



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„2D:4D-Verhältnis und soziale Wahrnehmung  
von Frauengesichtern“

verfasst von / submitted by  
Carolyn Weigert BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Science (MSc)

Wien, 2020 / Vienna, 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 066 827

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Anthropologie

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Katrin Schäfer

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Sonja Windhager



## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

  
Wien, am 26.04.2020



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meines Studiums und beim Verfassen dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Ein großes Dankeschön möchte ich zuerst meiner Betreuerin ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Katrin Schäfer und meiner Co-Betreuerin Mag. Dr. Sonja Windhager aussprechen. Vielen Dank für Ihre großartigen Bemühungen, Ihre Geduld und die wirklich tolle Unterstützung. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht vorstellen können!

Ein besonderes Dankeschön gilt außerdem meiner Familie und meinen Freunden. Begonnen bei meinen Eltern, welche mich in allen Entscheidungen unterstützt haben. Weiter bei meinem Mann, der immer für mich da ist und mich ermutigt hat. Zuletzt noch meinen tollen Freunden, insbesondere Ines, weil sie einfach die cleverste Maus ist.

Danke!



## Abstract

Previous studies have shown that the relative length of the second to the fourth finger (2D:4D) is a proxy for the ratio of the prenatal testosterone (T) to estrogen (E) exposure and that prenatal sex steroids such as T and E determine masculine and feminine facial characteristics in humans. These facial characteristics are recognizable hormone markers and influence different social perceptions. In this thesis the relationship between 2D:4D and some social perception variables in women's faces was investigated. From 52 female students aged 19 to 31 years, 2D:4D was obtained by measuring the index and ring finger digitally from hand scans. In a previous study 103 evaluators, aged 18 to 32 years, rated photos of the faces of the 52 female subjects for femininity, health and attractiveness. The results showed that there are moderate positive correlations between 2D:4D and perceived femininity ( $r = 0,402$ ;  $p = 0,002$ ), health ( $r = 0,449$ ;  $p = 0,001$ ), and attractiveness ( $r = 0,356$ ;  $p = 0,006$ ). This means that women with a lower testosterone exposure (higher 2D:4D) are perceived as more attractive, healthier and more feminine than women with a higher testosterone exposure (lower 2D:4D). These findings suggest that there is an organizing effect of prenatal testosterone in women, which determinates typical female facial features through lower testosterone exposure and thus reflects femininity, health and attractiveness. Furthermore, this influences the perception of others.

Keywords: 2D:4D, digit ratio, prenatal testosterone, social perception, femininity, attractiveness, health, females.

## Zusammenfassung

Frühere Studien haben gezeigt, dass das Längenverhältnis von Zeige- zu Ringfinger (2D:4D-Verhältnis) ein Proxy für die pränatale Exposition von Testosteron relativ zu Östrogen ist und dass pränatale Sexualhormone wie Testosteron und Östrogen typisch maskuline und feminine Gesichtsmerkmale bei Menschen prägen und organisieren. Dies sind erkennbare Hormonmarker im menschlichen Gesicht und beeinflussen verschiedene soziale Wahrnehmungen. In dieser Arbeit wurde untersucht ob es einen Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und einigen sozialen Wahrnehmungsvariablen anhand von Gesichtern bei Frauen gibt. Auf Basis von Handscans wurde von 52 Studentinnen im Alter von 19 bis 31 Jahren das 2D:4D-Verhältnis durch digitales Messen des Zeige- und Ringfingers ermittelt. 103 Bewerter\*innen im Alter von 18 bis 32 Jahren beurteilten bereits in einer früheren Studie die Fotos von den Gesichtern der 52 Probandinnen auf Feminität, Gesundheit und Attraktivität. Die Ergebnisse zeigten, dass es moderat positive Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der wahrgenommenen Feminität ( $r = 0,402$ ;  $p = 0,002$ ), Gesundheit ( $r = 0,449$ ;  $p = 0,001$ ) und Attraktivität ( $r = 0,356$ ;  $p = 0,006$ ) gibt. Das bedeutet, dass Frauen mit einer niedrigeren Testosteronexposition (höheres 2D:4D-Verhältnis) attraktiver, gesünder und femininer wahrgenommen werden als Frauen mit einer höheren Testosteronexposition (niedrigeres 2D:4D-Verhältnis). Diese Resultate deuten darauf hin, dass es bei Frauen einen organisierenden Effekt des pränatalen Testosterons gibt, welcher durch eine geringere Testosteronexposition typisch weibliche Gesichtsmerkmale organisiert und folglich Feminität, Gesundheit und Attraktivität widerspiegelt. Darüber hinaus beeinflusst dies die Wahrnehmung von anderen.

Schlüsselwörter: 2D:4D-Verhältnis, Fingerlängenverhältnis, pränatales Testosteron, soziale Wahrnehmung, Feminität, Attraktivität, Gesundheit, Frauen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....	<b>1</b>
<b>Danksagung</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>9</b>
<i>1.1. Fötale Sexualdifferenzierung und Programmierung</i> .....	9
<i>1.2. Das 2D:4D Fingerlängenverhältnis (Digit Ratio)</i> .....	10
<i>1.3. Das Gesicht als bedeutende Informationsquelle</i> .....	15
<i>1.4. Wahrnehmung von Gesichtern und das 2D:4D-Verhältnis</i> .....	19
<i>1.5. Fragestellung und Vorhersagen</i> .....	21
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>22</b>
<i>2.1. Datenerhebung Stimuli</i> .....	22
<i>2.2. Datenerhebung Bewerter*innen</i> .....	24
<i>2.3. Auswertung</i> .....	25
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>27</b>
<i>3.1. Stichprobenbeschreibung</i> .....	27
<i>3.2. Reliabilitätsanalyse</i> .....	29
<i>3.3. Direkter Vergleich rechte und linke Hand</i> .....	31
<i>3.4. 2D:4D und Wahrnehmung der Gesichter</i> .....	34
<i>3.5. Korrelationen der Wahrnehmungsdimensionen</i> .....	37
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>39</b>
<i>4.1. Linkes versus rechtes 2D:4D-Verhältnis</i> .....	39
<i>4.2. 2D:4D und die Wahrnehmungsdimensionen</i> .....	41
<i>4.3. Einschränkungen und Methodenreflexion</i> .....	42
<i>4.4. Conclusio und Ausblick</i> .....	44
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>47</b>



# 1. Einleitung

Das Lesen von Gesichtern ist eine essentielle Eigenschaft, die das Einschätzen von Situationen und Lebewesen ermöglicht. So dient das Gesicht als Indikator zur Perzeption und Einschätzung von sozialen Informationen und Attributen einer fremden Person (Zebrowitz & Montepare, 2008). Bestimmte Merkmale des Gesichts mit beispielsweise typisch maskulinen oder femininen Ausprägungen signalisieren Fruchtbarkeit und Attraktivität und dienen evolutionär betrachtet als ehrlicher Hinweis in der Partnerwahl (Fink & Penton-Voak, 2002; Grammer et al., 2003). Dabei spielen für die Entwicklung solcher Ausprägungen im Verlauf des späteren Lebens – laut der fetal programming hypothesis – verschiedene Einflüsse während einer besonders kritischen Entwicklungsphase der Pränatalperiode eine entscheidende Rolle (Baron-Cohen et al., 2004). Zu diesen Einflüssen zählt unter anderem das pränatale Testosteron, welches einen organisierenden Effekt hat und auf das Gesicht maskulinisierend wirkt (Fink et al., 2005; Meindl et al., 2012; Neave et al., 2003; Schaefer et al., 2005; Weinberg et al., 2015). Da sich das pränatale Testosteron auch auf das 2D:4D-Verhältnis niederschlägt, gilt das 2D:4D-Verhältnis als sogenannter Biomarker für die pränatal erfahrene Testosteronexposition (Kondo et al., 1997; Lutchmaya et al., 2004; Malas et al., 2006; Manning et al., 2014; Manning et al., 1998; Voracek, 2011; Zheng & Cohn, 2011).

## 1.1. Fötale Sexualdifferenzierung und Programmierung

Laut Baron-Cohen et al. (2004) sind in Föten die Sexualhormone Testosteron und Östrogen für die Differenzierung des männlichen oder weiblichen Phänotyps in einer besonders kritischen Entwicklungsphase verantwortlich. Auch wenn das genetische Geschlecht bereits zum Zeitpunkt der Befruchtung definiert ist, sind genetisch männliche oder weibliche Föten und deren Gonaden bis zur sechsten Schwangerschaftswoche undifferenziert und identisch. Das genetische Geschlecht (XX oder XY) determiniert die Entwicklung der Gonaden und erst die Sexualhormonsekretion der Gonaden determiniert das phänotypische Geschlecht. Bei männlichen Föten beginnt die Differenzierung

der Hoden in der sechsten Schwangerschaftswoche. Ende der achten Schwangerschaftswoche synthetisieren die Hoden erstes Testosteron. Bei den weiblichen Föten beginnt die Differenzierung der Ovarien in der siebten Schwangerschaftswoche. Die Ovarien produzieren dann kleine Östrogenmengen. Weiters bilden die fötalen Nebennieren in weibliche und männliche Föten niedrige Androgenlevel. Sind Testosteron und die richtigen Rezeptoren vorhanden, wirkt dies maskulinisierend und es entwickelt sich der männliche Phänotyp. Sind nicht ausreichend männliche Sexualhormone oder deren Rezeptoren vorhanden – zum Beispiel in Frauen – entwickelt sich der weibliche Phänotyp. Es wird angenommen, dass für die Entwicklung des weiblichen Phänotyps kein spezielles hormonelles Umfeld erforderlich ist. Das bedeutet, dass ein Fötus in der Abwesenheit hoher Androgenkonzentrationen weibliche Strukturen entwickelt. Dabei ist die fötale Hormonumwelt nur bedingt abhängig von den mütterlichen Hormonen und der Funktion der Plazenta. Die Plazenta reguliert zwar teilweise den Austausch der Moleküle zwischen Mutter und Fötus, ist aber für die meisten Hormone undurchlässig. Außerdem wird sehr wenig Androgen durch die Plazenta übermittelt, da die Plazenta über ein sehr starkes aromatisierendes Enzymsystem verfügt, wobei Androgene dazu neigen durch die Plazenta in Östrogen umgewandelt zu werden (Baron-Cohen et al., 2004).

## **1.2. Das 2D:4D Fingerlängenverhältnis (Digit Ratio)**

Das 2D:4D-Verhältnis, auch Digit Ratio (engl. „digit“ für Finger und „ratio“ für Verhältnis) oder Fingerlängenverhältnis genannt, beschreibt das Verhältnis von Zeigefinger (2D, zweiter Finger) zu Ringfinger (4D, vierter Finger) einer Hand und ist der Quotient der Länge des Zeigefingers und der Länge des Ringfingers (Muller et al., 2011).

### **Pränatales Testosteron und die Entwicklung des 2D:4D-Verhältnisses**

Für die Entwicklung des 2D:4D-Verhältnisses sind laut Manning (2002) und Phelps (1952) pränatales Testosteron und Östrogen in einer ziemlich engen Periode gegen Ende des ersten Trimesters verantwortlich. Bereits in der 13. Schwangerschaftswoche wird die relative Länge der Finger fixiert (Manning, 2008; Manning et al., 1998). Während Testosteron das Wachstum des 4D stimuliert, stimuliert Östrogen das Wachstum des

2D. Dabei steht ein hohes 2D:4D-Verhältnis für eine verhältnismäßig niedrige Testosteronexposition im Mutterleib und ein niedriges 2D:4D-Verhältnis für eine hohe Testosteronexposition. In der Studie von Manning et al. (1998) wurde gezeigt, dass ein hohes 2D:4D-Verhältnis bei Männern mit einer niedrigeren Spermienzahl und hohen Konzentrationen an Östrogen einhergeht, während ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis mit einem hohen Testosteronspiegel und einer hohen Spermienanzahl verknüpft war. Sie postulierten, dass der Geschlechtsunterschied im 2D:4D-Verhältnis in utero durch eine Balance des Testosterons und Östrogens determiniert wird und, dass adulte Konzentrationen dieser Hormone ein Echo der pränatalen Konzentrationen sind. Laut Kondo et al. (1997) und Mortlock et al. (1996) kontrollieren die Homebox-Gencluster, insbesondere Hox-a und Hox-d, sowohl die Entwicklung und das Wachstum der Fingerlängen, als auch die Entwicklung und Differenzierung des Urogenitalsystems (Hoden und Ovarien). In weiterer Folge sind diese Hox-Gene indirekt für die pränatale Exposition der Geschlechtshormone durch die vorgeburtliche Produktion von Testosteron in den Hoden verantwortlich. Anhand des Hand-Fuß-Genital Syndroms, eine autosomal dominante Erbkrankheit, konnten Mortlock & Innis (1997) die Wichtigkeit der Hox-Gene für die Entwicklung der Finger zeigen, da bei diesem anatomischen Defekt durch eine Mutation des Hox-a13 Gens die Entwicklung der Phalangen und des Urogenitalsystems gestört wird. Zheng & Cohn (2011) entdeckten außerdem in einer experimentellen Studie an Mäusen, dass die Aktivität des Androgenrezeptors (AR) und Östrogenrezeptors  $\alpha$  (ER- $\alpha$ ) im 4D höher als im 2D ist und, dass das 2D:4D-Verhältnis während eines schmalen Zeitfensters der pränatalen Entwicklung durch das Gleichgewicht von Androgen und Östrogen reguliert wird. Die Inaktivierung des AR verringerte das Wachstum des vierten Fingers, was zu einem höheren 2D:4D-Verhältnis führte, während die Inaktivierung des ER- $\alpha$  das Wachstum des vierten Fingers erhöhte und somit ein kleineres 2D:4D-Verhältnis zur Folge hatte. Außerdem beobachteten sie, dass die Zugabe von Androgen die gleiche Wirkung wie die Inaktivierung des Östrogenrezeptors hatte und die Zugabe von Östrogen die Reduktion des Androgenrezeptors imitierte. Weiters zeigten Zheng & Cohn (2011), dass die postnatale Applikation von Rezeptorantagonisten und Hormonen keinen Einfluss auf das 2D:4D-Verhältnis hat. Auch Muller et al. (2011) und Hönekopp et al. (2006) stellten fest, dass es keinen starken Zusammenhang zwischen im Blut zirkulierenden Sexualhormonen bei Erwachsenen und dem 2D:4D-Verhältnis gibt. Eine

weitere Untersuchung von Manning et al. (2003) zeigte, dass die Digit Ratio mit der Anzahl der CAG-Triplets der Androgenrezeptoren positiv korreliert und der AR für eine gewisse Varianz im 2D:4D-Verhältnis verantwortlich ist. Die Reaktion auf pränatales Testosteron ist abhängig von der produzierten Menge und der fötalen Empfindlichkeit gegenüber dem Hormon, wobei die Anzahl der CAG-Triplets im AR die Empfindlichkeit gegenüber Testosteron bestimmt. Je niedriger die Anzahl der CAG-Triplets ist, umso sensitiver ist der Rezeptor für die Testosteronbindung und folglich erhält man ein umso niedrigeres 2D:4D-Verhältnis. Weiters konnten Studien an Erkrankungen mit verringerter oder erhöhter Androgenproduktion im Fötus den Zusammenhang zwischen dem pränatalen Hormonspiegel und dem Fingerlängenverhältnis bestätigen. Manning et al. (2012) beobachtete, dass am Klinefelter-Syndrom (KS; 47 XXY) erkrankte Männer ein höheres 2D:4D-Verhältnis haben, als eine gesunde Kontrollgruppe und dass das 2D:4D-Verhältnis vergleichbar mit dem einer gesunden Frau ist. Das Klinefelter-Syndrom beeinträchtigt das endokrine System und führt zu einer verminderten Produktion von Testosteron, wodurch in KS Föten oder Neugeborenen eine geringere Testosteronkonzentration zu finden ist. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass die Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses pränatal fixiert ist und die männlichen Föten ein signifikant geringeres 2D:4D-Verhältnis haben als die weiblichen Föten (Lutchmaya et al., 2004; Malas et al., 2006). Lutchmaya et al. (2004) stellten weiters fest, dass das 2D:4D-Verhältnis unabhängig vom Geschlecht negativ mit der gemessenen pränatalen Menge an Testosteron korreliert. Weiters unterscheidet sich das 2D:4D-Verhältnis zwischen der rechten und der linken Hand, wobei dieser Unterschied bei Frauen eine deutlich stärkere Ausprägung aufweist als bei Männern (Manning, 2002). Zusätzlich bleibt das 2D:4D-Verhältnis postnatal und auch bei Eintritt der Pubertät stabil (Manning et al., 1998). Daher kann das Fingerlängenverhältnis als Proxy für die pränatale Menge an Testosteron und Östrogen herangezogen werden (Manning, 2008; Manning et al., 2014) und ist das negative Korrelat des pränatalen Testosterons und positive Korrelat des pränatalen Östrogens (Manning, 2002; Manning et al., 1998).

### **Geschlechtsunterschiede im 2D:4D-Verhältnis**

Der Geschlechtsunterschied des 2D:4D-Verhältnisses entsteht durch die höhere Testosteronproduktion in männlichen Föten (Manning, 2008; Manning et al., 1998). Laut

Manning (2002) unterscheidet sich das 2D:4D-Verhältnis signifikant zwischen Männern und Frauen und ist altersunabhängig konstant (Fink & Manning, 2018). In Österreich liegt der Durchschnitt des Fingerlängenverhältnisses bei Männern bei 0,95 und bei Frauen bei 0,98. Die durchschnittliche Differenz des 2D:4D-Verhältnisses zwischen den Geschlechtern liegt bei 0,2 (Manning, 2008). Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, ist bei einem typisch männlichen 2D:4D-Verhältnis (rechts in der Abb. 1) ein kleineres 2D:4D-Verhältnis festzustellen als bei einem typisch weiblichen Verhältnis, dies bedeutet, dass der Ringfinger länger ist als der Zeigefinger ( $2D < 4D$ ). Bei einem typisch weiblichen 2D:4D-Verhältnis (links in der Abb. 1) hingegen ist meist der Zeigefinger länger als der Ringfinger ( $2D > 4D$ ) oder die beiden Finger sind nahezu gleich lang (Baker, 1888; Ecker, 1878; Fink et al., 2004; Lutchmaya et al., 2004; Manning et al., 1998; Muller et al., 2011).

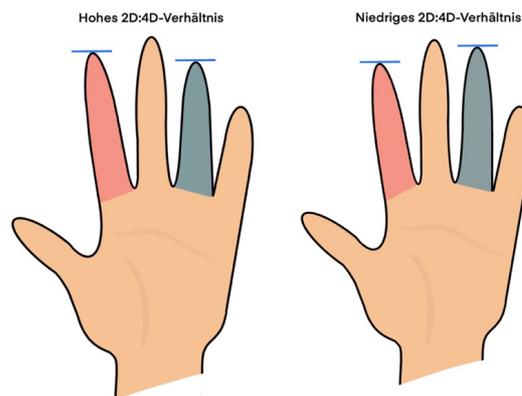


Abbildung 1. Zwei Hände mit typisch weiblichem und männlichem 2D:4D-Verhältnis.  
 Links: typisch weibliche (hohe) Digit Ratio, der Zeigefinger ist länger als der Ringfinger ( $2D > 4D$ );  
 Rechts: typisch männliche (niedrige) Digit Ratio, der Ringfinger ist länger als der Zeigefinger ( $2D < 4D$ )  
 (Quelle: eigene Darstellung).

### **Ethnische Unterschiede im 2D:4D-Verhältnis**

Einen weiteren signifikanten Unterschied beim Fingerlängenverhältnis gibt es außerdem weltweit zwischen verschiedenen geografischen Regionen und ethnischen Gruppen (Manning, 2002, 2008; Manning et al., 2007; Peters et al., 2002). Manning et al. (2000) zeigten erhebliche Unterschiede zwischen neun verschiedenen Populationen. Länder mit hohen Werten des 2D:4D-Verhältnisses waren Polen, Spanien und England. Im Mittel lagen Ungarn, Deutschland und Indien. Eher niedrige Werte hatten Finnland und Jamai-

ka. Europäer\*innen aus England hatten beispielsweise ein durchschnittliches 2D:4D-Verhältnis von 0,98 bei Männern und 1,0 bei Frauen, während das Verhältnis bei Jamaikaner\*innen bei 0,93 bei Männern und 0,95 bei Frauen lag (Manning et al., 2000). Manning (2008) erklärte diese Unterschiede durch mögliche unterschiedliche pränatale Umwelten, wodurch Menschen aus verschiedenen geographischen Regionen und ethnischen Gruppen intrauterin unterschiedlichen Testosteron- und Östrogenkonzentrationen unterlegen sind oder Unterschiede in der Sensitivität für Steroide haben. Außerdem zeigte Manning et al. (2000), dass es innerhalb der Populationen die erwarteten Geschlechtsunterschiede gibt (Männer haben niedrigere 2D:4D Werte als Frauen) und die ethnischen Unterschiede daher geschlechtsunabhängig sind. Weiters ist zu erwähnen, dass die ethnischen Unterschiede des 2D:4D-Verhältnisses relativ groß im Vergleich zum Geschlechtsunterschied sind (Manning, 2008; Manning et al., 2000; Peters et al., 2002).

### Methoden und Messung des 2D:4D-Verhältnisses

Das 2D:4D-Verhältnis ist der Quotient der Länge des 2D und der Länge des 4D. Die Messstrecke – beziehungsweise die Fingerlänge – ist, wie Manning et al. (1998) postulierte, eine Gerade durch die Mitte des Fingers von der proximatesten Furche/Querfalte am Fingeransatz, die mindestens bis zur Mitte durchgängig ist, bis zur Spitze der Fingerkuppe in der Mitte des Fingers (Abbildung 2).

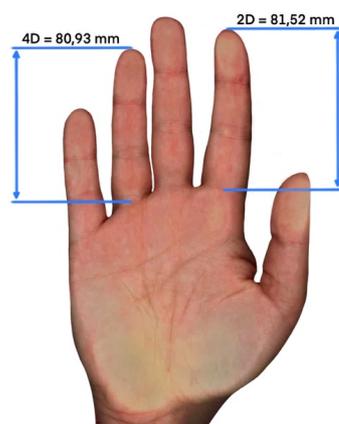


Abbildung 2. Weibliche rechte Handinnenfläche mit gemessenem Zeige- und Ringfinger. Der 2D hat eine Länge von 81,52 mm und der 4D von 80,93 mm. Das ergibt ein 2D:4D-Verhältnis von 1,01 welches einem typisch weiblichen Fingerlängenverhältnis ( $2D > 4D$ ) entspricht (Quelle: eigene Darstellung).

Zur Messung dieser Längen gibt es die direkte (d2D:4D) und die indirekte (i2D:4D) Messmethode (Fink & Manning, 2018; Manning et al., 2005). Die direkte Messmethode misst die Hand direkt mit dem Vernier Caliper (Schieberegler) auf 0,01 mm genau (Manning et al., 1998). Die indirekte Methode beinhaltet das Scannen, Fotografieren oder Röntgen der Hände, welche nachträglich digital gemessen werden. Beide Methoden werden durch das gleiche Prinzip an der Handinnenfläche gemessen. Da ein Vergleich der indirekten und direkten Messung Differenzen zeigte, sollten die aus direkter und indirekter Messung gewonnenen 2D:4D-Verhältnisse nicht innerhalb einer Studie kombiniert werden (Manning et al., 2005). Sowohl d2D:4D, als auch i2D:4D haben eine hohe Wiederholgenauigkeit, wobei diese im i2D:4D etwas höher ist (Fink & Manning, 2018; Voracek & Offenmüller, 2007).

### **1.3. Das Gesicht als bedeutende Informationsquelle**

Der wichtigste Indikator für die Einschätzung einer fremden Person ist das Gesicht, denn daran kann der Mensch innerhalb weniger Sekunden sein Gegenüber beurteilen (Zebrowitz & Montepare, 2008). Bestimmte phänotypische Merkmale werden von Menschen eingeschätzt und diese Einschätzung entspricht zu einem gewissen Grad der tatsächlichen Eigenschaft eines Menschen. Zebrowitz & Montepare (2008) beschreiben das als die adaptive Fähigkeit einen Charakter ablesen zu können, um rasch Informationen – wie Vertrauenswürdigkeit, Fitness oder Attraktivität – verarbeiten und dementsprechend reagieren zu können. Laut Fink & Penton-Voak (2002) und Grammer et al. (2003) sind Gesichtsmerkmale evolutionär betrachtet ehrliche Hinweise und dienen als Schlüsselsignale, welche eine wichtige Rolle in der Partnerwahl und der Gesundheitsbewertung spielen. Sie beschreiben die menschlichen Schönheitsideale – beziehungsweise geschlechtstypische Gesichtsmerkmale – als ein Produkt der Evolution. Laut Grammer et al. (2003) sind diese Präferenzen biologische Universalien für Menschen, Tiere und sogar Pflanzen. Weibliche Schönheit signalisiert Jugend, Fruchtbarkeit und Gesundheit, männliche Schönheit hingegen signalisiert Wettbewerbsfähigkeit und Gesundheit (Grammer et al., 2003). Laut Zebrowitz & Montepare (2008) sind Fehler, welche durch eine Übergeneralisierung eines ersten Eindrucks eines Gesichts verursacht

werden, weniger fehlangepasst, als diejenigen, die entstehen können, wenn ein Mensch nicht generalisiert reagiert.

### **Pränatales Testosteron und die Entwicklung von Gesichtsmerkmalen**

Laut Fink et al. (2005), Grammer et al. (2003) und Schaefer et al. (2005) ist die Entwicklung der Gesichtszüge den Sexualhormonen stark unterworfen. Männliche Merkmale entwickeln sich durch den Einfluss von Testosteron und weibliche Merkmale entwickeln sich durch den Einfluss von Östrogen, beziehungsweise der Abwesenheit von Testosteron (Mazur & Booth, 1998). Schaefer et al. (2005) untersuchten den Unterschied zwischen pränatalem und zirkulierendem Testosteron und deren Auswirkung auf die Gesichtsform. Sie postulierten, dass sich die typischen Charakteristika der männlichen Gesichtsform durch höheres pränatales Testosteron entwickeln und das zirkulierende Testosteron lediglich die Länge des Gesichts determiniert. Dabei wirkt sich pränatales Testosteron antagonistisch auf das Ober- und Untergesicht aus. Während eine hohe pränatale Testosteronkonzentrationen in einer relativen Vergrößerung des Untergesichts resultiert (robustes und prominentes Kinn, Verbreiterung des Jochbeins, markante Augenbrauen), verursachen niedrigere pränatale Testosteronkonzentrationen eine Vergrößerung des Obergesichts (relative Ausdehnung der Stirn, hohe Augenbrauen) und eine Verkleinerung des Untergesichts (kleines Kinn, volle Lippen). Zirkulierendes Testosteron führte zu einer einheitlichen Veränderung der Gesichtsform (rundes versus längliches Gesicht). Während niedrigere zirkulierende Testosteronspiegel zu runderen Gesichtern führten, kam es bei höheren zirkulierenden Testosteronspiegeln im Speichel zu einer gleichmäßigen Verlängerung des Gesichts. Neave et al. (2003) und Meindl et al. (2012) unterstützen diese Ergebnisse, denn auch sie zeigten, dass eine hohe pränatale Testosteronexposition maskuline Gesichtsmerkmale – welche Dominanz und Männlichkeit widerspiegeln – organisiert, zirkulierendes Testosteron jedoch nicht mit wahrgenommener Dominanz, Maskulinität und Attraktivität korreliert. Laut Neave et al. (2003) soll dieser Effekt des pränatalen Testosterons mit Beginn der Pubertät aktiviert werden und so maskuline und dominante Charakteristika eines Erwachsenen hervorbringen. Meindl et al. (2012) fanden jedoch, dass der Effekt des pränatalen Testosterons bereits Jahre vor der Pubertät die Proportion und Form der Gesichter beeinflusst. Auch Weinberg et al. (2015) konnten den Einfluss der pränatalen Testosteronexposition auf

die Form des Gesichtes zeigen. Eine hohe pränatale Testosteronexposition war mit einer größeren Gesichtsbreite relativ zur Gesichtshöhe, einer stärkeren mandibularen Prognathie, einer stärker vorspringenden Nase und einem erhöhten Ober- und Unterlippenüberstand assoziiert. Dabei wirkten die Gesichter männlicher als solche, welche weniger pränatalem Testosteron ausgesetzt waren. Fink et al. (2005) konnten außerdem zeigen, dass der organisierende Effekt des pränatalen Testosterons Gesichter von Männern und Frauen auf gleiche Art und Weise beeinflusst, dieser Effekt in Männern jedoch dreimal stärker ist. Dabei resultierte ein niedrigeres 2D:4D-Verhältnis in einem robusteren und typisch männlichen Gesicht und ein höheres 2D:4D-Verhältnis hingegen in typisch weiblichen Charakteristika.

### **Geschlechtstypische Gesichtsmerkmale**

Das durchschnittliche männliche Gesicht unterscheidet sich vom durchschnittlichen weiblichen Gesicht durch Größe und Form der Kiefer, Wangenknochen, Lippen, Augen und Nase (Fink et al., 2005). Eine hohe pränatale Testosteronexposition führt zu relativ robusten und männlichen Charakteristika – wie breiteren Wangenknochen, einem breiteren Unterkiefer und einem breiteren Kinn. Außerdem treten die Augenbrauenbögen weiter hervor und das untere Gesicht wird länger und größer (Enlow, 1996; Farkas, 1981; Fink et al. 2005; Fink & Penton-Voak, 2002; Grammer et al., 2003; Schaefer et al., 2005; Thornhill & Gangestad, 1999). Eine geringe pränatale Testosteronexposition spricht für gracilere und weiblichere Merkmale mit kleinerem Kiefer, höherer Stirn und schmalerem Kinn. Durch die kleineren Augenbrauenbögen und höheren Augenbrauen erscheinen weibliche Augen größer als männliche Augen. Zudem werden die Lippen und der obere Wangenbereich bei Frauen durch Fettablagerungen größer als bei Männern (Enlow, 1996; Farkas, 1981; Fink et al. 2005; Fink & Penton-Voak, 2002; Grammer et al., 2003; Schaefer et al., 2005; Thornhill & Gangestad, 1999).

### **Sexualhormone und die Wahrnehmung von Gesichtern**

Penton-Voak & Chen (2004) und Swaddle & Reiersen (2002) fanden einen positiven Zusammenhang zwischen zirkulierendem Testosteron und wahrgenommener Maskulinität bei Männern. Swaddle und Reiersen (2002) entdeckten außerdem einen positiven Zusammenhang zwischen dem Testosteronspiegel und der wahrgenommenen Domi-

nanz. Einen Effekt auf Attraktivität hatte der Testosteronspiegel in beiden Studien jedoch nicht. In einem Review analysierten Fink & Penton-Voak (2002) frühere Studien und fanden heraus, dass Symmetrie, Indikatoren für den Hormonspiegel und Durchschnittlichkeit wichtige Merkmale sind, um attraktiv wahrgenommen zu werden. Außerdem beschrieben sie, dass hohe Männlichkeit in männlichen Gesichtern auf Fitness hinweisen kann. Eine Erklärung für die Wichtigkeit dieser Merkmale liefert das Handicap-Prinzip, welches sagt, dass nur gesunde Organismen sich das hohe Sexualhormon-Handicap leisten können, da Testosteron das Immunsystem unterdrückt. Infolgedessen sollen größere sekundäre Geschlechtsmerkmale mit einem gesünderen Immunsystem in Verbindung gebracht werden und ein zuverlässiger Hinweis bei der Partnerwahl sein (Fink & Penton-Voak, 2002; Little et al., 2011; Zahavi, 1975). Auch Rhodes et al. (2003) fanden heraus, dass Maskulinität in Männergesichtern mit einer guten langfristigen Gesundheit verbunden ist und dies auch wahrgenommen wird. Außerdem erzeugen fitnessbezogene Gesichtsmerkmale gleiche Eindrücke wie Gesichter, die in ihrer Attraktivität variieren (Zebrowitz & Montepare, 2008). Perrett et al. (1998) zeigten außerdem, dass stark maskulinisierte männliche Gesichter als weniger warm, weniger ehrlich und dominanter wahrgenommen wurden als feminisierte männliche Gesichter. Weniger maskulinisierte Männergesichter wurden mit Attributen wie weniger aggressiv, ehrlicher, kooperativer und mit einer erhöhten Erziehungsfähigkeit assoziiert, jedoch auch als weniger gesund eingestuft als Männer mit hohem Testosteronspiegel. Auch Rennels et al. (2008) und DeBruine et al. (2010) bestätigten die Ergebnisse, dass es eine Präferenz für feminine männliche Gesichter gibt und diese attraktiver wahrgenommen werden. Gestützt werden diese Resultate durch den starken Zusammenhang von hoher Testosteronexposition und unsozialem Verhalten. Demnach sind männliche Gesichtsmerkmale, als Indikator für die Testosteronkonzentration, sowohl mit positiven als auch mit negativen Attributen behaftet (Mazur & Booth, 1998; Perrett et al., 1998). Mazur & Booth (1998) erklären die ästhetische Präferenz von Frauen als einen adaptiven Kompromiss zwischen den positiven Attributen, wie Gesundheit, und den negativen Attributen, wie Aggressivität. Testosteron beeinflusst also nicht nur Gesichtsmerkmale, sondern auch Verhalten. Auch wenn der Schwerpunkt dieser Forschung auf dem männlichen Geschlecht und Testosteron liegt, ist laut Fink & Penton-Voak (2002) ein solcher Hormonmarker auch bei Frauen vorhanden. Laut Fink & Penton-Voak (2002), Gram-

mer (2003) und Thornhill & Gangestad (1999) könnte Östrogen bei Frauen ein Art Handicap sein vergleichbar mit Testosteron bei Männern. So können Merkmale für einen hohen Östrogengehalt zuverlässig ein Immunsystem von hoher Qualität signalisieren, welches mit den toxischen Auswirkungen von hohem Östrogen umgehen kann (Fink & Penton-Voak, 2002; Grammer et al., 2003; Thornhill & Gangestad, 1999). Fink & Penton-Voak (2002) beschrieben, dass eine hohe Feminität im weiblichen Gesicht Fitness, sexuelle Reife und Fruchtbarkeit signalisieren kann. Rhodes et al. (2003) dokumentierte allerdings, dass bei Frauen femininere Gesichter nicht mit der realen Gesundheit korrelieren. Jedoch korrelierte die wahrgenommene Gesundheit mit den feminineren Gesichtszügen. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass hochgradig östrogenisierte beziehungsweise feminisierte weibliche Gesichtszüge attraktiver wahrgenommen werden als durchschnittlich östrogenisierte Gesichtszüge (Cunningham, 1986; Grammer & Thornhill, 1994; Perrett et al., 1998) und die Feminität des Gesichts eine der stärksten Hinweise für weibliche Attraktivität (Rhodes et al., 2003) ist. Perrett et al. (1998) postulierte, dass östrogenabhängige Eigenschaften des weiblichen Körpers und feminisierte weibliche Gesichter mit Gesundheit und reproduktiver Fitness positiv korrelieren und als attraktiver wahrgenommen werden. Erklärt wird dies dadurch, dass Weiblichkeit auf Gesundheit und Fruchtbarkeit, aber auch auf andere positive Zuschreibungen - wie Wärme, Ehrlichkeit, Kooperationsbereitschaft und Jugendlichkeit hinweist (Perrett et al., 1998). Laut Cunningham (1986) sind bei Frauen große Augen, kleine Nasen, kleines Kinn, prominente Wangenknochen und hohe Augenbrauen positiv mit Attraktivität und Gesundheit verbunden. Attraktive Merkmale wie beispielsweise hohe Wangenknochen entsprechen hohen Östrogen zu Testosteron Verhältnissen und signalisieren Fruchtbarkeit (Fink & Penton-Voak, 2002; Perrett et al., 1998).

#### **1.4. Wahrnehmung von Gesichtern und das 2D:4D-Verhältnis**

Es gibt eine Vielzahl an Studien, welche die Wahrnehmung eines Gesichtes mit zirkulierendem Testosteron und Östrogen thematisieren. Aber auch die 2D:4D-Forschung behandelt die Wahrnehmung von Gesichtern, jedoch in Zusammenhang mit pränatalem Testosteron. Dabei gilt, dass typisch männliche Gesichtsmarkmale niedrigeren 2D:4D-

Verhältnissen (hohe pränatale Testosteronexposition) und typisch weibliche Gesichtsm征kmale höheren 2D:4D-Verhältnissen (niedrige pränatale Testosteronexposition) entsprechen (Fink et al., 2005; Meindl et al., 2012; Neave et al., 2003; Schaefer et al., 2005). Dieser Effekt ist geschlechtsunabhängig, wobei er bei Männern dreimal intensiver ist. Neave & Kollegen (2003) zeigten beispielsweise, dass hohes pränatales Testosteron bei Männern (niedriges 2D:4D-Verhältnis) signifikant mit von Frauen wahrgenommener Dominanz und Männlichkeit korreliert, Attraktivität jedoch nur marginal. Auch Russel (2006) beobachtete, dass das 2D:4D-Verhältnis kein guter Indikator zum Einschätzen von Attraktivität ist. Roney & Maestripieri (2004) kamen jedoch zu dem gegenteiligen Ergebnis, dass Männer mit niedrigem 2D:4D-Verhältnis von Frauen attraktiver bewertet wurden als Männer mit hohem 2D:4D-Verhältnis. Außerdem fanden Wade und seine Forschungsgruppe (2004), dass sich Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis signifikant attraktiver einschätzten. Dies erklären sie damit, dass höhere 2D:4D-Verhältnisse mit höheren Östrogenwerten verbunden sind und Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis gesünder und attraktiver wahrgenommen werden. Eine Studie von Fink et al. (2004) ergab, dass das 2D:4D-Verhältnis signifikant negativ mit der Asymmetrie des Gesichts bei Männern zusammenhängt und signifikant positiv mit der Asymmetrie des Gesichts bei Frauen. Symmetrie korreliert außerdem positiv mit Gesundheit und Attraktivität und ist mutmaßlich ein ehrliches Signal für Fruchtbarkeit und Gesundheit (Fink et al., 2004). Weiblichere 2D:4D-Verhältnisse bei Frauen sind daher mit wahrgenommener Attraktivität und Gesundheit eng assoziiert. Auch laut Manning (2008) werden Frauen mit einem feminineren 2D:4D-Verhältnis als gesünder wahrgenommen. Außerdem berichteten Frauen mit einem maskulinerem 2D:4D-Verhältnis häufiger von Krankheiten, Erkältungen und einer längeren Dauer von Erkältungen als Frauen mit eher femininen 2D:4D-Verhältnissen (Manning, 2008). Klimek et al. (2016) fand überdies, dass Frauen mit einem höherem 2D:4D-Verhältnis mehr Kinder gebären und eine längere reproduktive Lebensspanne hatten als Frauen mit einem eher niedrigerem 2D:4D-Verhältnis. So hat sich das 2D:4D-Verhältnis als Korrelat einer Vielzahl von hormonell beeinflussten Eigenschaften und Phänotypen etabliert, die in die Bereiche Attraktivität, Verhalten, Fruchtbarkeit, Gesundheit, Persönlichkeit, Körperbau, Sexualität und sportlicher Erfolg reichen (Manning, 2002).

## 1.5. Fragestellung und Vorhersagen

Ziel der vorliegenden Studie war es den Zusammenhang zwischen dem organisierenden Effekt des pränatalen Testosterons – ermittelt durch das 2D:4D-Verhältnis als Proxy – und der wahrgenommenen Feminität, Gesundheit und Attraktivität bei Frauen anhand des Gesichts zu untersuchen. Unterstützt wird dies durch Fink et al. (2005). Diese zeigten mittels des 2D:4D-Verhältnisses als Proxy, dass pränatales Testosteron sowohl männliche als auch weibliche Gesichter in gleicher Weise, jedoch in unterschiedlichen Intensitäten, beeinflusst. Die Ausprägung dieser Gesichtsm Merkmale durch höheres beziehungsweise niedrigeres Testosteron ist bei Männern etwa dreimal höher als bei Frauen. Demnach könnten Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis – geringerer pränataler Testosteronexposition – weiblichere Gesichtsm Merkmale besitzen und folglich als femininer, gesünder (Fink et al., 2004; Klimek et al., 2016; Manning, 2008) und attraktiver (Cunningham, 1986; Wade et al., 2004) wahrgenommen werden als Frauen mit einem niedrigeren 2D:4D-Verhältnis.

Die drei Vorhersagen dieser Arbeit lauten:

Vorhersage 1: Bei Frauen gibt es einen positiven Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der wahrgenommenen Feminität beurteilt anhand des Gesichts.

Vorhersage 2: Bei Frauen gibt es einen positiven Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der wahrgenommenen Gesundheit beurteilt anhand des Gesichts.

Vorhersage 3: Bei Frauen gibt es einen positiven Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis und der wahrgenommenen Attraktivität beurteilt anhand des Gesichts.

## 2. Material und Methoden

Im folgenden Kapitel werden die Vorgehensweise und die Methodik der Datenerhebung sowie die statistische Auswertung dieser Daten erläutert. Die Handscans und Gesichterbewertungen sind aus dem Datenbestand der Betreuerinnen zur Verfügung gestellt worden. Die Messungen der Fingerlängen und das Berechnen der 2D:4D-Verhältnisse sind original in dieser Arbeit entstanden.

### 2.1. Datenerhebung Stimuli

Um eine homogene Stichprobe für die vorliegende Arbeit zu erhalten, wurden 52 Probandinnen im Alter von 19 bis 31 Jahren ( $M = 23,2$ ;  $SD = 2,958$ ;  $N = 52$ ) aus dem Datenpool der Betreuerinnen ausgewählt. Aus Tranche eins wurden 29 Stimuli und aus Tranche zwei 23 Stimuli ausgewählt. Dabei wurden Ausschlusskriterien wie Ethnie und Verletzungen oder Erkrankungen an den Fingern berücksichtigt ( $N = 6$ ). Außerdem mussten einige Stimuli aufgrund nicht erkennbarer Querfalten auf den Handscans aussortiert werden ( $N = 11$ ). Zwei weitere Stimuli konnten nicht miteinbezogen werden, da die dazugehörigen Scans nicht vorlagen. Weiters wurden alle Linkshänderinnen und Probandinnen, die keine Angaben zur Händigkeit machten, ausgeschlossen ( $N = 7$ ), da sich die Ausprägung des 2D:4D-Verhältnisses zwischen Rechts- und Linkshänderinnen signifikant unterscheidet (Manning et al., 2000). Die Datenaufnahme der Tranche eins wurde im November 2016 und die der Tranche zwei im Januar 2017 durchgeführt. Zufällig ausgewählte Studentinnen auf dem Biologie-Campus der Universität Wien wurden über das Projekt informiert und gebeten an der Studie teilzunehmen. Die Teilnahme an der Studie war völlig freiwillig und erfolgte auf der Grundlage einer schriftlichen Zustimmung. Die Datenerhebung wurde in Übereinstimmung mit den ethischen Richtlinien der Universität Wien durchgeführt.

### **Standardisierte Fotos der Gesichter**

Die Frontalaufnahmen der Gesichter wurden in einem Raum ohne Tageslicht mit einer digitalen Spiegelreflexkamera (Olympus E3) mit einem 113 mm Objektiv in Augenhöhe und 3,15 m Abstand zu den Probandinnen aufgenommen. Zur Standardisierung der Lichtverhältnisse (kein Blitz, ISO 200, Blende F 8.0, Verschlusszeit 1/25) wurde die Saalbeleuchtung verwendet. Zur Gewährleistung der Standardisierung der Farbinformation der Fotos in der Nachbearbeitung wurde neben den Probandinnen ein Farbprüfer (X-Rite ColorChecker Passport) platziert. Die Köpfe der Probandinnen wurden an die Frankfurter Horizontale angepasst und die Probandinnen bekamen die Anweisung einen neutralen Gesichtsausdruck zu machen. Außerdem wurden die Haare der Probandinnen zusammengebunden und Brillen, Ohringe und Piercings wurden entfernt. Fotoaufnahmen, welche nicht den Qualitätskriterien entsprachen, wurden ausgeschlossen (Ablauf wie in Mayer et al., 2017).

### **Datenblatt**

Das Datenblatt bestand aus vier Seiten. Die ersten beiden Seiten des Datenblattes beinhalteten Fragen zu demografischen Parametern und anthropometrische Daten. Weiters wurde die Händigkeit erfragt und nach Geburtskomplikationen, Verletzungen oder Operationen im Gesicht, kieferorthopädischen oder kieferchirurgischen Maßnahmen gefragt. Außerdem wurden Informationen über Verletzungen der oberen Extremität, insbesondere der einzelnen Finger, und sonstige Erkrankungen dokumentiert. Der letzte Teil des Datenblattes beinhaltete Fragen zu den Gewohnheiten der Probandinnen, wobei nach Dauer und Häufigkeit gefragt wurde.

### **Handscans**

Für die Handscans wurde ein handelsüblicher Flachbettscanner verwendet. Die Scans wurden mit 2539 x 3507 Pixel und 72 dpi aufgenommen. Es wurden beide Handflächen (links und rechts) der Probandinnen auf den Flachbettscanner gelegt, sodass besonders die Zeige- und Ringfinger inklusive Querfalten auf dem Scan erkennbar waren. Außerdem wurde ein Maßstab auf dem Flachbettscanner angebracht, welcher ebenfalls auf dem Scan erkennbar war, um die darauffolgenden Messungen maßstabsgetreu messen zu können (Coates et al., 2009).

## **2D:4D Messung**

Zum Berechnen des 2D:4D-Verhältnisses wurde eine nicht invasive Messmethode gewählt, um Zeige- und Ringfinger zu messen. Hierzu wurden die Handscans digital in Adobe Photoshop CC 2019 Version 20.0.5 gemessen. Nachdem die Fingerbeeren mittels des Pinseltools von Adobe Photoshop unkenntlich gemacht waren, wurden alle Handscans durch ein Postprocessing nachbearbeitet, um Querfalten und Fingerkuppen auf den Scans besser kenntlich zu machen. Anschließend wurden die Messungen mit Hilfe des „Lineal Werkzeugs“ von Adobe Photoshop durchgeführt. 2D und 4D wurden jeweils von der linken und rechten Hand zweimal gemessen, wobei die zwei Messungen nicht direkt aufeinander folgend durchgeführt wurden. Divergierten die zwei Messungen  $> 0,5$  mm, wurde eine dritte Messung durchgeführt und die zwei Werte, welche näher aneinander lagen, wurden verwendet (Horn et al., 2018). Alle Messungen wurden anschließend in das Statistikprogramm *IBM SPSS Statistics Version 26.0.0.0* übertragen und die 2D:4D-Verhältnisse berechnet. Für die weitere Analyse wurde der Mittelwert des 2D:4D-Verhältnisses aus dem 2D:4D-Verhältnis der ersten Messung und dem 2D:4D-Verhältnis zweiten Messung für die linke und rechte Hand separat ermittelt.

## **2.2. Datenerhebung Bewerter\*innen**

Von den übermittelten Daten der Betreuerinnen wurden 103 Bewerter\*innen im Alter von 18 bis 32 Jahren ( $M = 22,88$ ;  $SD = 3,28$ ;  $N = 103$ ) in die vorliegende Studie miteinbezogen, nachdem zwei Personen aufgrund des höheren Alters ausgeschlossen wurden. Die Daten stammen aus zwei verschiedenen Tranchen. Die Daten der 52 Bewerter\*innen aus Tranche eins wurden im Dezember 2016 und die 51 Bewerter\*innen aus Tranche zwei im Juni 2018 erhoben. Alle Proband\*innen wurden in der Nähe des Geologiezentrums der Universität Wien direkt angesprochen und haben den Fragebogen vor Ort beantwortet.

### **Fragebogen Bewertungsstudie**

Die Bewertungsoberfläche war mit dem Online-Programm SoSci Survey Version 2.6.00-i (Leiner, 2014) präsentiert worden. Das Interface bestand aus einer Informati-

onsseite zu Beginn in der die Aufgabe der Bewerter\*innen erklärt wurde, gefolgt von den 40 beziehungsweise 38 Bewertungsseiten pro Gesicht in randomisierter Reihenfolge. Die Bewerter\*innen sollten die Frage „Wie wirkt diese Person?“ für drei Items beantworten. Der Schieberegler konnte mittels drag and drop bewegt werden und die Skala war von 1 bis 101 hinterlegt. Die drei Item-Paare waren: sehr feminin bis sehr maskulin, sehr gesund bis sehr ungesund und sehr unattraktiv bis sehr attraktiv. Die Gesichter wurden jeweils in zufälliger Reihenfolge gezeigt. Abschließend gab es neun Seiten mit Fragen zu demografischen Parametern.

## **2.3. Auswertung**

Alle erhobenen Daten wurden in das Statistikprogramm *IBM SPSS Statistics Version 26.0.0.0* eingegeben und überprüft. Anschließend erfolgte die Auswertung dieser Daten. Um eine einfachere Interpretation der Bewertungsstudie zu gewährleisten, wurden zwei Itempaare – sehr feminin/sehr maskulin und sehr gesund/sehr ungesund – umgepolt und die Skala von 1 bis 101 auf 0 bis 100 umgerechnet.

### **Deskriptive Statistik**

Mithilfe von deskriptiver Statistik wurden die Daten zuerst auf mögliche Eingabefehler überprüft. Anhand von einfachen Streudiagrammen und Tabellen wurden erste Trends und Ausreißer identifiziert und die Stichproben wurden beschrieben. Für die Beschreibung der Stichproben wurden statistische Parameter wie Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung verwendet.

### **Reliabilitätsanalysen**

Bevor die Vorhersagen dieser Studie statistisch geprüft wurden, wurde die Reliabilität der Fingerlängen, der 2D:4D-Verhältnisse und der Bewertungen ermittelt. Damit wurde überprüft ob die Messungen und Bewertungen übereinstimmen. Im Folgenden werden die drei Reliabilitätsanalysen erklärt.

#### - **Übereinstimmung zwischen fünf Messzeitpunkten**

An fünf zufällig ausgewählten Stimuli (Handscans) wurden Ring- und Zeigefinger von der rechten und linken Hand je fünfmal zu mehreren Zeitpunkten gemessen und jeweils das 2D:4D-Verhältnis berechnet. Für die Intraobserver-Reliabilität wurde eine *einfaktorische Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholungen (repeated measure ANOVA)* durchgeführt, um zu testen ob sich die Messwiederholungen innerhalb einer messenden Person unterscheiden. Hierfür wurden zuerst die Messwertdifferenzen mittels *Kolmogorov-Smirnov Test* auf Normalverteilung und mittels *Mauchly-Tests* auf Sphärizität geprüft. Es wurden sowohl die einzelnen Fingerlängen als auch die daraus errechneten 2D:4D-Verhältnissen überprüft. Die rechte und linke Hand wurde getrennt betrachtet.

#### - **Übereinstimmung zwischen zwei Messzeitpunkten**

Um zu testen, ob sich die Fingerlängenmessungen und 2D:4D-Verhältnisse der ersten und zweiten Messung unterscheiden, wurde ein gepaarter *t-Test* durchgeführt, nachdem die Messwertdifferenzen mittels *Kolmogorov-Smirnov Test* auf Normalverteilung geprüft wurden. Dies wurde sowohl für die linke als auch rechte Hand berechnet.

#### - **Übereinstimmung zwischen den Bewerter\*innen**

Weiters wurde eine Reliabilitätsanalyse mittels *Cronbachs Alpha* durchgeführt, um zu überprüfen ob die Bewerter\*innen die einzelnen Stimuli übereinstimmend bewertet haben. Hierfür wurde das *Cronbachs Alpha* mit einem vorher definierten Grenzwert verglichen. Ab einem Grenzwert von 0,8 kann von einer guten Übereinstimmung und ab einem Grenzwert von 0,9 von einer exzellenten Übereinstimmung ausgegangen werden (George & Mallery, 2003). Das *Cronbachs Alpha* wurde pro Tranche und pro Itempaar berechnet.

### **Inferenzstatistik**

Zur Überprüfung der drei Vorhersagen wurden bei gegebener Normalverteilung der Skalen und des 2D:4D-Verhältnisses *Pearson* Korrelationen durchgeführt. Dabei wurde der Mittelwert des 2D:4D-Verhältnisses aus der ersten und aus der zweiten Messung verwendet. Da sich die rechte und linke Hand in ihrem 2D:4D-Verhältnis unterscheiden (Manning, 2002), wurden die rechte und linke Hand zur Auswertung getrennt betrach-

tet. Für die Wahrnehmungsvariablen wurden je Stimulus und Skala ein Mittelwert gebildet. Die Ergebnisse wurden als signifikant anerkannt, wenn der  $p$ -Wert kleiner 0,05 war.

## 3. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Stichproben deskriptiv beschrieben. Außerdem werden die Ergebnisse der Reliabilitäten und der statistischen Auswertungen präsentiert.

### 3.1. Stichprobenbeschreibung

#### Stimuli

In der vorliegenden Studie wurden 52 weibliche ausschließlich rechtshändige Probandinnen im Alter von 19 bis 31 Jahren ( $M = 23,2$ ;  $SD = 2,958$ ;  $N = 52$ ) untersucht, wobei bei zwei Probandinnen nur das rechte 2D:4D-Verhältnis berechnet werden konnte und bei zwei weiteren Probandinnen nur das linke 2D:4D-Verhältnis. Zusätzlich wurden die Fotoaufnahmen der Probandinnen visuell kontrolliert, wobei es keine Auffälligkeiten oder Ausschlusskriterien gab. Alle in die Studie miteinbezogenen Teilnehmerinnen berichteten, dass ihre Eltern aus Österreich oder österreichischen Nachbarländern stammten. Dabei gab es eine Ausnahme, wo die Teilnehmerin österreichisch-serbischer Abstammung war. Insgesamt 82,7 % ( $N = 43$ ) der Probandinnen hatten Eltern, welche beide aus Österreich stammten und 5,8 % ( $N = 3$ ) hatten deutschstämmige Eltern. Zwei Probandinnen (3,8 %) gaben an, dass ein Elternteil aus Deutschland und einer aus Österreich waren. Bei 1,9 % ( $N = 1$ ) stammten beide Elternteile aus der Slowakei. Außerdem waren jeweils 1,9 % ( $N = 1$ ) der Probandinnen österreichisch-italienisch oder deutsch-tschechisch. Die 2D:4D-Verhältnisse der rechten Hand reichten von 0,88 bis 1,02 ( $M = 0,97$ ;  $SD = 0,28$ ;  $N = 50$ ) und die der linken von 0,89 bis 1,03 ( $M = 0,97$ ;  $SD = 0,28$ ;  $N = 50$ ). Die Mittelwerte des rechten und linken 2D:4D-Verhältnisses lagen beide bei 0,97 (Tabelle 1).

Tabelle 1. Deskriptive Statistik der 2D:4D-Verhältnisse rechter und linker Hand. Nach Hand getrennt berechnetes Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
2D:4D-Verhältnis rechte Hand	50	0,88	1,02	0,97	0,28
2D:4D-Verhältnis linke Hand	50	0,89	1,03	0,97	0,28

### **Bewerter\*innen**

In die Studie miteinbezogen wurden insgesamt 103 Bewerter\*innen im Alter von 18 bis 32 Jahren ( $M = 22,88$ ;  $SD = 3,28$ ;  $N = 103$ ), wobei davon 50 Bewerter\*innen weiblich und 53 männlich waren. Die Bewerter\*innen der Tranche eins waren im Alter von 18 bis 30 Jahren ( $M = 22,94$ ;  $SD = 2,72$ ;  $N = 52$ ), davon waren 26 männlich und 26 weiblich. Tranche zwei setzte sich aus 27 männlichen und 24 weiblichen Bewerter\*innen im Alter von 18 bis 32 Jahren ( $M = 22,61$ ;  $SD = 3,76$ ;  $N = 51$ ) zusammen. Über 96 % gaben an zum Zeitpunkt der Datenaufnahme Student\*in gewesen zu sein. Die Herkunft beider Elternteile der Bewerter\*innen war bei 60 % Österreich und 10 % Deutschland. Je 5 % stammten aus Italien oder Tschechien ab. Ein bis 2 % der restlichen Bewerter\*innen stammten jeweils aus folgenden Ländern ab: Ägypten, China, Syrien, Luxemburg, Türkei, Südkorea, Slowakei, Bulgarien, Russland, USA oder Mexiko. Die Bewertungen wurden je Stimuli und Skala zu einem Mittelwert zusammengefasst. In Tabelle 2 werden die aggregierten Bewertungen deskriptiv beschrieben.

Tabelle 2. Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung der aggregierten Bewertungen der 52 Stimuli. Die Skalen gingen von 0 bis 100 und waren: sehr maskulin bis sehr feminin, sehr ungesund bis sehr gesund und sehr unattraktiv bis sehr attraktiv.

<b>Skala</b>	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
wahrgenommene Feminität	52	26,15	78,04	56,45	13,01
wahrgenommene Gesundheit	52	31,41	70,61	58,93	8,09
wahrgenommene Attraktivität	52	15,78	67,49	43,49	11,41

## 3.2. Reliabilitätsanalyse

### Übereinstimmung zwischen fünf Messzeitpunkten

Die Intraobserver-Reliabilität der einzelnen Fingerlängen und 2D:4D-Verhältnisse wurde sowohl an fünf rechten als auch fünf linken Hände durchgeführt. Der *Kolmogorov-Smirnov-Test* zeigte, dass alle Messwertdifferenzen zwischen den fünf Messzeitpunkten normalverteilt waren ( $p > 0,05$ ). Das Minimum der Messwertdifferenzen der Fingerlängenmessungen lag bei  $-0,35$  mm und das Maximum bei  $0,4$  mm ( $M = -0,009$  mm;  $SD = 0,138$  mm). Die Messwertdifferenzen der 2D:4D-Verhältnisse hatten ein Minimum von  $-0,02$  und ein Maximum von  $0,04$  ( $M = 0,002$ ;  $SD = 0,009$ ). Für alle Messwertdifferenzen der Fingerlängen und der 2D:4D-Verhältnisse der rechten und der linken Hand konnte die Sphärizität mittels *Mauchly-Test* überprüft und somit angenommen werden ( $p > 0,05$ ). Die *einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholungen* zeigte, dass sich die fünf Messwiederholungen sowohl in der rechten als auch in der linken Hand nicht signifikant unterschieden – sei es innerhalb der Fingerlängenmessungen, oder im 2D:4D-Verhältnis (Tabelle 3).

Tabelle 3. Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen. Die fünf Messwiederholungen des 2D:4D-Verhältnisses und der einzelnen Fingerlängen der rechten und linken Hand unterschieden sich nicht signifikant.

Variable	N	Mauchly-Test		einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen	
		W	p	F	p
2D rechte Hand	5	0,049	0,694	0,767	0,562
4D rechte Hand	5	0,002	0,175	1,451	0,263
2D linke Hand	5	0,253	0,965	1,213	0,344
4D linke Hand	5	0,005	0,254	1,453	0,263
2D:4D rechte Hand	5	0,021	0,512	1,164	0,363
2D:4D linke Hand	5	0,002	0,181	0,466	0,760

### Übereinstimmung zwischen zwei Messzeitpunkten

Die Messwertdifferenzen der Fingerlängen (*Minimum* = - 0,39 mm; *Maximum* = 0,47 mm; *M* = 0,02 mm; *SD* = 0,22 mm) und der 2D:4D-Verhältnisse (*Minimum* = - 0,01; *Maximum* = 0,01; *M* = 0,0002; *SD* = 0,004) der verwendeten Stichprobe (*N* = 50) sind normalverteilt ( $p > 0,05$ ). Die Berechnungen der *gepaarten t-Tests* zeigen, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen erster und zweiter Messung der Fingerlängen und der daraus errechneten 2D:4D-Verhältnis, getrennt nach linker und rechter Hand, gibt (Tabelle 4).

Tabelle 4. *Ergebnisse der gepaarten t-Tests. Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der ersten und zweiten Messung des 2D:4D-Verhältnisses und der Fingerlängen in der rechten und linken Hand.*

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
2D rechte Hand	50	- 0,050	0,960
4D rechte Hand	50	0,750	0,457
2D linke Hand	50	0,693	0,491
4D linke Hand	50	- 0,826	0,491
2D:4D-Verhältnis rechte Hand	50	1,241	0,220
2D:4D-Verhältnis linke Hand	50	- 0,625	0,535

### Übereinstimmung zwischen den Bewerter\*innen

Das *Cronbachs Alpha* wurde pro Tranche und Itempaar sowohl für alle Stimuli als auch nur für die in der Studie ausgewählten Stimuli berechnet. Alle *Cronbachs Alphas* lagen über dem Grenzwert von  $\alpha = 0,9$  (*Minimum* = 0,909; *Maximum* = 0,977) (Tabelle 5). Die Bewerter\*innen haben demnach übereinstimmend bewertet. Da die *Cronbachs Alphas* so hoch waren, wurden die Bewerter\*innen zusammen und nicht nach Geschlecht getrennt verwendet.

Tabelle 5. Ergebnisse der Übereinstimmung zwischen den Bewerter\*innen. Alle Cronbachs Alphas lagen über dem Grenzwert von  $\alpha = 0,9$ .

Skala	Cronbachs Alpha Tranche 1 (Bewerter*innen $N = 52$ )		Cronbachs Alpha Tranche 2 (Bewerter*innen $N = 51$ )	
	Alle Stimuli ( $N = 40$ )	Ausgewählte Stimuli ( $N = 29$ )	Alle Stimuli ( $N = 38$ )	Ausgewählte Stimuli ( $N = 23$ )
wahrgenommene Feminität	0,973	0,977	0,959	0,956
wahrgenommene Gesundheit	0,909	0,921	0,921	0,936
wahrgenommene Attraktivität	0,964	0,971	0,956	0,962

### 3.3. Direkter Vergleich rechte und linke Hand

Für den direkten Vergleich der 2D:4D-Verhältnisse der rechten und linke Hand wurden lediglich Stimuli herangezogen von denen sowohl das rechte als auch linke 2D:4D-Verhältnis berechnet werden konnte ( $N = 48$ ) (Abbildung 3).

Tabelle 6. Vergleich der Korrelationen des 2D:4D-Verhältnisses rechter und linker Hand mit den Skalen. Wahrgenommene Feminität, Gesundheit und Attraktivität korrelieren positiv mit den 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand.

Skala	2D:4D-Verhältnis rechte Hand ( $N = 48$ )		2D:4D-Verhältnis linke Hand ( $N = 48$ )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
wahrgenommene Feminität	0,234	0,055	0,456**	< 0,001
wahrgenommene Gesundheit	0,430**	0,001	0,445**	0,001
wahrgenommene Attraktivität	0,311*	0,016	0,386**	0,003

\*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,01$ .

Wahrgenommene Feminität korrelierte nicht signifikant mit dem 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand ( $r = 0,234$ ;  $p = 0,055$ ;  $N = 48$ ), jedoch mit dem 2D:4D-Verhältnis der lin-

ken Hand ( $r = 0,456$ ;  $p < 0,001$ ;  $N = 48$ ). Außerdem gab es einen signifikant moderat positiven Zusammenhang zwischen wahrgenommener Gesundheit und dem rechten und linken 2D:4D-Verhältnis (rechte Hand:  $r = 0,430$ ;  $p = 0,001$ ;  $N = 48$ ; linke Hand:  $r = 0,445$ ;  $p = 0,001$ ;  $N = 48$ ) (Tabelle 6). Das 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand korrelierte signifikant moderat positiv mit der wahrgenommenen Attraktivität (rechte Hand:  $r = 0,311$ ;  $p = 0,016$ ;  $N = 48$ ; linke Hand:  $r = 0,386$ ;  $p = 0,003$ ;  $N = 48$ ).

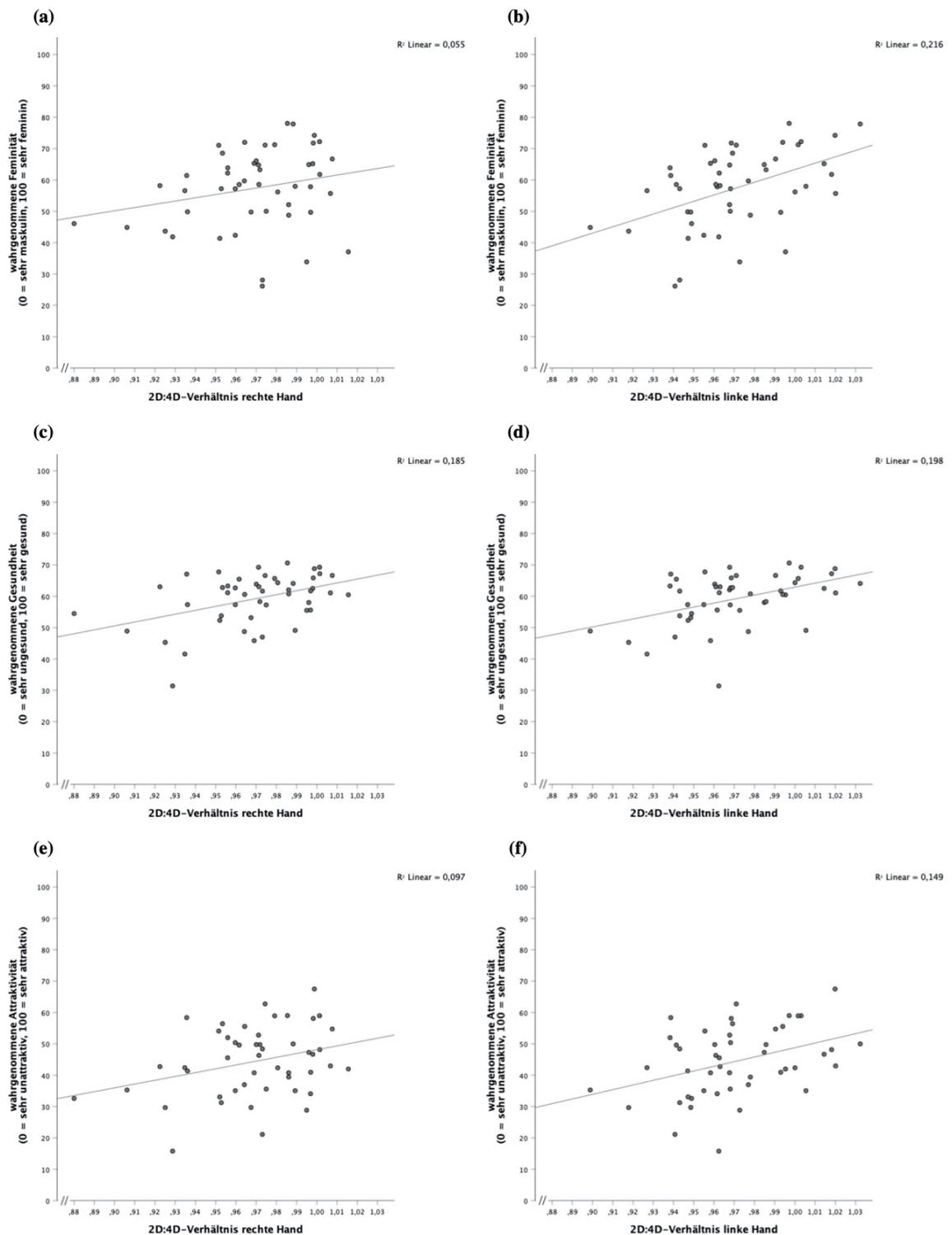


Abbildung 3. Streudiagramme der Korrelationen der 2D:4D-Verhältnisse mit den einzelnen Wahrnehmungsvariablen bei  $N = 48$ . (a) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Feminität. (b) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Feminität. (c) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Gesundheit. (d) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Gesundheit. (e) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Attraktivität. (f) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Attraktivität.

Zusätzlich wurde der Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand überprüft (Abbildung 4). Es wurde ein signifikanter stark positiver Zusammenhang zwischen dem 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand nachgewiesen ( $r = 0,721$ ;  $p < 0,001$ ;  $N = 48$ ).

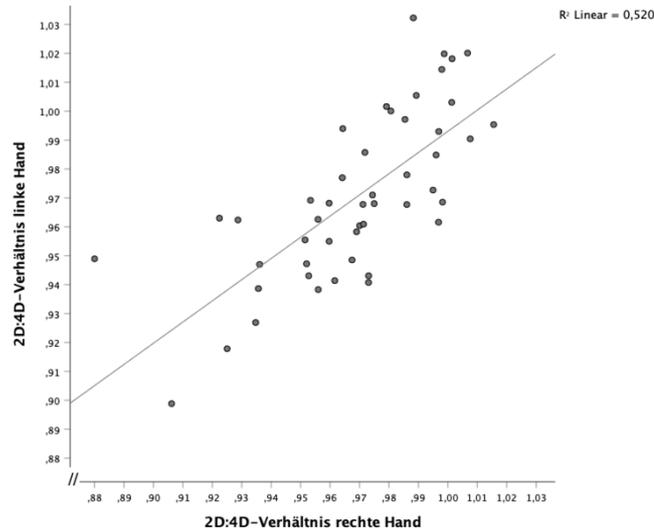


Abbildung 4. Korrelation des 2D:4D-Verhältnisses der rechten und linken Hand. Es gibt einen signifikanten stark positiven Zusammenhang.

### 3.4. 2D:4D und Wahrnehmung der Gesichter

Zur Überprüfung der Vorhersagen wurden alle ausgewählten Stimuli herangezogen ( $N = 50$ ). Der *Kolmogorov-Smirnov-Test* zeigte, dass alle zu korrelierenden Variablen normalverteilt waren ( $p > 0,05$ ). Die *Pearson* Korrelation der wahrgenommenen Feminität mit dem rechten 2D:4D-Verhältnis zeigte kein signifikantes Ergebnis ( $r = 0,209$ ;  $p = 0,073$ ;  $N = 50$ ), jedoch lässt sich bei der Betrachtung des Streudiagramms (Abbildung 5b) ein positiver linearer Trend beobachten. Allerdings korrelierte das linke 2D:4D-Verhältnis mit der wahrgenommenen Feminität signifikant moderat positiv ( $r = 0,402$ ;  $p = 0,002$ ;  $N = 50$ ). Einen signifikanten moderat positiven Zusammenhang gab es außerdem zwischen der wahrgenommenen Gesundheit und dem rechten beziehungsweise linken 2D:4D-Verhältnis (rechte Hand:  $r = 0,388$ ;  $p = 0,003$ ;  $N = 50$ ; linke

Hand:  $r = 0,449$ ;  $p = 0,001$ ;  $N = 50$ ). Auch die wahrgenommene Attraktivität korrelierte sowohl mit dem rechten als auch mit den linken 2D:4D-Verhältnis signifikant moderat positiv (rechte Hand:  $r = 0,253$ ;  $p = 0,038$ ;  $N = 50$ ; linke Hand:  $r = 0,356$ ;  $p = 0,006$ ;  $N = 50$ ) (Tabelle 7; Abbildung 5).

Tabelle 7. Ergebnisse der Pearson Korrelationen. Wahrgenommene Feminität, Gesundheit und Attraktivität korrelieren positiv mit den 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand.

Skala	2D:4D-Verhältnis		2D:4D-Verhältnis	
	rechte Hand ( $N = 50$ )		linke Hand ( $N = 50$ )	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
wahrgenommene Feminität	0,209	0,073	0,402**	0,002
wahrgenommene Gesundheit	0,388**	0,003	0,449**	0,001
wahrgenommene Attraktivität	0,253*	0,038	0,356**	0,006

\*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,01$ .

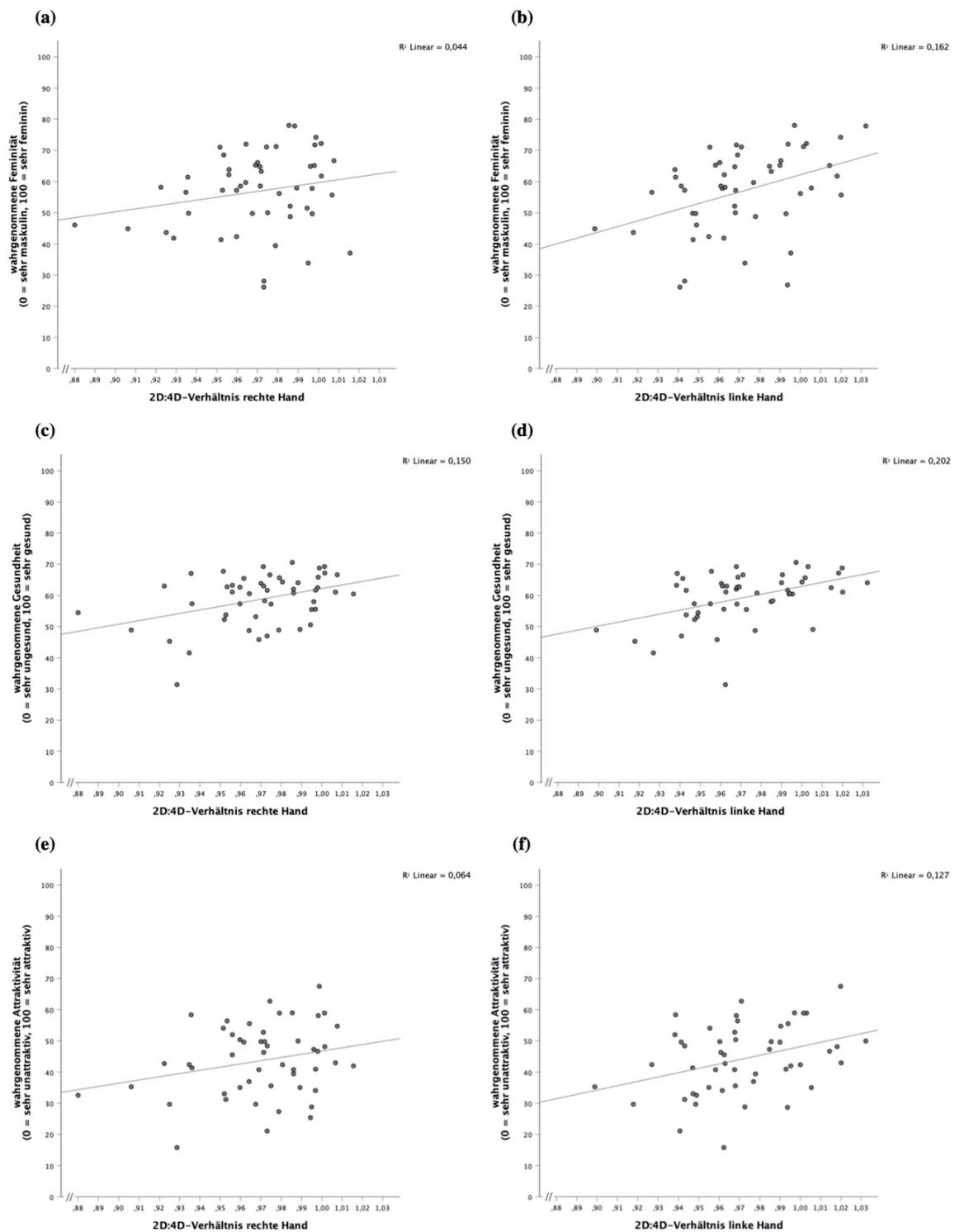


Abbildung 5. Streudiagramme der positiven Korrelationen der 2D:4D-Verhältnisse mit den einzelnen Wahrnehmungsvariablen bei  $N = 50$ . (a) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Feminität. (b) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Feminität. (c) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Gesundheit. (d) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Gesundheit. (e) 2D:4D rechte Hand und wahrgenommene Attraktivität. (f) 2D:4D linke Hand und wahrgenommene Attraktivität.

### 3.5. Korrelationen der Wahrnehmungsdimensionen

Der *Kolmogorov-Smirnov-Test* zeigte, dass alle zu korrelierenden Variablen normalverteilt waren ( $p > 0,05$ ). Die *Zusammenhänge* der drei Wahrnehmungsdimensionen untereinander waren alle signifikant stark positiv (Tabelle 8; Abbildung 6, 7, 8).

Tabelle 8. *Ergebnisse der Korrelationen der drei Wahrnehmungsdimensionen untereinander. Die Items korrelieren signifikant positiv untereinander.*

Skala	wahrgenommene Feminität ( $N = 52$ )		wahrgenommene Gesundheit ( $N = 52$ )		wahrgenommene Attraktivität ( $N = 52$ )	
	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$
wahrgenommene Feminität ( $N = 52$ )			0,531**	< 0,001	0,777**	< 0,001
wahrgenommene Gesundheit ( $N = 52$ )					0,806**	< 0,001

\*\*  $p < 0,01$ .

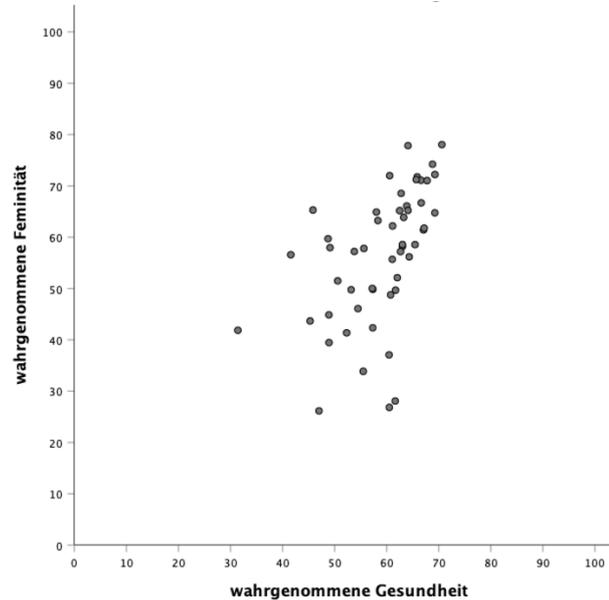


Abbildung 6. Korrelation der wahrgenommenen Feminität mit der wahrgenommenen Gesundheit. Es ist ein signifikanter stark positiver Zusammenhang zu sehen.

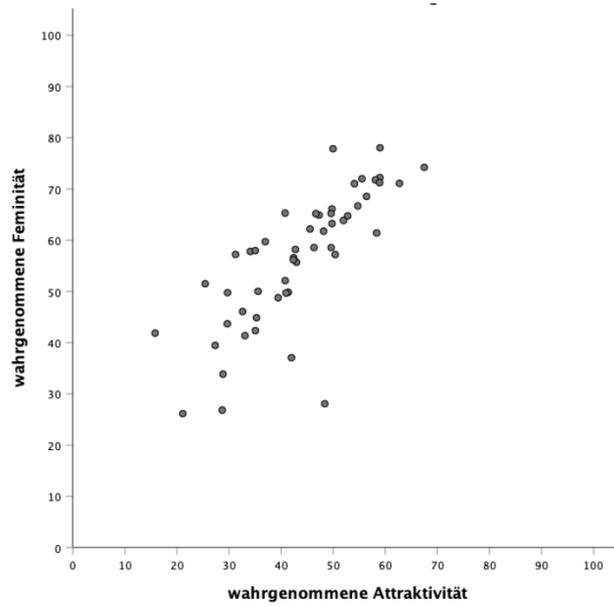


Abbildung 7. Korrelation der wahrgenommenen Feminität mit der wahrgenommenen Attraktivität. Es ist ein signifikanter stark positiver Zusammenhang zu sehen.

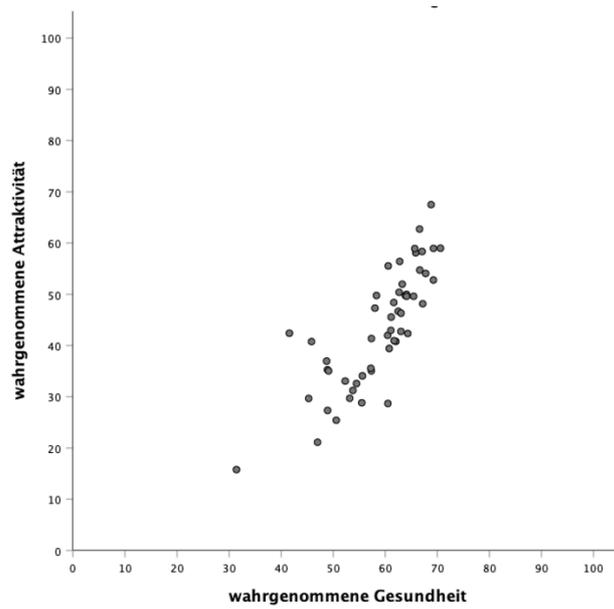


Abbildung 8. Korrelation der wahrgenommenen Attraktivität mit der wahrgenommenen Gesundheit. Es ist ein signifikanter stark positiver Zusammenhang zu sehen.

## 4. Diskussion

Ziel dieser Studie war es den Zusammenhang zwischen dem organisierenden Effekt des pränatalen Testosterons – ermittelt durch das 2D:4D-Verhältnis als Proxy – und der wahrgenommenen Feminität, Gesundheit und Attraktivität bei Frauen anhand des Gesichts zu untersuchen. Fink et al. konnte bereits 2005 anhand des 2D:4D-Verhältnisses zeigen, dass pränatales Testosteron sowohl männliche als auch weibliche Gesichter in gleicher Weise, jedoch in unterschiedlichen Intensitäten, beeinflusst. Obwohl in der vorliegenden Arbeit sowohl die Ergebnisse der rechten als auch der linken Hand präsentiert wurden, liegt der Fokus in dieser Studie auf dem 2D:4D-Verhältnis der linken Hand. Biologische und methodische Argumente werden im folgenden Kapitel erklärt.

### 4.1. Linkes versus rechtes 2D:4D-Verhältnis

Der Vergleich der Ergebnisse der Korrelationen des rechten und linken 2D:4D-Verhältnisses mit den einzelnen Wahrnehmungsdimensionen zeigt, dass sich das 2D:4D-Verhältnis der rechten und linken Hand unterscheidet. Dabei ist es wichtig zu erwähnen, dass alle Zusammenhänge in die gleiche Richtung gehen und sich lediglich in der Stärke und dem Signifikanzniveau unterscheiden. Außerdem war der Korrelationskoeffizient (rechtes 2D:4D-Verhältnis mit linkem 2D:4D-Verhältnis) verglichen mit den Ergebnissen von 41 Studien über dem Durchschnitt und hatte keine ungewöhnliche Streuung (Hönekopp & Schuster, 2010). Trotzdem wurden die Differenzen zwischen rechter und linker Hand in dieser Arbeit biologisch und methodisch überprüft.

Während einige Forscher davon sprechen, dass der Effekt des pränatalen Testosterons in der rechten Hand stärker als in der linken Hand ist (Breedlove, 2010; Hönekopp & Watson, 2010; Manning, 2008), betonte J. T. Manning (persönliche Kommunikation, 31. Januar 2020), dass der Effekt in der 2D:4D-Forschung rechts oft stärker ist, dies aber nicht immer so ist. Daher gibt es auch eine Vielzahl an Studien, in welchen nur in der linken und nicht in der rechten Hand Signifikanzen gefunden wurden. Hönekopp et

al. (2006) zeigten beispielsweise, dass bei Frauen nur das 2D:4D-Verhältnis der linken Hand mit physischer Fitness korreliert. Außerdem beobachteten Manning & Leinster (2001) und Muller et al. (2012), dass das Risiko an Brustkrebs zu erkranken bei Frauen nur mit dem linken 2D:4D-Verhältnis korreliert und es keinen Zusammenhang mit dem rechten 2D:4D-Verhältnis gibt. Weiters fand Klimek et al. (2016), dass bei Frauen das Alter bei der letzten Geburt signifikant nur mit dem linken 2D:4D-Verhältnis korreliert. Außerdem postulierte er, dass typisch weibliche Merkmale stärker auf der linken Seite des Körpers gezeigt werden. Auch J. T. Manning (persönliche Kommunikation, 31. Januar 2020) berichtete von einer bestehenden Tendenz, dass geschlechtstypische Merkmale bei Männern größere Auswirkungen auf die rechte Körperseite, jedoch bei Frauen auf der linken Körperseite haben. Weiters beschrieb Manning (2002), dass der Unterschied des 2D:4D-Verhältnisses der rechten und linken Hand bei Frauen ausgeprägter ist.

Neben diesen biologischen Argumenten gibt es jedoch auch methodische Auffälligkeiten, die für einen Fokus auf der linken Hand sprechen. Nach einer genauen Betrachtung und Analyse der Handscans, konnte festgestellt werden, dass es sich möglicherweise um eine leichte systematische Unschärfe der rechten Hand, hervorgerufen durch die Klappe des Scanners, handelt. Dabei lag die linke Hand immer auf der Innenseite des Flachbetts des Scanners, an welcher Stelle die Klappe montiert war, wodurch der Scanner auf dieser Seite immer besser geschlossen war. Die rechte Hand lag im Gegensatz auf der Außenseite auf. Dies führte dazu, dass auf den Handscans die Fingerkuppen und Querfalten der linken Hand besser zu erkennen waren, da an dieser Stelle der Kontrast höher war. Die rechte Hand lag hingegen immer im helleren Bereich, wodurch die Abbildung der rechten Hand auf dem Scan eine verminderte Bildqualität aufwies und verschwommener war. Folglich sind die Daten der linken Hand verlässlicher, da die Fingerlängen der linken Hand durch bessere Bildqualität exakter gemessen werden konnten.

Aufgrund der bisher bekannten biologischen Erkenntnisse und der leichten systematischen Unschärfe der rechten Hand – welche beim Scannen der Hand zu Stande gekommen ist – liegt der Fokus in der folgenden Diskussion auf dem 2D:4D-Verhältnis der linken Hand.

## 4.2. 2D:4D und die Wahrnehmungsdimensionen

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass es moderat positive Zusammenhänge zwischen dem 2D:4D-Verhältnis der linken Hand und der wahrgenommenen Feminität, Gesundheit und Attraktivität anhand des Gesichts bei Frauen gibt. Das bedeutet, dass Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis – niedrigere pränatale Testosteronexposition – femininer, gesünder und attraktiver wahrgenommen werden als Frauen mit einem niedrigeren 2D:4D-Verhältnis. Die drei Vorhersagen konnten demnach bestätigt werden. Diese Ergebnisse unterstützen weiters die Hypothese, dass das pränatale Testosteron – welches maskulinisierend wirkt – auch bei Frauen einen organisierenden Effekt hat und dieser wahrgenommen wird (Fink et al., 2005). Vereinfacht gesagt, dass eine niedrigere pränatale Testosteronexposition – resultierend in einem höheren 2D:4D-Verhältnis – typisch weibliche Gesichtszüge determiniert (Fink et al., 2005; Mazur & Booth, 1998; Meindl et al., 2012; Neave et al., 2003; Schaefer et al., 2005; Weinberg et al., 2015), welche Feminität, Gesundheit und Attraktivität widerspiegeln und diese auch wahrgenommen werden.

Ähnliche Ergebnisse dokumentierten bereits andere Studien. So postulierten Weinberg et al. (2015) und Neave et al. (2003) beispielsweise, dass Gesichter, welche niedrigerem pränatalem Testosteron ausgesetzt waren, femininer wirkten. Auch laut Fink et al. (2004), Klimek et al. (2016) und Manning (2008) werden Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis femininer und gesünder wahrgenommen. Außerdem berichteten Frauen mit einem kleineren 2D:4D-Verhältnis öfter von Krankheiten und Erkältungen insbesondere mit längerer Dauer als Menschen mit eher femininen 2D:4D-Verhältnis. Dieser Effekt wurde sowohl zwischen den Geschlechtern als auch innergeschlechtlich gefunden (Manning, 2008). Weiters sind Feminität und Gesundheit wichtige Determinanten für die wahrgenommene Attraktivität (Rhodes et al., 2003; Wade et al., 2004). So setzt sich Attraktivität aus einer femininen und gesunden Beurteilung zusammen. Zusätzlich stützt Cunningham (1986) das Ergebnis in dem er zeigte, dass Frauen attraktiver eingestuft werden, wenn die phänotypischen Merkmale auf einen hohen Östrogenspiegel hinweisen. Demnach werden hochgradig östrogenisierte beziehungsweise feminisierte weibliche Gesichtszüge attraktiver wahrgenommen (Cunningham, 1986;

Grammer & Thornhill, 1994; Perrett et al., 1998). Männer hingegen wurden umso attraktiver wahrgenommen, je niedriger das 2D:4D-Verhältnis war (Neave et al., 2003; Roney & Maestripieri, 2004). Weiters wurde erforscht, dass bei Frauen auch selbst eingeschätzte Attraktivität positiv mit dem 2D:4D-Verhältnis zusammenhängt (Manning & Quinton, 2007; Wade et al., 2004). Aber auch die wahrgenommene Attraktivität stieg mit einem höherem 2D:4D-Verhältnis (Fink et al., 2004; Klimek et al., 2016; Manning, 2008).

Laut Fink & Penton-Voak (2002) und Grammer et al. (2003) sind diese Merkmale, welche einen Mann typisch männlich und eine Frau typisch weiblich machen, erkennbare Hormonmarker im menschlichem Gesicht und evolutionär betrachtet ehrliche Hinweise sowie Schlüsselsignale für die Beurteilung der Gesundheit und Attraktivität bei der Partnerwahl. Diese geschlechtstypischen Gesichtsmerkmale beeinflussen die Beurteilung einer Person und sind ein Produkt der Evolution. Dabei signalisiert hohe Feminität im weiblichen Gesicht Fitness (Fink & Penton-Voak, 2002) und korreliert mit wahrge nommener Gesundheit (Rhodes et al., 2003). Obwohl sowohl pränatales als auch zirkulierendes Testosteron Auswirkungen und organisierende Effekte auf die Gesichtsform haben, ist es das pränatale Testosteron, welches die typischen weiblichen oder männlichen Gesichtsmerkmale steuert (Schaefer et al., 2005).

### **4.3. Einschränkungen und Methodenreflexion**

Zu den größten Einschränkungen in dieser Studie zählen die Stichprobengröße und die Qualität der Handscans. Zwar konnten trotz kleiner Stichprobengröße ( $N = 50$ ) statistische Tests berechnet werden, jedoch stellt sich hier die Frage, inwiefern man nur von einem Trend sprechen kann. Auch Bernhard Fink (persönliche Kommunikation, 06. Dezember 2019) berichtete von der Wichtigkeit der Stichprobengröße, da oft keine Effekte gefunden werden, wenn die Stichprobe zu klein ist. Außerdem sind alle Effekte in der 2D:4D-Forschung generell eher klein bis moderat (B. Fink, persönliche Kommunikation, 06. Dezember 2019). Weiters spielt die Homogenität der Stichprobe eine große Rolle. So wurden in dieser Arbeit Probandinnen aus Österreich inklusive Nachbarländer

verwendet. Da es im 2D:4D-Verhältnis aber ethnische Unterschiede gibt, wäre eine Berechnung der Vorhersagen nur mit österreichisch-stämmigen Probandinnen durchaus interessant, um die Variation der Spannweite des 2D:4D-Verhältnisses innerhalb der Stichprobe zu minimieren. Außerdem gibt es in dieser Arbeit methodische Aspekte, welche man reflektieren sollte. Wie bereits im Kapitel 4.1. *Linkes versus rechtes 2D:4D-Verhältnis* erwähnt, war die Qualität der Handscans nicht optimal. So konnten einige Scans gar nicht herangezogen werden, da diese zu verschwommen waren und die Messpunkte nicht erkennbar waren. Allgemein war die rechte Hand schwieriger zu messen, da dort der Kontrast (wie in Kapitel 4.1. *Linkes versus rechtes 2D:4D-Verhältnis* erwähnt) geringer war. An dieser Stelle ist zu überlegen, ob eine direkte Messmethode gegenüber der indirekten Messmethode empfehlenswerter wäre. Durch die direkte Messmethode gibt es keine Qualitätsverluste, jedoch hätte man den Nachteil, dass die Hände nicht wie bei Scans einfach aufbewahrt und immer wieder gemessen werden können. Da sowohl die direkte als auch die indirekte Messmethode jeweils mit Vorteilen und Nachteilen einhergeht, gibt es nach aktuellem Wissensstand keine optimale Messmethode. Aufgrund dieser Differenzen sollten die aus direkter und indirekter Messung gewonnenen 2D:4D-Verhältnisse nicht innerhalb einer Studie kombiniert werden und auch nicht gemeinsam in Vergleichsstudien verwendet werden. Laut Fink & Manning (2018) haben aber sowohl das d2D:4D, als auch i2D:4D eine hohe Wiederholgenauigkeit. Exaktes und korrektes Messen ist jedoch essentiell, da sonst keine Zusammenhänge gefunden werden können (B. Fink, persönliche Kommunikation, 06. Dezember 2019). Weiters ist es zu betonen, dass das 2D:4D-Verhältnis nur ein Proxy für die pränatale Sexualhormonexposition ist und in dieser Studie die intrauterinen Hormonkonzentrationen nicht gemessen wurden. So gibt es beim Menschen lediglich limitierte Beweise für das 2D:4D-Verhältnis als Proxy der pränatalen Hormonexposition, da aus ethischen Gründen und anderen Risiken die pränatale Sexualhormonexposition durch die Amnionflüssigkeit nicht ohne klinische Indikation getestet werden darf. Trotzdem ist ein leicht messbarer Biomarker des Gleichgewichts zwischen pränatalem Testosteron und Östrogen – wie das 2D:4D-Verhältnis – wertvoll, um die Auswirkungen auf geschlechtstypische Merkmale zu untersuchen oder zu ordnen. Zudem belegt der aktuelle Stand der Forschung, dass das 2D:4D-Verhältnis als Indikator für die pränatalen Bedingungen geeignet ist (Lutchmaya et al., 2004; Malas et al., 2006; Manning,

2008; Manning et al., 2014; Russell, 2006; Voracek, 2011; Wallen, 2009), zumal zirkulierendes Testosteron keinen Einfluss auf das 2D:4D-Verhältnis hat (Hönekopp et al., 2007; Muller et al., 2011; Zheng & Cohn, 2011). Nichtsdestotrotz wären weitere Longitudinalstudien notwendig, um zweifellos zu bestätigen, dass das 2D:4D-Verhältnis pränatal festgelegt wird und sich nicht während der Kindheit, Pubertät oder im späteren Alter verändert (Kralík et al., 2014; Manning, 2002; Trivers et al., 2013; Trivers et al., 2006). Während Kralík et al. (2014) und Trivers et al. (2013) bereits zeigen konnte, dass das 2D:4D-Verhältnis eine hohe longitudinale Stabilität aufweist, beobachtete Trivers et al. (2006), dass das 2D:4D-Verhältnis im Erwachsenenalter leicht zunahm, diese Differenz der Messzeitpunkte jedoch nicht signifikant war und die zwei Messzeitpunkte stark miteinander korrelierten.

#### **4.4. Conclusio und Ausblick**

Zusammenfassend ist zu sagen, dass Frauen mit einem höheren 2D:4D-Verhältnis anhand des Gesichts femininer, attraktiver und gesünder wahrgenommen werden, als Frauen mit einem niedrigerem 2D:4D-Verhältnis. Es konnte gezeigt werden, dass das 2D:4D-Verhältnis – als ein Proxy für die pränatale Sexualhormonexposition – nicht nur Auswirkungen auf die typisch weiblichen Gesichtsmerkmale hat, sondern auch Auskunft über soziale Wahrnehmungen wie Feminität, Gesundheit und Attraktivität geben kann. Laut Breedlove (2010) ist das 2D:4D-Verhältnis der beste verfügbare Marker zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen pränataler Sexualhormonexposition und verschiedenen Verhaltensweisen oder Charakteristiken. Dabei ist das 2D:4D-Verhältnis objektiv, relativ einfach zu erfassen und reliabel.

Der Schwerpunkt der 2D:4D-Forschung liegt allerdings auf dem Zusammenhang zwischen Testosteron und dem maskulinisierenden Effekt an Gesichtern von Männern. Dabei wird die Forschung über den Zusammenhang zwischen den Sexualhormonen und dem Effekt bei Frauen vernachlässigt. Da die vorliegende Arbeit aber zeigt, dass es die Effekte auch bei Frauen gibt, sollten zukünftige Studien den Fokus nicht nur auf Männer beschränken. Außerdem hat sich die Forschung zu sehr auf den Zusammenhang von

physischen Merkmalen mit zirkulierender und nicht intrauteriner Sexualhormonexposition konzentriert, da es aus oben genannten ethischen Gründen schwierig ist die pränatale Hormonexposition zu testen. Da die zirkulierende und pränatale Sexualhormonexposition sich aber in ihrer Wirkung stark unterscheidet, sollte man dies unbedingt getrennt betrachten und dabei gezielt die pränatale Sexualhormonexposition als Untersuchungsobjekt verwenden. Weiters ist es wichtig zu erwähnen, dass man sich nicht auf die rechte oder linke Hand beschränken sollte, sondern immer beide Hände analysieren sollte, da der aktuelle Stand der Forschung nicht sagen kann, welche Hand für eine Analyse besser geeignet ist. So war in der vorliegenden Arbeit das Signal des 2D:4D-Verhältnisses der linken Hand stärker als das in der rechten Hand. Hönekopp & Schuster (2010) werfen außerdem in ihrer Metaanalyse die Frage auf, ob bei Frauen der Effekt pränataler Hormone in der linken Hand stärker ist, während er bei Männern in der rechten Hand stärker sein soll. Um diese Hypothese, einer geschlechtsspezifischen pränatal hormonell gesteuerten Aussagekraft der Hand zu bekräftigen, sind zukünftige Studien über den Vergleich des 2D:4D-Verhältnisses rechter und linker Hand notwendig.

Zuletzt ist zu hinterfragen, inwieweit diese Ergebnisse gesellschaftliche Auswirkungen haben können. Auch wenn das Wissen über die pränatale Sexualhormonexposition in vielen Fachbereichen – wie der Anatomie oder Verhaltensbiologie – nützlich ist, kann das Wissen bei falscher nicht fachmännischer Anwendung negative Auswirkungen auf gesellschaftlicher Ebene haben. Da die exakte Messung des 2D:4D-Verhältnis essentiell ist (B. Fink, persönliche Kommunikation, 06. Dezember 2019) und Unterschiede in Indikatoren wie Ethnie (Manning et al., 2000) und Geschlechter (Manning, 2008) berücksichtigt werden müssen, können bei nicht korrekter Handhabung schnell falsche Schlussfolgerungen zustande kommen, wobei es zu einer systematischen Ungleichbehandlung kommen könnte. Eine Ungleichbehandlung auf Grund des Aussehens ist leider allgegenwärtig und präsent. So würden Frauen mit einem vermeintlich niedrigem 2D:4D-Verhältnis als ungesund, unattraktiv oder nicht weiblich genug abgestempelt werden. Voreilige Schlüsse nach einem einfachen Blick auf die Finger sollte Menschen keinesfalls stigmatisieren oder diskriminieren. Manning betonte zudem in einem Interview (Lakotta, 2016), dass die 2D:4D-Forschung keine Auskunft über einen einzelnen

Menschen geben kann, sondern lediglich statistische Ergebnisse und Trends für große Gruppen ermittelte.

## Literaturverzeichnis

- Baker, F. (1888). Anthropologic notes on the human hand. *American Anthropologist*, (1), 51–57.
- Baron-Cohen, S., Lutchmaya, S., & Knickmeyer, R. (2004). *Prenatal testosterone in mind*. London: The MIT Press.
- Breedlove, S. M. (2010). Minireview: Organizational hypothesis: Instances of the fingerpost. *Endocrinology*, 151(9), 4116–4122. <https://doi.org/10.1210/en.2010-0041>
- Coates, J. M., Gurnell, M., & Rustichini, A. (2009). Second-to-fourth digit ratio predicts success among high-frequency financial traders. *PNAS*, 106(2), 623–628.
- Cunningham, M. R. (1986). Measuring the physical in physical attractiveness: quasi-experiments on the sociobiology of female facial beauty. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(5), 925–935. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.50.5.925>
- DeBruine, L. M., Jones, B. C., Smith, F. G., & Little, A. C. (2010). Are attractive men's faces masculine or feminine? The importance of controlling confounds in face stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(3), 751–758. <https://doi.org/10.1037/a0016457>
- Ecker, A. (1878). Einige Bemerkungen über einen schwankenden Charakter in der Hand des Menschen. *Archiv Für Anthropologie*, 8, 67–75.
- Enlow, D. H. (1996). *Essential of facial growth*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Farkas, L. G. (1981). *Anthropometry or the head and face in Medicine*. New York: Elsevier.
- 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. *Proceedings of the Royal Society B*, 272, 1995–2001. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3179>
- Fink, B., & Manning, J. T. (2018). Direct versus indirect measurement of digit ratio: New data from Austria and a critical consideration of clarity of report in 2D:4D studies. *Early Human Development*, 127, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2018.09.007>

- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., & Grammer, K. (2004). Second to fourth digit ratio and facial asymmetry. *Evolution and Human Behavior*, 25, 125–132.  
[https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(03\)00084-9](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(03)00084-9)
- Fink, B., & Penton-Voak, I. (2002). Evolutionary psychology of facial attractiveness. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 154–158.  
<https://doi.org/10.1111/1467-8721.00190>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Grammer, K., Fink, B., Møller, A. P., & Thornhill, R. (2003). Darwinian aesthetics: Sexual selection and the biology of beauty. *Biological Reviews*, 78, 385–407.  
<https://doi.org/10.1017/S1464793102006085>
- 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. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.108.3.233>
- Hönekopp, J., Bartholdt, L., Beier, L., & Liebert, A. (2007). Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: New data and a meta-analytic review. *Psychoneuroendocrinology*, 32, 313–321.  
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2007.01.007>
- Hönekopp, J., Manning, J. T., & Müller, C. (2006). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness in males and females: Evidence for effects of prenatal androgens on sexually selected traits. *Hormones and Behavior*, 49, 545–549.  
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2005.11.006>
- Hönekopp, J., & Schuster, M. (2010). A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out-predicts the other. *Personality and Individual Differences*, 48(1), 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.08.009>
- Hönekopp, J., & Watson, S. (2010). Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand. *American Journal of Human Biology*, 22, 619–630. <https://doi.org/10.1002/ajhb.21054>
- Horn, L., Hungerländer, N. A., Windhager, S., Bugnyar, T., & Massen, J. M. (2018). Social status and prenatal testosterone exposure assessed via second-to-fourth digit ratio affect 6-9-year-old children's prosocial choices. *Scientific Reports*, 8(1), 9198. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27468-0>

- Klimek, M., Galbarczyk, A., Nenko, I., & Jasienska, G. (2016). Women with more feminine digit ratio (2D:4D) have higher reproductive success. *American Journal of Physical Anthropology*, *160*, 549–553. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22989>
- Kondo, T., Zákány, J., Innis, J. W., & Duboule, D. (1997). Of fingers, toes and penises. *Nature*, *390*, 29. <https://doi.org/10.1038/36234>
- Králík, M., Gronkiewicz, S., Ingrová, P., & Kozieł, S. (2014). Changes in digit ratio during puberty: X-ray sample from the Wrocław longitudinal study of twins. *The Dolní Věstonice Studies*, *20*, 187–189.
- Lakotta, B. (2016, 6 Dezember). Was die Linien in unserer Hand verraten. Abgerufen von <https://www.spiegel.de/spiegel/lebenslinien-was-die-furchen-in-unserer-hand-sagen-a-1124294.html>
- Leiner, D. J. (2014). *Sosci Survey (Version 2.6.00-i) [Software]*. Retrieved from <https://www.soscisurvey.de>
- Little, A. C., Jones, B. C., & DeBruine, L. M. (2011). Facial attractiveness: evolutionary based research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *366*, 1638–1659. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0404>
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, *77*, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2003.12.002>
- Malas, M. A., Dogan, S., Hilal Evcil, E., & Desdicioglu, K. (2006). Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D : 4D). *Early Human Development*, *82*, 469–475. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.12.002>
- Manning, J. T. (2002). *Digit Ratio: A Pointer to Fertility, Behavior, and Health*. New Brunswick, New Jersey, and London: Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2008). *The Finger Ratio: Sex, Behaviour and Disease Revealed in the Fingers*. London: Faber & Faber Limited.
- Manning, J. T., Barley, L., Walton, J., Lewis-Jones, D. I., Trivers, R. L., Singh, D., ... Szwed, A. (2000). The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success. *Evolution and Human Behavior*, *21*, 163–183. [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(00\)00029-5](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(00)00029-5)
- Manning, J. T., Bundred, P. E., Newton, D. J., & Flanagan, B. F. (2003). The second to fourth digit ratio and variation in the androgen receptor gene. *Evolution and*

- Human Behavior*, 24, 399–405. [https://doi.org/10.1016/S1090-5138\(03\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S1090-5138(03)00052-7)
- Manning, J. T., Churchill, A. J. G., & Peters, M. (2007). The effects of sex, ethnicity, and sexual orientation on self-measured digit ratio (2D:4D). *Archives of Sexual Behavior*, 36, 223–233. <https://doi.org/10.1007/s10508-007-9171-6>
- Manning, J. T., & Fink, B. (2018). Sexual dimorphism in the ontogeny of second (2D) and fourth (4D) digit lengths, and digit ratio (2D:4D). *American Journal of Human Biology*, (30), e23138. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23138>
- Manning, J. T., Fink, B., Neave, N., & Caswell, N. (2005). Photocopies yield lower digit ratios (2D:4D) than direct finger measurements. *Archives of Sexual Behavior*, 34(3), 329–333. <https://doi.org/10.1007/s10508-005-3121-y>
- Manning, J. T., Kilduff, L., Cook, C., Crewther, B., & Fink, B. (2014). Digit ratio (2D:4D): A biomarker for prenatal sex steroids and adult sex steroids in challenge situations. *Frontiers in Endocrinology*, 5, 9. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00009>
- Manning, J. T., Kilduff, L., & Trivers, R. L. (2013). Digit ratio (2D:4D) in Klinefelter's syndrome. *Andrology*, 1, 94–99. <https://doi.org/10.1111/j.2047-2927.2012.00013.x>
- Manning, J. T., & Leinster, S. J. (2001). The ratio of 2nd to 4th digit length and age at presentation of breast cancer: a link with prenatal oestrogen? *The Breast*, 10, 355–357. <https://doi.org/10.1054/brst.2001.0284>
- Manning, J. T., & Quinton, S. (2007). Association of digit Ratio (2D:4D) with self-reported attractiveness in men and women. *Journal of Individual Differences*, 28(2), 73–77. <https://doi.org/10.1027/1614-0001.28.2.73>
- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J., & Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, 13(11), 3000–3004. <https://doi.org/10.1093/humrep/13.11.3000>
- Mazur, A., & Booth, A. (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 353–397. <https://doi.org/10.1017/S0140525X98001228>
- Meindl, K., Windhager, S., Wallner, B., & Schaefer, K. (2012). Second-to-fourth digit ratio and facial shape in boys: the lower the digit ratio, the more robust the face. *Proceedings of the Royal Society B*, 279, 2457–2463. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2351>

- Mortlock, D. P., & Innis, J. W. (1997). Mutation of HOXA 13 in hand-foot-genital syndrome. *Nature Genetics*, *15*, 179–180.
- Mortlock, D. P., Post, L. C., & Innis, J. W. (1996). The molecular basis of hypodactyly (Hd): a deletion in Hoxa13 leads to arrest of digital arch formation. *Nature Genetics*, *13*, 284–289.
- Muller, D. C., Baglietto, L., Manning, J. T., McLean, C., Hopper, J. L., English, D. R., ... Severi, G. (2012). Second to fourth digit ratio (2D: 4D), breast cancer risk factors, and breast cancer risk: a prospective cohort study. *British Journal of Cancer*, *107*(9), 1631–1636. <https://doi.org/10.1038/bjc.2012.418>
- Muller, D. C., Giles, G. G., Bassett, J., Morris, H. A., Manning, J. T., Hopper, J. L., ... Severi, G. (2011). Second to fourth digit ratio (2D:4D) and concentrations of circulating sex hormones in adulthood. *Reproductive Biology and Endocrinology*, *9*, 57. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-9-57>
- Neave, N., Laing, S., Fink, B., & Manning, J. T. (2003). Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance. *Proceedings of the Royal Society B*, *270*, 2167–2172. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2502>
- Penton-Voak, I., & Chen, J. Y. (2004). High salivary testosterone is linked to masculine male facial appearance in humans. *Evolution and Human Behavior*, *25*, 229–241. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2004.04.003>
- Perrett, D. I., Lee, K. J., Penton-Voak, I., Rowland, D., Yoshikawa, S., Burt, D. M., ... Akamatsu, S. (1998). Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness. *Nature*, *394*, 884–887.
- Peters, M., Tan, Ü., Kang, Y., Teixeira, L., & Mandal, M. (2002). Sex-specific finger-length patterns linked to behavioral variables: consistency across various human populations. *Perceptual and Motor Skills*, *94*, 171–181.
- Phelps, V. R. (1952). Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *American Journal of Human Genetics*, *4*, 72–89.
- Rennels, J. L., Bronstad, P. M., & Langlois, J. H. (2008). Are attractive men's faces masculine or feminine? The importance of type of facial stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*(4), 884–893. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.4.884>
- Rhodes, G., Chan, J., Zebrowitz, L. A., & Simmons, L. W. (2003). Does sexual

- dimorphism in human faces signal health? *Proceedings of the Royal Society B*, 270, S93–S95. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0023>
- Roney, J. R., & Maestripieri, D. (2004). Relative digit lengths predict men's behavior and attractiveness during social interactions with women. *Human Nature*, 15(3), 271–282. <https://doi.org/10.1007/s12110-004-1009-5>
- Russell, D. C. (2006). Raise your hand if you think I am attractive: Second and fourth digit ratio as a predictor of self- and other-ratings of attractiveness. *Personality and Individual Differences*, 40, 997–1005. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.10.008>
- Schaefer, K., Fink, B., Mitteroecker, P., Neave, N., & Bookstein, F. L. (2005). Visualizing facial shape regression upon 2nd to 4th digit ratio and testosterone. *Collegium Antropologicum*, 29, 415–419.
- Swaddle, J. P., & Reiersen, G. W. (2002). Testosterone increases perceived dominance but not attractiveness in human males. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 269, 2285–2289. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2165>
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999). Facial attractiveness. *Trends In Cognitive Sciences*, 3(12), 452–460.
- Trivers, R. L., Hopp, R., & Manning, J. T. (2013). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and its relationships with adult running speed in Jamaicans. *Human Biology*, 85(4), 623–625. <https://doi.org/10.3378/027.085.0409>
- Trivers, R. L., Manning, J. T., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormones and Behavior*, 49, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2005.05.023>
- Voracek, M. (2011). Special issue preamble: Digit ratio (2D:4D) and individual differences research. *Personality and Individual Differences*, 51, 367–370. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.04.018>
- Voracek, M., & Offenmüller, D. (2007). Digit Ratios (2D:4D and other) and relative thumb length: a test of developmental stability. *Perceptual and Motor Skills*, 105, 143–152.
- Wade, T. J., Shanley, A., & Imm, M. (2004). Second to fourth digit ratios and individual differences in women's self-perceived attractiveness, self-esteem, and body-esteem. *Personality and Individual Differences*, 37, 799–804. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.11.005>

- Wallen, K. (2009). Does finger fat produce sex differences in second to fourth digit ratios? *Endocrinology*, *150*(11), 4819–4822. <https://doi.org/10.1210/en.2009-0986>
- Weinberg, S. M., Parsons, T. E., Raffensperger, Z. D., & Marazita, M. L. (2015). Prenatal sex hormones, digit ratio, and face shape in adult males. *Orthodontics and Craniofacial Research*, *18*, 21–26. <https://doi.org/10.1111/ocr.12055>
- Zahavi, A. (1975). Mate selection: a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, *53*, 205–214. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(75\)90111-3](https://doi.org/10.1016/0022-5193(75)90111-3)
- Zebrowitz, L. A., & Montepare, J. M. (2008). Social psychological face perception: why appearance matters. *Social and Personality Psychology Compass*, *2*/3, 1497–1517. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2008.00109.x>
- Zheng, U., & Cohn, M. J. (2011). Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *PNAS*, *108*(39), 16289–16294. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108312108>