



universität
wien

DIPLOMARBEIT/ DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit/ Title of the Diploma Thesis

„Geschlechtsunterschiede in der Assoziation von
Digit Ratio, Handkraft, Robustizität und
sportlicher Aktivität“

verfasst von/ submitted by

Tamara Peherstorfer

angestrebter akademischer Grad/ in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

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

A 190 445 423

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

Lehramtsstudium
UF Biologie und Umweltkunde, UF Chemie

Betreut von / Supervisor:

Univ. Prof. MMag. Dr. Sylvia Kirchengast

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei jenen Personen bedanken, die mich während meines Studiums und bei der Verfassung dieser Arbeit unterstützt haben.

Zu allererst ein großes Dankeschön an meine Betreuerin Frau Prof. Sylvia Kirchengast, die mich von Anfang an mit vollem Einsatz unterstützt hat, die mir die Behandlung dieses interessanten Diplomarbeitsthemas und die Durchführung der zugehörigen Studie ermöglicht hat, die sich jederzeit für Fragen und Beratungsgespräche Zeit genommen hat und deren fachliche Kompetenz und Verbesserungsvorschläge die Entwicklung meiner Diplomarbeit um einiges erleichtert hat.

Danke an meine Eltern, die immer für mich da sind, hinter mir stehen, ein offenes Ohr für all meine Anliegen haben, mich unterstützen, motivieren und mir ermöglicht haben meinen Traumberuf zu erlernen.

Danke meinem Freund Stefan Pühringer, der die Gabe besitzt, mich in Stresssituationen zu beruhigen und mich in Momenten der kurzen Verzweiflung immer aufgebaut und motiviert hat. Danke für deine tatkräftige Unterstützung, Geduld und Liebe.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	1
ZUSAMMENFASSUNG.....	3
ABSTRACT	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	6
1. EINLEITUNG	7
1.1 Händigkeit	7
1.2 Handkraft	12
1.3 Digit Ratio (2D:4D - Verhältnis)	15
1.4 Körperliche Aktivität und deren Einfluss.....	20
1.5 Untersuchungsziel und Hypothesen dieser Studie.....	21
2. MATERIAL UND METHODEN	22
2.1 Stichprobenbeschreibung	22
2.2 Erhebungsinstrument – Fragebogen.....	22
2.3 Beschreibung der Datenerhebung	23
2.4 Aufbau des Fragebogens	24
2.4.1 Soziodemographische Daten	24
2.4.2 Bestimmung zur Händigkeit.....	24
2.4.3 Fragen zur sportlichen Aktivität.....	25
2.4.4 Anthropometrische Parameter.....	26
2.4.5 Statistische Aufbereitung und Auswertung der Daten	28
3. ERGEBNISSE.....	29
3.1 Deskriptive Analyse der Stichprobe.....	29
3.1.1 Soziodemografische Merkmale	29

3.2 Geschlechtsunterschiede	33
3.2.1. Anthropometrische Parameter	33
3.2.1.1 Körperhöhe	34
3.2.1.2 Körpergewicht	34
3.3.1.3 BMI (Body-Mass-Index)	34
3.2.1.4 Handkraft	37
3.2.1.5 Handgelenksbreite	38
3.2.1.6 2D:4D-Verhältnis	38
3.3 Lateralisation (Händigkeit) und anthropometrische Merkmale	39
3.2.1 Händigkeit und Handkraft	40
3.2.2 Händigkeit und Handgelenksbreite	41
3.2.3 Händigkeit und Digit Ratio (2D:4D-Verhältnis)	43
3.4 Sportliche Aktivität	44
DISKUSSION	49
LITERATURVERZEICHNIS	57
ANHANG	63

ZUSAMMENFASSUNG

Zahlreiche Studien belegten eine signifikante Assoziation zwischen der Handkraft und Robustizitätsmerkmalen der oberen Extremität sowie dem 2D:4D-Verhältnis. Die Mehrzahl dieser Studien bezog jedoch ausschließlich männliche Probanden in die Stichprobe ein. In der vorliegenden Diplomarbeit lag der Focus nicht ausschließlich auf der Prüfung der Assoziation zwischen Handkraft, Robustizität des Handgelenks und 2D:4D-Ratio sondern auch auf der Dokumentation von Geschlechtsunterschiede in dieser Assoziationsmuster. Darüber hinaus wurden Aktivitätsmuster, d.h. SportlerInnen versus NichtsportlerInnen in Relation zu Handkraft, Robustizität und 2D:4D Verhältnis gestellt. Im Detail wurden in der vorliegenden Studie folgende Hypothesen geprüft:

Männer übertreffen gleichaltrige Frauen in der Handkraft und Robustizitätsmerkmalen, Frauen übertreffen Männer in der 2D:4D Ratio. Sportliche Aktivität steht in positivem Zusammenhang mit der Handkraft und der Robustizität, jedoch in negativem Zusammenhang mit dem 2D:4D Verhältnis. Handkraft und Handgelenksbreite der dominanten Hand übertreffen jene der nicht dominanten Hand.

Zur Prüfung dieser Hypothesen wurden die Daten von 85 Frauen und 85 Männer im Alter von 18 bis 32 Jahren ($\bar{x}=23.3$; SD 3.2) analysiert. Handgelenksbreite und Zeige- sowie Ringfinger wurden mittels digitaler Schiebelehre direkt gemessen. Die Händigkeit wurde mittels der überarbeiteten Form des Edinburgh-Inventars bestimmt. Aktivitätsmuster wurden mittels eines strukturierten Fragebogens erhoben. Die Datenanalyse erfolgte mit Hilfe des SPSS Programmes. Wie erwartet, zeigte sich ein deutlicher Geschlechtsunterschied in Handkraft und Handgelenksbreite, wobei Männer Frauen signifikant übertrafen. Was das 2D:4D Verhältnis betrifft, so konnten keine statistisch signifikanten Geschlechtsunterschiede nachgewiesen werden. Während die Handgelenksbreite teilweise signifikant mit Aktivitätsmustern assoziiert war, konnte kein Einfluss der Händigkeit auf die Handgelenksbreite nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu zeigten die Probanden signifikant stärkere Handkraftwerte an der dominanten Hand.

Die Hypothesen konnten somit teilweise verifiziert werden.

ABSTRACT

Countless studies showed a significant correlation between hand strength and features of robusticity of the upper extremity and the digit ratio. However most of these studies only included men. In this diploma thesis, we focused not only on testing the association between hand strength, robusticity of the wrist and digit ratio, but also on documenting gender differences. Furthermore the level of activity was put in relation to hand strength, robusticity and digit ratio.

The following hypotheses were tested:

Men surpass same age women in hand strength and robusticity, women surpass men in the digit ratio. A high level of physical activity correlates with hand strength and robusticity, but negatively correlates with the digit ratio. Hand strength and wrist width of the dominant hand surpass those of the non dominant hand.

The data of 85 women and 85 men age 18 to 32 was analysed. Wrist width, index- and ringfinger were measured using a digital slide caliper. The handedness was defined using the Edinburgh-Inventory. The level of physical activity was gathered using a questionnaire. The analysis of the data was made using SPSS.

As expected, men clearly surpassed women in hand strength and wrist width.

Regarding the digit ratio, no significant correlations could be found. The wrist width correlated partly with the level of activity, however handedness did not influence wrist width.

The subjects showed significantly higher hand strength with their dominant hand.

In conclusion, the hypotheses could partly be verified.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Geburtsländerverteilung der ProbandInnen in der Gesamtstichprobe (N=170)	29
Abbildung 2 Herkunftsländer der Mütter in der Gesamtstichprobe (N=170)	30
Abbildung 3 Herkunftsländer der Väter in der Gesamtstichprobe (N=170)	30
Abbildung 4 Studienrichtung der StudentInnen in Prozent.....	31
Abbildung 5 Berufsgruppenverteilung – Angabe in Prozent	32
Abbildung 6 Anteil der Untergewichtigen, Normalgewichtigen, Übergewichtigen und Adipösen Frauen an der Stichprobe in Prozent (N=85)	35
Abbildung 7 Anteil der Untergewichtigen, Normalgewichtigen, Übergewichtigen und Adipösen Männer an der Stichprobe in Prozent (N=85)	35
Abbildung 8 Vergleich zwischen Männer und Frauen innerhalb der BMI-Klassen Untergewicht, Normalgewicht, Übergewicht, Adipositas in Prozent (Männer: N=85; Frauen: N=85); $\chi^2=0,004$	36
Abbildung 9 Vergleich der Handkraft-Mittelwerte in kg von Frauen und Männern	37
Abbildung 10 Händigkeit und Geschlecht in Prozent; Männer: N=85, Frauen: N=85 ...	39

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Die somatometrischen Merkmale von Männern und Frauen im Vergleich	33
Tabelle 2 Handkraftwerte in kg von Männern und Frauen	37
Tabelle 3 Vergleich Mittelwerte der Handgelenksbreiten (mm) links und rechts zwischen Frauen und Männern.....	38
Tabelle 4 Geschlechtsunterschied und Digit Ratio.....	38
Tabelle 5 Vergleich Handkraft (kg) und Händigkeit bei Männern	40
Tabelle 6 Vergleich Handkraft (kg) und Händigkeit bei Frauen	41
Tabelle 7 Händigkeit und Handgelenksbreite bei Männern (N=85)	42
Tabelle 8 Händigkeit und Handgelenksbreite bei Frauen (N=85).....	42
Tabelle 9 Händigkeit und Digit Ratio bei Männern	43
Tabelle 10 Händigkeit und Digit Ratio bei Frauen.....	43
Tabelle 11 Vergleich der Mittelwerte verschiedener Parameter von Sportlern und Nichtsportlern (Parameter: Körperhöhe, Gewicht, BMI, Handkraft, Handgelenksbreite, 2D:4D).....	45
Tabelle 12 Vergleich der gemessenen Parameter (Mittelwerte) bei männlichen Sportlern und Nichtsportlern	46
Tabelle 13 Vergleich der gemessenen Parameter (Mittelwerte) bei weiblichen Sportlern und Nichtsportlern	47
Tabelle 14 Kruskal-Wallis-Test.....	48

1. EINLEITUNG

1.1 Händigkeit

Die meisten Körperteile und Organe des menschlichen Körpers sind paarig angelegt. Daher ist der Körper des Menschen im Großen und Ganzen entlang seiner Längsachse symmetrisch. Symmetrische Körperproportionen gelten in der Natur als Indikator für Gesundheit und Robustheit. Ein symmetrischer Aufbau gilt sogar in der heutigen Welt als Schönheitsideal. Diese äußerliche Symmetrie lässt eine seitengleiche Nutzung und Funktion des Körpers vermuten. In Wirklichkeit ist meistens eine Präferenz der Extremitäten, sowie der Ohren und Augen vorhanden. Vor allem in den Armen und Händen ist eine ungleichmäßige Nutzung besonders deutlich zu erkennen und ausgeprägt. Diese Präferenz einer Hand gegenüber der anderen wird auch als „Händigkeit“ bezeichnet (Springer and Deutsch, 1998).

Anthropologischer und historischer Überblick

Durch die Analyse von Höhlenmalereien und Steinwerkzeugen, konnten Hinweise über die Evolution der Händigkeit gefunden werden. Höhlenmalereien aus dem Jungpaläolithikum und Neolithikum, sowie Zeichnungen in ägyptischen Gräbern brachten die Erkenntnis, dass schon seit sehr langer Zeit eine klare Dominanz der rechten Hand existiert. Durch die Analyse von Steinwerkzeugen und Waffen konnte ebenfalls eine Existenz der Rechtshändigkeit bei *Australopithecus* und *Homo habilis* festgestellt werden (Springer and Deutsch, 1998).

Theorien zur Entstehung der Händigkeit beim Menschen

Im 19. Jahrhundert wurden mehrere Theorien zur Entwicklung der Rechtshändigkeit beim Menschen veröffentlicht. Thomas Carlyle vertrat eine sozialevolutionäre Erklärung und postulierte die „Schwert und Schild Theorie“. Zum Schutze ihrer Herzen halten Soldaten ihre Schilde mit der linken Hand. Mit der rechten Hand wird mit den Waffen gekämpft. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzung der Hände, wurde die rechte Hand geschickter und feinmotorisch der linken Hand überlegen. Daher wurde diese regelmäßiger für alltägliche Tätigkeiten verwendet. Diese Theorie berücksichtigte jedoch nicht, dass es

in der Zeit vor der Erfindung von Schildern schon eine Lateralisierung gab. Außerdem wurden in dieser Theorie Frauen nicht miteinbezogen. Diese waren damals auch meist rechtshändig jedoch kriegerisch nicht aktiv (Springer and Deutsch, 1998).

Bei der „viszeralen Theorie der Lateralisierung“ wird das dominante Auftreten der Rechtshändigkeit auf die rechtsseitige Lage des Körperschwerpunkts zurückgeführt. Da die rechte Lunge eine größere Kapazität aufweist und sich das schwerste Organ, die Leber, ebenfalls auf der rechten Körperhälfte befindet, wurde angenommen, dass sich der Körperschwerpunkt rechts befindet. Durch diese Organverlagerung auf die rechte Körperseite, seien die Gliedmaßen auf dieser Körperhälfte besser beweglich und werden daher öfters verwendet (Springer and Deutsch, 1998).

Beim „Konzept der cerebralen Dominanz“ wird die Ursache der Rechtshändigkeit im Gehirn gesucht. Die linke Hemisphäre sei demnach funktionell dominant. In dieser Hälfte befinden sich das motorische Sprachzentrum und die Steuerzentrale für die rechte Hand. 70 % der Linkshänder zeigen jedoch eine Lokalisation der Sprache auf der linken Hemisphäre, was in dieser Theorie nicht erklärt wurde (Pujol et al., 1999; Springer and Deutsch, 1998).

In diesen zuvor beschriebenen Theorien wird die Verteilung von Rechts- und Linkshändern außer Acht gelassen. Anhand von genetischen Modellen lässt sich dies jedoch erklären. Es wurde ein Zusammenhang zwischen der Händigkeit der Eltern und Kinder festgestellt. Linkshändigkeit tritt häufiger auf, wenn ein Elternteil linkshändig ist und die Wahrscheinlichkeit nimmt nochmals zu, wenn beide Elternteile Linkshänder sind. McManus präsentierte 1991 ein genetisches Modell, das diese Händigkeitsverteilung erklärt. Dabei beschreibt er 2 Allele, Allel D (Dextral) und Allel C (Chance), welche in verschiedenen Kombinationen auftreten können. Der homozygote DD Genotyp bringt rechtshändige Nachkommen. Beim Vorliegen einer homozygoten Ausprägung CC, kommt es zu einer fluktuierenden Asymmetrie und daraus resultiert eine 50:50-Chance für die Nachkommen Rechtshänder oder Linkshänder zu werden (McManus, 1991). Laut McManus Modell besteht bei zwei rechtshändigen Eltern eine 5,97%ige Wahrscheinlichkeit ein

linkshändiges Kind zu erhalten. Paare, welche eine unterschiedliche Händigkeit aufweisen, besitzen mit 17,42% eine erhöhte Chance auf linkshändige Nachkommen. Linkshändige Eltern haben mit 28,87% die höchste Chance auf linkshändigen Nachwuchs. Diese Berechnungen spiegeln die gefundenen Daten aus vielen Familienstudien korrekt wider. Nachkommen können laut McManus nicht beidhändig sein. Daher beschreibt er nur die 2 Möglichkeiten der Händigkeit – Rechtshändig und Linkshändig. Studien mit Zwillingen konnten ebenfalls eine genetische Grundlage der Händigkeit feststellen (Medland et al., 2009).

Es wurde beobachtet, dass extreme Rechtshänder und Linkshänder oft an gewissen Krankheiten leiden und Entwicklungsstörungen aufweisen. Die Entstehung der Händigkeit wird in dieser Theorie anhand einer pathologischen Grundlage erklärt. Krankheiten wie Epilepsie, Schizophrenie und Autismus werden mit einer extremen Händigkeit, vor allem der Linkshändigkeit verbunden (Dane and Balci, 2007; Dragovic and Hammond, 2005; Harris and Carlson, 1988). Zudem wird das Auftreten von Neuralrohrdefekten und Lippenkieferspalten mit der Linkshändigkeit assoziiert. Die Linkshändigkeit wird auch mit dem Syndrom der „Pathologischen Linkshändigkeit (PLH)“ in Verbindung gebracht. Dieses Syndrom wird durch ein Trauma in der linken Hemisphäre hervorgerufen und führt zum Wechsel der Händigkeit von rechts nach links sowie dem Wechsel des Sprachzentrums von der linken zur rechten Hemisphäre. Weiters geht dieses Syndrom mit einem Defizit der nonverbalen Fähigkeiten einher (Harris and Carlson, 1988; Satz et al., 1985).

Bakan et al., 1973 ist der Meinung, dass die Linkshändigkeit durch Geburtsstress verursacht wird. Schwierige Geburten und Schwangerschaftsprobleme kommen demnach häufiger in Familien vor, in denen die Linkshändigkeit dominiert. Linkshändige Personen waren oft Frühgeburten, wiesen ein sehr geringes Geburtsgewicht (unter 1000g) auf und hatten einen deutlich geringeren Apgar- Index (Powls et al., 1996; Schwartz, 1988). Dieser Index wird nach der Geburt des Kindes erhoben und enthält verschiedene Kriterien wie die Hautfärbung, den Puls, den Muskeltonus, die Atmung und Reflexe (Jennett et al., 1981). Linkshändigkeit wird demzufolge mit einem niedrigen Apgar- Index im Säuglingsalter korreliert.

Ebenso wurde ein Zusammenhang zwischen der Händigkeit und dem Geburtsmonat festgestellt. Die Linkshändigkeit ist demnach häufiger bei Personen festzustellen, welche im Frühling oder frühen Sommermonaten (März bis Juli) geboren wurden (Jones and Martin, 2008). Eine Erklärung dafür ist der veränderte Vitamin D- Metabolismus aufgrund der geringen Sonnenlichtaussetzung in den Wintermonaten. Dies wirkt sich wiederum auf die intrauterine Gehirnentwicklung sowie auf das Immunsystem und die damit verbundene erhöhte Infektionsanfälligkeit aus (Holmøy and Moen, 2010).

Bestimmung der Händigkeit

Die Händigkeit wird in der Gesellschaft als eine charakteristische Eigenschaft und als ein inhärenter Wesensbestandteil angesehen. Personen bevorzugen meist eine Hand und verwenden diese bevorzugt für gewisse Tätigkeiten oder feinmotorische Aktivitäten. Im schulischen Bereich wird die Händigkeit durch die Schreibhand bestimmt. So definieren sich Rechtshänder durch die Bevorzugung der rechten Hand, insbesondere beim Schreiben.

Eine totale Rechtshändigkeit oder Linkshändigkeit kommt jedoch nur sehr selten vor und daher erscheint es am sinnvollsten die Händigkeit in einer Skala darzustellen, welche von „totaler Rechtshändigkeit“ bis zu „totaler Linkshändigkeit“ reicht und daher viele Zwischenformen wie auch die „Beidhändigkeit“ zulässt (Karnath, 2012).

Die Intensität der Händigkeit variiert und manche Aktivitäten werden mit der nicht-dominanten Hand bewerkstelligt. Die Beidhändigkeit ist bei Linkshändern deutlich ausgeprägter. Sie können Aufgaben, bei denen beide Hände gemeinsam eingesetzt werden sollen mit besserem Geschick lösen (Judge and Stirling, 2003). Die Wahrscheinlichkeit einer puren Beidhändigkeit ist sehr gering und liegt zwischen 0 und 2 Prozent. Denn auch wenn beide Hände gleich gewandt sind, dominiert nichtsdestotrotz eine Hand beim Bewältigen von motorischen Aktivitäten (Satz et al., 1989).

Anhand von Tests wird üblicherweise versucht, die Händigkeit von Personen zu erfragen. Es wird untersucht, welche Hand bei der Durchführung bestimmter Tätigkeiten, wie z.B. beim Zähneputzen bevorzugt verwendet wird. Meistens wird erfragt, wie sich die Person vorstellt, dass sie handeln würde, bzw. mit welcher Hand eine bestimmte Aktivität durchgeführt wird. Oft werden den Personen die Objekte zur Verfügung gestellt, mit denen sie

bestimmte Aufgaben ausüben sollen. Die Bevorzugung einer Hand wird beobachtet und notiert.

1971 veröffentlichte Oldfield zur quantitativen Bewertung der Händigkeit das Edinburgh Handedness Inventory. Um die Händigkeit zu bestimmen, wurden StudienteilnehmerInnen aufgefordert in einer angeführten Tabelle anzuführen, mit welcher Hand sie bevorzugt die angegebene Aktivität ausführen (rechts oder links). Dies sollte für 10 Aktivitäten durchgeführt werden und anschließend konnte so die Händigkeit bestimmt werden. Das Edinburgh Handedness Inventory wurde überarbeitet (Williams, n.d.). 3 Aktivitäten (Box öffnen, Zeichnen, Besen) wurden verworfen und eine Aktivität wurde hinzugefügt (Computer Maus) (Dragovic, 2004). Beim Zeichnen zeigten sich gleich hohe Korrelation wie beim Schreiben und die Computer Maus wurde hinzugefügt, da das Arbeiten am Computer und daher die Benutzung der Computer Maus heutzutage zu einer täglichen Aktivität geworden ist. Zudem können die TeilnehmerInnen für diese 8 Aktivitäten eine von 5 angeführten Präferenzen wählen (Immer Links/Rechts, Meist Links/Rechts, keine Präferenz). Durch anschließende Berechnungen können daher die TeilnehmerInnen in totale LinkshänderInnen (Edinburgh Punktzahl von -100) bis hin zu totalen RechtshänderInnen (Edinburgh Punktzahl von +100) und in beidhändige TeilnehmerInnen (Edinburgh Punktzahl von -200 bis +200) eingeteilt werden (Williams, n.d.). Mit dem überarbeiteten Edinburgh Handedness Inventory ist eine einfache, schnelle und quantitative Ermittlung der Händigkeit möglich und daher wird dieser Fragebogen in sehr vielen neuropsychologischen, klinischen und experimentellen Studien verwendet.

Statistische Daten und Fakten

In allen Untersuchungen zur Händigkeit war der prozentuelle Anteil der Rechtshänder deutlich größer und befand sich in einem konstanten Bereich von 90 Prozent (Annett, 2002; Raymond and Pontier, 2004; Uomini and Gowlett, 2013). Diese Dominanz der Rechtshändigkeit ist auf der ganzen Welt zu beobachten und in keinem Volksstamm und in keiner Gesellschaft konnte eine Mehrheit an Linkshändern festgestellt werden (Annett, 2002). Der prozentuelle Anteil an Linkshändern variiert jedoch im Bereich von 0 bis 27 % (Faurie and Raymond, 2004; Marchant and McGrew, n.d.; Raymond and Pontier, 2004). Diese prozentuellen Schwankungen lassen sich auf kulturelle Einflüsse zurück-

führen. Diese sind für die Ausprägung der Händigkeit von großer Bedeutung und bestimmen die Ausprägung der Handpräferenz mit. Durch Nachahmung im Familienkreis oder durch den verstärkten Gebrauch einer Hand aufgrund von Traditionen, kann die Ausprägung der Handdominanz beeinflusst werden. Linkshänder hatten mit vielen Einschränkungen und Unterdrückungen in der rechtshändig orientierten Umwelt zu kämpfen. So war es bis vor kurzem noch üblich linkshändige Kinder umzuschulen, das heißt sie mussten trotz der bevorzugten linken Hand, die rechte Hand zum Schreiben verwenden. Inzwischen gibt es ergonomisch optimierte Produkte wie zum Beispiel Stifte für Linkshänder und PädagogInnen vermitteln linkshändigen Kindern den adäquaten Umgang mit verschiedenen Gegenständen. Die Zunahme an Linkshändern ist daher durch die vermehrte Akzeptanz der Linkshändigkeit in der Umwelt zu erklären (Sattler, 2003).

Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die Händigkeit

Papadatou-Pastou, Martin, Munafo und Jones, konnten 2008 in einer Metaanalyse mit 144 Studien (1 787 629 TeilnehmerInnen) über Geschlechtsunterschiede bezüglich der Händigkeit eine höhere Anzahl an männlichen Linkshändern berechnen. In einer weiteren Studie wurden Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die Händigkeit, die Asymmetrie des Planum Temporales und die Sprachlateralisation untersucht (Sommer et al., 2008). Für diese Meta-Analyse wurden 43 Studien herangezogen und die Untersuchungen ergaben, dass Männer eine um 25 Prozent höhere Prävalenz für Linkshändigkeit aufweisen, als Frauen (Sommer et al., 2008).

1.2 Handkraft

Die Messung der Handkraft ist ein wichtiges Tool zur Vorhersage der Gesundheit eines Menschen. Aus der Handkraft können sowohl wichtige Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand eines Menschen gezogen, als auch Vorhersagen über Invalidität und Mortalität im höheren Alter getroffen werden (Giampaoli et al., 1999).

Daher eignet sich der Dynamometer hervorragend als billiges und einfaches Gerät für Vorsorgeuntersuchungen, da viele, für die Gesundheit wichtige, morphologische Eigenschaften und Funktionen, mit der Handkraft korrelieren. So wurden z.B. signifikante positive Verbindungen zwischen der Handkraft und der Knochendichte (Kritz-Silverstein and Barrett-Connor, 1994) sowie der Muskelmasse festgestellt (Kallman et al., 1990).

Sowohl älteren Männern, als auch Männern mittleren Alters, die eine hohe Handkraft aufweisen, wird eine längere Lebenserwartung und ein geringeres Risiko für Gelenkschädigungen und Behinderungen zugesagt, als Männern mit geringerer Handkraft (Tikkanen et al., 2012).

In einer Studie wurde von Gallup et al. (2007) das aggressive Verhalten von Jungen in der Pubertät gemessen. Dabei stellte sich heraus, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der gemessenen Handkraft und den beobachteten Verhaltensweisen, wie körperlichen Aggressionen, mündlicher Hänseleien sowie Erniedrigungen, besteht. Burschen mit höherer Handkraft waren in der Pubertät sozial aggressiver.

Desweiteren wurde in dieser Studie herausgefunden, dass bei Männern ein Zusammenhang zwischen der Handkraft und der Anzahl verschiedener Sex-Partner vorliegt. Männer mit hoher Griffstärke hatten im Durchschnitt früher Geschlechtsverkehr und mehr Sex-Partner, als Männer mit geringerer Handkraft. Es wird vermutet, dass dies dem Umstand geschuldet ist, dass Männer mit höherer Handkraft, sowohl physisch als auch sozial, maskuliner auftreten. Dadurch werden sie gegenüber ihren Altersgenossen als Sexualpartner bevorzugt (Frederick and Haselton, 2007).

Es besteht die Vermutung, dass durch das Messen der Handkraft, auf das genetische Potenzial eines Mannes geschlossen werden kann (Gallup et al., 2007). Zudem korreliert die Handkraft mit der Attraktivität von männlichen Gesichtszügen, da dabei die Muskelkraft ausschlaggebend ist und diese sich auf Gesichtsform und -züge auswirkt (Johnston et al., 2001).

Laut einer Studie von Mathiowetz et al., (1985) ist ein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Handkraft ersichtlich. Im Alter zwischen 25 und 39 Jahren sind die höchsten Handkraftmesswerte zu finden, die mit zunehmendem Alter wieder abnehmen.

Vermehrte physische Aktivitäten im Kindesalter, welche beim Aufbau von Muskelmasse und Kraft helfen, wirken sich positiv auf die Muskelkraft im Erwachsenenalter aus und unterbinden das Auftreten von Sarkopenie, Gebrechlichkeit und Körperbehinderungen im späteren Leben (Kuh et al., 2006).

So definieren sich sportliche Frauen bei Handkraftmessungen durch weit höhere Messergebnisse im Gegensatz zu unsportlichen Frauen (Leyk et al., 2007).

Zudem weisen Männer während ihrer gesamten Lebenszeit eine konstant höhere Handkraftstärke als Frauen auf. Daraus lässt sich schließen, dass die Handkraft eine sexuell dimorphe Größe ist (Mathiowetz et al., 1985). Dieser Geschlechtsunterschied in der Handkraft ist wahrscheinlich auf ein höheres Gewicht und Körpergröße (Kamarul et al., 2006) (Kuh et al., 2006), sowie auf einen höheren Androgen-Level (Page et al., 2005) und Muskelmasseanteil (Kallman et al., 1990) von Männern zurückzuführen.

Bei Männer mit einem niedrigen Serum-Testosteron-Spiegel, welchen ergänzend Testosteron verabreicht wurde, kam es zu einer Erhöhung der Handkraft und der fettfreien Körpermasse (Lean Body Mass = Körpergewicht minus Speicherfett) (Page et al., 2005).

In einer anthropologischen Studie von Sartorio et al., (2002) wurde herausgefunden, dass Alters- und Geschlechtsunterschiede in der Handkraft verschwinden, wenn die Handkraft in Bezug auf die fettfreie Körpermasse berechnet wird.

Ebenso stellte sich heraus, dass die Handkraft negativ mit dem prozentuellen Körperfettanteil korreliert. Bei Pubertierenden, weisen Buben eine höhere fettfreie Körpermasse, als Mädchen auf. Dieser Trend des Körperbaus setzt sich bis ins Erwachsenenalter fort (Kyle et al., 2005).

Da eine Hand für spezielle Tätigkeiten oft bevorzugt wird, vor allem auch für anstrengende Aktivitäten, konnte in einigen Studien eine höhere Handkraft auf der dominanten Hand festgestellt werden. Vor allem bei Rechtshändern konnte dieser Handkraft-Unterschied sehr gut beobachtet werden, denn sie erzielten auf der rechten Hand deutlich höhere Handkraftwerte. Bei Linkshändern konnte jedoch kein so deutlicher Handkraftunterschied zwischen der linken und rechten Hand erkannt werden (Incel et al., 2002).

Rechtshänder weisen in ihrer rechten Hand um ca. 10% mehr Kraft als in ihrer linken Hand auf. Für diese gilt sozusagen eine 10%- Regel. Jedoch ist diese Regel für Linkshänder ungültig und die Handkraft sollte auf beiden Händen als äquivalent angesehen werden (Crosby and Wehbe, 1994; Petersen et al., 1989).

Mit Hilfe dieser objektiven Messmethode können Verbesserungen sowie Verschlechterungen der Handfunktion nach operativen Eingriffen oder therapeutischen Behandlungen über einen längeren Zeitraum überprüft werden. Eine längere Beobachtung ist besonders

für handchirurgische und neurologische PatientInnen von großer Bedeutung. So können Messungen vor und nach einem chirurgischen Eingriff Aufschluss über Fortschritte der Handfunktionen geben. Durch regelmäßige Messungen ist der Verlauf neurologischer Erkrankungen, wie Parkinson, Multiple Sklerose oder Muskeldystrophie, deutlich ersichtlich.

1.3 Digit Ratio (2D:4D - Verhältnis)

Das Fingerlängenverhältnis 2D:4D (auch als Digit Ratio bezeichnet) beschreibt das Verhältnis von Zeigefinger (engl. 2nd Digit, daher 2D) zu Ringfinger (engl. 4th Digit, daher 4D) auf der gleichen Hand. Berechnet werden die Ergebnisse nach der Formel [Länge des Zeigefingers] : [Länge des Ringfingers].

In Österreich liegt der Durchschnittswert des 2D:4D-Verhältnisses um 0,98 bei Frauen und um 0,96 bei Männern (Fink et al., 2004; Manning et al., 2000; Voracek et al., 2006).

Historischer Überblick der 2D:4D-Forschung

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts waren die Fingerlängen Forschungsgegenstand einiger WissenschaftlerInnen, wobei die Ringfingerlängen von Frauen und Männern verglichen wurden (Baker, 1888). Anschließend wurden die Fingerlängenverhältnisse genauer untersucht und ein Geschlechtsunterschied erkannt. So fand Phelps (1952) in seiner Studie heraus, dass Männer ein durchschnittlich kleineres 2D:4D-Verhältnis aufweisen und somit einen kürzeren Zeigefinger als Ringfinger haben.

Im Jahre 1983 brachte Wilson (1983) das 2D:4D-Verhältnis erstmals mit psychologischen Merkmalen in Verbindung. Er untersuchte, ob zwischen der Durchsetzungskraft der Frauen und dem Fingerlängenverhältnis ein Zusammenhang besteht. Es stellte sich heraus, dass Frauen mit einem längeren Ringfinger sich selbst als durchsetzungsfähiger beschrieben, als Frauen mit einem längeren Zeigefinger. Dadurch kam er zu der Schlussfolgerung, dass die Fingerlänge (2D und 4D) von den pränatalen Geschlechtshormonen abhängig ist. Auf diesen Aussagen basierend postulierten Manning et al.(1998) erstmals die Wirkung von pränatalem Testosteron und Östrogen auf das Fingerlängenverhältnis. Anhand der Ringfingerlänge ist der pränatale Testosterongehalt ersichtlich. Die Zeigefingerlänge spiegelt den pränatalen Östrogengehalt wider. Zusätzlich korreliert bei Männern

die Digit Ratio negativ mit dem Testosteronlevel und der Spermienanzahl per Ejakulat. Außerdem korreliert die Digit Ratio bei Männern und Frauen positiv mit dem Level an Östrogen und luteinisierendem Hormon (Manning et al., 1998).

Schon im Uterus wird das individuelle und geschlechtsspezifische Fingerlängenverhältnis hormonell festgelegt (Malas et al., 2006) und bleibt von der Kindheit über die Pubertät bis ins Erwachsenenalter relativ konstant (McIntyre et al., 2005).

In der von Malas et al. durchgeführten Studie wurde an Föten, wie auch bei Erwachsenen, ein deutlicher Unterschied im Fingerlängenverhältnis gefunden. 2009 konnten Galis et al. bei 327 Föten ebenfalls diesen geschlechtsspezifischen Unterschied der Fingerlängenverhältnisse nachweisen. Männliche Föten besaßen ein signifikant kleineres Fingerlängenverhältnis als die weiblichen.

Die Ergebnisse einer weiteren Studie die von Lutchmaya et al. (2004) durchgeführt wurde, sprechen für die Festlegung des 2D:4D-Verhältnisses in der frühen menschlichen Entwicklung. Für diese Studie wurde durch Amniozentese der Hormonspiegel im Fruchtwasser untersucht. Nach 2 Jahren wurden die Fingerlängenverhältnisse der Kinder gemessen und die Ergebnisse ausgewertet. Es stellte sich heraus, dass ein höheres Testosteron zu- Östrogen- Verhältnis im Fruchtwasser von schwangeren Frauen, ein kleineres 2D:4D-Verhältnis der Kinder zur Folge hatte. Kinder, welche einem höheren Testosteronanteil ausgesetzt waren, zeigten ein kleineres Fingerlängenverhältnis, wobei dieses in der rechten Hand stärker ausgeprägt war als in der linken.

Zusammenhang zwischen der genetischen Basis der Finger und pränatalen Hormonen

Die Homeobox-Gencluster Hox a und Hox d kontrollieren die Differenzierung des Urogenitalsystems (Hoden und Ovarien beim Menschen) und beeinflussen indirekt die pränatale Produktion von Androgenen und damit auch die Entwicklung der Fingerlängen (Kondo et al., 1997). Östrogen wird im Fötus durch Umwandlung des Testosterons von der Mutter in der Plazenta und den Nebennieren produziert. Testosteron wird im Fötus von den Hoden und Nebennieren synthetisiert (Novy and Resko, 2013). Der Geschlechtsunterschied im 2D:4D-Verhältnis ist auf die höhere Testosteronproduktion männlicher

Föten zurückzuführen. Weibliche Föten haben demnach ein höheres 2D:4D-Verhältnis, weil die Menge an Östrogen im Vergleich zum produzierten Testosteron höher ist (Lutchmaya et al., 2004).

Geografische Unterschiede

Um Vergleiche anstellen zu können, wurden Fingerlängenmessungen weltweit und mit unterschiedlichen Völkern durchgeführt. Peters et al.(2002) hielten Messungen in 5 Ländern (Kanada, Brasilien, Indien, Korea, Türkei) ab. Dabei stellten sie fest, dass in allen Ländern Männer ein kleineres Fingerlängenverhältnis als Frauen aufwiesen. Die Menge an Testosteron wirkt sich auf die Zeigefingerlänge und die Menge an Östrogen auf die Länge des Ringfingers aus (Knickmeyer et al., 2015).

In einigen Studien war zu beobachten, dass geschlechtsspezifische 2D:4D-Unterschiede auf der rechten Hand besser erkennbar sind als auf der linken Hand (Brown et al., 2002) (Williams et al., 2000) (Benderlioglu and Nelson, 2004).

Unabhängig vom Geschlechtsunterschied, wurden jedoch zwischen verschiedenen geographischen Regionen und Ethnien unterschiedliche 2D:4D-Messergebnisse erhalten. Schon bei Kindern sind diese Unterschiede ersichtlich (Manning et al., 2000; Manning et al., 2004) . Dies lässt schlussfolgern, dass Menschen aus verschiedenen geographischen Regionen und ethnischen Gruppen pränatal unterschiedlichen Testosteron- und Östrogenkonzentrationen ausgesetzt sind. Diese Vermutung kann jedoch nicht bestätigt werden, da keine Daten über Hormonwerte im Fruchtwasser der verschiedenen Ethnien erhoben wurden (Manning, 2002).

2D:4D und Studien mit Tieren

Der Grund für das unterschiedliche Fingerlängenverhältnis wurde in einer Tierversuchsstudie von Zheng and Cohn, 2011 entdeckt. Diese konnten an Mäusen eine verschieden ausgeprägte Aktivität an Androgen Rezeptoren (AR) bzw. Östrogen Rezeptoren (ER- α) in den Fingern II und IV feststellen. Eine Inaktivierung der Rezeptoren führte dabei zu demselben Effekt (Änderung der Digit-Ratio) wie die Supplementation von Testosteron bzw. Östrogen, da diese Hormone maßgeblich die Chondrozytenaktivität und -proliferation regulieren.

In Studien mit Menschenaffen (McFadden and Bracht, 2005), Walddmäusen (Leoni et al., 2005), Zebrafinken (Burley and Foster, 2004) und Fasanen (Saino et al., 2006), konnte ebenfalls ein Geschlechtsunterschied im 2D:4D-Verhältnis nachgewiesen werden.

2D:4D-Verhältnis und Psychische Merkmale

Das 2D:4D-Verhältnis wurde auch in Bezug auf psychische Merkmale untersucht. So wurden viele Studien durchgeführt, welche einen Zusammenhang zwischen der Digit Ratio und psychischen Eigenschaften von Menschen entdecken sollten (Manning, 2002).

Es wurde herausgefunden, dass das Fingerlängenverhältnis (2D:4D) mit verschiedensten psychischen Merkmalen korreliert. So wurde ein Zusammenhang mit der sexuellen Orientierung (Brown et al., 2002) (Williams et al., 2000), Stärke der Geschlechterrollenidentität (Csathó et al., 2003) und Aggressionen (Bailey and Hurd, 2005) (Benderlioglu and Nelson, 2004) festgestellt. Homosexuelle Frauen besitzen ein viel männlicheres bzw. kleineres 2D:4D-Verhältnis (besonders ersichtlich auf der rechten Hand) als heterosexuelle Frauen.

Zur Erhebung der Geschlechterrollenidentität wurde der Bem-Sex-Role-Inventory-Fragebogen (BSRI) verwendet. Hiermit wurden die geschlechtsspezifischen innerlich angelegten Verhaltensstandards zu erfragt. Maskulinität und Femininität wurden als 2 unabhängige charakteristische Merkmale betrachtet. Frauen mit einer kleinen Digit Ratio zeigten in dieser Studie höher maskuline BSRI-Werte, als die anderen Frauen (Csathó et al., 2003).

Zudem besitzen Frauen mit einem kleinen 2D:4D-Verhältnis ein höheres Aggressionspotential (Bailey and Hurd, 2005).

2D:4D und Händigkeit

Eine hohe pränatale Testosteronkonzentration wirkt sich nicht nur auf das 2D:4D-Verhältnis aus, sondern beeinflusst auch die Lateralität einer Person. In den Studien verdeutlichte sich ein Trend in Richtung eines positiven Zusammenhangs zwischen einem kleinen 2D:4D Verhältnis und einer vorhandenen Linkshändigkeit (Fink et al., 2004; J. T. Manning et al., 2000; Manning, 2002). In einer weiteren Studie konnte kein Zusammenhang zwischen 2D:4D- Verhältnis und der Händigkeit festgestellt werden (Beaton et al., 2011). Es stellte sich jedoch heraus, dass von den Differenzen der Digit Ratios zwischen

rechter und linker Hand (D_{R-L}) auf die Händigkeit geschlossen werden kann (Beaton et al., 2011). Zudem besteht ein Zusammenhang zwischen 2D:4D Verhältnis und einigen morphologischen Markern, wie dem BMI (Body-Mass-Index), dem Taillen-Hüft-Verhältnis und dem Taillen-Brust-Verhältnis (Fink et al., 2003).

2D:4D als Indikator für sportliche Leistung

Wie bereits erläutert, korreliert das 2D:4D-Verhältnis mit verschiedenen Facetten der Persönlichkeit, des Verhaltens und der Morphologie. Die Ergebnisse dieser Studien waren jedoch sehr oft unklar. Bei der Erforschung des 2D:4D-Verhältnisses im Zusammenhang mit der Sportlichkeit wurden allerdings hohe Korrelationen gefunden (Hönekopp and Schuster, 2010; Voracek et al., 2010).

Testosteron hat einen weitreichenden Einfluss auf die im sportlichen Bereich nützlichen körperlichen Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale (Hettinger, 1960). Vor allem pränatales Testosteron bewirkt viele extragenitale Effekte, die mit sportlicher Leistung im Zusammenhang stehen (Voracek et al., 2006). Hohe pränatale Testosteronwerte fördern die Entwicklung und Aufrechterhaltung von Ausdauer, Geschwindigkeit, Kraft und visuokonstruktiven Fähigkeiten (Manning, 2002; Manning and Taylor, 2001). Bei Männern haben pränatale Androgene großen Einfluss auf die Entwicklung eines effizienten Herz-Kreislauf-Systems (Manning and Taylor, 2001). Zudem bestimmt die pränatale Testosteronkonzentration die Ausprägung von Persönlichkeitsmerkmalen, welche für sportliche Erfolge wichtig sind. So kann von pränatalen Testosteronwerten auf das Risikoverhalten, das Durchsetzungsvermögen, das Engagement in Kampf- und Tobespielen (ähnliche Sportarten), sowie auf das konsequente Einhalten von Trainingsplänen geschlossen werden (Manning, 2002; Manning and Taylor, 2001). Inzwischen wurde eine große Bandbreite an Sportarten auf einen Zusammenhang mit einem kleinen Fingerlängenverhältnis untersucht. So wurden Korrelationen zwischen 2D:4D Verhältnis und der Leistung in Breitensportarten wie Laufen (Manning et al., 2007) und Fußball (Manning, 2002; Manning and Taylor, 2001) gefunden. Auch Sportarten wie Fechten (Bescós et al., 2009; Voracek et al., 2010, 2006), Surfen (Kilduff et al., 2011), Skifahren (Manning, 2002) und Rugby (Bennett et al., 2010), Basketball (Tester and Campbell, 2007) wurden berücksichtigt. Sowohl bei Frauen (Paul et al., 2006), als auch bei Männern (Manning

and Taylor, 2001) korrelierte ein kleines 2D:4D-Verhältnis mit einer guten sportlichen Leistung.

Ebenso wiesen Personen mit einem kleinen 2D:4D-Verhältnis höhere Handkraftwerte auf, als Menschen mit einer großen Digit Ratio (Fink et al., 2006).

Allerdings gibt es auch Studien, welche keine Korrelationen feststellen konnten. So stellte van Anders, (2007) in einer Studie keinen Zusammenhang zwischen den Handkraftwerten und dem 2D:4D-Verhältnis bei Frauen fest. Voracek et al., (2010) stellten bei weiblichen Fechterinnen sogar eine Korrelation in die entgegengesetzte Richtung fest.

Im Grunde kann jedoch anhand der vielen Studien auf einen negativen Zusammenhang von sportlicher Leistung und dem 2D:4D-Verhältnis geschlossen werden. Ein kleines 2D:4D-Verhältnis steht demnach in Korrelation mit sportlichem Erfolg (Manning and Taylor, 2001).

1.4 Körperliche Aktivität und deren Einfluss

Es gibt viele Studien, welche die Auswirkungen von Sport in der Kindheit und Jugend auf das spätere Gesundheitsbewusstsein und die Sportbegeisterung im Erwachsenenalter untersucht haben. Es wurden dabei sehr unterschiedliche Ergebnisse erhalten.

So stellte Darlison, (2000) in einer Studie fest, dass Sport in der Kindheit und Jugend besonders wichtig und von grundlegender Bedeutung für das Führen eines gesundheitsbewussten Lebens im Erwachsenenalter ist. Alle Fähigkeiten und Einstellungen, also der Grundstein für ein gesundes Leben, werden in diesen Lebensabschnitten erlangt (Darlison, 2000).

Es gibt jedoch auch Studien, die zeigen, dass sportliche Aktivität in der Kindheit und Jugend auf die doch so wünschenswert, lebenslängliche Sportaktivität von Erwachsenen so gut wie keinen Einfluss hat (Bernard Marti et al., 1999).

1.5 Untersuchungsziel und Hypothesen dieser Studie

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung eines Geschlechtsunterschieds in der Handkraft, der Handgelenksbreite und dem 2D:4D-Verhältnis und die Untersuchung einer Verbindung von den genannten Parametern mit der Sportlichkeit von Personen. Zudem wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Händigkeit und Handkraft besteht.

Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse aus der Literatur über die Handkraft, das 2D:4D-Verhältnis und der Sportlichkeit können für diese Studie folgende 3 Hypothesen abgeleitet werden:

- 1) Männer übertreffen gleichaltrige Frauen in der Handkraft und der Handgelenksbreite, Frauen hingegen übertreffen Männer in der 2D:4D Ratio.
- 2) Sportliche Aktivität steht in positivem Zusammenhang mit der Handkraft, der Robustizität, gemessen an der Handgelenksbreite, jedoch in einem negativen Zusammenhang mit der 2D:4D- Ratio.
- 3) Handkraft und Handgelenksbreite der dominanten Hand sind ausgeprägter, als an der nicht dominanten Hand.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Stichprobenbeschreibung

In die vorliegende Studie wurden 85 Frauen und 85 Männern im Alter von 18-32 Jahren ($\bar{x}=23,3$; $SD= 3,18$) einbezogen. Als Einschlusskriterium wurde ein Alter zwischen 18 und 33 Jahren definiert, um eine möglichst homogene Stichprobe zu erhalten. Daher wurden potentielle ProbandInnen bereits vor der Datenerhebung von der Verfasserin nach dem Alter befragt. Zu junge oder zu alte Interessenten wurden aus der Studie ausgeschlossen. Als Ausschlusskriterium wurden Verletzungen bzw. Erkrankungen der oberen Extremitäten definiert. Erst kürzlich aufgetretene Verletzungen würden die Messungen und damit die Ergebnisse der Studie beeinflussen. In allen Fällen lagen diese bereits viele Jahre zurück und daher konnten alle Datensätze in die Auswertung einbezogen werden. 97,6 Prozent der ProbandInnen waren StudentInnen. 27,4 Prozent der TeilnehmerInnen absolvierten ein Lehramtsstudium, 24,4 Prozent studierten an der Technischen Universität Wien und 17,9 Prozent studierten Biologie.

2.2 Erhebungsinstrument – Fragebogen

Zunächst wurde eigens für diese Studie ein Datenerhebungsblatt mit insgesamt 18 Items erstellt (siehe Anhang). Der Fragebogenteil (von den TeilnehmerInnen selbst auszufüllen) beinhaltet Fragen zur Person (soziodemographische Daten), zur Anamnese von Verletzungen und Erkrankungen der oberen Extremität, die einen Einfluss auf die anthropometrischen Parameter haben könnten, zur sportlichen Aktivität, sowie den Erhebungsteil des überarbeiteten Edinburgh Handedness Inventorys zur Bestimmung der Händigkeit. Darüber hinaus enthält das Datenerhebungsblatt eine Tabelle zum Einfügen der Messwerte der anthropometrischen Parameter (von der Untersucherin auszufüllen). Das Datenerhebungsblatt wurde möglichst klar strukturiert und übersichtlich gestaltet, um Unklarheiten für die TeilnehmerInnen zu minimieren und ein zügiges Ausfüllen zu ermöglichen. In einer Pilotstudie an 15 Freunden und Bekannten der Verfasserin wurde das Datenerhebungsblatt auf seine Tauglichkeit getestet und optimiert. Darüber hinaus ermöglichte die Pilotstudie der Verfasserin die korrekte Erhebung der anthropometrischen Daten zu üben und so Messfehlern vorzubeugen bzw. Messfehler zu minimieren. Durch die diese Planung

konnte der Zeitaufwand der Datenerhebung pro ProbandIn auf ca. 10 Minuten reduziert werden, was auch die Bereitschaft von Studierenden an er Studie teilzunehmen deutlich erhöhte. Ein Fragebogen hat im Gegensatz zu mündlichen Befragungen oder Interviews viele Vorteile. Der benötigte Zeitraum ist im Gegensatz zu einer mündlichen Befragung der TeilnehmerInnen viel kleiner, die Auswertung der Daten ist einfacher und durch die gegebene Anonymität ist das Risiko der Falschangabe von Daten (Gewicht, Sportausübung) geringer. Bei mündlichen Befragungen machen insbesondere Männer Falschangaben zum Gewicht und geben deren Gewicht um ca. 1 kg geringer an. Bei der genaueren Betrachtung von Gewichtsangaben, fällt auf, dass sehr oft gerundet wird. Das häufige Auftreten von runden Gewichtsangaben deutet darauf, dass Befragte ihr Gewicht nur ungenau angeben können und ihr genaues Gewicht nicht kennen (Kroh, 2005).

Die Anonymität der Befragungssituation in dieser Studie sollte sich daher positiv auf die Richtigkeit der Angaben auswirken.

Oftmals kommt es auch vor, dass Befragte ihre Antworten an die sozialen Erwartungen anpassen, um so negativen Sanktionen aus dem Weg zu gehen. Dies trifft besonders auf Personen mit einem geringen Selbstbewusstsein zu (Baur and Blasius, 2014).

In dieser Studie könnte es bei Fragen zur Sportausübung zu Falschangaben kommen. StudienteilnehmerInnen könnten sich gesellschaftlich unter Druck fühlen und daher angeben, viel Sport zu betreiben, obwohl dies ganz und gar nicht der Fall ist. Dieses Risiko kann leider nicht ausgeschlossen werden. Mit einer neutralen und wertfreien Formulierung der Fragen wurde versucht dem Verfälschen von Antworten entgegenzuwirken.

2.3 Beschreibung der Datenerhebung

Die Datenerhebung wurde im Zeitraum von Dezember 2015 bis Juli 2016 an der Universität Wien, an dessen Biologiezentrum, Sportinstitut, sowie an der Technischen Universität Wien realisiert.

Die Orte wurden gewählt, da für diese Studie StudentInnen befragt werden sollten und so von unsportlichen bis hin zu sportlichen StudentInnen eine Möglichst große Bandbreite gegeben war. Insgesamt konnten 170 Testpersonen durch persönliches Ansprechen der Versuchsleiterin gefunden werden. An öffentlichen Plätzen, vor allem vor Bibliotheken, Aufenthaltsräumen oder nach Vorlesungen wurden die StudentInnen zum Teilnehmen

motiviert. Die Probanden bekamen den Fragebogen vorgelegt und beantworteten die Fragen in schriftlicher Form auf anonymer Basis. Die Versuchsleiterin blieb dabei immer in der Nähe, um für Fragen zur Verfügung zu stehen. Es wurde jedoch auf genügend Abstand zu den Probanden geachtet, um die Anonymität aufrecht zu erhalten. Die Erhebungsdauer (Beantworten des Fragebogens und Messungen) betrug für eine/n TeilnehmerIn ungefähr 10 Minuten. Es wurde bei der Stichprobe auf ein gleiches Verhältnis von Männern und Frauen, sowie von Linkshändern und Rechtshändern geachtet, um bei der Datenauswertung wirksame Vergleiche ziehen zu können. Die Erhebung der Daten geschah ausschließlich durch die Diplomandin.

2.4 Aufbau des Fragebogens

2.4.1 Soziodemographische Daten

Folgende soziodemographischen Parameter wurden erhoben Geschlecht, Alter, Geburtsland, Herkunftsland der Eltern, Studienrichtung, Berufstätigkeit.

2.4.2 Bestimmung zur Händigkeit

Die Handdominanz der StudienteilnehmerInnen wurde mittels der überarbeiteten Version des Edinburgh Handedness Inventory ermittelt (Oldfield, 1971; Williams, n.d.). TeilnehmerInnen wurden aufgefordert in der angeführten Tabelle die Zelle zu kennzeichnen, welche am besten beschreibt mit welcher Hand sie bevorzugt die Aktivität ausüben. Für diese 8 Aktivitäten - Werfen, Schreiben, Zähne bürsten, Schere verwenden, Löffel nehmen, Messer (ohne Gabel) verwenden, Streichholz anzünden, Computer Maus benutzen - sollte hier eine von 5 Präferenzen gekennzeichnet werden. Den anschließenden Berechnungen zufolge konnten so die TeilnehmerInnen in totale LinkshänderInnen (Edinburgh Punktzahl von -100) bis hin zu totalen RechtshänderInnen (Edinburgh Punktzahl von +100) und in beidhändige TeilnehmerInnen (Edinburgh Punktzahl von -200 bis +200) eingeteilt werden (Williams, n.d.).

Anamnese früherer Verletzungen und Erkrankungen der oberen Extremität

Es wurde nach gravierenden Verletzungen an Armen, Händen oder Fingern gefragt, Zusätzlich wurde nach gravierenden Verletzungen an Armen, Händen oder Fingern gefragt, da erst kürzlich aufgetretene Verletzungen die Messungen und Ergebnisse der Diplomarbeit beeinflussen könnten. Nach Erkrankungen, welche die Hände und/oder Arme betreffen (z.B. Rheuma, Gicht, Arthritis), wurde ebenfalls gefragt. Im Falle einer positiven Beantwortung wurde nachfolgend Art und Zeitpunkt dieser erfragt. TeilnehmerInnen mit einer erst kürzlich aufgetretenen, gravierenden Verletzung oder Erkrankung sollten von der Studie ausgeschlossen werden.

2.4.3 Fragen zur sportlichen Aktivität

Der Begriff „Sport“ umfasst in dieser Studie körperliche Aktivitäten, welche bewusst, geplant, strukturiert und regelmäßig wiederholt werden. Weiters muss das Ziel einer körperlichen Leistungssteigerung im Vordergrund stehen.

Zunächst wurde nach der Selbsteinschätzung der Probandinnen hinsichtlich ihrer sportlichen Aktivität gefragt. Sie sollten dabei angeben, ob sie sich selbst als Sportler oder Nicht-Sportler bezeichnen. Danach Sportfrequenz und ausgeübte Sportarten dokumentiert.

3 Auswahlmöglichkeiten „niemals“, „gelegentlich“ und „regelmäßig“ standen zum Ankreuzen zur Verfügung, wobei bei „gelegentlich“ noch angegeben werden sollte, wie oft im Monat Sport betrieben wird und bei der Antwort „regelmäßig“ angeführt werden sollte, wie oft in der Woche sportliche Aktivitäten ausgeübt werden.

Wie bereits erwähnt, ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass das Antwortverhalten durch den heutzutage vorliegenden sozialen Druck beeinflusst wird. Es können daher Falschangaben und Ungenauigkeiten bei den Angaben bezüglich des Aktivitätsverhaltens auftreten.

Personen mit mittlerem bzw. hohem sozialem Status betreiben in der Freizeit mehr Sport und achten auf ausreichend Bewegung, als Menschen mit niedrigerem Sozialstatus. Personen mit niedrigem Sozialstatus sind jedoch im Alltag körperlich aktiver (Lampert, 2013). Allgemein wird Junges Alter positiv mit sportlicher Aktivität in Verbindung ge-

bracht. Die Aktivitätsvorgabe der WHO (Empfehlung pro Woche 2,5 h Aktivität mit mäßiger Intensität und 75 Minuten bei anstrengender Aktivität, mit einer Aktivitätszeit von mindestens 10 Minuten) erreichen Männer häufiger als Frauen (World Health Organization, 2010) (Krug et al., 2013).

Anschließend wurde der sportliche Lebenslauf einer Person mit folgenden Fragen festgehalten: „Haben Sie außerhalb des Sportunterrichts in der Volksschule (ca. 6-11 Jahre) Sport betrieben?“, „Wenn ja, Welchen?“, „Wenn ja, wie oft in der Woche?“. Darauf folgte dieselbe Fragenformulierung, ob in der Höheren Schule Sport betrieben wurde. Zusätzlich wurde gefragt, seit wie vielen Jahren die ProbandInnen bewusst Sport in der Freizeit ausüben. Zum Schluss sollten alle im Moment ausgeübten Sportarten angegeben werden.

2.4.4 Anthropometrische Parameter

Die anthropometrischen Parameter Körperhöhe und Körpergewicht wurden am Probanden nicht direkt gemessen, sondern mit Hilfe des Fragebogens erhoben. Körperhöhe und Körpergewicht dienten zur Berechnung des Body Mass Index (BMI), $\text{Gewicht}/(\text{Größe}/100)^2$, wodurch eine Klassifikation des Gewichtsstatus des TeilnehmerInnen ermöglicht wurde (World Health Organization, 2000). Laut den Richtlinien der WHO gelten Menschen als übergewichtig mit einem Wert zwischen 25 und 29,99. Mit Wert von über 30 wird von Adipositas gesprochen, Werte zwischen 18,5 bis 24,99 errechnen sich bei normalgewichtigen Personen und ein Wert unter 18 sind kennzeichnend für Untergewichtige Personen (World Health Organization, 2000).

Direkt am Probanden wurden die linke und rechte Handgelenksbreite, die Längen der Zeige und Ringfinger sowie die Handkraft bestimmt.

Mit Hilfe einer Digitalen Schieblehre („Digital Caliper“) der Firma „Meister“ wurde zuerst die Handgelenksbreite beidseitig ermittelt. Dabei wurden die ProbandInnen aufgefordert den Unterarm und die Hand mit der Handfläche nach Unten auf einen Tisch zu legen. Durch Abtasten wurden die Processi styloidei radii et ulnae ertastet und via Schieblehre deren Abstand vermessen. Es wurden die Messungen beidseitig und jeweils 2 Mal durchgeführt.

Anschließend wurde zur Bestimmung des 2D:4D Fingerlängenverhältnisses die Länge der Zeige- und Ringfinger an beiden Händen vermessen.

Die Fingerlängen können auch mittels Fotos, Scans, Röntgenbildern oder computergestützter Analyse gemessen werden, wobei mit der letzten Methode die genauesten Messwerte erhalten werden (Allaway et al., 2009).

Für die Studie wurde die Methode der direkten Messungen gewählt, da die Messergebnisse innerhalb weniger Minuten erhalten werden und die Auswertung der Daten schnell erfolgt.

Die Testpersonen wurden aufgefordert die geöffnete Hand mit den ausgestreckten Fingern auf den Tisch zu legen. Mit der digitalen Schieblehre wurde von der Mitte der palmarseitigen Hautfalte am Metacarpophalangealgelenk bis zur Fingerspitze gemessen, wobei darauf geachtet werden musste, dass überstehende Fingernägel nicht miterfasst werden. Alle Messungen wurden 2 Mal hintereinander durchgeführt, um Messfehler zu minimieren und die Daten wurden sofort in der beiliegenden Tabelle notiert. Bei der statistischen Auswertung wurde der Mittelwert der Messungen verwendet. Zur Berechnung der Digit Ratio wurde die Länge des Zeigefingers durch die Ringfingerlänge dividiert.

Die Handkraft beider Hände wurde mit einem Dynamometer ermittelt.

Zuerst wurde die richtige Messposition von der Diplomandin vorgeführt und erklärt. Gemessen wurde in einer aufrechten, sitzenden Ausgangsposition. Der Oberarm ist am Oberkörper adduziert und der Ellbogen um 90 Grad gebeugt. Der Vorderarm befindet sich in einer neutralen Stellung, das Handgelenk in 0-30 Grad Stellung (Mathiowetz et al., 1985).

Diese aufrecht sitzende Messposition, wie oben beschrieben, wird auch bei anderen Studien verwendet. Auf die Winkelung des Ellbogens wird in manchen Studien jedoch verzichtet und mit ausgestrecktem Arm gemessen. Eine Studie bestätigte, dass der gewählte Winkel des Ellbogens keinen Einfluss auf die Messergebnisse hat (Shyam Kumar et al., 2008).

Auf jeder Hand wurde nur einmal gemessen. TeilnehmerInnen wurden vor der Messung darüber informiert und deshalb gebeten wirklich bis ans Kraftlimit zu gehen. Dafür wurden sie zusätzlich während der Messungen lautstark angefeuert und motiviert.

In einigen Studien werden die Handkraftmessungen 3-mal mit Pausen zwischen den Messungen durchgeführt. Mathiowetz et al. (1985) kam in einer Studie zu dem Ergebnis, dass das Erfassen eines Mittelwerts aus 3 Messergebnissen eine höhere Test-Retest-Reliabilität ergibt. Für diese Studie hätte jedoch ein 3-maliges Messen inklusive Pausen den Zeitrahmen gesprengt.

2.4.5 Statistische Aufbereitung und Auswertung der Daten

Nach der Datenerhebung erfolgte eine Auswertung der Daten und Berechnung der Durchschnittswerte mit dem Statistikprogramm SPSS 22. Die Daten jedes Fragebogens wurden eingegeben und anschließend auf Tippfehler sowie auf die Vollständigkeit der Eingaben überprüft.

Folgende statistische Verfahren wurden zur Untersuchung der eingeholten Informationen verwendet: Der Kolmogorov-Smirnov-Test zur Prüfung der Verteilung. Deskriptive Statistiken (Mittelwert, Standardabweichung Range) zur Beschreibung der Stichprobe.

Prüfung von Gruppenunterschieden wurden via Student T-Test, sowie Varianzanalysen mit ANOVA (analysis of variances), Chi2-Test, Kruskal-Wallis H-Test durchgeführt.

3. ERGEBNISSE

3.1 Deskriptive Analyse der Stichprobe

3.1.1 Soziodemografische Merkmale

Geschlecht

Unter den 170 StudienteilnehmerInnen befanden sich 85 Männer und 85 Frauen.

Alter

Das durchschnittliche Alter der ProbandInnen betrug 23, 26 Jahre ($SD = \pm 3,18$ Jahre, wobei die Stichprobe auf Personen zwischen 18 und 33 Jahren begrenzt wurde.

Geburtsland und Herkunftsland der Eltern

84,7 Prozent der ProbandInnen kamen in Österreich zur Welt. Nur 26 (15,3%) der 170 TeilnehmerInnen gaben ein anderes Geburtsland an. Die Verteilung der TeilnehmerInnen nach deren Geburtsländern ist im nachfolgendem Diagramm in Abbildung 1 visuell dargestellt.

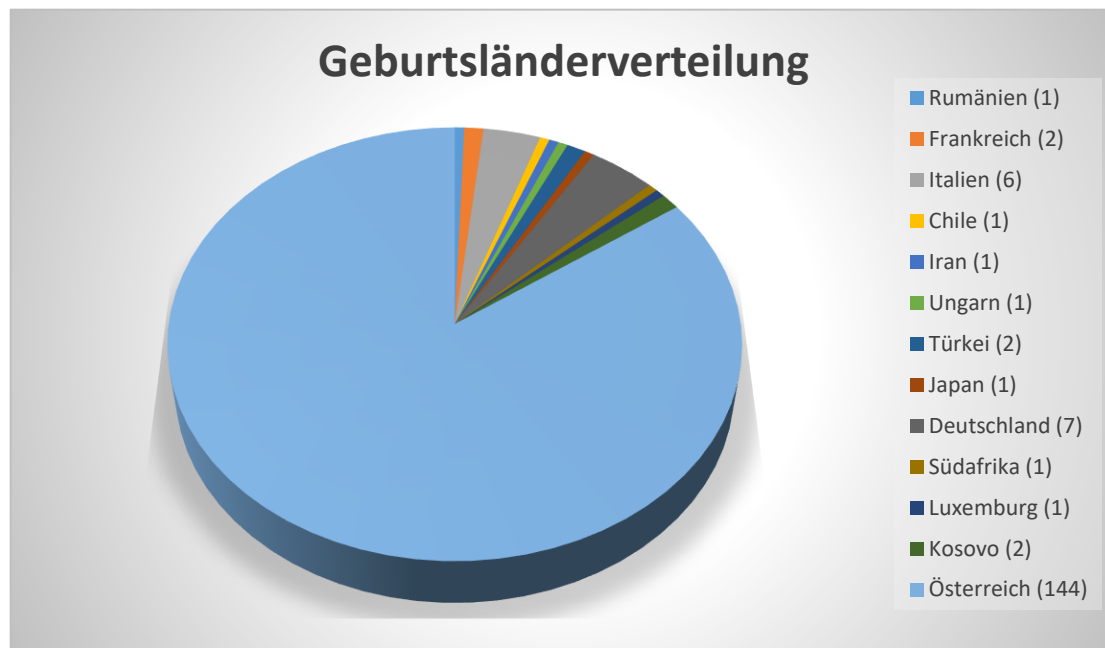


Abbildung 1 Geburtsländerverteilung der ProbandInnen in der Gesamtstichprobe ($N=170$)

Bei 131 Testpersonen (77,1 %) stammte die Mutter, bei 130 TeilnehmerInnen (76,9 %) der Vater aus Österreich (siehe Abbildung 2+3).

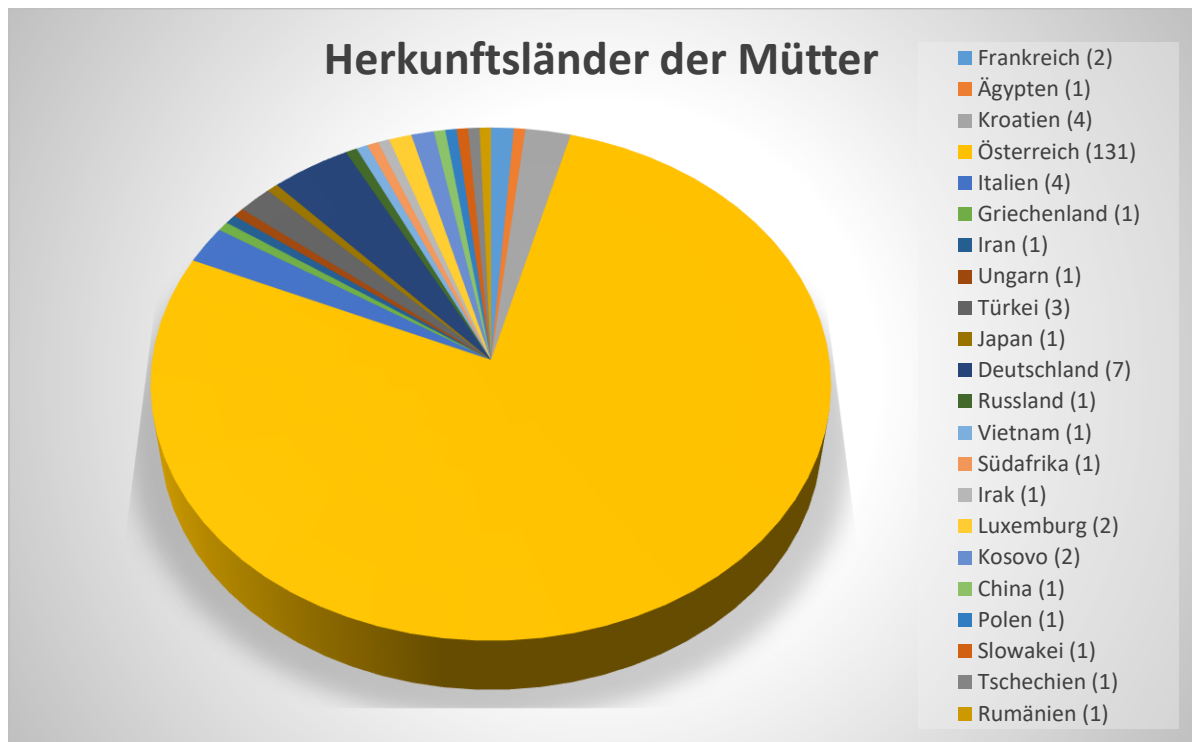


Abbildung 2 Herkunftsländer der Mütter in der Gesamtstichprobe (N=170)

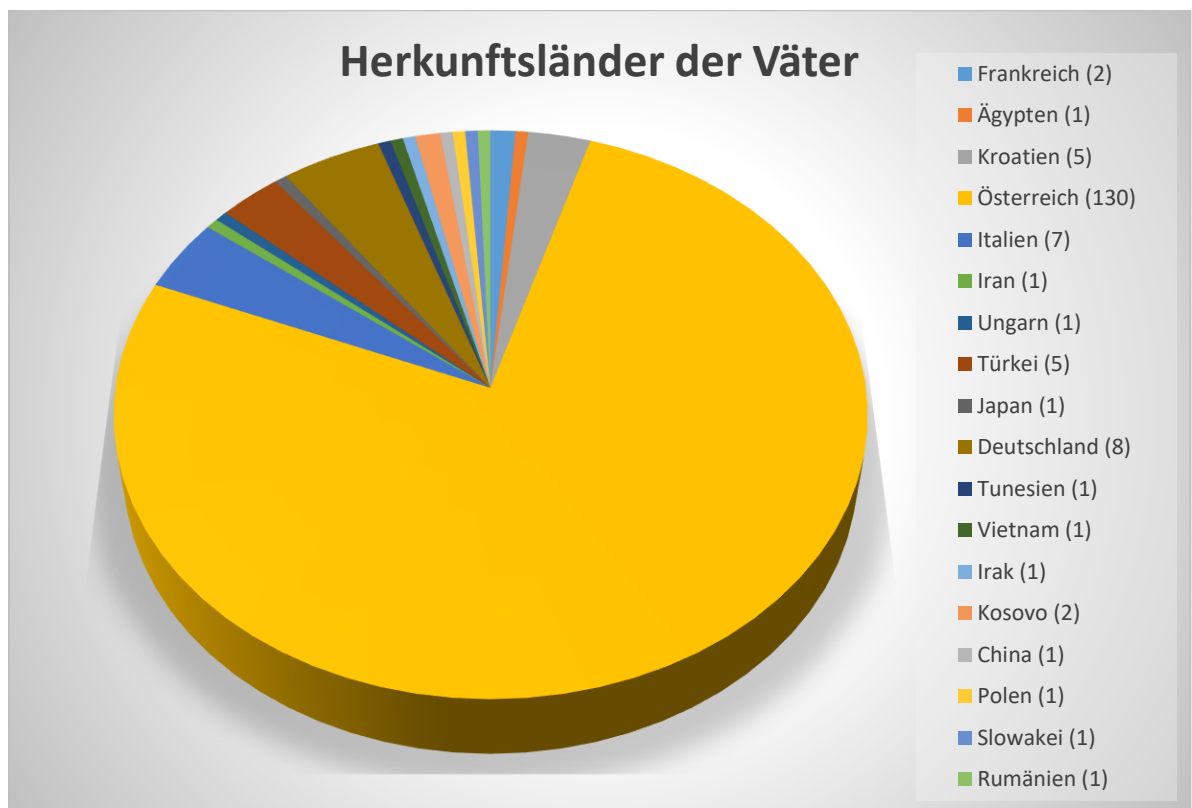


Abbildung 3 Herkunftsländer der Väter in der Gesamtstichprobe (N=170)

Studium und Studienrichtung

Nur 4 TeilnehmerInnen der Stichprobe studierten nicht und 2 StudentInnen aus der Stichprobe gaben keine Angaben zur Studienrichtung.

97,6 Prozent der ProbandInnen studierten, mit 27,4 Prozent waren davon die Lehramtsstudenten am häufigsten vertreten. Darauf folgten StudentInnen an der Technischen Universität Wien (mit 24,4 %) und Biologie-StudentInnen (mit 17,9 %) (siehe Abbildung 4).

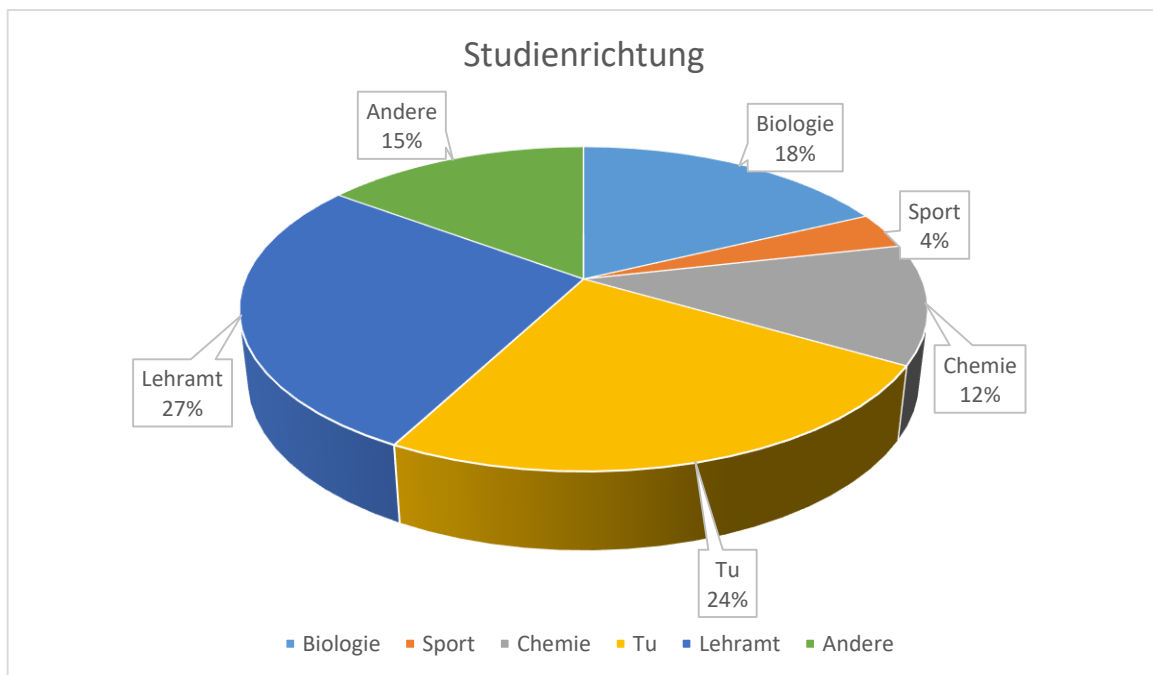


Abbildung 4 Studienrichtung der StudentInnen in Prozent

Beruf

Mit 56,2 Prozent übte die Mehrheit der ProbandInnen keinen Beruf aus. 74 Personen (43,5%) der 170 StudienteilnehmerInnen gehen einer Arbeit, auch neben dem Studium, nach. Bei einer Person sind keine Angaben bekannt.

Es wurde eine weite Bandbreite an Berufen angegeben, welche anschließend von der Diplomandin zu folgenden 4 Berufsgruppen zusammengefügt wurden (vgl. <http://www.bic.at/berufsgruppen.php>) (siehe Abbildung 5):

- 1) Erziehung/Bildung/Soziales
- 2) Gesundheit/Medizin/Pflege
- 3) Gastronomie und Service
- 4) Büro/Handel/Finanzen

- 5) Informatik/EDV/Computertechnik
- 6) Freizeitwirtschaft/Sport

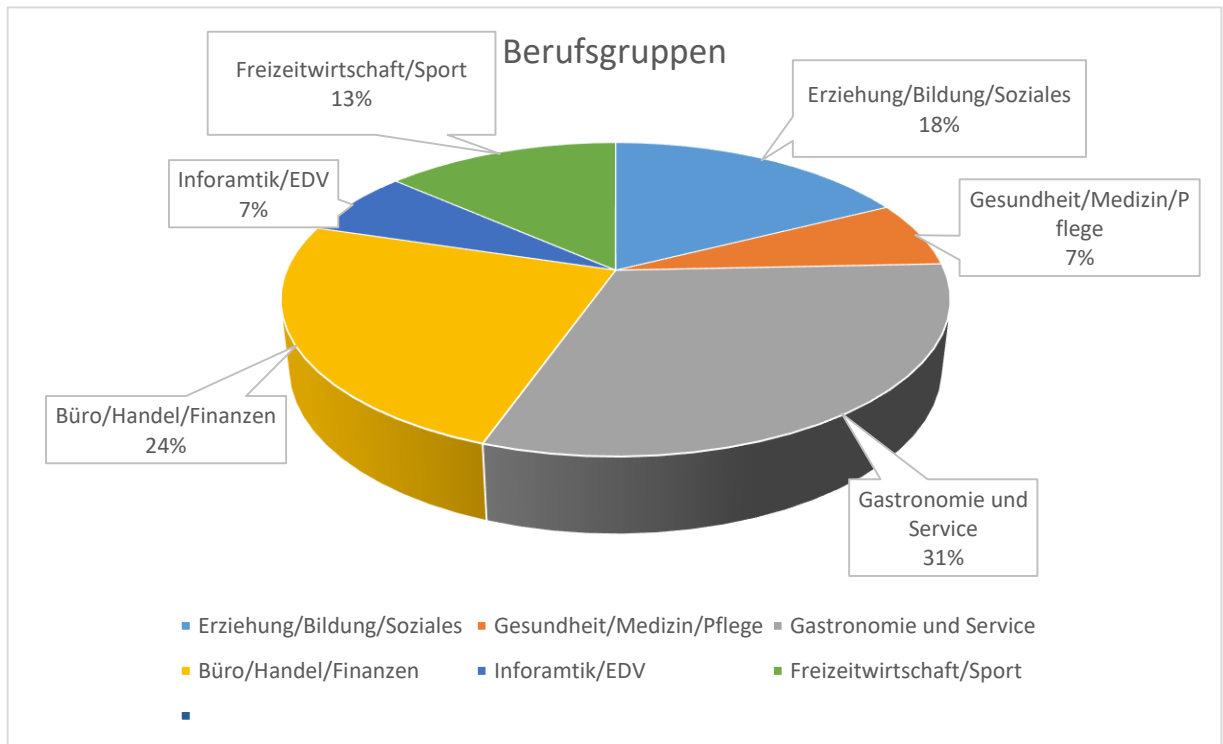


Abbildung 5 Berufsgruppenverteilung – Angabe in Prozent

Anamnese der oberen Extremität

Nur 3 Personen (1,8%) gaben an, sich den Oberarm gebrochen zu haben. 2 ProbandInnen brachen sich den Oberarm vor 15 Jahren, die 3. Person machte keine Zeitangaben. 22 StudienteilnehmerInnen (12,9%) brachen sich den Unterarm in einer Zeitspanne von vor 5 bis 25 Jahren.

5 ProbandInnen (3%) erlitten einen Bruch in der Hand, welcher sich vor 5 bis 18 Jahren ereignete. Am häufigsten brachen sich Personen einen Finger (18). Diese Brüche geschahen in einer Zeitspanne von 1 bis 18 Jahren. An Ringfinger und Zeigefinger, die für diese Studie wichtigsten Finger, erlitten nur 8 Personen (vor 1 bis 18 Jahren) einen Bruch. Am Oberarm trugen sich nur 4 Personen (vor 6 bis 20 Jahren) Verletzungen zu. Den Unterarm verletzten sich nur 3 Personen (vor 5 bis 8 Jahren) gravierend. Verletzungen an der Hand erlitten 6 Personen (vor 2 bis 19 Jahren). Vor 6 bis 24 Jahren zogen sich insgesamt 7 ProbandInnen gravierende Verletzungen zu. Nur 4 StudienteilnehmerInnen vermerkten

Erkrankungen wie Neurodermitis oder Sehnenscheidenentzündung. Der Ausbruch der Erkrankung ereignete sich vor 1 bis 10 Jahren.

Da Brüche, gravierenden Verletzungen und Erkrankungen in allen Fällen bereits viele Jahre zurücklagen, stellten diese kein Ausschlusskriterium dar und alle Datensätze konnten in die Analyse einbezogen werden.

3.2 Geschlechtsunterschiede

3.2.1. Anthropometrische Parameter

Tabelle 1 Die somatometrischen Merkmale von Männern und Frauen im Vergleich

Variablen	Männer		Frauen		Sig.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
Körperhöhe (cm)	180,18	6,097	166,95	6,334	p=0,000
Körpergewicht (kg)	76,09	12,720	60,16	8,940	p=0,000
BMI	23,39	3,340	21,60	3,235	p=0,001
Handkraft rechts (kg)	50,75	7,661	31,36	5,446	p=0,000
Handkraft links (kg)	48,87	7,690	30,25	5,123	p=0,000
Handgelenksbreite rechts (mm)	56,78	2,810	50,45	2,520	p=0,000
Handgelenksbreite links (mm)	57,34	3,040	50,88	2,490	p=0,000
2D:4D rechts	0,9645	0,036	0,9739	0,030	p=0,068
2D:4D links	0,9865	0,087	0,9872	0,037	p=0,944

3.2.1.1 Körperhöhe

Durchschnittlich wiesen die Probanden eine Körperhöhe von 173,56cm (SD= -/+ 9,08) auf. Die kleinste Person in der Stichprobe besaß eine Größe von 154cm. Mit 197cm Körpergröße übertraf die größte Person alle anderen TeilnehmerInnen.

Männer waren mit einer durchschnittlichen Körperhöhe von 180,18cm (SD=-/+6,1) signifikant größer als die Frauen mit einem Körpergrößen-Mittelwert von 166,95cm (SD=-/+6,3) (siehe Tabelle 1).

3.2.1.2 Körpergewicht

Das durchschnittliche Körpergewicht betrug 68,13 kg (SD=-/+ 13,56), wobei die leichteste Person 48,00 kg wog und die schwerste Person 120 kg auf die Waage brachte.

Das durchschnittliche männliche Körpergewicht betrug 76,09 kg (SD=-/+12,72), Frauen wogen im Mittel 60,16kg (SD=-/+8,94) (siehe Tabelle 1).

Frauen sind in dieser Stichprobe also signifikant ($p=0,000$) leichter.

3.3.1.3 BMI (Body-Mass-Index)

Der durchschnittliche BMI beträgt 22,50 (SD=-/+ 3,40), der laut WHO Richtlinien auf Normalgewicht hinweist.

7,1 % der Personen in der Stichprobe sind als untergewichtig einzustufen, 76,5 % als normalgewichtig, 12,9 % als übergewichtig und 3,5 % gelten als adipös.

Werden die Geschlechter getrennt betrachtet, sind folgende BMI Ergebnisse zu entnehmen (siehe Abbildung 6+7+8):

Der durchschnittliche BMI für männliche Probanden beträgt 23,39 (SD=-/+3,34) und für Frauen wurde ein BMI von 21,60 (SD=-/+3,23) errechnet (siehe Tabelle 1).

9 Frauen (10,6%) sind laut der WHO- Einteilung als untergewichtig einzustufen. 82,4 % der Frauen (65) sind im Bereich der normalgewichtigen Personen, 4,7% (4) gelten als übergewichtig und 2,4% (2) sind adipös (siehe Abbildung 6).

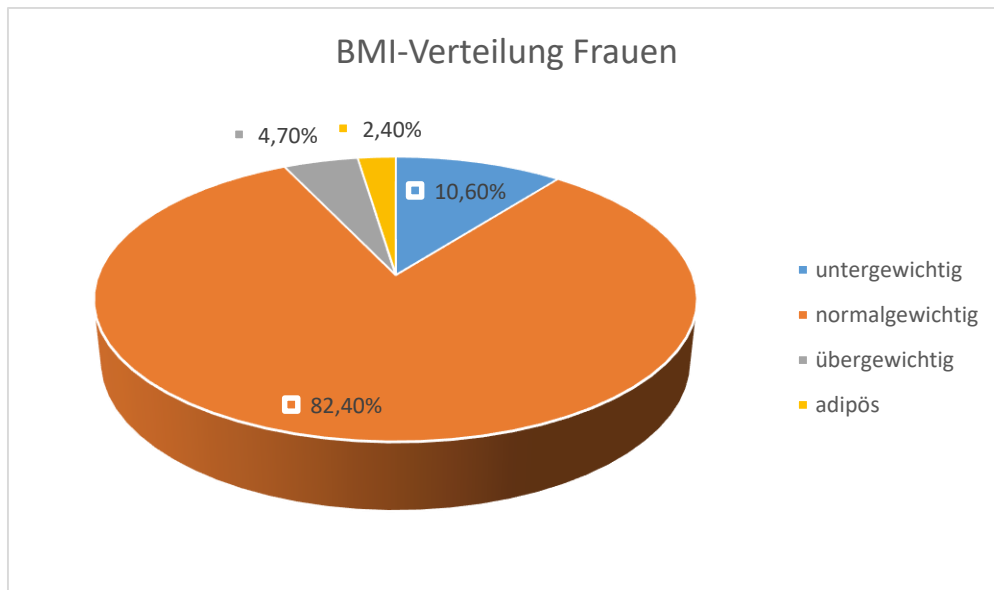


Abbildung 6 Anteil der Untergewichtigen, Normalgewichtigen, Übergewichtigen und Adipösen Frauen an der Stichprobe in Prozent (N=85)

Bei den Männern sind 3,5% (3) untergewichtig und 70,6% (60) im Bereich der Normalgewichtigen Personen. 21,2% (18) Männer gelten als übergewichtig und 4,7% (4) sind adipös (siehe Abbildung 7).

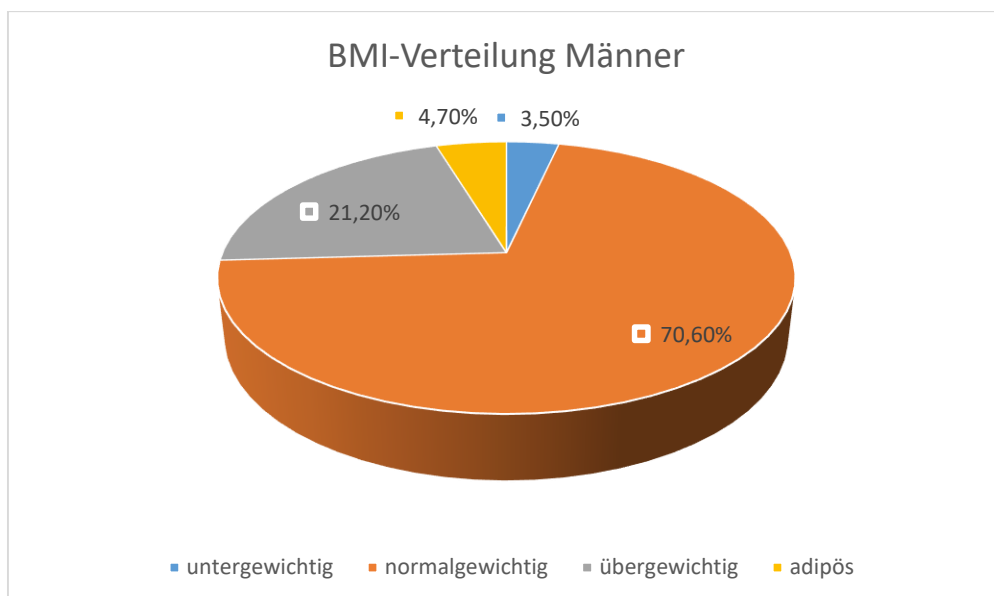


Abbildung 7 Anteil der Untergewichtigen, Normalgewichtigen, Übergewichtigen und Adipösen Männer an der Stichprobe in Prozent (N=85)

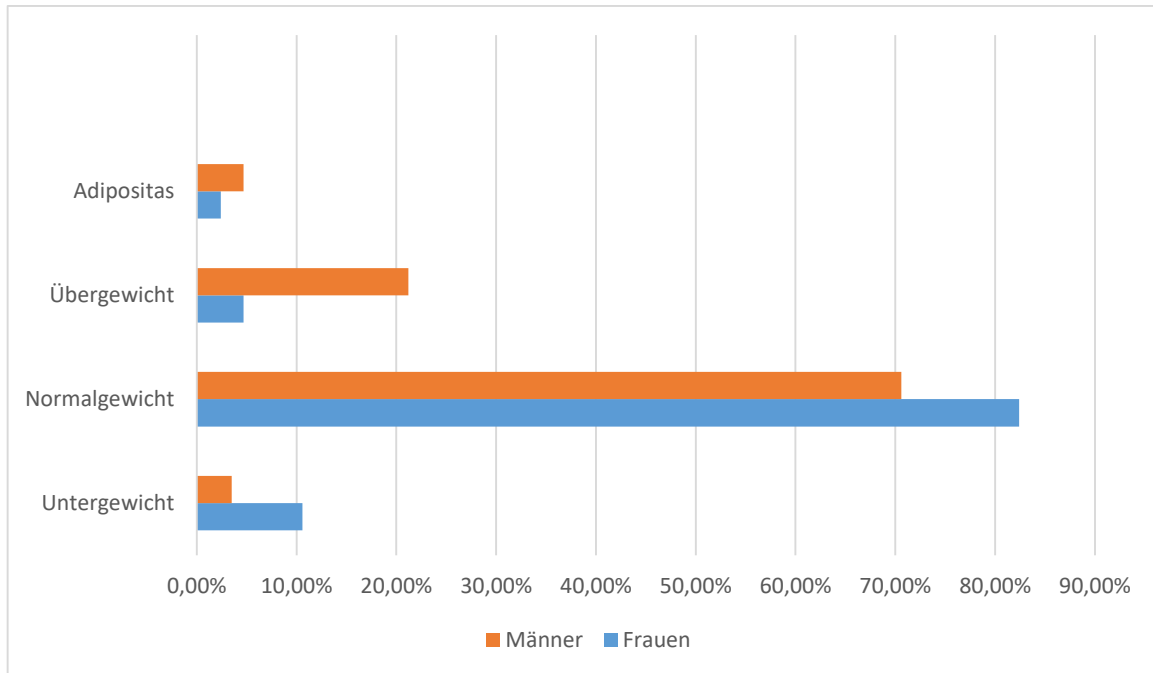


Abbildung 8 Vergleich zwischen Männer und Frauen innerhalb der BMI-Klassen Untergewicht, Normalgewicht, Übergewicht, Adipositas in Prozent (Männer: N=85; Frauen: N=85); $\chi^2=0,004$

Beim Vergleich der BMI-Werte von Männern und Frauen, sind in dieser Studie mehr Männer (21,2 % übergewichtig und 4,7 % adipös) übergewichtig als Frauen (4,7 % übergewichtig, 2,4 % adipös) und besitzen einen höheren BMI (siehe Abbildung 8). Erschreckend viele Frauen, nämlich 10,6 %, sind in dieser Studie laut BMI-Einteilung untergewichtig. In dieser Studie ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Gewichtsklasse ersichtlich ($\chi^2=0,004$). Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Zusammenhang durch Zufall entstanden ist, ist mit 0,4 Prozent sehr gering. Diese Ergebnisse sind logisch und nachvollziehbar, da Männer allgemein eine höhere Körpergröße und mehr Muskelmasse besitzen.

3.2.1.4 Handkraft

Männer weisen eine signifikant höhere Handkraft auf als Frauen (siehe Tabelle 2 und Abbildung 9). Es ist daher ein signifikanter Geschlechtsunterschied feststellbar.

Tabelle 2 Handkraftwerte in kg von Männern und Frauen

Variablen	Männer		Frauen		Sig.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
Handkraft links (kg)	48,87	7,7	30,25	5,1	p=0,000
Handkraft rechts (kg)	50,75	7,7	31,36	5,4	p=0,000

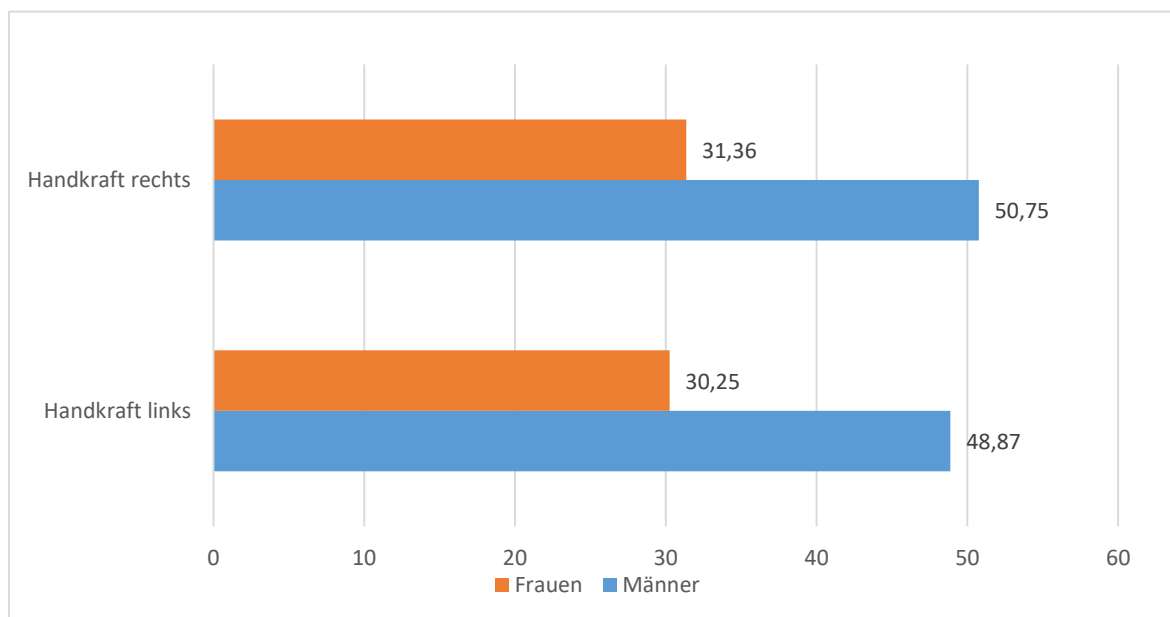


Abbildung 9 Vergleich der Handkraft-Mittelwerte in kg von Frauen und Männern

3.2.1.5 Handgelenksbreite

Männer besitzen in dieser Studie im Vergleich zu Frauen signifikant ($p < 0,001$) größere Handgelenksbreiten auf beiden Händen (siehe Tabelle 3).

Männer haben auf der rechten Hand einen Handgelenksbreite-Mittelwert von 56,78mm (SD=+/− 2,8), Frauen eine Handgelenksbreite von 50,45mm (SD=+/− 2,5). Links verfügen Männer über eine durchschnittliche Handgelenksbreite von 57,34mm (SD=+/− 3,0), bei Frauen ist die Handgelenksbreite auf der linken Hand nochmals mit 50,88mm (SD=+/− 2,5) kleiner.

Tabelle 3 Vergleich Mittelwerte der Handgelenksbreiten (mm) links und rechts zwischen Frauen und Männern

	Männer		Frauen		Sig.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
Handgelenksbreite links (mm)	57,34	3,04	50,88	2,5	P=0,000
Handgelenksbreite rechts (mm)	56,78	2,8	50,45	2,5	P=0,000

3.2.1.6 2D:4D-Verhältnis

Bei der Digit Ratio zeigt sich weder links noch rechts ein signifikanter Geschlechtsdimorphismus (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 Geschlechtsunterschied und Digit Ratio

	Männer		Frauen		Sig.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
2D:4D links	0,9865	0,0870	0,9872	0,0366	p=0,944
2D:4D rechts	0,9645	0,0363	0,939	0,0301	p=0,068

3.3 Lateralisation (Händigkeit) und anthropometrische Merkmale

Händigkeit

Unter den insgesamt 170 Personen waren 33 Linkshänder (19,4%), 20 Beidhänder (11,8%) und 117 Rechtshänder (68,8%).

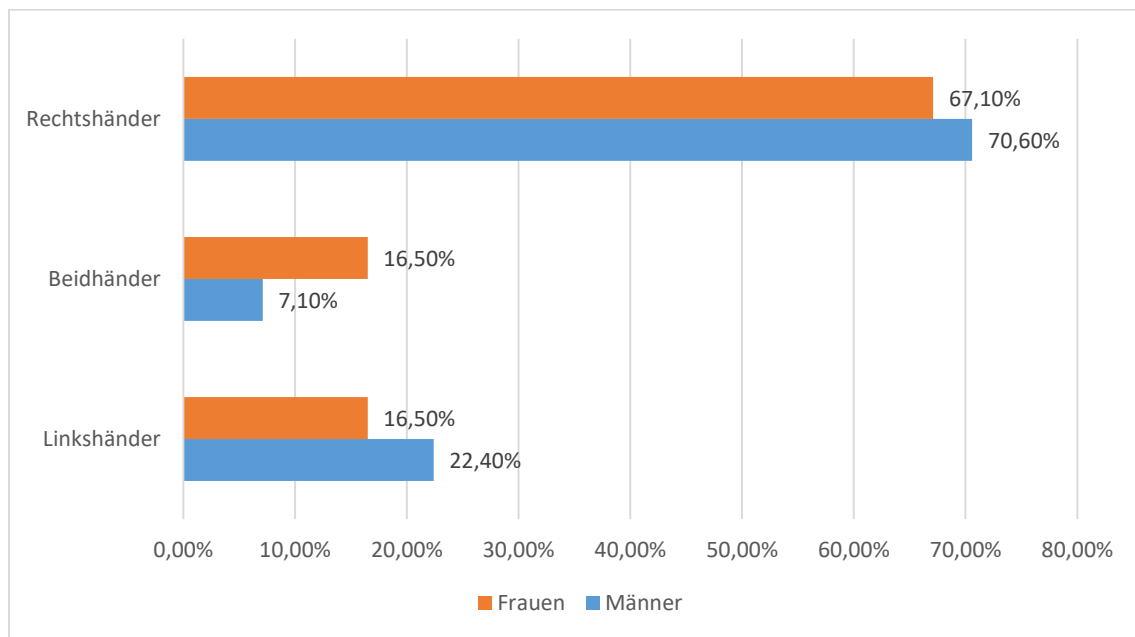


Abbildung 10 Händigkeit und Geschlecht in Prozent; Männer: N=85, Frauen: N=85

Mit 70,6 Prozent waren mehr rechtshändige Männer in der Stichprobe vertreten. Ebenso gab es mehr linkshändige Männer (22,4 %) als Frauen (16,5 %). Im Vergleich zu den 7,1 % an beidhändigen Männern, gab es mit 16,5 % mehr beidhändige Frauen. Laut Chi-Quadrat-Test besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen Geschlecht und Händigkeit ($\chi^2 = 0,133$).

In vielen Studien scheint jedoch das Geschlecht die Händigkeit zu beeinflussen. So sind Männer häufiger Linkshänder als Frauen (Gilbert and Wysocki, 1992; Peters et al., 2006).

3.2.1 Händigkeit und Handkraft

Wie aus der Tabelle 5 ersichtlich, sind männliche Linkshänder mit der linken Hand signifikant stärker als mit der rechten Hand. Rechtshänder zeigten eine höhere Handkraft auf der rechten Hand und die beidhändigen männlichen Probanden waren durchschnittlich am stärksten.

Wird nur in Links- und Rechtshänder eingeteilt ist dieser Unterschied in der Handkraft noch offensichtlicher. Linkshänder in dieser Stichprobe waren in der linken Hand um durchschnittlich um 2,99kg stärker als Rechtshänder ($p=0,117$). In der rechten Hand waren wiederum Rechtshänder um 2,53kg stärker als Linkshänder ($p=0,184$).

Bei rechtshändigen Männern ist ein größerer Kraftunterschied (Rechtshänder: 3,65kg; Linkshänder: 2,35kg) zwischen linker und rechter Hand ersichtlich, als bei Linkshändern.

Tabelle 5 Vergleich Handkraft (kg) und Händigkeit bei Männern

Männer								
	Handkraft Links - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Handkraft Rechts- $\bar{x}$	SD	Min.	Max.
Linkshänder	50,19	6,88	34,20	60,90	47,84	6,82	32,60	60,00
Beidhänder	56,63	6,15	47,70	63,40	54,18	7,20	45,90	61,40
Rechtshänder	47,67	7,64	29,70	69,30	51,32	7,79	36,30	70,10
Signifikanz	$p=0,015$				$p=0,12$			

Linkshändige Frauen sind auf der linken Hand signifikant kräftiger und rechtshändige Frauen verfügen über eine signifikant größere Handkraft auf der rechten Hand. Beidhändige Frauen verfügen über eine allgemein signifikant größere Handkraft (links und rechts), als Linkshänderinnen und Rechtshänderinnen (siehe Tabelle 6).

Bei einer Reduktion der Einteilung auf Rechts-und-Linkshänder ist zusätzlich ein eindeutiger Handkraftunterschied erkennbar. Linkshänderinnen waren mit der linken Hand um

durchschnittlich 2kg kräftiger als Rechtshänder ($p=0,158$). Rechtshändige Frauen waren mit der rechten Hand signifikant um 2,6 kg stärker als Linkshänderinnen ($p=0,044$). Die Kraftdifferenz ist bei rechtshändigen Frauen minimal größer als bei Linkshänderinnen (Kraftunterschiede: Rechtshänderinnen: 2,31kg; Linkshänderinnen: 2,29kg).

Tabelle 6 Vergleich Handkraft (kg) und Händigkeit bei Frauen

Frauen								
	Handkraft Links - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Handkraft Rechts- $\bar{x}$	SD	Min.	Max.
Linkshänder	29,88	4,51	24,50	39,20	27,59	4,33	20,00	35,60
Beidhänder	33,26	5,67	26,90	48,50	32,92	7,46	23,80	49,60
Rechtshänder	29,60	4,94	16,00	48,50	31,91	4,77	22,00	41,20
Signifikanz	$p=0,05$				$p=0,01$			

3.2.2 Händigkeit und Handgelenksbreite

Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Händigkeit und Handgelenksbreite innerhalb der Geschlechter. Es war lediglich ein minimaler Breitenunterschied der Handgelenke feststellbar.

Männliche Linkshänder zeugten nur von einer gering größeren Handgelenksbreite auf der linken Hand, im Vergleich zu den Rechtshändern (gleiches Ergebnis bei Rechtshänder auf der linken Hand). Die beidhändigen Männer besaßen die breitesten Handgelenke.

Tabelle 7 Händigkeit und Handgelenksbreite bei Männern (N=85)

Männer								
	Handgelenks- breite Links (mm) - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Handgelenks- breite Rechts (mm) - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.
Linkshänder	57,73	3,51	48,38	64,81	56,50	2,51	50,07	61,42
Beidhänder	59,47	1,69	57,78	61,58	57,90	3,13	54,89	62,81
Rechtshänder	57,01	2,92	51,46	64,14	56,76	2,88	51,84	64,23
Signifikanz	p=0,137				p=0,570			

Bei den Frauen hatten Rechtshänderinnen eine größere Handgelenksbreite als Linkshänderinnen und BeidhänderInnen. Bei der linken Handgelenksbreite kam es jedoch zu ganz anderen Ergebnissen. Hier besaßen Rechtshänderinnen eine größere linke Handgelenksbreite als Linkshänderinnen.

Tabelle 8 Händigkeit und Handgelenksbreite bei Frauen (N=85)

Frauen								
	Handgelenks- breite Links (mm) - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Handgelenks- breite Rechts (mm)- $\bar{x}$	SD	Min.	Max.
Linkshänder	50,14	1,99	47,82	53,96	49,33	2,39	46,21	55,69
Beidhänder	50,98	2,59	47,40	55,45	50,12	2,66	45,91	56,47
Rechtshänder	51,04	2,58	44,93	58,45	50,81	2,46	44,12	56,58
Signifikanz	p=0,482				p=0,121			

3.2.3 Händigkeit und Digit Ratio (2D:4D-Verhältnis)

Sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen zeigt sich kein signifikanter Unterschied im 2D:4D-Verhältnis zwischen Links-Beid- und- Rechtshändern (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10).

Tabelle 9 Händigkeit und Digit Ratio bei Männern

Männer									
	Digit Ratio Links - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Digit Ratio Rechts- $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Sig.
Linkshänder	0,98805	0,0278	0,92	1,03	0,9627	0,0397	0,91	1,04	p > 0,05
Beidhänder	0,9686	0,0351	0,93	1,01	0,9621	0,0303	0,93	1,00	p > 0,05
Rechtshänder	0,9901	0,1019	0,88	1,71	0,9653	0,0363	0,86	1,05	p > 0,05

Tabelle 10 Händigkeit und Digit Ratio bei Frauen

Frauen									
	Digit Ratio Links - $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Digit Ratio Rechts- $\bar{x}$	SD	Min.	Max.	Sig.
Linkshänder	0,9883	0,0625	0,90	1,17	0,9654	0,0399	0,92	1,04	p > 0,05
Beidhänder	0,9794	0,0369	0,92	1,07	0,9623	0,0281	0,93	1,02	p > 0,05
Rechtshänder	0,9888	0,0276	0,91	1,04	0,9788	0,0269	0,92	1,04	p > 0,05

3.4 Sportliche Aktivität

Sportlichkeit

Von allen 170 Personen bezeichneten sich 106 (62,4%) ProbandInnen als Sportler und 64 (37,6%) als Nichtsportler.

Nur 9 (5,3 %) TeilnehmerInnen gaben an niemals Sport zu betreiben. 36,5% (62 Personen) machen gelegentlich Sport und 58,2% (99 Personen) gehen regelmäßig sportlichen Aktivitäten nach.

Die meisten GelegenheitssportlerInnen mit 7,6% (13) betreiben 4- mal im Monat Sport, gefolgt von 6,5% (11) mit 6- mal im Monat und 5,3 % (9) mit 5- mal im Monat. Eine Person gab an 11- mal im Monat sportlich aktiv zu sein und 4 Personen gaben an sich 7- bis 8-mal pro Monat sportlich zu betätigen. Hierbei ist eindeutig erkennbar, dass sich die Selbsteinschätzungen der Menschen zum Thema Sport sehr unterscheiden. Laut der Sportfrequenzeinteilung in dieser Studie hätte für diese ProbandInnen auch die Kategorie der regelmäßigen-sportlich-aktiven Personen zugetroffen.

Von 1-bis 25- mal in der Woche betreiben die regelmäßig-aktiven TeilnehmerInnen Sport. Mit 12,9% (22) ist der Großteil der ProbandInnen 3-mal in der Woche aktiv, gefolgt von 20 Personen (11,8%) mit 2-mal Sport in der Woche und 15 Personen (8,8%) mit 4-mal Sport in der Woche.

Sport in der Schulzeit

Von den 170 StudienteilnehmerInnen gaben 127 Personen (74,7%) an, in der Volksschulzeit Sport in der Freizeit betrieben zu haben. In der Höheren Schule betrieben sogar 132 Personen (77,6%) in der Freizeit Sport.

Mit der Sportausübung wurde durchschnittlich vor 8,7 Jahren begonnen. Die ProbandInnen begannen also mit einem Durchschnittsalter von 15 Jahren zu sporteln.

Sport und physiologische Parameter

Allgemein waren SportlerInnen in dieser Stichprobe um 2cm größer und besaßen ein um 1kg höheres Körpergewicht. Der BMI unterschied sich nur geringfügig (22,8 bei Nichtsportlern und 22,6 bei Sportlern). Laut WHO BMI-Richtlinien sind in dieser Stichprobe SportlerInnen, als auch NichtsportlerInnen normalgewichtig, jedoch können auf Basis dieses Ergebnisses keine Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit gezogen werden

($p=0,789$). SportlerInnen waren auf beiden Händen stärker (links und rechts um 3,5kg). Die Handgelenksbreite war auf beiden Händen bei sportlichen ProbandInnen größer (um 0,45mm rechts; 0,75mm links).

Tabelle 11 Vergleich der Mittelwerte verschiedener Parameter von Sportlern und Nichtsportlern (Parameter: Körperhöhe, Gewicht, BMI, Handkraft, Handgelenksbreite, 2D:4D)

	Sportler		Nichtsportler		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	Sig.
Körperhöhe (cm)	174,3	8,535	172,3	9,851	$p>0,05$
Körpergewicht (kg)	69,1	16,223	68,1	15,187	$p>0,05$
BMI	22,6	4,650	22,8	4,048	$p>0,05$
Handkraft rechts (kg)	42,4	11,182	38,9	12,453	$p>0,05$
Handkraft links (kg)	40,9	10,964	37,4	11,823	$p>0,05$
Handgelenksbreite rechts (mm)	54,15	4,04	52,75	4,18	$p=0,492$
Handgelenksbreite links (mm)	54,85	4,03	52,89	4,39	$p=0,291$
2D:4D rechts	0,9653	0,033	0,9757	0,034	$p=0,051$
2D:4D links	0,9792	0,035	0,9994	0,0981	$p=0,056$

SportlerInnen in dieser Stichprobe besaßen ein kleineres 2D:4D Verhältnis auf beiden Händen. Demzufolge konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sportlichkeit und Digit Ratio auf beiden Händen (Digit Ratio rechts $p=0,051$; Digit Ratio links $p=0,056$), festgestellt werden (siehe Tabelle 11).

Geschlechter getrennt betrachtet

Mit Hilfe des T-Tests wurden die Daten der Männer und Frauen getrennt, nach der Sportlichkeit ausgewertet. Folgende Ergebnisse wurden erhalten:

1. Männer

Sportliche Männer waren um 1,3cm kleiner, hatten durchschnittlich um ein halbes Kilo weniger Gewicht und waren mit der rechten Hand minimal schwächer (0,05kg). In der linken Hand wiesen sie jedoch um 0,38kg mehr Kraft auf als unsportliche Männer. Männliche Sportler besaßen eine durchschnittlich größere Handgelenksbreite auf beiden Händen (siehe Tabelle 12). Bei diesen Ergebnissen konnte allerdings keine Signifikanz festgestellt werden.

Tabelle 12 Vergleich der gemessenen Parameter (Mittelwerte) bei männlichen Sportlern und Nichtsportlern

MÄNNER					
	Sportler		Nichtsportler		Sig.
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
Körperhöhe (cm)	179,68	6,179	181,00	5,981	p>0,05
Körpergewicht (kg)	77,18	17,677	77,71	14,663	p>0,05
BMI	23,93	5,754	23,64	3,787	p>0,05
Handkraft rechts (kg)	50,76	7,276	50,81	8,631	p>0,05
Handkraft links (kg)	49,08	7,626	48,7	7,957	p>0,05
Handgelenksbreite rechts (mm)	56,93	2,799	56,48	2,845	p>0,05
Handgelenksbreite links (mm)	57,59	2,999	56,85	3,11	p>0,05
2D:4D rechts	0,962	0,037	0,969	0,035	p=0,426
2D:4D links	0,975	0,037	1,01	0,141	p=0,088

Sportler zeichneten sich auf beiden Händen mit einem durchschnittlich kleineren 2D:4D-Verhältnis aus (p>0,05; siehe Tabelle 12).

2. Frauen

Sportliche Frauen waren signifikant um 2,76 cm größer ($p=0,054$) und verfügten auf beiden Händen über signifikant mehr Kraft (Mittelwertdifferenz rechts: 3,39kg; $p=0,006$; Mittelwertdifferenz links: 3,03kg; $p=0,007$).

Aus den Daten ist zu entnehmen, dass die Handgelenksbreite bei SportlerInnen signifikant größer ist (siehe Tabelle 13; Handgelenksbreite rechts $p=0,040$; Handgelenksbreite links $p=0,000$). Bei Körpergewicht und BMI konnten keine signifikanten Ergebnisse erhalten werden. In der Stichprobe waren sportliche Frauen etwas leichter (um 0,7 kg; $p=0,735$) und besaßen einen geringeren BMI ($p=0,156$).

Tabelle 13 Vergleich der gemessenen Parameter (Mittelwerte) bei weiblichen Sportlern und Nichtsportlern

FRAUEN					
	Sportler		Nichtsportler		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	Sig.
Körperhöhe (cm)	168,32	6,612	165,56	6,304	$p=0,054$
Körpergewicht (kg)	60,00	7,357	60,67	10,886	$p>0,05$
BMI	21,17	2,250	22,17	4,179	$p>0,05$
Handkraft rechts (kg)	32,98	6,164	29,59	4,375	$p=0,006$
Handkraft links (kg)	31,65	5,328	28,617	4,612	$p=0,007$
Handgelenksbreite rechts (mm)	50,97	2,590	49,84	2,324	$p=0,040$
Handgelenksbreite links (mm)	51,75	2,442	49,813	2,222	$p=0,000$
2D:4D rechts	0,9691	0,028	0,9811	0,032	$p=0,066$
2D:4D links	0,984	0,032	0,9914	0,042	$p=0,351$

Es ist eindeutig ersichtlich, dass sportliche Frauen ein kleineres 2D:4D-Verhältnis haben (siehe Tabelle 13).

Aufgrund der signifikanten Ergebnisse ($p=0,066$) der rechten Hand kann annähernd auf eine allgemein kleinere Digit Ratio bei Sportlerinnen induziert werden.

Die Messergebnisse der linken Hand lassen jedoch aufgrund der fehlenden Signifikanz ($p=0,351$) keine verallgemeinerten Schlussfolgerungen zu.

Mittels Kruskal-Wallis-Test wurde zur Überprüfung der Hypothesen innerhalb der Geschlechter zwischen SportlerInnen und NichtsportlerInnen die Signifikanz der Unterschiede geprüft (siehe Tabelle 14). Bei den Männern konnten wie bei dem T-Test keine signifikanten Schlussfolgerungen gezogen werden.

Die Ergebnisse der Frauen sind jedoch bei einigen Parametern eindeutig signifikant. So sind sportliche Frauen größer ($p=0,042$), besitzen eine größere Handkraft auf beiden Händen (rechts: $p=0,009$; links: $p=0,010$) und besitzen ein breiteres Handgelenk (rechts: $p=0,038$; links: $p=0,000$). Das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand ist ebenso bei sportlichen Frauen signifikant kleiner ($p=0,063$).

Tabelle 14 Kruskal-Wallis-Test

	Frauen	Männer
Körperhöhe	0,042	0,214
BMI	0,700	0,733
Handkraft Rechts	0,009	0,835
Handkraft links	0,010	0,639
Handgelenksbreite Rechts	0,028	0,388
Handgelenksbreite Links	0,000	0,352
Digit Ratio Rechts	0,063	0,531
Digit Ratio Links	0,540	0,232

DISKUSSION

Hier werden nun die Ergebnisse der statistischen Auswertung präsentiert, interpretiert und die aufgestellten Hypothesen verifiziert oder falsifiziert. Getestet wurden 170 Personen, davon 85 Männer und 85 Frauen, mit einem durchschnittlichen Alter von 23,3 Jahren (18-33 Jahre).

1. Männer übertreffen gleichaltrige Frauen in der Handkraft und der Handgelenksbreite, Frauen hingegen übertreffen Männer in der 2D:4D Ratio.

Die durchschnittlichen Handkraftwerte der ProbandInnen betragen an der linken Hand 48,87kg (SD 7,7) bei Männern und 30,25kg (SD 5,1) bei Frauen. An der rechten Hand zeigen die Männer eine durchschnittliche Handkraft von 50,75kg (SD 7,7) und die Frauen 31,36kg (SD 5,4). Damit haben die Männer um 18,62kg bzw. 19,39kg höhere Handkraftwerte als die Frauen. In der Handkraft konnte ein signifikanter Geschlechtsunterschied festgestellt werden. Männer erreichen in der gesamten Lebenszeit höhere Handkraftwerte als Frauen, wobei im Alter zwischen 25 und 39 Jahren die höchsten Messergebnisse zu entnehmen sind (Mathiowetz et al., 1985). In der 1985 durchgeführten Studie von Mathiowetz et al. betrugen die durchschnittlichen Handkraftwerte bei Männern an der linken Hand 47,4kg (SD 9,8) und bei Frauen 27,7kg (SD 5,9). An der rechten Hand hatten die Männer eine durchschnittliche Handkraft von 54,9kg (SD 9,3) und die Frauen 31,9kg (SD 6,5). Die gemessenen Kraftwerte in dieser Studie decken sich also mit den Ergebnissen in der angeführten Literatur sehr gut. Zudem wurden die Daten von 20- bis 24-Jährigen erhoben was mit dem durchschnittlichen Alter der Probandinnen von 23,26 Jahren in dieser Studie gut übereinstimmt. In der Studie von Mathiowetz et al. erzielten die Männer auch deutlich höhere Handkraftwerte als die Frauen (um 19,7kg bzw. um 23kg). Dieser Geschlechtsunterschied in der Handkraft kann aus dem höheren Körpergewicht und der Körpergröße von Männern resultieren (Kamarul et al., 2006), was sich auch in dieser Studie zeigte, denn die Männer waren um durchschnittlich 15,9kg schwerer und um 13,23cm größer als die Frauen. Die anthropometrischen Parameter stimmen demnach auch mit den Ergebnissen der Literatur überein, sodass sich daraus ein Zusammenhang zwischen Handkraft und Körpergewicht sowie der Körpergröße schließen lässt.

Genauso bewahrheitet sich die zweite Annahme. Männer weisen durchschnittlich deutlich breitere Handgelenke als Frauen auf. Bei der rechten Hand haben die Männer mit 56,78mm (SD 2,8) ein um durchschnittlich 6,33mm breiteres Gelenk als die Frauen mit 50,45mm (SD 2,5). Dasselbe Bild zeigt sich erwartungsgemäß auf der linken Hand mit 57,34mm (SD 3,0) bei den Männern und 50,88mm (SD 2,5) bei den Frauen. Diese Messergebnisse stimmen mit den Werten in der 1982 veröffentlichten Studie von Baecke et al. überein. Die Männer besaßen auch deutlich breitere Handgelenke, als die Frauen, was auf den allgemein größeren Körperbau sowie auf einen größeren Muskelmasseanteil am Körpergewicht zurückzuführen ist (Knechtle et al., 2007; Tarnopolsky, 2000). Ein Zusammenhang zwischen der Handgelenksbreite und dem Geschlecht konnte in dieser Studie bestätigt werden.

Interessante Ergebnisse konnten bei der Digit-Ratio festgestellt werden. Das durchschnittliche 2D:4D Verhältnis der ProbandInnen dieser Studie zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Während an der linken Hand die Digit Ratio der Männer mit 0,9865 (SD 0,087) minimal kleiner ist als die der Frauen mit 0,9872 (SD 0,0366), ist es auf der rechten Hand umgekehrt. Hier weisen die Frauen mit einer Ratio von 0,939 (SD 0,0301) ein kleineres 2D:4D Verhältnis als die Männer mit 0,9645 (SD 0,0363). Beide Ergebnisse liegen mit $p=0,944$ und $p=0,068$ deutlich außerhalb des Signifikanzniveaus. Zudem stimmen die Messergebnisse nur zum Teil mit den Durchschnittswerten in der Literatur überein. In Österreich liegt das durchschnittliche Fingerlängenverhältnis um 0,98 bei Frauen und 0,96 bei Männern (Fink et al., 2004; Voracek et al., 2006). Nur auf der linken Hand wurde bei den Frauen eine Digit Ratio um 0,98 (0,9872) erhalten. Auf der rechten Hand wurde ein sehr stark abweichendes 2D:4D-Verhältnis von 0,939 berechnet. Bei den Männern wurde wie bei den Frauen, nur auf einer Hand, ein mit der Literatur übereinstimmender Durchschnittswert für die Fingerlängenverhältnisse von 0,96 (0,9645) erhalten. Auf der linken Hand wurde ein divergenter Wert von 0,9865 erhalten. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied ist laut einigen Studien auf der rechten Hand besser ersichtlich, als auf der linken Hand (Benderlioglu and Nelson, 2004; Brown et al., 2002; Williams et al., 2000). Auch in dieser Studie war auf der rechten Hand ein viel größerer Unterschied in den Fingerlängenverhältnissen erkennbar, jedoch zeigten die Männer eine viel größere Digit Ratio von 0,9645 als die Frauen mit 0,939. Die Annahme,

dass Frauen die Männer in der Digit Ratio übertreffen, hat sich nicht bestätigt und die Messergebnisse sind im Vergleich mit den in der Literatur sehr unterschiedlich, was darauf schließen lässt, dass bei der Erhebung der Fingerlängen ungenau und zu ungeübt die Messungen vorgenommen wurden.

Die erste Hypothese dieser Studie muss also zum Teil verworfen werden. In der Handkraft und Handgelenksbreite konnte ein signifikanter Geschlechtsunterschied festgestellt werden, bei der Digit Ratio zeigt sich jedoch weder links noch rechts ein signifikanter Geschlechtsdimorphismus. Ein möglicher Grund hierfür ist, die Schwierigkeit, mittels Schubleere die genauen Fingerlängen zu bestimmen. Hierbei können sehr leicht Messfehler auftreten, vor allem bei ungeübten Tester. Eine genauere Bestimmung könnte mittels Fotos, Scans, Röntgenbildern oder computergestützter Analyse durchgeführt werden. Diese Bestimmungsmöglichkeiten standen allerdings für diese Studie aus zeitlichen, strukturellen und ethischen Gründen nicht zur Verfügung.

2. Sportliche Aktivität steht in positivem Zusammenhang mit der Handkraft, der Robustizität, gemessen an der Handgelenksbreite, jedoch in einem negativen Zusammenhang mit der 2D:4D- Ratio.

Im Vergleich der SportlerInnen mit NichtsportlerInnen wird zuerst die Handkraft verglichen. Die Gruppe der SportlerInnen erreichte hier zwar mit rechts 42,4kg (SD 11,18) und links 40,9kg (SD 10,96) durchwegs höhere Werte als die NichtsportlerInnen mit rechts 38,9kg (SD 12,45) und links 37,4kg (SD 11,82), jedoch konnte hierbei keine statistische Signifikanz ($p > 0,05$) nachgewiesen werden. Trotz der fehlenden statistischen Bestätigung, spiegeln dennoch die durchwegs positiven Zusammenhänge das erwartete Outcome wider. Die Messung der Handkraft wird als Indikator für die Muskelmasse verwendet, die wiederum durch physische Aktivität stimuliert wird. SportlerInnen besitzen demnach einen höheren Muskelmasseanteil und erreichen höhere Handkraftwerte (Nevill and Holder, 2000). In Studien wurde ein positiver Zusammenhang zwischen der Handkraft und der gemessenen Armmuskelmasse (Chilima and Ismail, 2001), sowie einigen anthropometrischen Parametern wie der Körperhöhe (Koley et al., 2009), dem Körpergewicht (Chatterjee and Chowdhuri, 1991) und dem BMI (Norman et al., 2005) festgestellt. Auch

in dieser Studie waren die kräftigeren SportlerInnen um durchschnittlich 2cm größer und um 1kg schwerer als die NichtsportlerInnen.

Werden die Geschlechter getrennt betrachtet, so waren sportliche Männer mit der linken Hand um 0,38kg stärker, als unsportliche Männer. Bei der rechten Hand wurde jedoch ein ganz anderes Ergebnis festgestellt. Hier erreichten die männlichen Nichtsportler um durchschnittlich 0,05kg höhere Handkraftwerte. Bei diesen Ergebnissen konnte keine Signifikanz festgestellt werden und dadurch kein Zusammenhang zwischen sportlichen Männern und deren Handkraft gefunden werden. Eine vergrößerte Stichprobe wäre hierfür notwendig gewesen und eine genauere Betrachtung in Bezug auf die ausgeführten Sportarten wäre zudem sehr interessant, denn so wurde zum Beispiel ein Zusammenhang zwischen der Handkraft und der dominanten Hand bei Tennissportlern festgestellt (Ducher et al., 2005).

Sportliche Frauen verfügten auf beiden Händen über signifikant mehr Kraft. Auf der rechten Hand konnten sie um 3,39kg ($p=0,006$) und auf der linken Hand um 3,03kg ($p=0,007$) höhere Handkraftwerte erzielen. In einer 2007 durchgeführten Studie von Leyk et al. wurden besonders bei sportlichen Frauen weit höhere Handkraftwerte erhalten. Sportliche Frauen erreichten um 10kg höhere Handkraftergebnisse als unsportliche Frauen. Auch in einer Studie bei welcher die Handkraft von Badminton-Spielerinnen analysiert wurde, wiesen Profi-Spielerinnen höhere Handkraftwerte auf (Güçlüoğlu et al., 2012). In dieser Studie wurde ein nicht so extrem großer Handkraftunterschied von circa 3kg erhalten. Es konnte dennoch ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sportlichkeit und Handkraft bei den Frauen gefunden werden.

Bei den Handgelenksbreiten erzielten die SportlerInnen mit rechts 54,15mm (SD 4,04) und links 54,85mm (SD 4,03) höhere Werte als die NichtsportlerInnen mit 52,75mm (SD 4,18) und 52,89mm (SD 4,39). Die statistische Auswertung ergab jedoch für beide Hände keinen signifikanten Zusammenhang ($p>0,05$). Durch ein Kraft-Widerstands-Training des Handgelenks kann die Muskelkraft und Drehkraft des Handgelenks verbessert werden. Zusätzlich werden Greifvorgänge, welche mehrere Finger in Anspruch nehmen, stabilisiert (Park et al., 2015). Auch durch sportliche Aktivitäten, bei welchen besonders die Arme beansprucht und trainiert werden ist ein breiteres Handgelenk zu bemessen. 2010 konnten Defne et al. bei Profi-VolleyballspielerInnen eine größere Handgelenksbreite

feststellen als bei Hobby-Volleyballern. Dieser Unterschied zeigte sich auch bei einer getrenntgeschlechtlichen Betrachtung in der Studie von Defne et al. .

Männliche Sportler besaßen auch in dieser Studie eine durchschnittlich größere Handgelenksbreite auf beiden Händen, mit rechts 56,93mm (SD 2,799) und links 57,60mm (SD 2,99) als die NichtsportlerInnen mit 56,48mm (SD 2,845) und 56,859mm (SD 3,11). Bei diesen Ergebnissen konnte allerdings keine Signifikanz festgestellt werden.

Aus den Daten konnte entnommen werden, dass Sportlerinnen signifikant größere Handgelenksbreiten besaßen (Handgelenksbreite rechts $p=0,040$; Handgelenksbreite links $p=0,00$). Auf der rechten Hand konnten Sportlerinnen eine um 0,86mm größere Handgelenksbreite vorweisen, auf der linken Hand war die Handgelenksbreite sogar um durchschnittlich 1,94mm größer.

Eine genauere Abgrenzung und Einteilung der Sportarten wäre bei dieser Studie sicherlich sinnvoll gewesen, denn so hätten die Daten separat für SportlerInnen, welche die Arme regelmäßig trainieren, analysiert werden können. Es bietet sich daher für zukünftige Forschungsprojekte an, die Auswirkungen einer bestimmten Sportart auf die Handgelenksbreite der SportlerInnen zu untersuchen.

Die Unterschiede in der Digit Ratio zeigen eine um 0,0104 (rechts) und 0,0202 (links) niedrigere Digit Ratio der SportlerInnen gegenüber NichtsportlerInnen. Die Ergebnisse übertreffen hierbei knapp das Signifikanzniveau von $p=0,05$, sodass es sich bei dem gefundenen Trend in dieser Stichprobe um einen Zufall handeln kann. Unter Umständen könnte die Stichprobe erweitert werden, da die Anzahl der verglichenen Gruppen eher klein war (106 SportlerInnen und 64 NichtsportlerInnen).

Männliche Sportler zeichneten sich auf beiden Händen mit einem durchschnittlich kleineren 2D:4D-Verhältnis aus ($p>0,05$). So wiesen sie auf der rechten Hand um 0,007 und auf der linken Hand um 0,035 niedrigere Fingerlängenverhältnisse auf. Die Stichprobengruppen werden durch die erweiterte Einteilung nochmals verkleinert (57 männliche Sportler und 28 Nichtsportler), was eine größere Stichprobe noch notwendiger macht. Desweiteren wäre eine mögliche Erklärung für den fehlenden signifikanten Zusammenhang, die oft mit der Literatur sehr unstimmmigen 2D:4D-Verhältnisse, wie in der Diskussion für die 1. Hypothese erläutert.

Bei den Frauen war ebenfalls eindeutig ersichtlich, dass sportliche Frauen ein kleineres 2D:4D-Verhältnis besitzen. Sportlerinnen hatten rechts um 0,012 und links um 0,0074 ein kleineres 2D:4D-Verhältnis. Aufgrund der signifikanten Ergebnisse ($p=0,066$) der rechten Hand kann annähernd auf eine allgemein kleinere Digit Ratio bei Sportlerinnen geschlossen werden. Die Messergebnisse der linken Hand lassen jedoch aufgrund der fehlenden Signifikanz ($p=0,351$) keine verallgemeinerten Schlussfolgerungen zu.

Grundsätzlich konnten bei den Männern keine signifikanten Schlussfolgerungen gezogen werden.

Die Ergebnisse der Frauen sind jedoch bei einigen Parametern eindeutig signifikant. So besitzen sportliche Frauen eine größere Handkraft auf beiden Händen (rechts: $p=0,009$; links: $p=0,010$), besitzen ein breiteres Handgelenk (rechts: $p=0,038$; links: $p=0,000$) und das 2D:4D-Verhältnis der rechten Hand ist ebenso bei sportlichen Frauen signifikant kleiner ($p=0,063$).

Zusammengefasst muss also die zweite Hypothese dieser Studie teilweise verworfen werden. Allgemein konnte bei den Parametern Handkraft und Digit Ratio in Bezug auf die Sportlichkeit kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Dass hier kein Zusammenhang selbst zwischen scheinbar offensichtlich sich beeinflussenden Variablen wie Kraft und Sportlichkeit gefunden wurde, legt den Schluss nahe, dass entweder die Studienpopulation zu klein war, oder die Kriterien für die Definition als „Sportler“ bzw. „Nichtsportler“ unpassend oder ungenau gewählt wurden. Zudem ist die Messung der Handkraft stark von der Motivation der ProbandInnen und der richtigen Durchführung der Messung abhängig. Beim Vergleich von Handgelenksbreite und Sportlichkeit zeigte sich aber ein signifikanter Zusammenhang.

Auch bei der getrenntgeschlechtlichen Betrachtung, waren einige Ergebnisse signifikant, insbesondere bei den Frauen.

3. Handkraft und Handgelenksbreite der dominanten Hand sind ausgeprägter, als an der nicht dominanten Hand.

Beim Vergleich der Handkraft mit der Händigkeit der ProbandInnen zeigen sich recht deutliche Ergebnisse. Bei einer Einteilung in Rechts- und LinkshänderInnen, waren die LinkshänderInnen in der linken Hand um durchschnittlich 1,5kg stärker als Rechtshänder ($p=0,441$). RechtshänderInnen waren mit der rechten Hand um 3,42kg stärker als LinkshänderInnen ($p=0,90$) und erfüllten nahezu die sogenannte 10%-Regel. Diese besagt, dass RechtshänderInnen in ihrer dominanten, rechten Hand um 10 Prozent mehr Handkraft besitzen (Crosby and Wehbe, 1994; Petersen et al., 1989). Demzufolge müssten in dieser Studie RechtshänderInnen eine um durchschnittlich 4,2kg höhere Handkraft aufweisen, welche mit 3,42kg fast erreicht wurde. Bei LinkshänderInnen ist der Handkraftunterschied auf der dominanten Hand sehr oft nicht so deutlich und leicht erkennbar, wie bei den RechtshänderInnen (Incel et al., 2002), was auch in dieser Studie der Fall ist. Die Handkraftmesswerte unterscheiden sich bei den LinkshänderInnen nur minimal.

Bei der allgemeinen Datenanalyse von Männern und Frauen konnte kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Bei der getrenntgeschlechtlichen Betrachtung der Daten, waren jedoch Ergebnisse signifikant.

Bei rechtshändigen Männern ist auch wie bei der vorherigen Ergebnisbegutachtung von beiden Geschlechtern ein größerer Kraftunterschied (Rechtshänder: 3,65kg; Linkshänder: 2,35kg) zwischen linker und rechter Hand ersichtlich, als bei Linkshändern. Eine statistische Signifikanz zwischen rechter Handkraft und Händigkeit konnte jedoch nicht nachgewiesen werden ($p=0,117$). Männliche Linkshänder erreichten mit ihrer linken Hand um 2,35kg höhere Kraftwerte. Zwischen der Handkraft auf der linken Hand und der Händigkeit konnte bei den Männern ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ($p=0,015$).

Das gleiche Bild zeigt sich auch bei den Frauen, wo bei einer Einteilung in Rechts- und Linkshänder, Linkshänderinnen mit der linken Hand um 2kg kräftiger als Rechtshänder waren ($p=0,158$). Auf der rechten Hand zeigten rechtshändige Frauen eine um durchschnittlich 2,6kg höhere Handkraft als Linkshänderinnen ($p=0,044$).

Bei rechtshändigen Frauen ist ein minimal größerer Kraftunterschied von 2,31kg zwischen rechter und linker Hand ersichtlich, als bei Linkshänderinnen (2,29kg). Bei den Frauen konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen rechter ($p=0,013$) Handkraft und der Händigkeit nachgewiesen werden. Das Signifikanzniveau wurde bei der Handkraft links nur knapp übertroffen ($p=0,052$). Die Handkraft auf der dominanten Hand ist demnach ausgeprägter, als auf der nicht dominanten Hand.

Zuletzt wurde der Einfluss der Händigkeit auf die Handgelenksbreite überprüft. Hier konnte in keiner der Berechnungen ein statistisch signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Männliche Linkshänder hatten eine größere Handgelenksbreite (1,23mm) auf der linken Hand. Bei den Rechtshändern war das gleiche Ergebnis, eine größere Handgelenksbreite um durchschnittlich 0,25mm, auf der linken Hand zu beobachten. Beidhändige Männer wiesen die breitesten Handgelenke auf.

Bei den Frauen hatten Rechtshänderinnen eine größere Handgelenksbreite als Linkshänderinnen und Beidhänderinnen. Die Handgelenksbreite auf der linken Hand war bei Linkshänderinnen um durchschnittlich 0,81 mm größer. Rechtshänderinnen besaßen jedoch auf der linken Hand ein um 0,23mm breiteres Handgelenk als Linkshänderinnen. In einigen Studien wurden anthropometrische Messungen an den dominanten Händen durchgeführt und vor allem größere Handbreiten an der dominanten Hand erhalten, Ergebnisse zu den Handgelenksbreiten gibt es jedoch wenige (Defne et al., 2010).

Die Annahme, dass die jeweils dominante Hand die stärkere ist, konnte also in dieser Studie teilweise bestätigt werden. Die Handgelenksbreite scheint jedoch in keinem Zusammenhang mit der Händigkeit zu stehen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Allaway, H.C., Bloski, T.G., Pierson, R.A., Lujan, M.E., 2009. Digit ratios (2D:4D) determined by computer-assisted analysis are more reliable than those using physical measurements, photocopies, and printed scans. *Am. J. Hum. Biol.* 21, 365–370.
- Annett, M., 2002. *Handedness and Brain Asymmetry: The Right Shift Theory*. Psychology Press.
- Baecke, J.A.H., Burema, J., Deurenberg, P., 1982. Body fatness, relative weight and frame size in young adults. *Br. J. Nutr.* 48, 1–6.
- Bailey, A.A., Hurd, P.L., 2005. Finger length ratio (2D:4D) correlates with physical aggression in men but not in women. *Biol. Psychol.* 68, 215–222.
- Bakan, P., Dibb, G., Reed, P., 1973. Handedness and birth stress. *Neuropsychologia* 11, 363–366.
- Baker, F., 1888. Anthropological notes on the human hand. *Am. Anthropol.* 1, 51–76.
- Baur, N., Blasius, J. (Eds.), 2014. *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Beaton, A.A., Rudling, N., Kissling, C., Taurines, R., Thome, J., 2011. Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone, and handedness. *Laterality* 16, 136–155.
- Benderlioglu, Z., Nelson, R.J., 2004. Digit length ratios predict reactive aggression in women, but not in men. *Horm. Behav.* 46, 558–564.
- Bennett, M., Manning, J.T., Cook, C.J., Kilduff, L.P., 2010. Digit ratio (2D:4D) and performance in elite rugby players. *J. Sports Sci.* 28, 1415–1421.
- Bescós, R., Esteve, M., Porta, J., Mateu, M., Iruetia, A., Voracek, M., 2009. Prenatal programming of sporting success: Associations of digit ratio (2D:4D), a putative marker for prenatal androgen action, with world rankings in female fencers. *J. Sports Sci.* 27, 625–632.
- Brown, W.M., Finn, C.J., Cooke, B.M., Breedlove, S.M., 2002. Differences in Finger Length Ratios Between Self-Identified “Butch” and “Femme” Lesbians. *Arch. Sex. Behav.* 31, 123–127.
- Burley, N.T., Foster, V.S., 2004. Digit ratio varies with sex, egg order and strength of mate preference in zebra finches. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 271, 239–244.
- Chatterjee, S., Chowdhuri, B.J., 1991. Comparison of grip strength and isometric endurance between the right and left hands of men and their relationship with age and other physical parameters. *J. Hum. Ergol. (Tokyo)* 20, 41–50.
- Chilima, D.M., Ismail, S.J., 2001. Nutrition and handgrip strength of older adults in rural Malawi. *Public Health Nutr.* 4, 11–17.
- Crosby, C.A., Wehbe, M.A., 1994. Hand strength: Normative values. *J. Hand Surg.* 19, 665–670.
- Csathó, Á., Osváth, A., Bicsák, É., Karádi, K., Manning, J., Kállai, J., 2003. Sex role identity related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Biol. Psychol.* 62, 147–156.
- Dane, S., Balci, N., 2007. Handedness, eyedness and nasal cycle in children with autism. *Int. J. Dev. Neurosci.* 25, 223–226.
- Darlison, E., 2000. Geschlechterrolle und Sport. *Orthop.* 29, 957–968.

- Defne, Ö., Bilgehan, B., TUBA, M., 2010. Comparison of anthropometric measurements of dominant hands between adult elite volleyball players and sedentaries. *Ovidius Univ. Ann. Ser. Phys. Educ. SportScience Mov. Health* 10, 546–549.
- Dragovic, M., 2004. Towards an improved measure of the Edinburgh Handedness Inventory: a one-factor congeneric measurement model using confirmatory factor analysis. *Laterality* 9, 411–419.
- Dragovic, M., Hammond, G., 2005. Handedness in schizophrenia: a quantitative review of evidence. *Acta Psychiatr. Scand.* 111, 410–419.
- Ducher, G., Jaffré, C., Arlettaz, A., Benhamou, C.-L., Courteix, D., 2005. Effects of Long-Term Tennis Playing on the Muscle-Bone Relationship in the Dominant and Nondominant Forearms. *ResearchGate* 30, 3–17.
- Faurie, C., Raymond, M., 2004. Handedness frequency over more than ten thousand years. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 271, S43–S45.
- Fink, B., Manning, J.T., Neave, N., Tan, U., 2004. Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. *Biol. Psychol.* 67, 375–384.
- Fink, B., Neave, N., Manning, J.T., 2003. Second to fourth digit ratio, body mass index, waist-to-hip ratio, and waist-to-chest ratio: their relationships in heterosexual men and women. *Ann. Hum. Biol.* 30, 728–738.
- Fink, B., Thanzami, V., Seydel, H., Manning, J.T., 2006. Digit ratio and hand-grip strength in German and Mizos men: Cross-cultural evidence for an organizing effect of prenatal testosterone on strength. *Am. J. Hum. Biol.* 18, 776–782.
- Frederick, D.A., Haselton, M.G., 2007. Why Is Muscularity Sexy? Tests of the Fitness Indicator Hypothesis. *Pers. Soc. Psychol. Bull.* 33, 1167–1183.
- Galis, F., Broek, C.M.A.T., Dongen, S.V., Wijnaendts, L.C.D., 2009. Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ratio (2D:4D). *Arch. Sex. Behav.* 39, 57–62.
- Gallup, A.C., White, D.D., Gallup, G.G., 2007. Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology, and aggression in male college students. *Evol. Hum. Behav.* 28, 423–429.
- Giampaoli, S., Ferrucci, L., Cecchi, F., Noce, C.L., Poce, A., Dima, F., Santaquilani, A., Vescio, M.F., Menotti, A., 1999. Hand-grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age Ageing* 28, 283–288.
- Gilbert, A.N., Wysocki, C.J., 1992. Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia* 30, 601–608.
- Güçlüöver, A., Demirkan, E., Kutlu, M., Cigerci, A.E., Tolga, H., Üniversitesi, K., Fakültesi, E., Eğitimi, B., Spor, V., Bölümü, Ö., Üniversitesi, H., Okulu, Y., Üniversitesi, K., Üniversitesi, G., Enstitüsü, E.B., 2012. The comparison of some physical and physiological features of elite youth national and amateur badminton players. *ResearchGate* 3.
- Harris, L.J., Carlson, D.F., 1988. Pathological left-handedness: An analysis of theories and evidence, in: Molfese, D.L., Segalowitz, S.J. (Eds.), *Brain Lateralization in Children: Developmental Implications*. Guilford Press, New York, NY, US, pp. 289–372.
- Hettinger, T., 1960. Die Wirkung des Testosterons auf Muskulatur und Kreislauf. *Int. Z. Für Angew. Physiol. Einschließlich Arbeitsphysiologie* 18, 213–227.
- Holmøy, T., Moen, S.M., 2010. Assessing vitamin D in the central nervous system. *Acta Neurol. Scand.* 122, 88–92.

- Hönekopp, J., Schuster, M., 2010. A meta-analysis on 2D:4D and athletic prowess: Substantial relationships but neither hand out-predicts the other. *Personal. Individ. Differ.* 48, 4–10.
- Incel, N.A., Ceceli, E., Durukan, P.B., Erdem, H.R., Yorgancioglu, Z.R., 2002. Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Med. J.* 43, 234–237.
- Jennett, R.J., Warford, H.S., Kreinick, C., Waterkotte, G.W., 1981. Apgar index: A statistical tool. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 140, 206–212.
- Johnston, V.S., Hagel, R., Franklin, M., Fink, B., Grammer, K., 2001. Male facial attractiveness: evidence for hormone-mediated adaptive design. *Evol. Hum. Behav.* 22, 251–267.
- Jones, G.V., Martin, M., 2008. Seasonal anisotropy in handedness. *Cortex* 44, 8–12.
- Judge, J., Stirling, J., 2003. Fine motor skill performance in left- and righthanders: Evidence of an advantage for left-handers 297–306.
- Kallman, D.A., Plato, C.C., Tobin, J.D., 1990. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J. Gerontol.* 45, M82–88.
- Kamarul, T., Admad, T.S., Loh, W.Y., 2006. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *J. Orthop. Surg.* 14.
- Karnath, H.-O., 2012. *Kognitive Neurowissenschaften*, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. ed. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Kilduff, L.P., Cook, C.J., Manning, J.T., 2011. Digit ratio (2D:4D) and performance in male surfers: *J. Strength Cond. Res.* 25, 3175–3180.
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., Kohler, G., 2007. Der Effekt eines 100-km-Laufes auf die Fett-und Muskelmasse einer Frau und eines Mannes. *Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumatologie* 55, 132.
- Knickmeyer, R.C., Davenport, M.L., Auyeung, B., 2015. Assessing Prenatal and Neonatal Gonadal Steroid Exposure for Studies of Human Development: Methodological and Theoretical Challenges. *Frontiers Media SA.*
- Koley, S., Kaur, N., Sandhu, J.S., 2009. A study on hand grip strength in female labourers of Jalandhar, Punjab, India. *J Life Sci* 1, 57–62.
- Kondo, T., Zákány, J., Innis, J.W., Duboule, D., 1997. Of fingers, toes and penises. *Nature* 390, 29–29.
- Kritz-Silverstein, D., Barrett-Connor, E., 1994. Grip strength and bone mineral density in older women. *J. Bone Miner. Res. Off. J. Am. Soc. Bone Miner. Res.* 9, 45–51.
- Kroh, M., 2005. Intervieweffekte bei der Erhebung des Körpergewichts in Bevölkerungsumfragen. *EconStor Open Access Artic.* 646–655.
- Kuh, D., Hardy, R., Butterworth, S., Okell, L., Wadsworth, M., Cooper, C., Sayer, A.A., 2006. Developmental Origins of Midlife Grip Strength: Findings From a Birth Cohort Study. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 61, 702–706.
- Kyle, U.G., Genton, L., Lukaski, H.C., Dupertuis, Y.M., Slosman, D.O., Hans, D., Pichard, C., 2005. Comparison of fat-free mass and body fat in Swiss and American adults. *Nutrition* 21, 161–169.
- Leoni, B., Canova, L., Saino, N., 2005. Sexual dimorphism in metapodial and phalanges length ratios in the wood mouse. *Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell. Evol. Biol.* 286A, 955–961.

- Leyk, D., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Rütther, T., Sievert, A., Essfeld, D., 2007. Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 99, 415–421.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., Manning, J.T., 2004. 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Hum. Dev.* 77, 23–28.
- Malas, M.A., Dogan, S., Hilal Evcil, E., Desdicioglu, K., 2006. Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D : 4D). *Early Hum. Dev.* 82, 469–475.
- Manning, J.T., 2002. *Digit Ratio : A Pointer to Fertility, Behavior, and Health*, The Rutgers Series in Human Evolution. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.
- Manning, J.T., Barley, L., Walton, J., Lewis-Jones, D.I., Trivers, R.L., Singh, D., Thornhill, R., Rohde, P., Bereczkei, T., Henzi, P., others, 2000. The 2nd: 4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences, and reproductive success: evidence for sexually antagonistic genes? *Evol. Hum. Behav.* 21, 163–183.
- Manning, J.T., Morris, L., Caswell, N., 2007. Endurance running and digit ratio (2D:4D): Implications for fetal testosterone effects on running speed and vascular health. *Am. J. Hum. Biol.* 19, 416–421.
- 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. *Hum. Reprod.* 13, 3000–3004.
- Manning, J.T., Stewart, A., Bundred, P.E., Trivers, R.L., 2004. Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Hum. Dev.* 80, 161–168.
- Manning, J.T., Taylor, R.P., 2001. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evol. Hum. Behav.* 22, 61–69.
- Marchant, L.F., McGrew, W.C., n.d. Human handedness: an ethological perspective. *Hum. Evol.* 13, 221–228.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M., Rogers, S., 1985. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 66, 69–74.
- McFadden, D., Bracht, M.S., 2005. Sex differences in the relative lengths of metacarpals and metatarsals in gorillas and chimpanzees. *Horm. Behav.* 47, 99–111.
- McIntyre, M.H., Ellison, P.T., Lieberman, D.E., Demerath, E., Towne, B., 2005. The development of sex differences in digital formula from infancy in the Fels Longitudinal Study. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 272, 1473–1479.
- McManus, I.C., 1991. *The inheritance of left-handedness*, Ciba Foundation Symposium. John Wiley & Sons, Cichester.
- Medland, S.E., Duffy, D.L., Wright, M.J., Geffen, G.M., Hay, D.A., Levy, F., van-Beijsterveldt, C.E.M., Willemsen, G., Townsend, G.C., White, V., Hewitt, A.W., Mackey, D.A., Bailey, J.M., Slutske, W.S., Nyholt, D.R., Treloar, S.A., Martin, N.G., Boomsma, D.I., 2009. Genetic influences on handedness: Data from 25,732 Australian and Dutch twin families. *Neuropsychologia* 47, 330–337.
- Nevill, A.M., Holder, R.L., 2000. Modelling handgrip strength in the presence of confounding variables: Results from the Allied Dunbar National Fitness Survey. *Ergonomics* 43, 1547–1558.
- Norman, K., Schütz, T., Kemps, M., Josef Lübke, H., Lochs, H., Pirlich, M., 2005. The Subjective Global Assessment reliably identifies malnutrition-related muscle dysfunction. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* 24, 143–150.
- Novy, M.J., Resko, J.A., 2013. *Fetal Endocrinology*. Academic Press.

- Oldfield, R.C., 1971. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 9, 97–113.
- Page, S.T., Amory, J.K., Bowman, F.D., Anawalt, B.D., Matsumoto, A.M., Bremner, W.J., Tenover, J.L., 2005. Exogenous Testosterone (T) Alone or with Finasteride Increases Physical Performance, Grip Strength, and Lean Body Mass in Older Men with Low Serum T. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90, 1502–1510.
- Papadatou-Pastou, M., Martin, M., Munafò, M.R., Jones, G.V., 2008. Sex differences in left-handedness: A meta-analysis of 144 studies. *Psychol. Bull.* 134, 677–699.
- Park, J., Han, D.-W., Shim, J.K., 2015. Effect of Resistance Training of the Wrist Joint Muscles on Multi-Digit Coordination. *Percept. Mot. Skills* 120, 816–840.
- Paul, S.N., Kato, B.S., Hunkin, J.L., Vivekanandan, S., Spector, T.D., 2006. The Big Finger: the second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women. *Br. J. Sports Med.* 40, 981–983.
- Peters, M., Reimers, S., Manning, J.T., 2006. Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain Cogn.* 62, 177–189.
- 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. *Percept. Mot. Skills* 94, 171–181.
- Petersen, P., Petrick, M., Connor, H., Conklin, D., 1989. Grip strength and hand dominance: challenging the 10% rule. *Am. J. Occup. Ther. Off. Publ. Am. Occup. Ther. Assoc.* 43, 444–447.
- Phelps, V.R., 1952. Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *Am. J. Hum. Genet.* 4, 72–89.
- Powls, A., Botting, N., Cooke, R.W., Marlow, N., 1996. Handedness in Very-Low-Birthweight (vlbw) Children at 12 Years of Age: Relation to Perinatal and Outcome Variables. *Dev. Med. Child Neurol.* 38, 594–602.
- Pujol, J., Deus, J., Losilla, J.M., Capdevila, A., 1999. Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology* 52, 1038–1038.
- Raymond, M., Pontier, D., 2004. Is there geographical variation in human handedness? *Laterality Asymmetries Body Brain Cogn.* 9, 35–51.
- Saino, N., Rubolini, D., Romano, M., Boncoraglio, G., 2006. Increased egg estradiol concentration feminizes digit ratios of male pheasants (*Phasianus colchicus*). *Naturwissenschaften* 94, 207–212.
- Sartorio, A., Lafortuna, C.L., Pogliaghi, S., Trecate, L., 2002. The impact of gender, body dimension and body composition on hand-grip strength in healthy children. *J. Endocrinol. Invest.* 25.
- Satz, P., Nelson, L., Green, M., 1989. Ambiguous-handedness: Incidence in a non-clinical sample. *Neuropsychologia* 27, 1309–1310.
- Satz, P., Orsini, D.L., Saslow, E., Henry, R., 1985. The pathological left-handedness syndrome. *Brain Cogn.* 4, 27–46.
- Schwartz, M., 1988. Handedness, prenatal stress and pregnancy complications. *Neuropsychologia* 26, 925–929.
- Shyam Kumar, A.J., Parmar, V., Ahmed, S., Kar, S., Harper, W.M., 2008. A study of grip endurance and strength in different elbow positions. *J. Orthop. Traumatol.* 9, 209–211.

- Sommer, I.E., Aleman, A., Somers, M., Boks, M.P., Kahn, R.S., 2008. Sex differences in handedness, asymmetry of the Planum Temporale and functional language lateralization. *Brain Res.* 1206, 76–88.
- Springer, S.P., Deutsch, G., 1998. *Linkes - rechtes Gehirn*, 4. Aufl. ed. Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg [u.a.].
- Tarnopolsky, M.A., 2000. Gender Differences in Substrate Metabolism During Endurance Exercise. *Can. J. Appl. Physiol.* 25, 312–327.
- Tester, N., Campbell, A., 2007. Sporting Achievement: What Is the Contribution of Digit Ratio? *J. Pers.* 75, 663–678.
- Tikkanen, P., Nykänen, I., Lönnroos, E., Sipilä, S., Sulkava, R., Hartikainen, S., 2012. Physical Activity at Age of 20–64 Years and Mobility and Muscle Strength in Old Age: A Community-Based Study. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 67, 905–910.
- van Anders, S.M., 2007. Grip strength and digit ratios are not correlated in women. *Am. J. Hum. Biol.* 19, 437–439.
- Voracek, M., Reimer, B., Dressler, S.G., 2010. Digit ratio (2D:4D) predicts sporting success among female fencers independent from physical, experience, and personality factors. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 20, 853–860.
- Voracek, M., Reimer, B., Ertl, C., Dressler, S.G., 2006. Digit Ratio (2D:4D), Lateral Preferences, and Performance in Fencing. *Percept. Mot. Skills* 103, 427–446.
- Williams, S.M., n.d. *Edinburgh Handedness Inventory (revised)*.
- Williams, T.J., Pepitone, M.E., Christensen, S.E., Cooke, B.M., Huberman, A.D., Breedlove, N.J., Breedlove, T.J., Jordan, C.L., Breedlove, S.M., 2000. Finger-length ratios and sexual orientation. *Nature* 404, 455–456.
- Wilson, G.D., 1983. Finger-length as an index of assertiveness in women. *Personal. Individ. Differ.* 4, 111–112.
- World Health Organization (Ed.), 2000. *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation, WHO technical report series*. World Health Organization, Geneva.
- Zheng, Z., Cohn, M.J., 2011. Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 16289–16294.

Internetseiten:

<http://www.bic.at/berufsgruppen.php> Stand 6.11.2016

ANHANG

Datenerhebungsblatt zur Diplomarbeit

Ihre Daten werden anonym behandelt. Ich bitte Sie, die Fragen wahrheitsgetreu zu beantworten.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Bitte **ausfüllen** beziehungsweise Zutreffendes **ankreuzen**:

1. Geschlecht: ☐ männlich ☐ weiblich
2. Alter: _____ Jahre
3. Geburtsland: _____
4. Herkunftsland Mutter: _____
5. Herkunftsland Vater: _____
6. Körperhöhe: _____ cm
7. Gewicht: _____ kg
8. Sind Sie Student/ Studentin? ☐ Ja ☐ Nein
9. Wenn ja, welche Studienrichtung? _____
10. Arbeiten Sie? ☐ Ja ☐ Nein
11. Wenn ja, welchen Beruf üben Sie aus? _____

Auf der Rückseite geht's weiter!

BITTE WENDEN !

12. Haben Sie sich jemals Arm, Hand oder Finger gebrochen?

	nein	links	rechts	beide	wann
Oberarm					
Unterarm					
Hand					
Finger					
Ringfinger					
Zeigefinger					

13. Hatten Sie sich jemals an Arm, Hand oder Finger andere gravierende Verletzungen?

	nein	links	rechts	beide	welche Verletzung	wann
Oberarm						
Unterarm						
Hand						
Finger						
Ringfinger						
Zeigefinger						

14. Leiden oder litten Sie an Erkrankungen, die Hände und/oder Arme betreffen (z.B. Rheuma, Gicht, Arthritis)? ☐ Nein ☐ ja

15. Wenn ja, welche _____

16. Wenn ja wann _____

Auf der Rückseite geht's weiter!

BITTE WENDEN !

17. Bitte kennzeichnen Sie die Zelle, welche am besten beschreibt mit welcher Hand Sie

bevorzugt die Aktivität ausüben!

	Immer rechts	Meist rechts	Keine Präferenz	Meist links	Immer links
Werfen					
Schreiben					
Zahnbürste					
Schere					
Löffel					
Messer (ohne Gabel)					
Streichholz anzünden					
Computer Maus					

18. Würden Sie sich selbst als Sportler oder als Nicht-Sportler einschätzen?

☐ Sportler ☐ Nicht-Sportler

19. Ich betreibe Sport...

☐ niemals

☐ gelegentlich (seltener als **2x pro Woche**)

Wie oft im Monat treiben Sie Sport? _____ Mal

☐ regelmäßig (2x oder **öfter pro Woche**)

Wie oft in der Woche betreiben Sie Sport? _____ Mal

Auf der Rückseite geht's weiter!

BITTE WENDEN !

20. Haben Sie außerhalb des Sportunterrichts in der Volksschule (ca. 6-11 Jahre) Sport betrieben?

☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, welchen _____

Wenn ja, wie oft in der Woche ? _____

21. Haben Sie außerhalb des Sportunterrichts in der Höheren Schule Sport betrieben?

☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, welchen? _____

Wenn ja wie oft in der Woche ? _____

22. Seit wie vielen Jahren betreiben Sie bewusst in der Freizeit Sport? _____

23. Welche Sportart/ Sportarten üben Sie im Moment aus?

Bitte schreiben Sie die Sportart auf die dafür vorgesehene Linie.

Sportart/en: _____

Auf der Rückseite geht's weiter!

BITTE WENDEN !

18. Messungen:

	Messung	2.Messung
Handgelenksbreite rechts (cm)		
Zeigefingerlänge rechts (cm)		
Ringfingerlänge rechts (cm)		
Handgelenksbreite links (cm)		
Zeigefingerlänge links (cm)		
Ringfingerlänge links (cm)		
Handkraftmessung rechts		
Handkraftmessung links		

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!