Glucocortikoidapplikation zu einer erhöhten Energieaufnahme, insbesondere von Kohlenhydraten und Proteinen führt (Tataranni et al., 1996), wirkt das CRH eher als Appetitzügler. Die appetitanregende Wirkung geht möglicherweise auf die direkte Einwirkung des Cortisols auf die Rezeptoren – insbesondere in der Region des Hypothalamus – zurück. Andererseits könnte der Zusammenhang auch indirekt entstehen, indem Leptin und Neuropeptid Y (Np Y) durch das CRH unter Stresskonditionen beeinflusst werden. Hohe NpY Levels und niedrige Leptinlevels können wiederum den Appetit erhöhen (Cavagnini, Croci, Putignano, Petroni & Invitti, 2000; Epel, Lapidus, McEwen & Brownell, 2001)

Es zeigt sich auch unter ökologisch validen Bedingungen, dass Personen, die eine höhere Cortisolreaktivität in Stresssituationen aufweisen, unter Stress hochkalorische Nahrung präferieren (Newman, O'Conner, & Conner, 2007).

Männer essen im Vergleich zu Frauen weniger unter Stress (Grunberg & Straub, 1992), sowie mehr ungesunde bzw. kalorienreiche Nahrung unter stressfreien Bedingungen (Zellner, Saito & Gonzalez, 2007), wobei der Geschlechterzusammenhang

möglicherweise durch den Faktor „Diät“ mediiert wird, der häufiger bei Frauen zu finden ist (Zellner et al., 2006).

Des Weiteren scheint sich eine Cortisolapplikation vor einer Stresssituation protektiv auf die Stimmung auszuwirken (Het & Wolf, 2007).

Besonders interessant erscheint der Zusammenhang zwischen viszeralem Fett, BMI und Stressempfinden bei Frauen, der von Epel et al. (2000) gefunden wurde. Dabei stellte sich das viszerale Fett – als Hüft-Taillen-Verhältnis gemessen – als bester Prädiktor für ein resignierendes Stressverhalten und einen Cortisolanstieg heraus.

Resümierend scheint Cortisol bei unkontrollierbarem Stress ausgeschüttet zu werden, was zu einer erhöhten Energieaufnahme führt und in Form von Viszeralfett gespeichert wird. Andererseits wirkt das CRH (Sapolsky, 1998) eher appetitzügelnd und Männer essen im Vergleich zu Frauen weniger unter Stress (Gurnberg & Straub, 1992).

1.2.2. Cortisol und Symmetrie

Neben der metabolischen Wirkung von Cortisol auf den Organismus vergrößert eine hohe Cortisolbelastung in determinierenden Wachstumsphasen außerdem die *fluktuierende Asymmetrie* (FA) (Benderlioglu, 2010).

Im Gegensatz zu der *direktionalen Asymmetrie* (Abbildung 4), die eine tendenzielle Abweichung morphologischer, bilateraler Merkmale von der perfekten Symmetrie in einer Spezies beschreibt, ist die fluktuierende Asymmetrie (Abbildung 5) die freie, zufällige Abweichung dieser Merkmale von der bilateralen Symmetrie in einem Individuum (Van Valen, 1962).

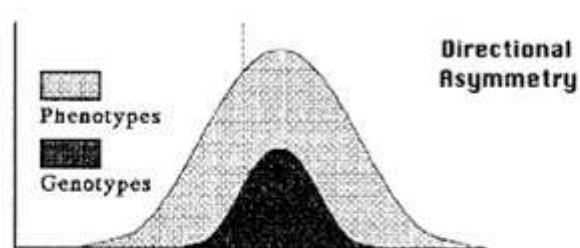


Abbildung 4. Direktionale, asymmetrische Abweichung einer Merkmalsverteilung von der Symmetrieachse (Kowner, 2001)

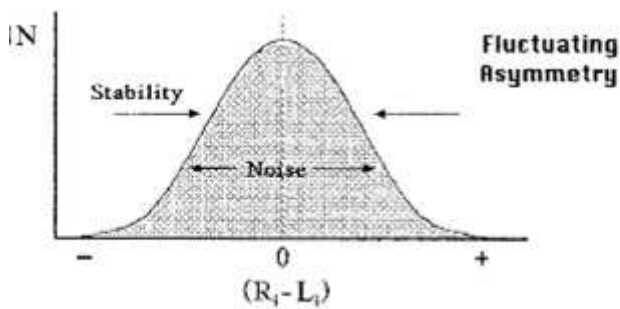


Abbildung 5. Zufällige asymmetrische Merkmalsverteilung (+ und -) um die Symmetrieachse (0). Entwicklungsstabilität wirkt homogenisierend auf die Verteilung (Kowner, 2001)

Fluktuierende Asymmetrien (FA) entstehen unter anderem als Folge von Umweltstressoren, wie schlechten Ernährungsbedingungen, Toxinen oder mangelnder Pathogenresistenz (Parsons 1990; Møller 1992). Umgekehrt führt ein minder angepasster Genotyp, beispielsweise in Form von Mutationen (Parsons, 1990), Inzest (Markow & Martin, 1993) oder durch chromosomale Aberrationen wie dem Down Syndrom (Barden, 1980) bei gleicher bzw. ähnlicher Umwelt ebenfalls zu einer vergrößerten FA.

Die fluktuierende Asymmetrie kann somit als individueller biologischer Indikator für die Fähigkeit des Genotyps herangezogen werden, unter den vorherrschenden Umweltbedingungen das phänotypische Ideal auszubilden. Geringere Kompatibilität führt zu einer höheren Wahrscheinlichkeit, morphologische „Unregelmäßigkeiten“ während einer Wachstumsphase zu entwickeln. Dies wird im Allgemeinen unter dem Begriff „Entwicklungsstabilität“ zusammengefasst.

Entwicklungsstabilität setzt eine physiologische Homöostase voraus, die sich in gleichmäßigem Wachstum und Gesundheit des Organismus widerspielt. Beide Faktoren werden durch Glucocorticoide und deren Gleichgewicht entscheidend beeinflusst (Viau, 2002; Kudiella & Kirschbaum, 2005).

Beispielsweise hat pränataler Stress eine verminderte Funktion der Hypophysen-Nebennieren-Achse (Francis, Caldji, Champagne, Plotsky & Meaney, 1999), sowie eine

Erhöhung der FA (Kieser, 1992; Wilber, Newell-Morris & Streissguth, 1993; Kieser, Groeneveld & DaSilva, 1997) zur Folge.

Entwickelt sich ein Organismus unter niedrigerem ökologischen Stresseinfluss (entspricht niedriger Corticoid-Konzentration), verläuft seine Entwicklung gleichmäßiger und die fluktuierende Asymmetrie fällt niedriger aus (Benderlioglu, 2010). Umgekehrt deutet niedrige fluktuierende Asymmetrie bei gleicher bzw. ähnlicher Umwelt auf gut angepasste Stresskompensationsfähigkeit hin.

In einer Metaanalyse wurden Zusammenhänge zwischen Entwicklungsstabilität – gemessen durch die fluktuierende Asymmetrie – und der Wachstumsrate, der Langlebigkeit, der Fruchtbarkeit und dem Gesundheitsstatus eines Organismus nachgewiesen (Leung & Forbes, 1996).

Eine gute Stresskompensationsfähigkeit ist demnach ein Indikator für einen Phänotyp, der gut an die vorherrschenden ökologischen Bedingungen angepasst ist. Da eine Fälschung dieses Signals nicht möglich ist, beziehungsweise mindestens genauso kostenintensiv wäre, kann es als ehrliches Fitnesssignal am Partnermarkt herangezogen werden. Die Idee des ehrlichen Signals geht auf Zahavis (1975) „Handicap-Prinzip“ zurück, welches ein Signal beschreibt, dessen Kosten – beziehungsweise die Kosten der Fälschung – die Qualität des Signals abschätzen lassen.

Eine Metaanalyse von 42 Spezies zeigte, dass die Bedeutung der Symmetrie tatsächlich auch in der Realität Auswirkungen hat. Es finden sich Zusammenhänge zwischen niedriger fluktuierender Asymmetrie und größerem Fortpflanzungserfolg beziehungsweise Attraktivität (Møller & Thornhill, 1998). Dieser Effekt trifft stärker auf männliche Individuen zu.

Beim Menschen finden sich Korrelationen der FA des Körpers mit dem Attraktivitätsurteil (Wade, 2010). Auch der Körpergeruch (Thornhill & Gangestad, 1999; Rikowski & Grammer, 1999) von symmetrischen Männern wird von Frauen in ihrer fertilen Phase attraktiver beurteilt. Die Attraktivität der Stimme wurde ebenso mit Symmetrie in Zusammenhang gebracht (Hughes & Harrison, 2002).

1.3. Einflussfaktoren

1.3.1. Variabilität von Cortisol

Auf Grund der Variabilität von Cortisol sind dessen Effekte nicht einfach zu untersuchen. Es kommt beispielsweise bei jedem Menschen zu einem unregelmäßig ausgestoßenen *Cortisolmorgenpeak* (Krieger, Allen, Rizzo & Krieger, 1971 zitiert nach Contrada & Baum, 2001), dessen Funktion bis heute noch nicht restlos geklärt ist, sowie zu signifikant intra- und interpersonellen Unterschieden der Salivacortisolwerte nach wiederholten Messungen (z.B. Almeida, Piazza & Stawski, 2009).

Dem entgegengesetzt zeigt sich allerdings auch eine Beziehung zwischen erhöhtem Salivacortisol und dem Persönlichkeitsfaktor „negative Affektivität“ (van Eck, Berkhof, Nicolson & Sulon, 1996), der sich auch in Shers (2005) „Typ-D-Persönlichkeits-Modell“ findet. Diese „Typ-D-Persönlichkeit“ – gekennzeichnet durch negative Affektivität und soziale Befangenheit – ist assoziiert mit einer Hypophysen-Nebennieren-Stressantwort (Sher, 2005). Im Vergleich mehrerer Studien zeigt der Großteil keine Veränderung des Hypophysenbaselinelevels im Laufe des Alterungsprozess (Seeman & Robbins, 1994).

Auch konnte eine Vergleichbarkeit der Stressreaktivität – in Form eines Cortisolanstiegs – bei der Durchführung eines Experiments mit der Stressreaktivität in natürlichen Belastungssituationen des Probanden nachgewiesen werden (Pre´ville, Zarit, Susman, Boulenger & Lehoux, 2008).

Im Falle einer stabilen Cortisolausschüttung in Stresssituationen würde sich diese als biologischer Marker in der Genotyp-Umweltinteraktion für die Anpasstheit des Phänotyps eignen.

1.3.2. Störfaktoren

Es gibt mehrere Faktoren, die Cortisol beeinflussen und somit eine Messung erschweren. Zigaretten erhöhen den Salivacortisolgehalt (Cherek, Smith, Lane & Brauchi, 1982).

Alkohol erhöht die Plasmacortisolkonzentration (Ireland, Vandongen, Davidson, Beilin & Rouse, 1984), während partnerschaftliche Unterstützung das Cortisollevel bei Männern senkt (Kirschbaum, Klauer, Filipp & Hellhammer, 1995).

1.4. Gesicht

Gesichter spielen eine große Rolle in der sozialen Interaktion des Menschen. Sie sind das Hauptmerkmal, um Individuen erfolgreich zu identifizieren. In Anbetracht der geringen Einzelinformationen eines Gesichtes ist dies eine große kognitive Leistung. So sind alle Bestandteile – Haare, Stirn, Augenbrauen, Augen, Nase, Mund, Wangenknochen und Kiefer – bei jedem Menschen zu finden. Lediglich die Größen- und Konfigurationskombinationen der Einzelmerkmale verraten uns die Identität. Auch sehr kleine Abweichungen der Merkmalskombinationen scheinen ausreichend zu sein, um ein Individuum erfolgreich zu identifizieren.

Folglich muss ein großer evolutionärer Druck auf der Fähigkeit, seine Mitmenschen zu unterscheiden, gelastet haben. Wir können innerhalb von 613 Millisekunden bestimmen welchem Geschlecht eine uns unbekannte Person angehört (Bruce, Ellis, Gibling & Young, 1987) und wir fällen sehr schnell ein Urteil im Bezug auf Attraktivität, Sympathie, Vertrauenswürdigkeit, Kompetenz und Aggressivität (Willis & Todorov, 2006).

Die (Wieder)erkennung und Interpretation von Gesichtern spielt daher eine große Rolle im menschlichen Sozialbereich, wodurch auch kleine Merkmalsveränderungen weitreichende Konsequenzen haben können. Aus diesem Grund ist eine genaue Analyse aller Einflussfaktoren, die das Gesicht formen und beeinflussen, von wissenschaftlichem Interesse. In weiterer Folge soll der Zusammenhang zwischen Cortisol und der Gesichtsmorphologie beleuchtet werden.

1.4.1. Cushing Syndrom

Die pathologische Veränderung, die durch erhöhte Cortisolkonzentration im Organismus gekennzeichnet ist, führt unter anderen Symptomen auch zu Adipositas. Diese ist durch den Hyperkortisolismus auf Hals, Gesicht und Rumpf beschränkt (Bevins, 2002). In der Literatur wird das Gesicht beim Cushing Syndrom umgangssprachlich oft als „mondgesichtig mit Stiernacken“ beschrieben (Abbildung 6).



Abbildung 6. Ein Gesicht eines medikationsinduzierten Cushingsyndroms (links) und dasselbe Gesicht nach Absetzung der Medikation (rechts) („Nebennieren-Erkrankungen“, 2012)

Eine Vorstellung von der möglichen Formveränderung des Gesichts unter Cortisoleinfluss kann der Gewichtsveränderungsalgorithmus nach Booksteins Formveränderungsmodell liefern, das von Danino, Kiryati und Furst (2004) angewandt wurde, um eine virtuelle Gewichtszunahme im Gesicht zu simulieren. Nach diesem Modell bildet sich eine Gewichtszunahme vor allem in den Wangen und am Hals ab.

1.4.2. Cortisol und Gesichtssymmetrie

Simmons, Rhodes, Peters und Koehler (2004) konnten zeigen, dass wahrgenommene Asymmetrie im menschlichen Gesicht fluktuierende Asymmetrie ist und auf Entwicklungsinstabilität hindeutet. Niedrige fluktuierende Asymmetrie im Gesicht zeichnet demnach einen Phänotyp aus, der gut an die vorherrschende Umwelt angepasst ist und könnte somit als schwer fälschbarer Fitnessindikator am Partnermarkt herangezogen werden. In der Tat zeigen Studien beim Menschen (Gangestad, Thornhill & Yeo, 1994; Baker, 1997; Schaefer et al., 2006) Zusammenhänge zwischen niedriger fluktuierender Asymmetrie und Attraktivität des Gesichts.

Fluktuierende Gesichtasymmetrie ist folglich eine Konsequenz von nicht kompensierbarem Langzeitstress während determinierender Entwicklungsperioden, auf die bilaterale Ausprägung von Gesichtsmerkmalen.

1.5. Hypothesen

Unter der Annahme, dass die Cortisolausschüttung mit dem stabilen Persönlichkeitsfaktor „negative Affektivität“ assoziiert ist (van Eck et al., 1996), sich individuell stabil (Seeman & Robbins, 1994) und in der Experimentsituation analog zu einer natürlichen Stresssituation verhält (Preville et al., 2008), könnte sich der Einfluss des Cortisols auf das menschliche Gesicht auf zwei unabhängigen Wegen manifestieren: Hypothese 1 sagt eine Beeinflussung der fazialen Fettverteilung voraus, die auf die metabolische und verhaltensmodulierende Wirkung von Cortisol zurückgeht. Als Ergebnis wird ein überzufälliger Zusammenhang zwischen dem Cortisolmittelwert und der morphologischen Gesichtsvariation erwartet. Unter Bezugnahme auf die gesichtete Literatur wären zwei Gestalttendenzen denkbar:

Die appetitzügelnde Wirkung von CRH (Sapolsky, 1998), sowie die geringere Kalorienaufnahme unter Stress bei Männern (Grunberg & Straub, 1992) könnte zu besonders schlanken, hageren Gesichtern führen. In die andere Richtung wäre auch eine Formveränderung in Richtung der pathologischen Gesichtsveränderung, wie es bei dem Cushingsyndrom beschrieben wird, möglich. Das runde „Mondgesicht“ beim

Hyperkortisolismus geht auf die metabolische Wirkung von Cortisol zurück und beschreibt vor allem eine Fetteinlagerung im Bereich der Wangen.

Unter der Annahme, dass ein erhöhtes Cortisollevel in determinierenden Entwicklungsphasen die fluktuierende Asymmetrie vergrößert, sagt Hypothese 2 voraus, dass der Cortisolmittelwert negativ mit der Gesichtssymmetrie assoziiert ist. Dementsprechend wird ein positiver Zusammenhang zwischen fluktuierender Asymmetrie und Cortisolmittelwert erwartet. Tritt dieser Zusammenhang nicht ein, ist der individuelle Cortisolspiegel zeitlich zu instabil oder zu starken Schwankungen unterworfen, um mit determinierenden Entwicklungsphasen assoziiert zu sein.

2. Methoden

2.1. Datenaufnahme

Um den Zusammenhang zwischen Cortisol und der Gesichtsmorphologie zu überprüfen, wird eine Stichprobe von 35 Versuchsteilnehmern ausgewertet. Bei den Daten handelt es sich um einen Teil einer Datenaufnahme von Christa Preinsberger zum Thema „Testosteron und männliche Gesichtsmerkmale“, die unter der Leitung Frau Prof. Dr. Katrin Schäfer durchgeführt und zur weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt wurde.

2.1.1. Versuchsteilnehmer

Die Stichprobe bestand aus 35 freiwilligen männlichen Studenten der Universität Wien. Die Versuchsteilnehmer hatten demnach ein vergleichbares Bildungsniveau, waren alle zwischen 19 und 27 Jahre alt ($\bar{x} = 22,21$ Jahre), 170 cm bis 207,7 cm groß ($\bar{x} = 181,3$ cm), 55,9 kg bis 129,6 kg schwer ($\bar{x} = 75,4$ kg). Die Stichprobe kann in Bezugnahme auf Geschlecht, Bildungsniveau und Alter als homogen beschrieben werden.

Eine asienstämmige Person wurde von der Analyse ausgeschlossen, um eine Verzerrung der Daten auf Grund von geographisch geprägten Gestalttendenzen auszuschließen.

2.1.2. Durchführung der Datenerhebung

In dieser Studie wurden die Probanden an zwei Tagen morgens jeweils drei Salivacortisolmessungen unterzogen, fotografiert, sowie mittels Fragebogen befragt. Das Zeitintervall zwischen den beiden Erhebungstagen variierte von 1 bis 18 Tagen. Der Median der Zeitintervalle lag bei 5 Tagen. Die Salivacortisolmessung ist eine nichtinvasive, valide Methode, die Aktivität der Hypophysen-Nebennierenachse zu messen (Kirschbaum & Hellhammer, 1989). Die Messungen begannen für alle Probanden an den beiden Tagen morgens zwischen 8:00 und 9:31. Der Beginn der beiden Aufnahmezeitpunkte unterschied sich bis auf fünf Versuchspersonen nur sehr

geringfügig. Die maximale Abweichung des Beginns der beiden Erhebungszeitpunkte betrug 83 Minuten. Die Speichelproben wurden immer in den selben Intervallen von 15 bis 20 Minuten abgegeben.

Die Erstellung der Fotos erfolgte analog zu Svoboda (2011). Die Fotos sind frontal, standardisiert in der „Frankfurter Horizontalen“ (siehe z.B. Fink et al., 2005) aufgenommen. Der Fragebogen soll mögliche Störvariablen erfassen.

2.2. Datenauswertung

Die Vermessung und Auswertung der Daten findet nach der *geometric morphometrics Methode* (Bookstein, 1991) statt, die sowohl eine mathematische Analyse, als auch die Bewahrung der Geometrie der Vermessungspunktkonfigurationen ermöglicht (Mitteroecker & Gunz, 2009). Neben einer statistischen Prüfung ist daher auch eine Veranschaulichung der Resultate möglich. Die Veranschaulichung ist insofern von besonderem Interesse, weil es sich um biologische Objekte handelt, die von unserem Wahrnehmungsapparat als sinnvolle Muster – in diesem Fall Gesichter – interpretiert werden können.

2.2.1. Auswertung der Rohdaten

2.2.1.1. Auswertung der Fotos

Dabei werden in dem Programm „tpsDIG2“ (Rohlf, 2010a) 85 homologe 2D-Koordinatenpunkte („Landmarks“) auf markante Stellen von jedem Gesicht gesetzt (Farkas, 1994; Kolar & Salter, 1997). Bei 39 dieser Koordinaten handelt es sich um unbewegliche Punkte, während die restlichen 46 Koordinaten entlang einer festgelegten Linie verschiebbar bleiben, um eine höhere Vergleichbarkeit mit anderen Gesichtern zu erreichen (Abbildung 7). Die Landmarks sind in Tabelle 1 definiert.

Tabelle 1

Landmarkdefinitionen: fixe Landmarks (normal) sowie bewegliche Landmarks (kursiv) (Farkas, 1994; Kolar & Salter, 1997).

Landmark	Definition
1	höchster Punkt des Kopfes in der Frankfurter Horizontalen
2	Trichion
3	Exocanthion (links)
4	höchster sichtbarer Punkt der Iris (links)
5	Endocanthion (links)
6	tiefster sichtbarer Punkt der Iris (links)
7	lateralster Punkt der Iris (links)
8	Pupille (links)
9	medialster Punkt der Iris (links)
10	Punkt zwischen Caruncula und Plica semilunaris (links)
11	Endocanthion (rechts)
12	höchster sichtbarer Punkt der Iris (rechts)
13	Exocanthion (rechts)
14	tiefster sichtbare Punkt der Iris (rechts)
15	medialster Punkt der Iris (rechts)
16	Pupille (rechts)
17	lateralster Punkt der Iris (rechts)
18	Punkt zwischen Caruncula und Plica semilunaris (rechts)
19	Ala Origin (links)
20	Alare (links)
21	Columella Apex (links)
22	Subnasale
23	Columella Apex (rechts)
24	Alare (rechts)
25	Ala Origin (rechts)
26	Cheilon (links)
27	<i>Punkt an der Vermiliongrenze zwischen Cheilon und Christa philter (links)</i>
28	Christa Philter (links)
29	Labiale Superior
30	Christa Philter (rechts)
31	<i>Punkt an der Vermiliongrenze zwischen Cheilon und Christa philter (rechts)</i>
32	Cheilon (rechts)
33	<i>Punkt an der Vermiliongrenze zwischen Cheilon und Labiale inferius (rechts)</i>
34	Labiale inferior
35	<i>Punkt an der Vermiliongrenze zwischen Cheilon und Labiale inferius (links)</i>
36	<i>Punkt zwischen Cheilon und Stomion an der labilen Fuissur (links)</i>
37	Stomion
38	<i>Punkt zwischen Cheilon und Stomion an der labilen Fuissur (rechts)</i>
39	Otobasion inferius – tiefster, sichtbarer Ansatzpunkt des Ohres (links)
40	Otobasion inferius – tiefster, sichtbarer Ansatzpunkt des Ohres (rechts)
41	Zygion (links)
42 -49	<i>Kinnlinie (links)</i>
50	Gnathion
51-58	<i>Kinnlinie (rechts)</i>
59	Zygion (rechts)
60	Superciliare laterale (links)
61-63	<i>obere Augenbrauenlinie (links)</i>
64	Superciliare mediale (links)
65-67	<i>untere Augenbrauenlinie (links)</i>
68	Superciliare mediale (rechts)
69-71	<i>obere Augenbrauenlinie (rechts)</i>
72	Superciliare laterale (rechts)
73-75	<i>untere Augenbrauenlinie (rechts)</i>
76	“Subaurale” – tiefster Punkt des Ohrläppchens (links)
77-79	<i>äußere Ohrenlinie (links)</i>
80	“Superaurale” – höchster Punkt des Ohrläppchens (links)
81	“Subaurale” – tiefster Punkt des Ohrläppchens (rechts)
82-84	<i>äußere Ohrenlinie (rechts)</i>
85	“Superaurale” – höchster Punkt des Ohrläppchens (links)



Abbildung 7. 85 Landmarks an Hand eines Beispielgesichts: 39 unbewegliche (rot) sowie 46 bewegliche (blau)

2.2.2.2. Auswertung des Cortisol

Die Auswertung des Cortisollevels findet über ein *Immunassay* mit „*doppeltem-Antikörper-Biotin-markiertem-Cortisol*“ statt (Palme & Möstl, 1994).

Anschließend wird aus den gewonnen sechs Werten der beiden Tage ein Gesamtmittelwert gebildet, um den individuelle Cortisolmittelwert zu eruieren. Bei einem Probanden wurde auf Grund eines fehlenden Werts am zweiten Untersuchungstag der Tagesmittelwert aus zwei Cortisolproben berechnet.

2.2.2.3. Auswertung der Kontrollvariablen

Variablen wie Beziehungsstatus, Zigarettenkonsum, Alkohol und weitere mögliche, im Fragebogen erhobenen Störvariablen werden mit dem Statistikprogramm „SPSS 17.0“ auf Unabhängigkeit von der Cortisolvariable überprüft und gegebenenfalls mittels partieller Korrelation konstant gehalten.

2.2.2. Gestaltanalyse

In der Gestaltanalyse werden nur mehr die gewonnen Koordinaten und die individuellen Cortisolmittelwerte zur Berechnung verwendet.

2.2.2.1. Berechnung der Gestaltvariation

Die Formvarianz der Gesichter wird durch die „generalisierte Procrustes Superimposition“ (Rohlf & Slice, 1990) mit dem Programm „tpsRELW“ (Rohlf, 2010b) vergleichbar gemacht. Die resultierenden Koordinaten enthalten nur mehr Informationen über die Gestaltabweichungen der Einzelgesichter zueinander.

Die gewonnenen Rohdaten – bestehend aus 34 x 85 Gesichtskoordinatenpunkten – werden in ihrem jeweiligen Mittelpunkt, dem „Centroid“, zentriert übereinander gelegt, in ihrer Größe angepasst („skaliert“) und zum Abschluss rotiert, sodass die Varianzen zwischen den homologen Landmarks minimiert werden. Als Passungskriterium für diese Minimierung werden die kleinsten gemeinsamen Quadrate herangezogen. Als letzte Adjustierungsmaßnahme werden korrespondierende (bilaterale) Punkte durch

Berechnung des Mittelwerts in eine symmetrische Form gebracht (Mitteroecker & Gunz, 2009). Das Resultat dieser Procrustes Superimposition sind die 2D-Procrustes Koordinaten, die nur noch Informationen über die Abweichung homologer Koordinatenpunkte enthalten. Dadurch ist es möglich einerseits die Gestaltvariationen innerhalb der Stichprobe in Form einer Hauptkomponentenanalyse zu berechnen und zu visualisieren sowie andererseits den Einfluss des Cortisol auf die Gestaltvariation in einer Shape Regression zu berechnen und zu visualisieren.

Hauptkomponentenanalyse

Eine Hauptkomponentenanalyse soll Auskunft über die größten Gestaltvariationsrichtungen der Gesichter geben (Mitteroecker & Gunz, 2009). Umgesetzt wird dies durch eine *Eigenvektorenanalyse*, welche durch orthogonale Rotation der Punktkonfigurationen die Gestaltvariationen auf niedrig-dimensionalen Raum projiziert. Das Resultat der Hauptkomponentenanalyse sind der Größe nach sortierte *Eigenvektoren*, die im 2- oder 3-dimensionalen Raum geplottet und visualisiert werden können. Eine Interpretation ist jedoch oft nicht sinnvoll (Mitteroecker, Gunz & Bookstein, 2005; Mitteroecker & Bookstein, 2007), da es sich in den meisten Fällen um statistische Artefakte handelt. Zur Berechnung wird „tpsRELW“ (Rohlf, 2010b) verwendet.

Shape regression

Eine *shape regression* ist eine multivariate Regression, die errechnet wird, um den Einfluss eines Faktors auf die Gestaltvariation zu analysieren (Bookstein, 1991; Monteiro, 1999). Diese Methode eignet sich um Regressionskoeffizienten als Vektoren in Form einer Deformation der Punktkonfiguration darzustellen. Dementsprechend ist es möglich, den Einfluss der Variable Cortisol auf Gesichtformen zu visualisieren und zu interpretieren. Zur Berechnung wird „tpsRegr“ (Rohlf, 2011) verwendet.

Die Visualisierung findet mit Hilfe von *thin-plate spline* (TPS) Deformationsgittern (Bookstein, 1991) statt, die den Vorteil haben, dass Deformationen von Punktkonfigurationen durch Mitverzerrung des Gitters leichter interpretiert werden können. Zur Berechnung der Signifikanz wird ein Permutationstest verwendet. Das Alphafehlerniveau wird bei 5% angesetzt.

2.2.2.2. Gesichtssymmetrie

Die Asymmetrie des Gesichts wird ebenfalls mittels der Geometric morphometric Methode gemessen, welche ebenso nach der Procrustes Symmetrie Analyse (Mardia, Bookstein & Moreton, 2000) zwischen direktonaler und fluktuierender Asymmetrie zu unterscheiden vermag.

Methodisch umgesetzt wird die Analyse durch Spiegelung der Landmarkpaare und die anschließende Quantifizierung der Distanz zwischen gespiegelten und originalen Punkten.

Die gespiegelten Koordinatenkonfigurationen werden gemeinsam mit den originalen Konfigurationen mittels der „generalisierten Procrustes Superimposition“ (Rohlf & Slice, 1990; Dryden & Mardia, 1998; Bookstein, 1998) in einen gemeinsamen „Gestalttraum“ projiziert, wobei die Summe der Quadrate der Procrustes-Distanzen zwischen der originalen und der gespiegelten Koordinatenkonfigurationen das Maß für die Gesamtasymmetrie darstellt.

Analog einer Varianzanalyse wird die Gesamtvarianz um die Symmetrieachse in zwei Komponenten zerlegt. Die Gesamtvarianz kann hierbei als Totalasymmetrie (linker Teil der Gleichung) interpretiert werden, die sich wiederum aus direktonaler und fluktuierender Asymmetrie (rechter Teil der Gleichung) zusammensetzt (Mardia et al., 2000):

$$\sum_{i=1}^n D^2(X_i^P, Y_i^P) = nD^2(\bar{X}^P, \bar{Y}^P) + \sum_{i=1}^n D^2(X_i^P - \bar{X}^P, Y_i^P - \bar{Y}^P)$$

- 1) Der linke Teil der Addition ist N mal der Abstand der gemittelten, quadrierten Procrustesdistanzen und stellt somit den Mittelwert der Asymmetrie zwischen den beiden Symmetrieebenen dar und kann als direktonale Asymmetrie interpretiert werden (Mardia et al., 2000).

- 2) Der rechte Teil der Addition ist der mathematische Ausdruck für die Summe der quadrierten Procrustesabweichungen der beiden Seiten von deren Durchschnittsform. Dieser Wert kann als fluktuierende Asymmetrie interpretiert werden (Mardia et al., 2000).

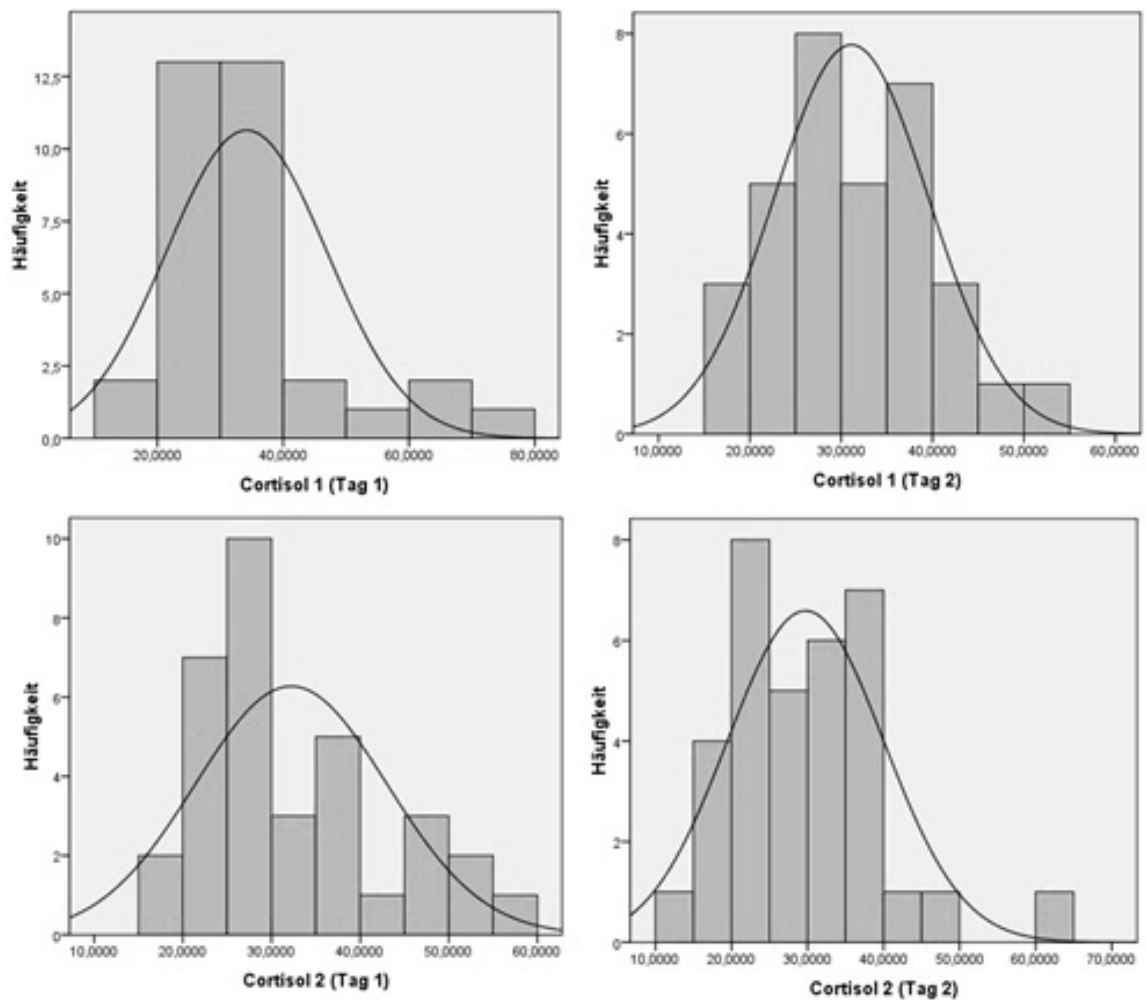
Die fluktuierende Asymmetrie wird im Programm „Mathematika 8“ mit einem Code von Philip Mitteröcker und Philip Gunz berechnet. Anschließend wird die abhängige Variable „fluktuierende Asymmetrie“ mit dem „Durchschnittscortisolwert“ als unabhängige Variable in „SPSS 17.0“ durch eine Korrelation ausgewertet. Das Alphafehlerniveau wird bei 5% angesetzt.

3. Resultate

3.1. Deskriptive Beschreibung der Daten

3.1.1. Cortisolmessungen

Alle sechs Cortisolmessungen sind normalverteilt (Abbildung 8) mit einer Streuweite von 12,2 ng/ml bis 70,8 ng/ml (Tabelle 2). Auffällig ist hierbei, dass die drei Mittelwerte der aufeinander folgenden Messungen an beiden Tagen ähnlich gleichförmig abnehmen und in allen beschriebenen Messungen die Referenzwerte der Literatur von 8 ng/ml bis 3 ng/ml (Kirschbaum & Hellhammer, 2007) überschreiten.



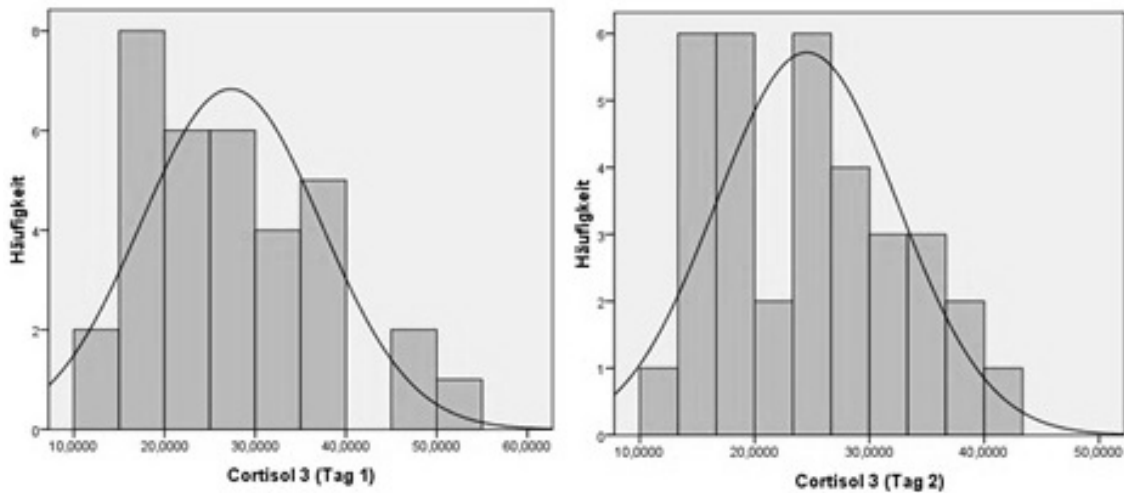


Abbildung 8. Verteilung der Häufigkeiten aller sechs Cortisolmesswerte pro Person

Tabelle 2

Deskriptive Darstellung aller sechs Cortisolwerte der beiden Tage in ng/ml

	Tag 1			Tag 2		
	Messung 1	Messung2	Messung 3	Messung 1	Messung2	Messung 3
Mittelwert	34,6	32,2	27,2	31,2	29,7	24,6
SD	13,0	10,8	9,9	8,9	10,2	7,9
Minimum	15,5	15,4	12,3	15,5	12,6	12,2
Maximum	70,8	57,0	50,8	51,4	64,3	41,7

3.1.2. Zusammenhang zwischen den Cortisolwerten

Die Cortisoltagesmittelwerte (Abbildung 9) der beiden Tage sind normalverteilt (K-S-Test: Tagesmittelwert 1: $p = 0,214$; Tagesmittelwert 2: $p = 0,640$). Keine Messung überschreitet die 2,5-fache Standardabweichung, wodurch kein Wert von der Analyse ausgeschlossen wird.

In einem t-Test für gepaarte Stichproben unterscheiden sich die Mittelwerte der beiden Experimenttage signifikant ($p = 0,034$). Obwohl sich dieser signifikante Mittelwertunterschied im Cortisollevel findet, korrelieren die beiden Werte hoch ($r = 0,71$). Diese Korrelation nach Pearson spiegelt sich auch in den drei Einzelmessungen (erste: $r = 0,698$, zweite: $r = 0,620$, dritte: $r = 0,688$) signifikant wider. Hierbei ist hervorzuheben, dass dieser hohe, signifikante Zusammenhang trotz unterschiedlicher Zeitintervalle (K-S Test: $p = 0,114$) zwischen den beiden Untersuchungstagen entstanden ist, welcher in einer partiellen Korrelation zu keiner Veränderung des Zusammenhangs geführt hat ($r = 0,708$). Zusammenfassend ist das Cortisollevel beim zweiten Termin bei allen Versuchspersonen signifikant niedriger, korreliert jedoch trotz unterschiedlich langer Zeitintervalle zwischen den Untersuchungen hoch mit dem Cortisollevel des ersten Termins.

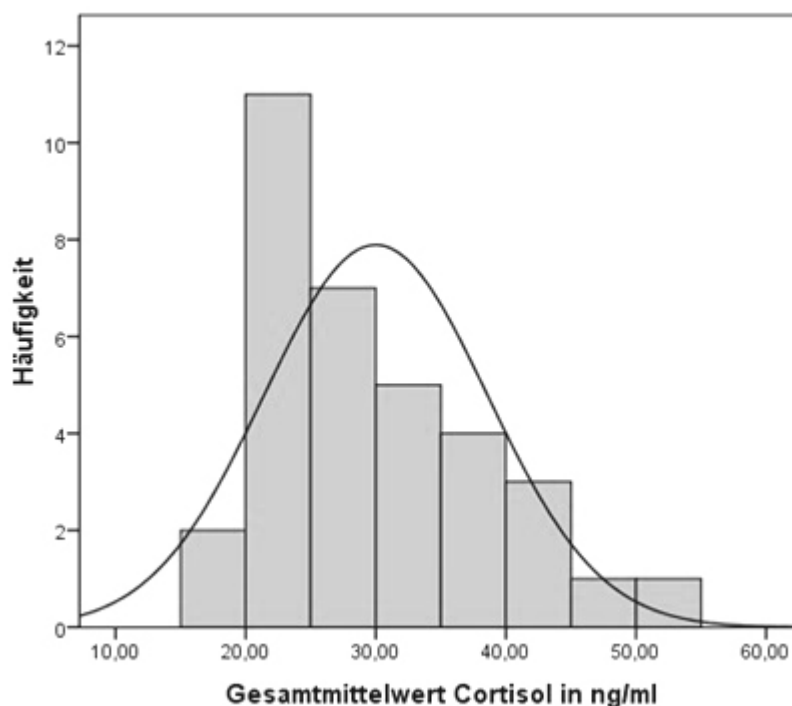


Abbildung 9. Verteilung des Cortisolgesamtmittels

Tabelle 3

Vergleich der Cortisolmittelwerte der beiden Untersuchungstage in ng/ml; N= 34

	Mittelwert Cortisol Tag 1	Mittelwert Cortisol Tag 2
Mittelwert $\pm$ SD	31,4 $\pm$ 10,3	28,6 $\pm$ 8,3

3.1.2. Reliabilitätsanalyse

In der Reliabilitätsanalyse wird die Landmarkvermessung (85 Landmarks) von 5 Gesichtern 5 Mal im „tpsDIG2“ (Rohlf, 2010a) wiederholt. Die 25 wiederholt vermessenen Gesichter werden gemeinsam mit den ursprünglichen 34 Gesichtern in „tpsRelw“ (Rohlf, 2010b) geslidet und in der Software „Morphologika“ (O’Higgins & Jones, 2006) einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Ziel dieser Analyse ist es die Reliabilität der ursprünglichen Koordinatenmessungen zu überprüfen, indem die Koordinatendistanzen in einem gemeinsamen Gestaltraum verglichen werden. Bei dem Gestaltraum handelt es sich um die zwei ersten Hauptkomponenten der nun insgesamt 59 Gesichter. Eine hohe Reliabilität ist dann gegeben, wenn die Distanzen der Koordinatenpunkte der wiederholten Messungen von den selben Gesichtern geringer sind, als die Distanzen von den übrigen Gesichtern.

In der Hauptkomponentenanalyse (Abbildung 10) stellen die blauen Kreuze jeweils die fünf weiteren in die Analyse eingegangenen Gesichter dar. Die roten Punkte zeigen die Originalgesichter, während die übrigen grau gefärbt sind. Es zeigt sich, dass die wiederholten Messungen der Gestalt näher bei den ursprünglichen Gesichtern liegen als bei den übrigen. Dies spricht für eine hohe Reliabilität und ist eine Voraussetzung für die weitere Analyse der Daten.

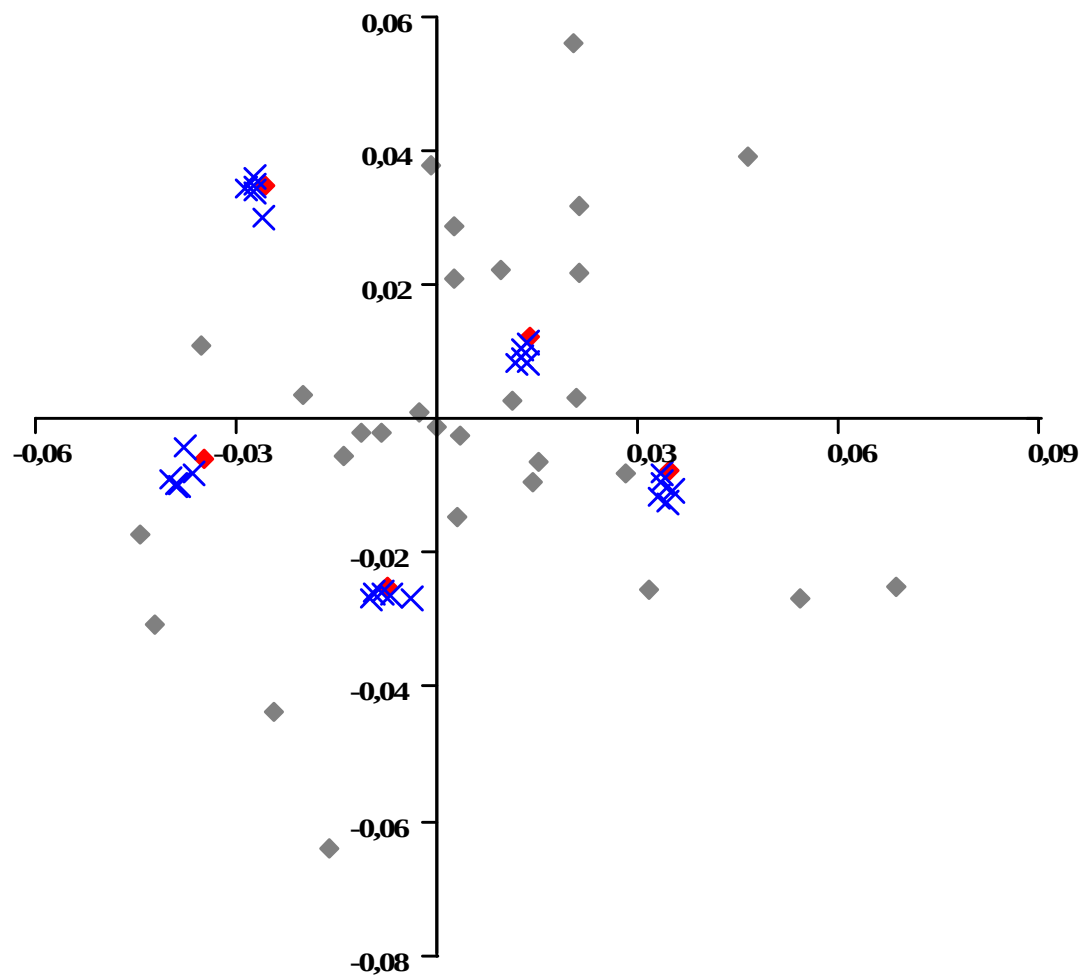


Abbildung 10. Hauptkomponentenanalyse aller Gesichter (graue Vierecke) mit 5 weiteren, in die Analyse eingegangenen Gestaltkonfigurationen (blaue Kreuze) von 5 Gesichtern (rote Vierecke)

3.1.3. Kontrollvariablen

Kontrolliert wurde auf: Beziehungsstatus, höchste abgeschlossene Ausbildung, Zigaretten pro Tag, Arbeits/Ausbildungsstunden pro Woche, verfügbares Geld pro Monat, Stunden Sport pro Woche, Alkohol in den letzten 24 Stunden, Aufwachzeitpunkt heute und in den letzten Tagen, Stunden Schlaf in der vergangenen Nacht, momentanes Wohlbefinden, Grad der derzeitigen Anspannung, derzeitige gesundheitliche Beschwerden und derzeitiger Gesundheitszustand.

Es fanden sich hierbei keine Auffälligkeiten bei den Probanden und keine Korrelation war signifikant oder lag höher als $r=0,3$ (Anhang 2).

3.2. Gestaltanalyse

3.2.1. Empirische Gestaltvariation in der Stichprobe

In der Gestaltanalyse ist es nun möglich, nach der Procrustes Superimposition die Durchschnittskonfiguration der 85 Landmarks aus den 34 Gesichtern zu visualisieren (Abbildung 11).

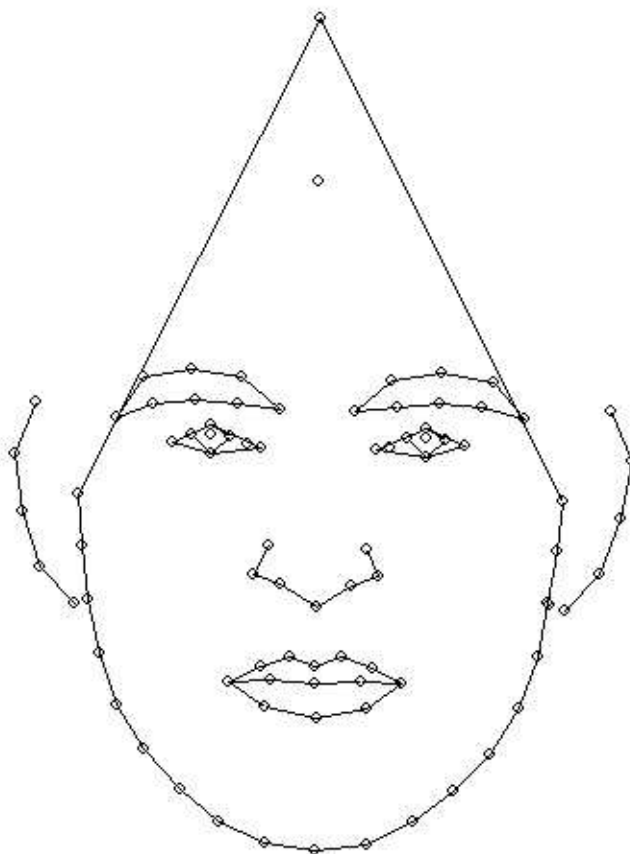


Abbildung 11. Das Konsensusgesicht ist die aus 34 Gesichtern errechnete und visualisierte durchschnittliche Landmarkkonfiguration nach der Procrustes Superimposition

3.2.2. Hauptkomponentenanalyse

Für die weitere Analyse der Landmarkkonfiguration wurde der *Trichion* (Landmark 2) ausgeschlossen, da er eine sehr große Variation – bei gleichzeitig geringem Informationsgehalt – aufwies. Bei dem Trichion-Landmark handelt es sich um den Haaransatz, der bei Männern erfahrungsgemäß einer starken Variation unterliegt.

In der Relative Warps Analyse wurden insgesamt 33 orthogonale Faktoren in der Hauptkomponentenanalyse extrahiert, von denen die ersten beiden 46.82% der Varianz erklären (Tabelle 4).

Tabelle 4

33 extrahierte Hauptkomponenten und deren prozentueller Beitrag zur erklärten Varianz.

Hauptkomponenten	erklärte Varianz in %	Kumulierte Varianz in %
1	25.85 %	25.85 %
2	20.97 %	46.82 %
3	8.56 %	55.38 %
4	7.29 %	62.66 %
5	6.15 %	68.81 %
6	5.41 %	74.22 %
7	3.77 %	77.99 %
8	3.46 %	81.46 %
9	2.52 %	83.97 %
10	2.27 %	86.25 %
11	2.26 %	88.51 %
12	1.53 %	90.03 %
13	1.33 %	91.36 %
14	1.07 %	92.44 %
15	1.00 %	93.43 %
16	0.95 %	94.38 %
17	0.67 %	95.05 %
18	0.62 %	95.67 %
19	0.58 %	96.25 %
20	0.54 %	96.78 %
21	0.47 %	97.26 %

22	0.45 %	97.71 %
23	0.39 %	98.10 %
24	0.37 %	98.47 %
25	0.32 %	98.79 %
26	0.23 %	99.02 %
27	0.20 %	99.22 %
28	0.18 %	99.40 %
29	0.16 %	99.57 %
30	0.14 %	99.71 %
31	0.11 %	99.82 %
32	0.10 %	99.92 %
33	0.08 %	100.00 %

Hauptkomponenten 1 & 2

Die beiden ersten Hauptkomponenten erklären fast die Hälfte der Varianz. Bei der Visualisierung der vier Achsenenden scheint zumindest eine augenscheinliche Ähnlichkeit zwischen den beiden unabhängigen Dimensionen zu bestehen (Abbildung 12).

Die erste Hauptkomponente weist eine gleichförmige Verzerrung des Deformationsgitters nach unten respektive nach oben auf, wodurch neben der Gesichtsbreite auch die Abstände der Einzelmerkmale – Nase, Mund, Augen und Augenbrauen – ab- beziehungsweise zunehmen.

Es finden sich signifikante Korrelationen nach Pearson zwischen der PC 1 und Körperfett ($r = 0,349$), Körpergewicht ($r = 0,373$) sowie dem mittleren Taillenumfang ($r = 0,354$).

Die zweite Hauptkomponente beschreibt eine Größenabnahme der Augen, der Augenbrauen, der Ohren und des Mundes im Verhältnis zur Kopfgröße. Durch die Verkleinerung erhöht sich auch die Distanz zur Kinnlinie sowie zum höchsten Punkt des Kopfes. Sie verläuft im Vergleich zur ersten Hauptkomponente weniger gleichförmig und hat ihren stärksten Zentrierungspunkt zwischen den Augen. PC 2 korreliert auch signifikant mit Körperfett ($r = 0,387$), Körpergewicht ($r = 0,340$) und mittlerem Taillenumfang ($r = 0,387$).

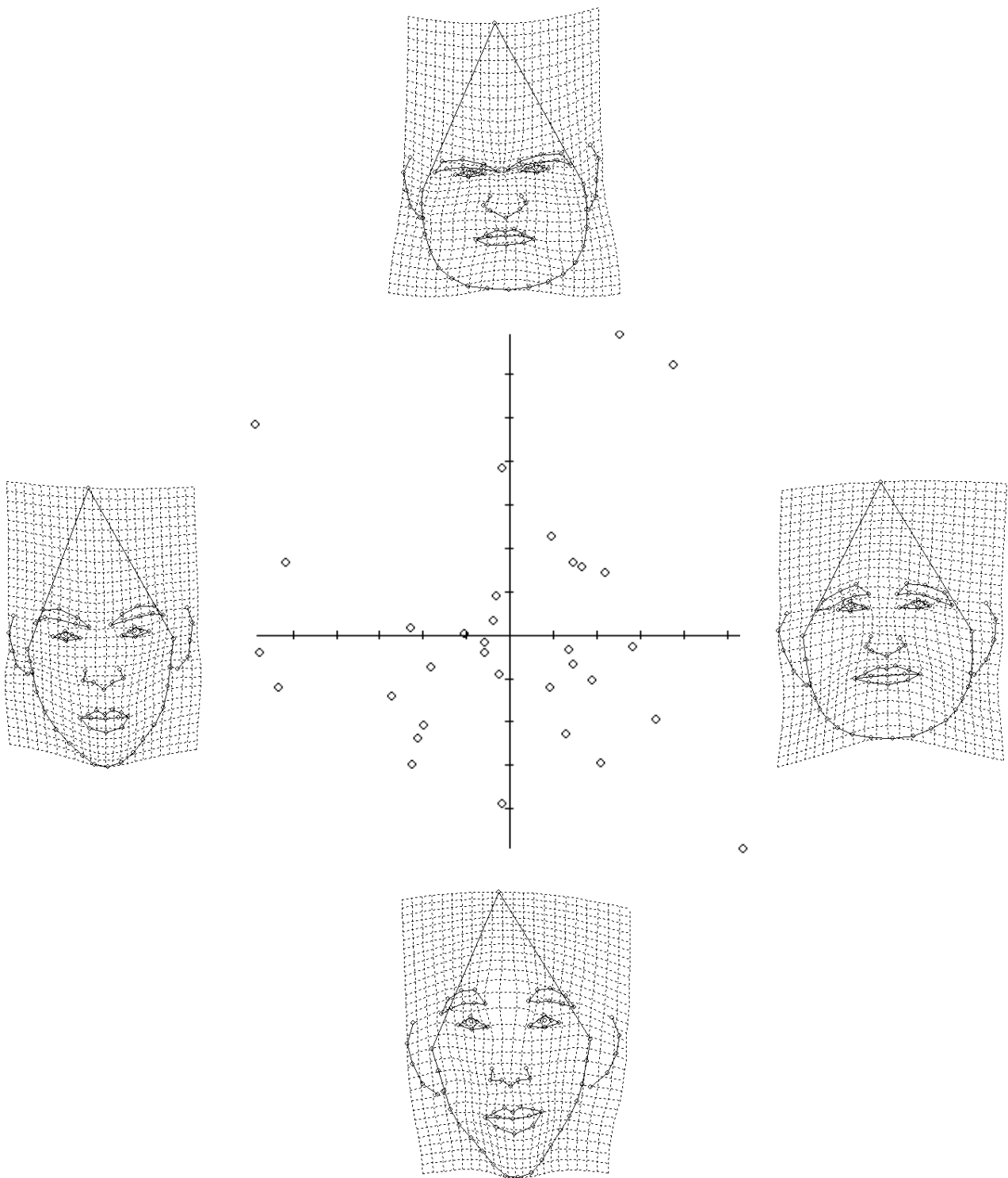


Abbildung 12. Lage der 34 Gesichter (Kreise) entlang der ersten beiden Hauptkomponenten (PC1= x-Achse; PC2= y-Achse), sowie die Visualisierung der beiden Hauptachsenendpunkte (3x Effekt)

3.2.3. Einfluss des Cortisols auf die Gestaltvariation der Gesichter

Die Ergebnisse der Shape Regression zeigen den Einfluss des Cortisols auf die Gestaltvariation.

Der Effekt wirkt sich am stärksten auf Augen, Augenbrauen sowie Mund, Kinn und Wangen aus (Abbildung 13). Gesichter mit hohen Cortisolwerten weisen kleinere Augen, tiefer liegende Augenbrauen, einen kleineren Mund und allgemein eine rundere, breitere Gestalt auf. Ähnlich der zweiten Hauptkomponente zeigen sich bei dem Gesicht mit hohen Cortisolwerten kleinere Gesichtsmerkmale im Verhältnis zur Kopfgröße, welche sich zwischen den Augen zentrieren.

Der Cortisolmittelwert korreliert auch – wenn auch nicht signifikant – mit der zweiten Hauptkomponente ($r = -0,293$).

Es findet sich keine signifikante Korrelation des Cortisols mit Körpergewicht, Körperfett oder BMI.

Dieses Ergebnis der shape regression ist auch in einem Permutationstest (10000 Permutationen) mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 3,23% signifikant. Anders formuliert erklärt der Zufall in 3,23% der Fälle den Zusammenhang zwischen der gefundenen Gestalttendenz und Cortisol besser als die vorliegenden Daten. Dabei liegt die erklärte Varianz durch Cortisol bei 6%. Vergleichbare Werte sind bereits aus der Literatur bekannt (z.B. Windhager, Schaefer & Fink, 2011) und entspricht einer Effektstärke von $r = 0,24$.

Niedrige Speichelcortisolwerte (3 x Effekt):

Hohe Speichelcortisolwerte (3 x Effekt):

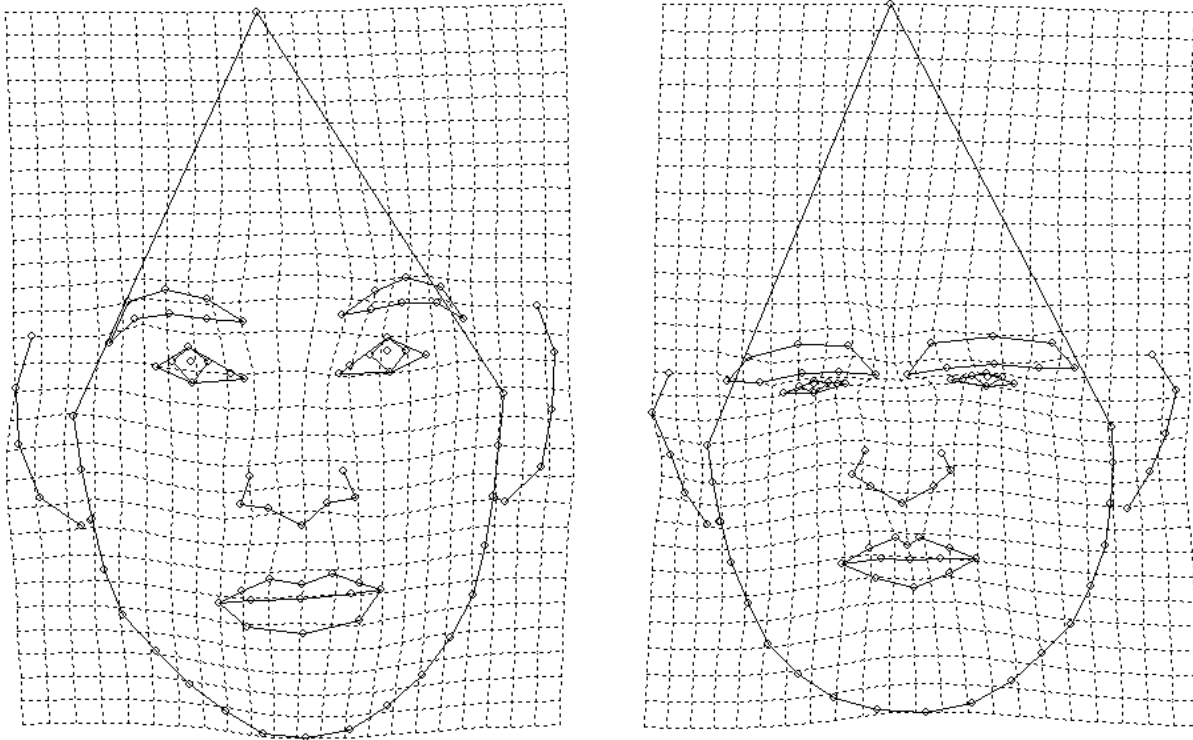


Abbildung 13. Visualisierung der Shape Regression des Cortisols auf die Gesichtsgestalt; Links ist eine niedrige (3x Effekt), rechts eine hohe Cortisoldosis (3x Effekt) visualisiert

3.3. Cortisol und fluktuierende Asymmetrie

Die errechneten FA-Werte sind dimensionslose Procrustesdistanzen (Tabelle 5) und wurden mit 10000 multipliziert, um die Symmetrieunterschiede zu verdeutlichen. Ein Wert nahe Null bedeutet eine geringe FA, beziehungsweise eine hohe Gesichtssymmetrie. Die FA-Werte (Abbildung 14) sind laut Kolmogorov-Smirnov Test mit Korrektur nach Lilliefors nicht normalverteilt ($p = 0,022$) und werden daher mit den Cortisolwerten rangkorreliert.

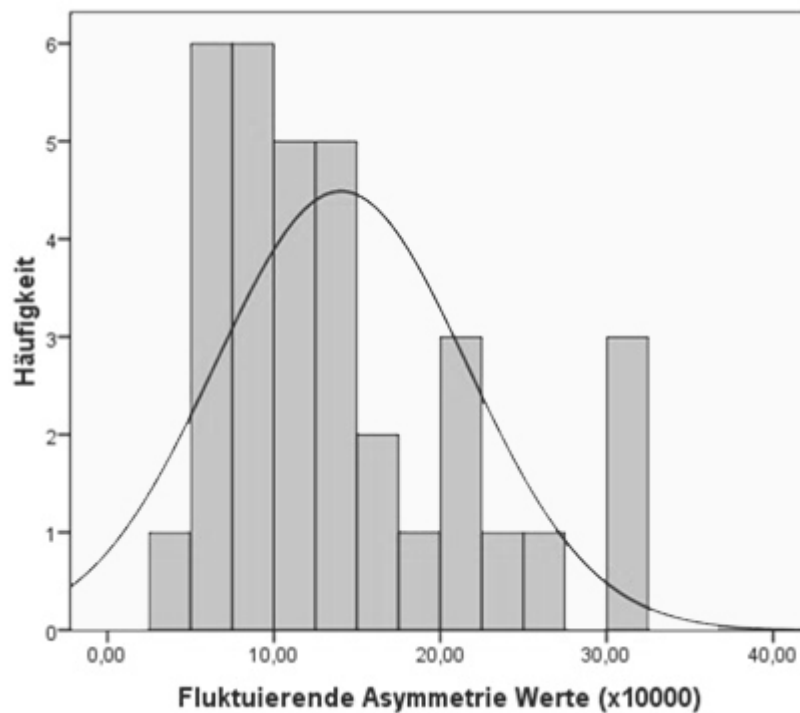


Abbildung 14. Verteilung der FA-Werte (x10000)

Tabelle 5

Deskriptive Statistik der dimensionslosen FA-Werte (x10000); N= 34

Mittelwert	14,04
SD	7,55
Minimum	4,61
Maximum	31,75

Die Ergebnisse der Analyse der fluktuierenden Asymmetrie zeigen einen signifikant positiven Zusammenhang mit dem Cortisolmittelwert von $r = 0,415$ nach Spearman (Abbildung 15). Der Zusammenhang zwischen der fluktuierenden Asymmetrie und dem

Cortisolmittelwert entspricht in etwa einer mittleren Effektstärke und erklärt 9,3% der Varianz.

Es gibt keine signifikanten Korrelationen mit Körpergewicht oder Körperfett. Zusammenfassend ist die fluktuierende Asymmetrie des Gesichts höher ausgeprägt, je höher der Cortisolspiegel liegt.

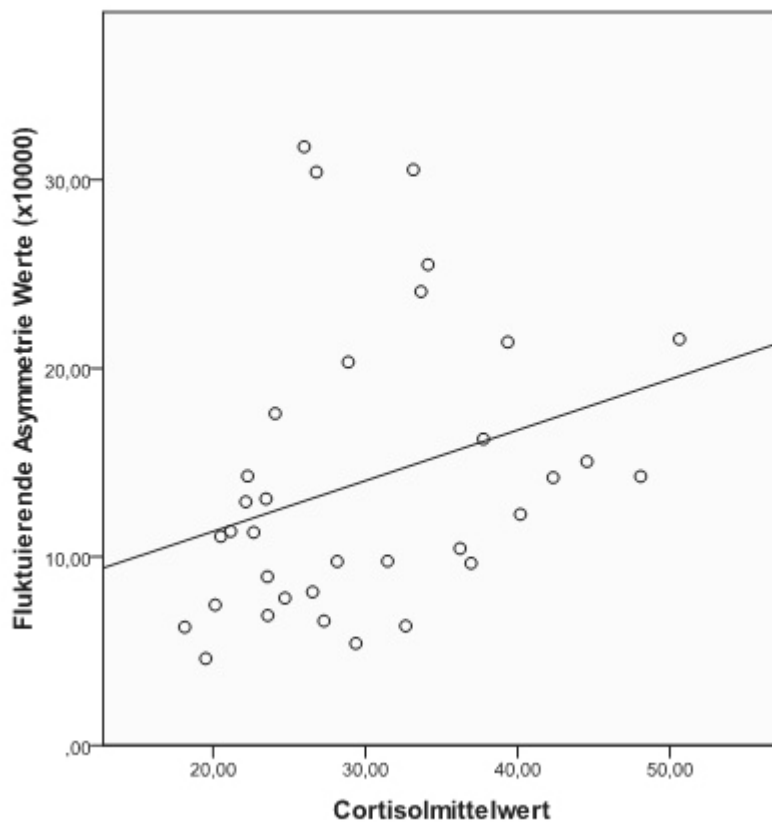


Abbildung 15. Positiver Zusammenhang zwischen den gemittelten Speichelcortisolwerten in ng/ml und den dimensionslosen Werten der FA-Analyse

4. Diskussion

4.1. Der individuelle Cortisolspiegel

Die Cortisolmittelwerte der beiden Experimenttage unterscheiden sich signifikant. Der Durchschnittswert des ersten Tages liegt im Mittel höher als der des zweiten. Der Unterschied zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten könnte sich durch die größere Ungewissheit der Probanden bei dem ersten Termin erklären lassen. Bei diesem Termin wurden auch die Fotos erstellt, die zu einer erhöhten Selbstaufmerksamkeit führen, welche von den meisten Menschen als unangenehm erlebt wird (Mor & Winquist, 2002). Da Cortisol und dessen Reaktivität die physiologische Reaktion auf unkontrollierbaren Stress darstellt, lassen sich dadurch die höheren Durchschnittswerte des ersten Erhebungszeitpunktes begründen.

Für die Interpretation der Befunde ist jedoch die hohe, lineare Korrelation zwischen den beiden Erhebungstagen hervorzuheben. Diese findet sich unabhängig von den Erhebungszeitpunkten, den dazwischenliegenden Zeitintervalle und der erhobenen Kontrollvariablen und spricht daher für ein individuell stabiles Cortisolbasislevel. Auffallend ist die relativ stabile physiologische Reaktion trotz der hohen Flexibilität des menschlichen Handelns und der vielen variierenden Einflussfaktoren wie Tagesverfassung, Stressverarbeitungsstrategien, sowie interne und externe Stressoren. Ein hoher Cortisolspiegel und dessen weitreichenden negativen Konsequenzen für den Organismus weisen eine unzureichende (Verhaltens-)Adaptation des Organismus aus, auf die mit physiologischer Kompensation reagiert wird. Auf Grund der großen Homogenität der Stichprobe sollte die Umwelt der Probanden als ähnlich beschreibbar gelten, wodurch der Unterschied im Cortisollevel zu einem großen Teil der individuellen Stressverarbeitungsfähigkeit anzulasten sein dürfte.

4.2. Cortisol und Gesichtsform

4.2.1. Empirische Gestaltvariation

Die Hauptkomponentenanalyse zeigt einen starken Abfall des Ladungswerts von 20,97% auf 8,56% nach der zweiten Hauptkomponente. Der hohe Ladungswert der ersten beiden Hauptkomponenten könnte bedeuten, dass es sich bei diesen um biologisch interpretierbare Variablen handelt. So dürfte es sich bei der ersten Hauptkomponente, die vorwiegend die Gesichtslänge abbildet wahrscheinlich um zwei prinzipielle Tendenzen menschlicher Gesichtsformen handeln: lang und schmal (*doliocephal*) versus rund und breit (*brachycephal*) (Bhat & Enlow, 1985). Einen weiten Beitrag zur Gesichtsbreite leistet jedoch auch das Körperfett. Körperfett scheint daher zu einem Teil die Variation in der Gesichtsbreite erklären zu können.

Die zweite Hauptkomponente scheint die Proportionen zwischen Augen, Augenpartie, Nase und Mund relativ zu den Außenmaßen des Gesichts zu beschreiben. Insgesamt entsteht demnach der Eindruck, dass die zweite Hauptkomponente die Proportionalität der Gesichtskomponenten relativ zu der Kopfgröße und Kinnlinie beschreibt. Da der Faktor „Größe“ durch die Procrustes Superimposition herausgerechnet wurde, ist der erkennbare Größenunterschied nicht mehr absolut sondern nur noch relativ zu sehen.

Die zweite Hauptkomponente scheint neben der Proportionalität der Gesichtsmerkmale auch die Kinnform zu erfassen. Ein Teil der zweiten Hauptkomponente ist wieder dem Körperfett zuzuschreiben.

Fast die Hälfte der Variationsbreite der Gesichter in der erhobenen Stichprobe liegt demnach einerseits in der Streckung der äußeren Kopfform und andererseits in der Proportionalität der Einzelmerkmale zu dieser.

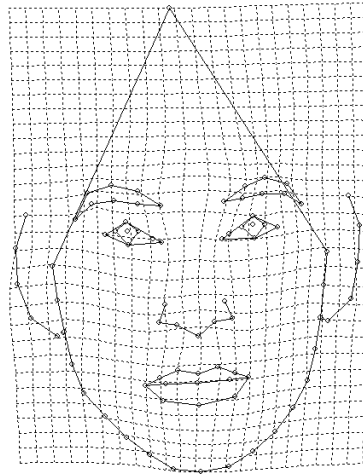
Obwohl die Möglichkeit, dass Menschen mit brachycephaler Kopfform und kleinen Gesichtsproportionen zu Übergewicht neigen, nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, lässt sich auf Grund der Hauptkomponentenanalyse annehmen, dass eingelagerte Lipide die Gestalt des Gesichts in Bezug auf Form und Proportionalität mitformen.

4.2.2. Einfluss des Cortisols auf die Gesichtsform

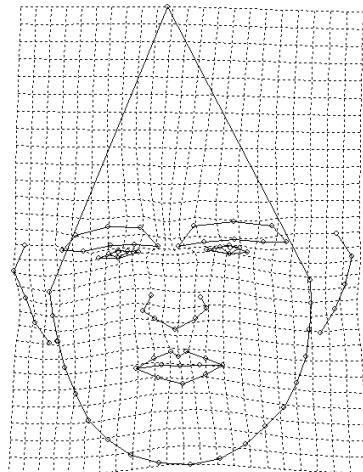
Die Ergebnisse der shape regression zeigen, dass Cortisol die Gestalt des Gesichts entsprechend der Vorhersage beeinflusst. Die runde Gestalt deckt sich mit der morphologischen Beschreibung des Gesichts beim Hypercortisolismus. In einer direkten Gegenüberstellung der Shape Regression und einem Beispielgesicht einer Person, der Cortisol appliziert wurde, lassen sich deutliche Parallelen erkennen (Abbildung 16).

Cortisol scheint sich vor allem auf die Proportionalität der Gesichtsmerkmale auszuwirken. Besonders im Bereich der Augenpartie und des Munds ist eine Verkleinerung und Zusammenschiebung auszumachen. Dieser Effekt scheint auf die Vergrößerung des Gesichtsumfangs zurückzuführen zu sein, der die Gesichtsmerkmale kleiner und zentrierter erscheinen lässt. Der Gesichtsumfang wird durch das Doppelkinn länger, breiter und nimmt allgemein eine rundere Gestalt an.

Zusätzlich könnte die Lipideinlagerung das Aussehen der Gesichtsmerkmale direkt beeinflussen. So könnte die metabolische Wirkung des Cortisols auf die Fettpolster um die Augen auch als eine mögliche Erklärung für das Verschmälern der Augen dienen.



Niedrige Cortisolwerte



Hohe Cortisolwerte

Abbildung 16. Gegenüberstellung der Gestaltanalyse (3x Effekt) und eines Beispielgesichts („Nebennieren-Erkrankungen“, 2012) mit jeweils niedrigen (oben) und hohen (unten) Cortisolwerten

Der Effekt dieser beobachtbaren Gestaltveränderung scheint der metabolischen Wirkung des Cortisols zuzuschreiben zu sein. Umso unerwarteter ist die nicht signifikante Korrelation des Cortisols mit dem Körpergewicht und dem Körperfett. Einerseits muss festgehalten werden, dass der Körperfettanteil über die Beine errechnet wurde, wodurch das Stammfett möglicherweise nicht in die Messung mit eingegangen ist. Andererseits würde es sich bei der Stammfettsucht auch um einen qualitativen und

nicht nur um einen quantitativen Unterschied im Körperfett handeln. Unterstrichen wird die Tatsache auch dadurch, dass beide Hauptkomponenten signifikant mit dem Körperfett korrelieren und – insbesondere PC2 – eine ähnliche Gestalttendenz aufweisen, wie ein Gesicht unter Cortisoleinwirkung.

Aus humanethologischer Sicht lässt sich daraus eine spannende Überlegung anschließen: Wenn die lipidabhängige Veränderung der Proportionalität der Gesichtskomponenten vom Gesamtgewicht unabhängig ist, stellt dies einen qualitativen und keinen quantitativen Unterschied dar, der damit einen Signalcharakter aufweist. Dadurch ist die erste Bedingung für ein potentiell wahrnehmbares Signal gegeben. Die zweite Bedingung – die beinhaltende Botschaft – könnte ebenso erfüllt sein.

Wie in den eingangs erwähnten Studien ist eine cortisolabhängige Lipidverteilung – unabhängig vom BMI – ein guter Prädiktor für frühzeitige Mortalität (Reis, 2009) und resignierendes Stressverhalten (Epel, 2000). In Bezugnahme auf die Evolutionstheorie könnte die interpretierbare Botschaft einer cortisolabhängigen Körpermorphologie daher ein Indikator für die Fitness eines Organismus sein. Da die Stressantwort auch vererbt wird (Meaney, 2001; Bartels et al., 2003) ist eine Betrachtung des Cortisols auch aus evolutionärer Sicht interessant.

4.2.3. Körperfett als Kommunikationsmittel

„Man kann nicht nicht kommunizieren“ –
Watzlawick, Beavin & Jackson (1969, S.52)

Aus der menschlichen Kommunikationstheorie ist bekannt, dass es unmöglich ist nicht zu kommunizieren (Watzlawick, Beavin & Jackson, 1969). Das Gesicht ist ein wichtiges Kommunikationsinstrument im Sozialkontext. Beispielsweise glauben 75% der israelischen Population aus dem Gesicht auf den Charakter schließen zu können (Hassin & Trope, 2000). Ein qualitativer Unterschied in der Fettverteilung würde tatsächlich die Möglichkeit eröffnen, aus dem Gesicht Schlüsse zu ziehen. Eine ähnliche Sensibilität unseres Wahrnehmungsapparats wurde schon für die Fettverteilung bei

Frauen an der Taille nachgewiesen. Dies ging als „Hüfte-Taille-Verhältnis“ (Singh, 1993) in die Literatur ein und wird gewichtunabhängig als Attraktivitätsmerkmal für Frauen gewertet. Ein weiteres Beispiel für Interpretation von Lipidverteilungen ist die weibliche Brust. So wird eine durchschnittliche Brustgröße (Grammer & Thornhill, 1994), sowie ein straffer, leicht nach oben gerichteter Busen, der in einer V-förmigen Achse liegt als attraktiv beurteilt (Grammer, Fink, Jütte, Ronzal & Thornhill, 2001). Diese Körperfettverteilungen sind von dem Geschlechtshormon Östrogen abhängig und können deshalb bei der Partnerwahl als Fitnessindikator bedeutend werden.

Möglicherweise kann eine cortisolabhängige Fettverteilung, die Gesicht und Abdominalregion formt, ebenso wahrgenommen werden. Im Laufe der Evolution könnte eine Sensibilisierung unseres Wahrnehmungsapparats in Bezug auf die Gestalt und Proportionalität stattgefunden haben, weil dies in der Vergangenheit einen Fitnessgewinn bedeutet hat.

Hinweise auf eine mögliche Wahrnehmungssensibilisierung könnte eine Studie von Maisey, Vale, Cornelissen & Tovée (1999) liefern. Diese befand das „Hüfte-Brust-Verhältnis“ als besten Prädiktor für ein hohes Attraktivitätsurteil bei Männern, im Vergleich zu „Hüfte-Taille-Verhältnis“ und dem BMI. Je V-förmiger der Oberkörper war, desto attraktiver wurden Männer eingeschätzt. Die Gestalt erwies sich wichtiger als das Gesamtgewicht, im Gegensatz zu der Beurteilung bei Frauen (Tovée, Reinhardt, Emery & Cornelissen, 1998).

Der Prämisse der sexuellen Selektion folgend, die die Wahrnehmung nicht fälschbarer Signale evolutionär begünstigt, wäre eine Wahrnehmung des Cortisollevels über die Attraktivität denkbar.

Signale die unter anderem Dominanz, Status, Maskulinität und Gesundheit signalisieren, werden bei Männern als attraktiv beurteilt (Wade, 2010).

Da eine Aufgabe des Cortisols in der Immunsuppression (Jones, 2001; Henry, 1993) liegt, wäre eine Wahrnehmung als ein ehrliches Signal des Gesundheitszustands vorstellbar. Hierbei könnte die cortisolabhängige Fettverteilung direkt Auskunft über den momentanen Gesundheitszustand einer Person liefern.

Umgekehrt führt mangelnde Pathogenresistenz zu erhöhtem Umweltstress (Parsons, 1990; Møller 1992). Ein gut angepasstes Immunsystem, das sich mildernd auf die Stressbelastung in der Genotyp-Umwelt auswirkt, könnte in der Lipidverteilung ersichtlich werden und dadurch als Indikator für Heterogenität des Immunsystems eines Individuums herangezogen werden.

Heterogenität des Haupthistokompatibilitätskomplex oder „Major histocompatibility Complex“ wurde schon von Roberts et al. (2005) mit der Attraktivität von Gesichtern in Zusammenhang gebracht. Ultimat wäre demnach eine Verbindung zur Immunsystemvariabilität erstellt, die proximat möglicherweise als Attraktivität oder Stressrestistenz wahrgenommen wird. Ein ähnlicher Effekt wurde bereits für das Hormon Testosteron nachgewiesen. Die wachstumsmodulierende und immunsuppressive Wirkung von Testosteron (Folstad & Karter, 1992) wird als Gesundheitsindikator wahrgenommen (Rhodes, Chan, Zebrowitz & Simmons, 2003).

In einer Studie von Moor et al. (2011) konnte gezeigt werden, dass männliche Gesichter mit niedrigen Cortisolwerten von Frauen in der fertilen Phase tatsächlich gesünder und attraktiver beurteilt werden. Des weiteren wurde eine Interaktion von Cortisol und Testosteron bei der Wahrnehmung und Beurteilung von Attraktivität, Dominanz und Gesundheit gefunden, die noch weiterer Aufklärung bedarf.

Neben der intersexuellen Selektion lässt sich auch über die Auswirkungen auf intrasexueller Ebene spekulieren. Im Gegensatz zu den meisten Tierarten spielt physiologische Dominanz beim Homo sapiens – auch auf Grund der kognitiven und der sozialen Fähigkeiten – eine geringere Rolle. Rivalitätskämpfe gemeinsam mit Verbündeten sind oft effektiver und bergen ein verteiltes Risiko im Vergleich zum Einzelduell. Macht, als die Fähigkeit zur Einflussnahme auf das Verhalten anderer – ohne sich selbst unterwerfen zu müssen – hängt beim Menschen möglicherweise weniger von physiologischen, sondern vielmehr von sozialen und kognitiven Fähigkeiten ab.

Ein zentrales Interesse des Menschen gilt der hierarchischen und sozialen Einordnung fremder Artgenossen, um negative Konsequenzen zu meiden. Der erzeugte Stress, der

entsteht, wenn sich einander unbekannte Individuen treffen, wird abgebaut indem zur Schau gestellte Hinweise interpretiert werden. Viele dieser Hinweise, wie Worte, Schmuck und Kleidung können jedoch leicht manipuliert werden, weshalb möglicherweise vor allem intrasexuell ein Druck auf ehrliche Signale entstanden sein könnte, um „Täuscher“ zu entlarven und dadurch Zugang zu begehrten Ressourcen zu erhalten. Eine Studie von Cohen, Doyle und Baum (2006) fand durch an mehreren Tagen wiederholte Messungen des Cortisolgehalts in Urin und Speichel einen starken Zusammenhang zwischen niedrigem sozioökonomischen Status und Cortisol. Auch in einer Studie von Sherman et al. (2012) konnte gezeigt werden, dass Personen in leitenden Positionen ein niedrigeres Cortisollevel und geringere Ängstlichkeit aufweisen. Dieser Effekt wurde durch die höhere Kontrollwahrnehmung in Führungspositionen mediiert.

Die Konsequenz oder Ursache eines niederen sozialen Ranges ist demnach Langzeitstress, der auch die Gestalt des Gesichts formt und dadurch in weiterer Folge möglicherweise auch mangelnde Dominanz und geringere Bedrohung für einen Artgenossen signalisieren könnte. Eine cortisolabhängige Fettverteilung könnte sich daher auf das Macht-/ Dominanzurteil beziehungsweise auf das Urteil über die Kontrollwahrnehmung im Sozialkontext auswirken. Das Urteil über die Macht/Dominanz und/oder die Gelassenheit einer Person könnte gegengeschlechtlich wiederum als Attraktivität wahrgenommen werden.

4.3. Cortisol und fluktuierende Asymmetrie (FA) im Gesicht

Die Ergebnisse der FA-Analyse zeigen einen der Vorhersage entsprechenden Zusammenhang: Mit Zunahme des Cortisols vergrößert sich die fluktuierende Asymmetrie. Die mittlere Effektstärke spricht gegen einen rein statistischen Effekt. Gemäß der erstellten Ausgangstheorie weist dies darauf hin, dass sowohl die FA als auch das individuelle Cortisollevel biologische Marker für die Kompatibilität des Genotyps mit der vorherrschenden Umweltsituation darstellen, wodurch diese beiden Parameter auch miteinander korrelieren. Der geringe zeitliche Ausschnitt der Cortisolmessungen lassen jedoch keine sichere kausale Schlussfolgerung zu.

Theoretisch lässt sich allerdings über kausale Zusammenhänge spekulieren. Denkbar wären demnach drei kausale Interpretationsmöglichkeiten:

1. Cortisol beeinflusst die fluktuierende Asymmetrie.
2. Die fluktuierende Asymmetrie beeinflusst das Cortisollevel.
3. Die beiden Variablen werden von einer Drittvariable beeinflusst.

4.3.1. Beeinflusst Cortisol die FA?

Auf Grund der gesichteten Literatur lautet das theoretische Konstrukt, dass jeder Mensch ein relativ konstantes, individuell stabiles Cortisollevel herausbildet, das auch die Genotyp-Umwelt-Interaktion abbildet.

Dieser Idee folgend, sind hohe Cortisolwerte die physiologische Reaktion des Organismus auf Langzeitstress, welcher durch die Inkompatibilität des Genoms mit den vorherrschenden Umweltbedingungen ausgelöst wird. Unzureichende Leistungsfähigkeit, mangelnde Verhaltensflexibilität und Immunabwehr oder Mutationen führen zu verminderter Umweltpassung, was zu schlechten Ernährungsbedingungen, sozial bedingtem Stress, Toxin-, oder Pathogenbelastungen führen kann. Eine anhaltende Stressbelastung stört das Glucocorticoidgleichgewicht, welches wiederum physiologische Homöostase beeinflusst (Viau, 2002; Kudielka & Kirschbaum, 2005) und in weiterer Folge das gleichmäßige Wachstum und die Gesundheit des Organismus stört. Dadurch verläuft die Entwicklung des Organismus weniger gleichmäßig und stabil. Dies spiegelt sich im weiteren auch in der FA des Gesichts wider, welche am Partnermarkt als ehrliches Fitnesssignal in Form von Attraktivität (Grammer & Thronhill, 1994) herangezogen wird. Auch wird FA zyklusabhängig mit der Attraktivität des Körpergeruchs (Rikowski & Grammer, 1999), sowie mit der Attraktivität der Stimme (Hughes & Harrison, 2002) in Verbindung gebracht. Möglicherweise ist der gefundene Zusammenhang zwischen wahrgenommener Attraktivität und niedrigen Cortisolwerten in männlichen Gesichtern (Moor et al., 2011) durch eine niedrige FA erklärbar.

Die Wahrnehmung komplexer Informationen, wie die FA in Gesichtern, wird durch das Gehirn unbewusst verrechnet und tritt nur in Form einer positiven Emotion in unser Bewusstsein, die wir als „ansprechend“ oder „attraktiv“ beschreiben. Das vorherrschende Paradigma lautet, dass der proximate Nutzen im höheren Partnermarktwert liegt, während der ultimate Nutzen in einem gut angepassten Immunsystem liegt, der die Fitness der Nachkommen durch einen Vorteil in der Wirt-Parasiten Koevolution steigert.

Durch die Assoziation von FA über die Attraktivität zum individuellen Cortisoldurchschnittslevel, käme jedoch auch eine andere ultimate Erklärungen in Betracht: So könnte Attraktivität des Phänotyps eine viel allgemeinere Passung an die gegebenen Umweltanforderungen repräsentieren. Demnach spräche eine hohe Symmetrie nicht nur für ein gutes Immunsystem und Ressourcenreichtum, sondern auch beispielsweise für eine hohe Belastungsfähigkeit und geringere Bedrohung durch Artgenossen im Sozialkontext. Dies wiederum könnte als Attraktivität wahrgenommen werden, weil eine hohe Belastbarkeit bzw. eine geringe Bedrohung ein möglicher Prädiktor für Dominanz, Status und Gesundheit ist. Die Wahrnehmung der Symmetrie könnte dadurch nicht nur einen Blick in die Vergangenheit, sondern einen Einblick in die Gegenwart und potentielle Zukunft eines Individuums eröffnen.

4.3.2. Beeinflusst FA das Cortisol?

Eine zweite kausale Interpretationsmöglichkeit wäre, dass FA das Cortisolbaselinelevel beeinflusst. Obwohl eine Langzeitstabilität des Cortisols in Studien (z.B. Huizenga et al., 1998) nachgewiesen wurde und dies meinem dargelegten Literaturmodell widerspricht, ist nicht auszuschließen, dass der kurze Zeitabschnitt dieser Studie nicht repräsentativ genug ist, um den Einfluss des Cortisols auf die Gesichtssymmetrie zu belegen.

So ist aus anderen Studien bekannt, dass sich niedrige FA auf das Attraktivitätsurteil (z.B. Grammer & Thronhill, 1994) und in weiterer Folge dadurch auch auf Schul- und Universitätsnoten (Baugh & Parry, 1991), auf Gerichtsurteile (Hatfield & Sprecher, 1986) und im Berufsleben (Collins & Zebrowitz, 1995) vorteilhaft auswirkt. Die durch

Erfahrung geprägte erwartete, positive Resonanz des sozialen Umfelds könnte sich demnach mildernd auf das Stresserleben auswirken.

Unterstützend hierfür ist auch das Ergebnis, dass der stärkste Zusammenhang der FA mit der ersten der sechs Cortisolmessungen ($r = 0,505$) gefunden wurde. Die erste Cortisolmessung war – durch das Erstellen des Fotos und die unbekannte Experimentsituation – mit der größten Ungewissheit und mit der als unangenehm erlebten Selbstaufmerksamkeit (Mor & Winquist, 2002) verbunden, wodurch sich argumentieren ließe, dass am ehesten die Cortisolreaktivität und nicht das Baselinelevel des Cortisols abgebildet wurde.

Auf Grund dieser Datenlage ist nicht ersichtlich, ob der Zusammenhang zwischen Cortisol und Attraktivität (Moor et al., 2011) dadurch entsteht, dass attraktive Männer über eine höhere Kontrolle im Stresserleben verfügen oder, dass weniger gestresste Männer attraktiver wahrgenommen werden. Hinzu kommt, dass sich diese beiden Optionen theoretisch auch nicht ausschließen.

4.3.3. Werden FA und Cortisol von einer Drittvariable beeinflusst?

Zuletzt kann die Möglichkeit einer moderierenden Drittvariable nicht ausgeschlossen werden. Eventuell ist die Interpretation des Cortisols als biologischer Marker für Stressverarbeitungsfähigkeit zu kurz gegriffen.

Die reduktionistische Interpretation des Cortisols als biologischer Marker für die Passung des Genotyps an die aktuelle Umweltsituation ist vielleicht nur bedingt kausal interpretierbar, weil die Voraussetzung einer einheitlichen Umwelt in der Realität nicht gegeben ist, und die kognitive Verarbeitung der Umweltsituation auch vice versa die Exprimierung von Genen und somit in Folge auch Cortisol steuert. Entscheidend im Stresserleben ist die Reizverarbeitung und die subjektive Wahrnehmung von Kontrolle, Verständnis und Voraussicht (Tetrick & LaRocco, 1987), wodurch der Zusammenhang zwischen Cortisol und sozioökonomischen Status, der von Cohen, Doyle & Baum (2006) gefunden wurde, auch erklärbar sein könnte.

Auch in der Studie von Sherman et al. (2012) wird die wahrgenommene Kontrolle als Mediatorvariable in der Stress-Cortisol-Interaktion angeführt. Demzufolge ist die

subjektive Interpretation einer Situation von kognitiven Fähigkeiten, wie der kognitiven Flexibilität, der Kreativität und dem geschickte Nutzen potentieller Ressourcen abhängig und stellt somit einen mediierenden Faktor in der Genom-Umweltinteraktion dar.

Die kognitive Verarbeitungsfähigkeit als Vermittler zwischen einander induzierenden dynamischen Systemen käme daher als mögliche Mediatorvariable zwischen FA und Cortisol in Betracht. Gegen die kognitive Verarbeitungsfähigkeit als Mediatorvariable spricht allerdings, dass pränataler Stress eine verminderte Funktion der Hypophysen-Nebennieren-Achse (Francis et al., 1999) sowie eine Vergrößerung der FA (Kieser, 1992; Wilber et al., 1993; Kieser et al., 1997) zur Folge hat. Da in diesem Entwicklungsstadium diese Fähigkeiten noch nicht entwickelt sind, kommt der kognitiven Fähigkeit höchstens eine moderierende und keine mediierende Rolle in einer späteren Entwicklungsphase zu.

4.4. Konklusion

Ungeachtet des vielfältigen Interpretationsspielraums ist der Beitrag dieser Studie vor allem in der grundsätzlichen Erstellung eines Links zwischen Phänotyp und Verhalten zu sehen. Dieser Zusammenhang verfügt auch über das Potential, wahrgenommen zu werden und erklärt vielleicht auch wie das Cortisol in der Studie von Moor et al. (2011) als Attraktivität und Gesundheit wahrgenommen wurde. Außerdem handelt es sich sowohl bei Stress, als auch bei der FA und der Lipidverteilung im Gesicht um potentiell universelle Mechanismen, die auch kulturunabhängig gleich wahrgenommen und bewertet werden könnten.

Folgestudien könnten Auskunft geben, ob die gefundenen statistischen Effekte auch in konkreten zwischenmenschlichen Beziehungen von Bedeutung sind.

Danksagung

Ich möchte mich besonders bei Frau Ao. Univ. Prof. Dr. Katrin Schäfer für ihre geduldige Unterstützung und hervorragende Betreuung bedanken. Ich danke auch Dr. Sonja Windhager für ihre Hilfe und für ihre ausführliche Beantwortung meiner Fragen. Ein großer Dank gebührt natürlich auch Christa Preinsberger für ihre Kooperation in der Studie zu „Testosteron und Gesichtsmerkmale“. Außerdem möchte ich mich bei meinen Eltern, meiner Schwester und meinen Freunden für die konstruktive Kritik und Unterstützung bedanken.

5. Literatur

- Andrews, R. C., Herlihy, O., Livingstone, D. E. W., Andrew, R. & Walker, B. R. (2002). Abnormal cortisol metabolism and tissue sensitivity to cortisol in patients with glucose intolerance. *The Journal of Clinical Endocrinology*, 87 (12), 5587-5593.
- Almeida, D. M., Piazza, J. R. & Stawski, R. S. (2009). Interindividual differences and intraindividual variability in the cortisol awaking response: an examination of age and gender. *Psychology and aging*, 24 (4), 819-827.
- Baker, R. R. (1997). Copulation, masturbation and infidelity: state-of-the art. In A. Schmitt, K. Atzwanger, K. Grammer, and K. Schäfer (Hrsgs.). *New Aspects of Human Ethology* (S. 163–188.). New York: Plenum Press.
- Barden, H. S. (1980). Fluctuating dental asymmetry: A measure of developmental instability in Down syndrome. *American Journal of Physical Anthropology*, 52, 169–173.
- Baugh, S. & Parry, L. (1991). The relationship between physical attractiveness and grade point average among college women. *Journal of Social Behavior and Personality*, 6, 219–228.
- Bartels, M., de Geus, E.J., Kirschbaum, C., Sluyter, F. & Boomsma, D.I. (2003). Heritability of daytime cortisol levels in children. *Behavior Genetics*, 33(4), 421-33.
- Bevins, L. S. (2002). *Cushing's syndrome*. Usa: Kluwer Academic Publishers.
- Benderlioglu, Z. (2010). Fluctuating Asymmetry and Steroid Hormones: A Review, *Symmetry*, 2, 541-553.
- Bhat, M. & Enlow, D. H. (1985). Facial Variations Related to Headform Type. *The Angle Orthodontist*, 55 (4), 269-280.
- Björntorp, P. (1991). Metabolic Implications of Body Fat Distribution. *Diabetes Care*, 14, 1132-1143.
- Bookstein, F. L. (1991). *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bookstein, F. L. (1998). A hundred years of morphometrics. *Acta Zoologica Academiae*

- Scientiarum. *Hungaricae*, 44, 7-59.
- Bruce, V., Ellis, H., Gibling, F. & Young, A. (1987). Parallel processing of the sex and familiarity of faces. *Canadian Journal of Psychology*, 41, 510–520.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2006). *Biologie*. Pearson Studium: München.
- Cavagnini, F., Croci, M., Putignano, P., Petroni, M. L. & Invitti, C. (2000). Glucocorticoids and neuroendocrine function. *International Journal of Obesity*, 24, 77-79.
- Cherek, D. R., Smith, J. E., Lane, J. D. & Brauchi, J. T. (1982). Effects of cigarettes on saliva cortisol levels. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 32 (6), 765-768.
- Cohen, S., Doyle, W. J. & Baum, A. (2006). Socioeconomic status is associated with stress hormones. *Psychosomatic Medicine*, 68, 414–420.
- Collins, M. A. & Zebrowitz, L. A. (1995). The contributions of appearance to occupational outcomes in civilian and military settings. *Journal of Applied Social Psychology*, 25, 129–163.
- Contrada, R. J. & Baum, A. (2001). *The handbook of stress science: biology, psychology and health*. New York: Springer Publisher Company.
- Danino, U., Kiryati, N. & Furst, M. (2004). Algorithm for facial weight change. *Proceedings of the 2004 11th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2004. ICECS 2004*. 318-321.
- Dryden, I. L. & Mardia, K. V. (1998). *Statistical shape analysis*. New York: Wiley.
- Ely, D. L. (1995). Organization of cardiovascular and neurohumoral responses to stress: implications for health and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences (Reprinted from Stress)*, 771, 594-608.
- Epel, E. S., McEwen, B., Seeman, T., Matthews, K., Castellazzo, G., Brownell, K. D., Bell, J. & Ickovics, J. R. (2000). Stress and body shape: stress-induced cortisol secretion is consistently greater among women with central fat. *Psychosomatic Medicine*, 62, 623-632.
- Epel, E., Lapidus, R., McEwen, B. & Brownell, K. (2001). Stress may add bite to appetite in women: a laboratory study of stress-induced cortisol and eating behavior. *Psychoneuroendocrinology*, 26, 37-49.
- Essex, M. J., Klein, M. H, Cho, E. & Kalin, N. H. (2002). Maternal stress beginning in infancy may sensitize children to later stress exposure: effects on cortisol and

- behavior. *Biological Psychiatry*, 52 (8), 776-784.
- Farkas, L.G. (1994). Examination. In L.G. Farkas (Hrgs.). *Anthropometry of the head and face*. (S. 3–56). New York: Raven Press.
- Fink, B., Grammer, K., Mitteroecker, P., Gunz, P., Schaefer, K., Bookstein, F. L. & Manning, J. T. (2005). Second to fourth digit ratio and face shape. *Proc Biol Sci.*, 272 (1576), 1995–2001.
- Folstad, I. & Karter, A. J. (1992). Parasites, Bright Males, and Immunocompetence Handicap. *The American Naturalist*, 139 (3), 603-622.
- Francis, D.D., Caldji, C., Champagne, F., Plotsky, P.M. & Meaney, M.J. (1999). The role of corticotropin-releasing factor-norepinephrine systems in mediating the effects of early experience on the development of behavioral and endocrine responses to stress. *Biological Psychology*, 46, 1153–1166.
- Gangestad, S. W., Thornhill, R. & Yeo, R. A. (1994). Facial attractiveness, developmental stability, and fluctuating asymmetry. *Ethology and Sociobiology*, 15, 73–85.
- Golenhofen, K. (1997). *Physiologie*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Grammer, K. & Thornhill, R. (1994). Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection: The role of symmetry and averageness. *Journal of Comparative Psychology*, 108 (3), 233-242.
- Grammer, K., Fink, B., Jütte, A., Ronzal, G. & Thornhill, R. (2001). Female faces and bodies: n-dimensional feature space and attractiveness. In G. Rhodes & L.A. Zebrowitz (Hrgs.), *Advances in Visual Cognition* (Vol. 1, S. 91–125). New York: Ablex.
- Grunberg, N. E., & Straub, R. O. (1992). The role of gender and taste class in the effects of stress on eating. *Health Psychology*, 11 , 97–100.
- Harlow, H. F., Dodsworth, R. O. & Harlow, M. K. (1965). Total social isolation in monkeys. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 54, 90–97.
- Hassin, R. & Trope, Y. (2000). Facing Faces: Studies on the Cognitive Aspects of Physiognomy. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78 (5), 837-852.
- Hatfield, E. & Sprecher, S. (1986). *Mirror, Mirror: The Importance of Looks in Everyday Life*. Albany: State University of New York Press.

- Henry, J.P. (1993). Biological basis of the stress response. *NIPS*, 8, 69-73.
- Het, S. & Wolf, O. T. (2007). Mood changes in response to psychosocial stress in healthy young woman: effects of pretreatment with cortisol. *Behavioral Neuroscience*, 121 (1), 11-20.
- Hughes, S. M. & Harrison, M. A. (2002). Gallup GG: The sound of symmetry: voice as a marker of developmental instability. *Evolution of Human Behavior*, 23, 173–180.
- Huizenga, N. A., Koper, J. W., de Lange, P., Pols, H. A., Stolk, R. P., Grobbee, D. E., de Jong, F. H. & Lamberts, S. W. (1998). Interperson variability but intraperson stability of baseline plasma cortisol concentrations, and its relation to feedback sensitivity of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis to a low dose of dexamethasone in elderly individuals. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83(1), 47-54.
- Ireland, M. A., Vandongen, R., Davidson, L., Beilin, L.J., Rouse, I.L. (1984). Acute effects of moderate alcohol consumption on blood pressure and plasma catecholamines. *Clinical Science*, 66 (6), 643-648.
- Jones, T. L. (2001). Definition of stress. In J. J. Robert-McComb (Hrsg.), *Eating Disorders in Women and Children: Prevention, Stress Management, and Treatment* (S. 89- 100). Boca Raton, FL: CRS Press.
- Kirschbaum, C. & Hellhammer, D. H. (1989). Salivary cortisol in psychobiological research: an overview. *Neuropsychobiology*, 22 (3), 150-169.
- Kirschbaum, C. & Hellhammer, D. H. (2007). Salivary Cortisol. In G. Fink (Hrsg.), *Encyclopedia of Stress (2nd Edition)* (Vol. 3, S. 404-409). Oxford: Academic Press.
- Kirschbaum, C., Klauer, T., Filipp, S. H. & Hellhammer, D. H. (1995). Sex-specific effects of social support on cortisol and subjective responses to acute psychological stress. *Psychosomatic Medicine*, 57(1), 23-31.
- Kieser, J.A. (1992). Fluctuating odontometric asymmetry and maternal alcohol consumption. *Annals of Human Biology*, 19, 513–520.
- Kieser, J. A., Groeneveld, H. T. & DaSilva, P. C. F. (1997). Dental asymmetry, maternal obesity, and smoking. *American Journal of Physical Anthropology*, 102, 133–139.

- Kolar, J. C. & Salter, E. M. (1997). *Craniofacial anthropometry: practical Measurement of the head and face for clinical, surgical and research use*. Springfield: Charles C. Thomas.
- Kowner, R. (2001). Psychological perspective on human developmental stability and fluctuating asymmetry: Sources, applications and implications. *British Journal of Psychology*, 92 (3), 447-469.
- Kudielka, B.M. & Kirschbaum, C. (2005). Sex differences in HPA axis responses to stress: A review. *Biological Psychology*, 69, 113–132.
- Larsson, C.A., Gullberg, B., Råstam, L. & Lindblad, U. (2009). Salivary cortisol differs with age and sex and shows inverse associations with WHR in Swedish women: a cross-sectional study. *BMC Endocrine Disorders*, 9, 16.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal and Coping*. New York: Springer.
- Leung, B. & Forbes, M. R. (1996). Fluctuating asymmetry in relation to stress and fitness: effects of trait type as revealed by meta-analysis. *Ecoscience*, 3, 400–413.
- Maisey, D. S., Vale, E. L. E., Cornelissen, P. L. & Tovée, M. J. (1999). Characteristics of male attractiveness for women. *The Lancet*, 353, 1500.
- Mardia, K. V., Bookstein, F. L. & Moreton, I. J. (2000). Statistical assessment of bilateral symmetry of shapes. *Biometrika*, 87, 285-300.
- Markow, T. A. & Martin, J. F. (1993). Inbreeding and developmental stability in a small human-population. *Annals of Human Biology*, 20, 389–394.
- McEwen, B.S. (1980). The brain as a target of endocrine hormones. In T. D. Krieger and J. C. Hughes, (Hrsg.), *Neuroendocrinology* (S.33-42). Massachusetts: Inc. Sinauer Association.
- Meaney, M. J. (2001). Maternal care, gene expression, and the transmission of individual differences in stress reactivity across generations. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 1161–1192.
- Mellor, C. (1992). Dermatoglyphic evidence of fluctuating asymmetry in schizophrenia. *The British Journal of Psychiatry*, 160, 467–472.
- Mitteroecker, P., Gunz, P. & Bookstein, F. L. (2005). Heterochrony and geometric

- morphometrics: A comparison of cranial growth in *Pan paniscus* versus *Pan troglodytes*. *Evolution & Development*, 7 (3), 244–258.
- Mitteroecker, P. & Bookstein, F. L. (2007). The conceptual and statistical relationship between modularity and morphological integration. *Systematic Biology*, 56 (5), 818–836.
- Mitteroecker, P. & Gunz, P. (2009). Advances in Geometric Morphometrics. *Evolutionäre Biologie*, 36, 235–247.
- Monteiro, L. R. (1999). Multivariate regression models and geometric morphometrics: The search for causal factors in the analysis of shape. *Systematic Biology*, 48 (1), 192–199.
- Møller, A. P. (1992). Female swallow preference for symmetrical male sexual ornaments. *Nature* (357), 238–240.
- Møller, A. P. & Thornhill, R. (1998). Bilateral symmetry and sexual selection: a meta-analysis. *American Naturalist*, 151, 174–192.
- Moore, F. R., Al Dujaili E. A. S., Cornwell, R.E., Smith, M.J., Lawson, J.F., Sharp, M. & Perrett, D.I. (2011). Cues to sex- and stress-hormones in the human male face: functions of glucocorticoids in the immunocompetence handicap hypothesis. *Hormes and Behavior*, 60(3), 269–74.
- Mor, N. & Winkquist, J. (2002). Self-Focused Attention and Negative Affect: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 128 (4), 638–662.
- Morris, K. L. & Zemel, M. B. (2005). 1,25-dihydroxyvitamin D3 modulation of adipocyte glucocorticoid function. *Obesity Research*, 13, 670–677.
- „Nebennieren-Erkrankungen“ (2012). In *Charité*. Stand August 8, 2012, von <http://chi.charite.de/patienten-information/krankheiten-therapien/hormonelle-erkrankungen/nebenniere.html>
- Newman, E., O’Conner, D. B. & Conner, M. (2007). Daily hassles and eating behaviour: The role of cortisol reactivity status. *Psychoneuroendocrinology*, 32, 125–132.
- O’Higgins, P. & Jones, N. (2006). Tools for statistical shape analysis. York: Hull York Medical School. <http://www.york.ac.uk/res/fme/resources/software.html>
- Palme, R. & Möstl, E. (1994). Biotin-streptavidin enzyme immunoassay for the

- determination of oestrogens and androgens in boar faeces. In: "Advances of Steroid Analysis '93" (Ed. S. Görög), *Akadémiai Kiadó Budapest*, 94, 111-117.
- Parsons, P. A. (1990). Fluctuating asymmetry: An epigenetic measure of stress. *Biological Review* (65), 131-145.
- Preville, M., Zarit, S., Susman, E., Boulenger, P. & Lehoux, R. (2008). Response variability of salivary cortisol among older adults under psychological stress. *Aging & Mental Health*, 12 (2), 249–257.
- Reis, J. P., Araneta, M. R., Wingard, D. L., Macera, C. A., Lindsay, S. P. & Marshall S. J. (2009). Overall Obesity and Abdominal Adiposity as Predictors of Mortality in U.S. White and Black Adults. *Annals of Epidemiology*, 19 (2), 134–142.
- Rikowski, A. & Grammer, K. (1999). Human body odour, symmetry and attractiveness. *Proc Biol Sci*, 266, 869–874.
- Roberts, S. C., Little, A. C., Gosling, L. M., Perrett, D. I., Carter, V., Jones, B. C., Penton-Voak, I. & Petrie, M. (2005). MHC-heterozygosity and human facial attractiveness. *Evolution and Human Behavior*, 26, 213–226.
- Rhodes, G., Chan, J., Zebrowitz, L. A & Simmons, L. W. (2003). Does sexual dimorphism in human faces signal health? *Proc Biol Sci*. 270 (1). 93–95.
- Rohlf, F. J. & Slice, D. E. (1990). Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology*, 39, 40-59.
- Rohlf, F. J. (2010a). *tpsDIG2, version 2.16*. N.Y.: State Univ. at Stony Brook.
- Rohlf, F. J. (2010b). *tpsRelw, version 1.49*. N.Y.: State Univ. at Stony Brook.
- Rohlf, F. J. (2011). *tpsRegr, version 1.38*. N.Y.: State Univ. at Stony Brook.
- Rosmond, R., Dallman, M. F. & Bjorntorp, P. (1998). Stress-related cortisol secretion in men: relationships with abdominal obesity and endocrine, metabolic, and hemodynamic abnormalities. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83, 1853-1859.
- Sapolsky, R. M. (1998). *Why zebras don't get ulcers: an updated guide to stress, stress-related diseases, and coping*. New York: W.H. Freeman & Co.
- Schaefer, K., Fink, B., Grammer, K., Mitteroecker, P., Gunz, P. & Bookstein, F. (2006). Female appearance: facial and bodily attractiveness as shape. *Psychology Science*, 48 (2), 187 – 204.
- Seeman, T. E. & Robbins, R. J. (1994). Aging and Hypothalamic-Pituitary-Adrenal

- Response to Challenge in Humans. *Endocrine Reviews*, 15 (2), 233-261.
- Simmons, L. W., Rhodes, G., Peters, M. & Koehler, N. (2004). Are human preferences for facial symmetry focused on signals of developmental instability? *Behavioral Ecology*, 15, 864–871.
- Sher, L. (2005). Type D personality: the heart, stress, and cortisol. *Q J Med*, 98, 323-329.
- Sherman, G., Lee, J., Cuddy, A., Renshon, J., Oveis, C., Gross, J. & Lerner, J. S. (2012, September 26). Leadership is Associated with Lower Levels of the Stress Hormone Cortisol. *PANS*, online unter: www.pnas.org/content/early/2012/09/19/1207042109
- Singh, D. (1993). Adaptive significance of female physical attractiveness: role of waist-to-hip ratio. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65 (2), 293-307.
- Svoboda, V. (2011). Digital ratio (2D:4D) and facial shape in adolescence - The lower the ratio, the more robust the face. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Wien.
- Tataranni, P. A., Larson, D. E., Snitker, S., Young, J. B., Flatt, J. P. & Ravussin, E. (1996). Effects of glucocorticoids on energy metabolism and food intake in humans. *Endocrinology and Metabolism*, 271, E317–E325.
- Tetrick, L. E. & LaRocco J. M. (1987). Understanding, Prediction, and Control as Moderators of the Relationships Between Perceived Stress, Satisfaction, and Psychological Well-Being. *Journal of Applied Psychology*, 72 (4), 538-543.
- Thornhill R. & Gangestad, S. W. (1999). The Scent of Symmetry: A Human Sex Pheromone that Signals Fitness? *Evolution and Human Behavior*, 20, 175–201.
- Tomlinson, J. W. & Stewart, P. M. (2002). The functional consequences of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase expression in adipose tissue. *Hormone and Metabolism Research*, 34, 746-751.
- Tovée, M. J., Reinhardt, S., Emery, J. L. & Cornelissen, P. L. (1998). Optimal BMI=maximum sexual attractiveness. *The Lancet*, 352, 548.
- van Eck, M., Berkhof, H., Nicolson, N. & Sulon, J. (1996). The effects of perceived stress, traits, mood states, and stressful daily events on salivary cortisol. *Psychosomatic Medicine*, 58 (5), 447-458.
- Van Valen, L. A. (1962). Study of fluctuating asymmetry. *Evolution*, 16, 125-142.

- Viau, V. (2002). Functional cross-talk between the hypothalamic-pituitary-gonadal and -Adrenal axes. *Journal of Neuroendocrinology*, 14 (6), 506-513.
- Vicennati, V., Ceroni, L., Gagliardi, L., Gambineri, A. & Pasquali, R. (2002). Response of the hypothalamic- pituitary-adrenocortical axis to high-protein/fat and high carbohydrate meals in women with different obesity phenotypes. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87(8), 3984-3988.
- Wade, T. J. (2010). The Relationships between Symmetry and Attractiveness and Mating Relevant Decisions and Behavior: A Review. *Symmetry*, 2, 1081-1098.
- Watzlawick, P., Beavin, J. H. & Jackson, D. D. (1969). *Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien*. Huber Hans: Bern.
- Wallerius, S., Rosmond, R., Ljung, T., Holm, G. & Björntorp P. (2003). Rise in morning saliva cortisol is associated with abdominal obesity in men: a preliminary report. *Journal of Endocrinology Investigation*, 26, 616-619.
- Wilber, E., Newell-Morris, L. & Streissguth, A. P. (1993). Dermatoglyphic asymmetry in Fetal Alcohol Syndrome. *Biology of the Neonate*, 64, 1–6.
- Willis, J. & Todorov, A. (2006). First impressions: Making up your mind after a 100-Ms exposure to a face. *Psychological Science*, 17 (7), 592-598.
- Windhager, S., Schaefer, K. & Fink, B. (2011). Geometric morphometrics of male facial shape in relation to physical strength and perceived attractiveness, dominance, and masculinity. *American Journal of Human Biology*, 23 (6), 805-814.
- Zahavi, A. (1975). Mate selection: A selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, 53, 205 – 214.
- Zellner, D. A., Saito, S. & Gonzalez, J. (2007). The effect of stress on men's food selection. *Appetite*, 49, 696–699.
- Zellner, D. A., Loaiza, S., Gonzalez, Z., Pita, J., Morales, J., Pecora, D. & Wolf, A. (2006). Food selection changes under stress. *Physiology & Behavior*, 87, 789–793.

„Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.“

6. Anhang

Erhobene Kontrollvariablen und deren Korrelationen mit dem Cortisolmittelwert.

Variable	K-S-Test	r mit Cortisol (Tag 1 & 2)	Signifikanz
Beziehungsstatus	0,000	-0,051	nicht signifikant
Höchste abgeschlossene Ausbildung	0,000	-0,186	nicht signifikant
Zigaretten/Tag	0,763	-0,151	nicht signifikant
Arbeits/Ausbildungsstunden pro Woche	0,418	-0,076	nicht signifikant
Verfügbares Geld pro Monat	0,032	0,222	nicht signifikant
Stunden Sport pro Woche	0,267	-0,199	nicht signifikant

Variable	K-S-Test	r von Cortisol (Tag 1)	Signifikanz
Termin 1			
Alkohol in den letzten 24 Stunden	0,000	-0,111	nicht signifikant
Sexuelle Aktivitäten Innerhalb der letzten 24h	0,000	-0,300	nicht signifikant
Wann in den letzten Tagen aufgewacht?	0,865	0,099	nicht signifikant
Wann heute aufgewacht?	0,857	0,083	nicht signifikant
Stunden Schlaf vergangene Nacht	0,036	-0,035	nicht signifikant
Wie gut erholt fühlt man sich?	0,021	0,131	nicht signifikant
Grad der derzeitigen Anspannung	0,002	0,056	nicht signifikant
Derzeitige gesundheitliche			

Beschwerden Derzeitiger	0,000	0,127	nicht signifikant
Gesundheitszustand	0,003	0,068	nicht signifikant

Variable	K-S-Test	r von Cortisol (Tag 2)	Signifikanz
----------	----------	------------------------	-------------

Termin 2

Alkohol in den letzten 24 Stunden	0,000	0,158	nicht signifikant
Sexuelle Aktivitäten Innerhalb der letzten 24h	0,000	-0,100	nicht signifikant
Wann in den letzten Tagen aufgewacht?	0,583	0,298	nicht signifikant
Wann heute aufgewacht?	0,624	0,106	nicht signifikant
Stunden Schlaf vergangene Nacht	0,496	-0,072	nicht signifikant
Wie gut erholt fühlt man sich?	0,303	-0,170	nicht signifikant
derzeitiger Grad der Anspannung?	0,020	0,164	nicht signifikant
Gesundheitliche Beschwerden	0,000	-0,013	nicht signifikant
Derzeitiger Gesundheitszustand	0,001	-0,031	nicht signifikant

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Stefan Zabransky
Geburtsdatum & -ort: 14.06.1986 in Wien
Adresse: Burgstraße 10, 3730 Burgschleinitz
Kontakt: stefan.zabransky@gmx.at

Ausbildung

seit Oktober 2008	Diplomstudium Anthropologie mit Spezialgebiet Humanethologie
seit Oktober 2010	Zweiter Abschnitt des Diplomstudiums Psychologie
Oktober 2008 - Oktober 2010	Erster Abschnitt des Diplomstudiums Psychologie
Oktober 2006 - Oktober 2008	Diplomstudium Biologie
1997-2005	Neusprachliches Gymnasium Horn

Praktika

Julie – Augst 2012	Praktikum bei „Angewandte Psychologie und Forschung GmbH“
März – Julie 2012	Tutortätigkeit an der Universität

Sprachkenntnisse

Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Latein

Computerkenntnisse

SPSS, MS Office, Morphologika, tps-Programme, CMA