



universität  
wien

# MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Zur Assoziation von Händigkeit, Persönlichkeits- und kognitiven Leistungsparametern sowie der Digit Ratio“

verfasst von

Mag. Sonja Kuderer, BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 827

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Anthropologie

Betreut von: Univ. Prof. MMag. Dr. Sylvia Kirchengast



# DANKSAGUNG

---

Die für mich mit Abstand schwierigste und komplexeste Aufgabenstellung beim Verfassen einer Masterarbeit stellt für mich der Abschnitt der Danksagung dar. Vermutlich kann ich jenen Personen, die mich während dieser Arbeit und während des Studiums unterstützt haben, gar nicht genug danken. Aber ich werde es einfach einmal versuchen...

DANKE:

Meiner Betreuerin, Frau Prof. Sylvia Kirchengast,

- .... die mir die Bearbeitung dieser interessanten Themenstellung ermöglicht hat.
- .... die mir einerseits ausreichend Freiraum für kreative Forschungsansätze gelassen hat und mir andererseits Sicherheit durch ihre Unterstützung und fachliche Kompetenz geboten hat.
- ... die jederzeit für Rückfragen und Beratungsgespräche erreichbar war und durch rasches Antworten den Entstehungsprozess dieser Masterarbeit sehr erleichtert hat.

Meinen Eltern,

- ... für wertvolle Anregungen, konstruktive Kritik und emotionale Unterstützung.
- ... auf die ich immer zählen kann, egal in welchen Situationen.
- ... die mich jederzeit motivieren, neue Wege und Ziele zu entdecken und meine Träume zu verwirklichen.

Meiner Schwester,

- ... der beste Brotha, den man sich vorstellen kann.
- ... für ihr analytisches Auge, dem kein Tipp- oder Formatierungsfehler entgeht.
- ... ihr unermüdliches Mitfühlen in den Höhen und Tiefen des Studienalltags und ihr Talent, mich jederzeit zum Lachen zu bringen.

Meinem Freund,

- ... der meine Zeit während und abseits der wissenschaftlichen Arbeit durch seine Anwesenheit wesentlich bereichert hat.
- ... der mir eine elementare Stütze für die Ästhetik von Design und Sprache dieser Arbeit war.
- ... für den ich mir diese Zeilen aus einem Song geliehen habe:  
When you are with me I'm free  
I'm careless, I believe  
Above all the others we'll fly  
This brings tears to my eyes

Meinen Studienteilnehmern,

- ... die durch ihren Beitrag grundlegend für das Gelingen dieser Arbeit waren.
- ... für ihre geduldige und verständnisvolle Teilnahme an dieser Studie.
- ... die mir durch ihr Feedback und interessante Gespräche wichtige Impulse für dieses Forschungsthema gaben.



# ZUSAMMENFASSUNG

---

Trotz der äußerlich erkennbaren Symmetrie im Aufbau des menschlichen Körpers erfolgt die Nutzung der Körperhälften aufgrund unterschiedlicher Funktionen und Fertigkeiten jedoch keinesfalls symmetrisch. Krombholz (1993) bezeichnet eine Präferenz im Gebrauch paarig angelegter Körperteile als Lateralität. Unter diesen Begriff fällt auch das Phänomen Händigkeit, die bevorzugte Verwendung einer bestimmten Hand. Ebenso weist das Gehirn unterschiedliche morphologische und funktionelle Charakteristika in den Hemisphären auf.

Diese Masterarbeit analysiert einerseits die Korrelation der Händigkeit mit persönlichen Eigenschaften sowie mit kognitiven Kompetenzen. Andererseits wird die Beziehung der Händigkeit und körperlicher Parameter untersucht. Die statistische Analyse der durch Fragebögen erhobenen Daten von 104 Probanden, darunter Links-, Rechts- und Beidhändige sowie umgelernte Personen, erlaubt die Überprüfung von sieben Hypothesen. Die Testpersonen werden nach ihrer Schreibhand und dem Händigkeits-Index - einem kalkulierten Wert der praktischen Handnutzung - analysiert.

Links- und Rechtshänder unterscheiden sich in der Nutzung der beiden Hände und weisen ungekreuzte Lateralitätspräferenzen auf. Linkshänder setzen jedoch ihre nicht-präferierte Hand häufiger ein als Rechtshänder. Zur 2D:4D Digit Rate kann kein Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen nachgewiesen werden. Beim Sensation Seeking, bei der Gedächtnisleistung und beim logischen Schlussfolgern erreichen Linkshänder bessere Werte, während Rechtshänder bessere verbale Kompetenzen besitzen. Mehr linkshändige Verwandte bei Linkshändern belegen eine genetisch determinierte Lateralitätspräferenz.

Umgelernte zeigen eine homogenere Verwendung beider Arme als Rechts- oder Linkshänder. Ebenso weisen Beidhändige bei praktischen Aufgabenstellungen eine ausgeglichene Handverwendung auf und liegen in den erhobenen kognitiven Leistungen durchschnittlich zwischen den rechts- und linkshändigen Testpersonen.

Die Resultate dieser Studie belegen, dass die Händigkeit mit zahlreichen persönlichen, kognitiven und auch körperlichen Charakteristika assoziiert ist kann und diese Unterschiede in den nach dem Händigkeits-Index gebildeten Vergleichsgruppen schärfer zutage treten. Für weitere Untersuchungen empfiehlt sich eine replikative Analyse des Sensation Seeking-Verhaltens sowie die Betrachtung weiterer Persönlichkeitsmerkmale, welche potentiell im Zusammenhang mit der Händigkeit stehen.

# ABSTRACT

---

Although there exists a superficial symmetry of the human body, the use of both sides is all but symmetrical due to disparate functions and skills. Krombholz (1993) refers to the preference in the use of paired body parts as 'laterality'. This includes also the favoured use of one hand, which is commonly known as 'handedness'. Moreover, the human brain exhibits different morphological and functional characteristics in its two hemispheres.

The main foci of this master thesis are twofold. Firstly, the potential correlation between handedness and personality traits as well as cognitive performance is the subject of thorough scrutiny. In addition, the relationship between handedness and physical body parameters is inspected in great detail. The collection of questionnaire data from 104 research participants, including left- and right handed subjects as well as ambidextrous and relearned people, enables the investigation of seven hypotheses through statistical analysis. For these procedures the study population is divided according to writing hand and handedness-index - a calculated value, indicating the practical use of the hands.

Left- and right-handers differ highly significantly in their respective uses of the left and right hands and possess uncrossed preferences of laterality. Nevertheless, left-handed people use their unpreferred hand more often. With respect to the 2D:4D digit ratio, no differences are discernible between the handedness groups. The sensation seeking-behaviour, the memory performance, as well as the reasoning are dimensions in which left-handers dominate over right-handers. In contrast, right-handed respondents score more highly on a verbal level. Given that significantly more left-handed relatives are present in families of left-handed study participants, a genetically determined preference of laterality can be assumed.

Relearned people reveal a more homogenous use of their arms than right- and left-handers. Conversely, ambidextrous participants utilise both hands on a more balanced basis and their mean average in cognitive performance lies between those of left- and right-handers.

The results of this study suggest that handedness is a strong indicator for numerous personal, cognitive, as well as body parameters. Differences in these dimensions are more clearly pronounced when taking into account the handedness-index. Future studies could explore discrepancies between left- and right-handers with regard to sensation seeking-behaviour. A continued investigation of the potential influences of handedness on personal characteristics might provide a further area of interest for upcoming research projects.



# INHALTSVERZEICHNIS

---

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

VORWORT

<b>EINLEITUNG</b> .....	1
<b>1 – (A)SYMMETRIEN DES MENSCHLICHEN KÖRPERS</b> .....	1
1.1 Die Begriffe ‚links‘ und ‚rechts‘ .....	1
1.2 Das Lateralitätspänomen ‚Menschlicher Körper‘ .....	3
<b>2 – DAS MENSCHLICHE GEHIRN</b> .....	5
2.1 Der generelle Aufbau, Struktur und cerebrale Funktionen .....	5
2.2 Asymmetrien des menschlichen Gehirns .....	6
2.2.1 Anatomische Asymmetrien .....	7
2.2.2 Funktionelle Asymmetrien .....	8
2.2.3 Konzept der Hemisphärendominanz .....	10
2.2.4 Einflussfaktoren auf Gehirnasymmetrien .....	12
2.3 Kognitive Prozesse im Gehirn des Menschen.....	13
2.3.1 Die sieben Primärfaktoren nach Thurstone .....	14
2.3.2 Erhebung kognitiver Leistung.....	19
<b>3 – DIE HÄNDE</b> .....	20
3.1 Händigkeit: Historische Ereignisse und Fakten .....	20
3.2 Theorien zu Entstehung der Händigkeit des Menschen.....	22
3.3 Klassifizierung anhand der Händigkeit .....	25
3.4 Einflussfaktoren für die Händigkeit .....	27
3.5 Statistische Daten und Fakten .....	28
<b>4 – KORRELATION DER LATERALITÄTSPHÄNOMENE DES MENSCHEN</b> .....	30
4.1 Händigkeit als Indikator körperlicher und persönlicher Eigenschaften.....	30
4.1.1 Der Zusammenhang von Händigkeit und Gehirnasymmetrien .....	30

4.1.2 Der Zusammenhang von Händigkeit und lateralen Präferenzen .....	31
4.1.3 Der Zusammenhang von Händigkeit und soziodemografischen Parametern.....	32
4.1.4 Der Zusammenhang von Händigkeit und Sensation Seeking .....	33
4.1.5 Der Zusammenhang von Händigkeit und den Fingerlängenverhältnissen.....	33
<b>METHODEN UND DURCHFÜHRUNG .....</b>	<b>35</b>
<b>5 - FORSCHUNGSDESIGN.....</b>	<b>35</b>
5.1 Untersuchungsziel.....	35
5.1.1 Forschungsfrage – Physiologische und psychologische Korrelate der Händigkeit .....	36
5.2 Das Erhebungsinstrument.....	37
5.2.1 Soziodemografische Daten.....	37
5.2.2 Händigkeit.....	38
5.2.3 Sensation Seeking-Verhalten.....	39
5.2.4 Gedächtnisleistung .....	40
5.2.5 Wortflüssigkeit .....	40
5.2.6 Logisches Schlussfolgern .....	41
5.2.7 Physiologische Parameter.....	42
5.2.8 Aufbau des Fragebogens .....	43
5.3 Praktische Umsetzung der Studie.....	43
5.3.1 Datenerhebung.....	43
5.3.2 Statistische Datenauswertung .....	44
<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>46</b>
<b>6 – ERGEBNISSE DER STUDIE .....</b>	<b>46</b>
6.1. Deskriptive Analyse der gesamten Stichprobe.....	46
6.2 Unterteilung der Gesamtstichprobe anhand der Händigkeit.....	51
6.2.1 Schreibhand (S) vs. Händigkeits-Index (H).....	51
6.2.2 Deskriptive Beschreibung der Stichprobe anhand der Händigkeit .....	54
6.3 Körperliche Parameter der Testteilnehmer.....	62
6.3.1 Analyse der physiologischen Parameter anhand der Händigkeit.....	62

6.4 Bestimmung der Lateralität der Testteilnehmer .....	68
6.4.1 Analyse lateraler Phänomene anhand der Händigkeit .....	69
6.5 Sensation Seeking-Verhalten der Testteilnehmer .....	73
6.5.1 Analyse des SS-Verhaltens anhand der Händigkeit .....	73
6.6 Resultate in der kognitiven Dimension .....	74
6.6.1 Analyse der Testresultate kognitiver Leistungsvariablen anhand der Händigkeit .....	74
6.7 Analyse der umgelernten Probanden .....	76
6.7.1 Deskriptive Beschreibung der Umgelernten .....	77
6.7.2 Analyse der physiologischen Parameter der Umgelernten .....	78
6.7.3 Analyse lateraler Phänomene der Umgelernten .....	82
6.7.4 Analyse des Sensation Seeking-Verhalten der Umgelernten .....	84
6.7.5 Analyse der Testresultate der kognitiven Leistungsvariablen der Umgelernten .....	86
6.8. Analyse beidhändiger Teilnehmer .....	87
6.8.1 Deskriptive Beschreibung der Beidhändigen .....	88
6.8.2 Analyse der physiologischen Parameter der Beidhändigen .....	90
6.8.3 Analyse lateraler Phänomene der Beidhändigen .....	96
6.8.4 Analyse des Sensation Seeking-Verhaltens der Beidhändigen .....	99
6.8.5 Analyse der Testresultate der kognitiven Leistungsvariablen der Beidhändigen .....	100
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>103</b>
7 – DISKUSSION DER RESULTATE .....	103
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>111</b>
<b>ANHANG</b>	
FRAGEBOGEN	
LISTE DER BERUFE	
CURRICULUM VITAE	

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

<b>Abbildung 1.</b> Homunculus des motorischen und somatosensorischen Cortexes (Campell & Reece, 2006).....	7
<b>Abbildung 2.</b> Verteilung der Präferenz- und Leistungs- verwendung der Hände (Wehr & Weinmann, 1999). .....	26
<b>Abbildung 3.</b> Altersverteilung in der Gesamtstichprobe (N=104). .....	47
<b>Abbildung 4.</b> Verteilung der Geburtsländer der Probanden in der Gesamtstichprobe (N=104). .....	47
<b>Abbildung 5.</b> Verteilung der Gesamtstichprobe nach Familienstand (N=104). .....	48
<b>Abbildung 6.</b> Angaben zu den Berufsbildern in der Gesamtstichprobe. Die Größe des Segments entspricht der Anzahl der Nennungen durch die Probanden (N=104).. ..	49
<b>Abbildung 7.</b> Bedeutung der religiösen Einstellung in der Gesamtstichprobe (N=104). .....	50
<b>Abbildung 8.</b> Gegenüberstellung der Probanden anhand der angegebenen Schreibhand: Linkshänder (gelb), Rechtshänder (blau) und umgelernte Probanden (gelb-blau schraffiert; N=104). .....	52
<b>Abbildung 9.</b> Verteilung und Gruppierung der Testpersonen anhand des Händigkeits-Index in Linkshänder (rot), Rechtshänder (grün) und beidhändige Probanden (grau; N=104). .....	53
<b>Abbildung 10.</b> Analyse der Personenzahlen nach der Schreibhand (gelb, blau, gelb-blau schraffiert) und dem Händigkeits-Index (grün, rot, grau; N=104). .....	54
<b>Abbildung 11.</b> Geschlechterverteilung bei Rechts- und Linkshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und nach dem Händigkeits-Index (H; N = 80). .....	55
<b>Abbildung 12.</b> Antwortverhalten der Rechts- und Linkshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeits-Index (H; N=80) bezüglich des Familienstandes.....	56
<b>Abbildung 13.</b> Höchster Ausbildungsgrad der Rechts- und Linkshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeits-Index (H; N=80) auf einer Skala von 1 (Pflichtschule) bis 5 (Universitätsabschluss). .....	58
<b>Abbildung 14.</b> Auftreten von Verletzungen an Armen (A) und Beinen (B) der Links- und Rechtshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeits-Index (H; N=80).. ..	60
<b>Abbildung 15.</b> Bedeutung der Religion bei Links- und Rechtshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeits-Index (H; N=80) auf einer sechsstufigen Skala... ..	62

<b>Abbildung 16.</b> Umfangsmaße auf der jeweils dominanten Hand der Links- und Rechtshänder nach der Schreibhand (S; 16 A; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; 16 B; N=80).....	65
<b>Abbildung 17.</b> Vergleich der Anzahl links- (gekachelt), rechts- (einfärbig) und beidhändig (gepunktet) getätigter Aufgaben bei Rechts- und Linkshändern in den fünf Subkategorien der Händigkeitstests..	70
<b>Abbildung 18.</b> Durchschnittswerte der Aufgabenstellungen ‚Kreispunktieren‘ und ‚Spurenzeichnen‘ mit der linken und rechten Hand der Links- und Rechtshänder. ....	72
<b>Abbildung 19.</b> Resultate in den verbalen Kompetenzen, dem logischen Schlussfolgern und der Gedächtnisleistung bei Links- und Rechtshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; N=80). ....	76
<b>Abbildung 20.</b> Abmessungen im Vergleich bei Links- und Rechtshändern (H,S; N=80) sowie Umgelernten.....	80
<b>Abbildung 21.</b> Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie des linken und rechten Fußes bei den umgelernten Teilnehmern (N=11). ....	82
<b>Abbildung 22.</b> Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie beider Hände zugleich bei den umgelernten Teilnehmern und Rechts- und Linkshändern (H, S; N=91).....	83
<b>Abbildung 23.</b> Vergleich der Ergebnisse im Sensation Seeking, Experience Seeking, der Boredom Susceptibility, dem Thrill and Adventure Seeking sowie der Disinhibition bei den umgelernten Teilnehmern sowie Rechts- und Linkshändern (H, S) (N=91). ....	85
<b>Abbildung 24.</b> Kognitive Leistungen bei umgelernten, links- und rechtshändigen Personen (N=91).....	87
<b>Abbildung 25.</b> Vergleich des durchschnittlichen Ausbildungsgrades in den sechs Vergleichsgruppen dieser Studie (N=104).....	89
<b>Abbildung 26.</b> Umfangsmaße der umgelernten (grau), rechts- (grün), links- (rot) und beidhändigen (blau-gelb) Probanden am linken und rechten Arm.....	93
<b>Abbildung 27.</b> Handgelenksumfang und Handlänge im Vergleich bei Umgelernten (blau-gelb), Rechts- (grün), Links- (rot) und Beidhändigen (grau; N=104). ....	94
<b>Abbildung 28.</b> Maße der Ellbogenbreite und der Handbreite bei umgelernten (blau-gelb), rechts- (grün), links- (rot) und beidhändigen (grau) Probanden (N=104). ....	95
<b>Abbildung 29.</b> Maße der umgelernten sowie rechts-, links- und beidhändigen Personen entlang des Körpers sowie Handkraftwerte der rechten und linken Hand (N=104). ....	95
<b>Abbildung 30.</b> Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie des linken und rechten Fußes bei den beidhändigen Teilnehmern (N=13).....	97

<b>Abbildung 31.</b> Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie beiden Händen zugleich bei den umgelernten und beidhändigen Teilnehmern sowie Rechts- und Linkshändern (H; N=104).....	98
<b>Abbildung 32.</b> Vergleich der Ergebnisse im Sensation Seeking, Experience Seeking, der Boredom Susceptibility, dem Thrill and Adventure Seeking sowie der Disinhibition bei den umgelernten (blau- gelb) und beidhändigen (grau) Teilnehmern sowie Rechts- (grün) und Linkshändern (rot; H) (N=104).....	99
<b>Abbildung 33.</b> Werte der kognitiven Leistungsvariablen bei beid-, links- und rechts- händigen (H) sowie umgelernten Probanden (N=104).....	101

# TABELLENVERZEICHNIS

---

<b>Tabelle 1.</b> Fähigkeiten der beiden Gehirnhemisphären (adaptiert nach Pruckner, 2007). .....	9
<b>Tabelle 2.</b> Verteilung der Probanden nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeit- Index (H). .....	53
<b>Tabelle 3.</b> Verteilung der Rechts- und Linkshänder (H,S) bezüglich der Sexualität und des Durchschnittsalters. ....	55
<b>Tabelle 4.</b> Verteilung der Rechts- und Linkshänder (H,S) bezüglich der Enkel- oder Kinderanzahl. ....	57
<b>Tabelle 5.</b> Linkshändige Familienmitglieder bei Rechts- und Linkshändern (H, S). ....	58
<b>Tabelle 6.</b> Zugehörigkeit zu großen Glaubensgemeinschaften bei Rechts- und Linkshändern (H, S). ....	61
<b>Tabelle 7.</b> Messwerte der körperlichen Parameter der Testpersonen nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeit-Index (H). .....	63
<b>Tabelle 8.</b> Messwerte der körperlichen Parameter der männlichen und weiblichen Testpersonen nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeit-Index (H). ....	67
<b>Tabelle 9.</b> Absolvierte Tätigkeiten der Hände bei Links- und Rechtshändern (S, H). ....	71
<b>Tabelle 10.</b> T-Wert Vergleich des Sensation Seeking und der Subskalen bei Rechts- und Linkshändern (H,S). .....	73
<b>Tabelle 11.</b> Resultate der Subtests der kognitiven Leistungsvariablen der Rechts- und Linkshänder (H, S). ....	75
<b>Tabelle 12.</b> Körperliche Parameter der Gruppe der Umgelernten. ....	79
<b>Tabelle 13.</b> Vergleich der Unterarm- und Halsumfänge sowie der WHR in den fünf Vergleichsgruppen. ....	81
<b>Tabelle 14.</b> Ergebnisse der Umgelernten an beiden Händen bei den Subtests Kreispunktieren und Spurenzeichnen. ....	84
<b>Tabelle 15.</b> Resultate kognitiver Leistungsvariablen bei Umgelernten, Rechts- und Linkshändern (H, S). ....	86
<b>Tabelle 16.</b> Messwerte der körperlichen Parameter der beidhändigen Männer und Frauen im Vergleich mit Links- und RechtshänderInnen (H). .....	91
<b>Tabelle 17.</b> WHR und Digit Rate bei umgelernten, rechts-, links- und beidhändigen Probanden. ....	96

<b>Tabelle 18.</b> Resultate im Spurenzeichnen und Kreispunktieren bei Umgelernten, Rechts-, Links- und Beidhändigen. ....	98
<b>Tabelle 19.</b> Kognitive Testresultate der Beidhändigen, Umgelernten sowie Rechts- und Linkshänder (H). ....	100

# VORWORT

---

*LICHTUNG*

*MANCHE MEINEN*

*LECHTS UND RINKS*

*KANN MAN NICHT*

*VELWECHSERN.*

*WERCH EIN ILLTUM!*

Ernst Jandl, aus „Laut und Luise“, 1966

Beim Gedanken an das Wort ‚Symmetrie‘ kommt mir im ersten Augenblick eine konkrete Zeichnung von Leonardo da Vinci ins Gedächtnis: die Abbildung „*Der Vitruvianische Mensch*“. Auf dieser ist ein nackter Mann mit ausgestreckten Armen und Beinen zu sehen, der mit seinen Fingerspitzen und Sohlen einen umgebenden Kreis und ein Quadrat berührt. Trotz der Entstehung dieser Skizze vor mehr als 500 Jahren weist diese auch heute noch weltweite Bekanntheit auf. Der Künstler hatte bereits damals ein intensives, ästhetisch motiviertes Interesse für symmetrische Figuren und daher beschreibt da Vinci’s Bild perfekte humane Proportionen. Dass diese Thematik auch heute noch nicht an Aktualität und Relevanz verloren hat, soll diese Masterarbeit aufzeigen.

Symmetrische Muster sind universell, finden sich überall in der Natur und stellen daher das grundlegendste Ordnungsprinzip dar. Symmetrie gilt zumeist als ansprechend, da strukturelle Ordnung, Klarheit und Übersicht von den meisten Individuen geschätzt werden. Im Laufe der Evolution ließen symmetrische Körperproportionen auf eine gute genetische Ausstattung schließen und wurden meist mit Eigenschaften wie Gesundheit, Robustheit und Stabilität assoziiert. Ebenso stellt der symmetrische Aufbau eines menschlichen Körpers in der heutigen Welt einen bedeutsamen Schönheitsparameter dar. Symmetrie wird zumeist als schön, harmonisch und angenehm empfunden, während asymmetrische Gesichter meist als weniger attraktiv eingeschätzt werden.

Das Nachschlagen des Begriffes ‚Symmetrie‘ im Lexikon (2004) führt zu der Definition „*Eigenschaft eines ebenen oder räumlichen Gebildes, beiderseits einer [gedachten] Achse ein Spiegelbild zu ergeben*“. Dieser spiegelbildliche Aufbau kann jedoch bei asymmetrischen

## VOWORT

Objekten nicht aufgefunden werden und diese werden daher als ungleichmäßig oder einfach nicht symmetrisch bezeichnet.

Ein simples Beispiel für den Symmetriebegriff stellt der menschliche Körper dar. Eine gedachte Linie entlang der Mitte eines Menschen liefert zwei spiegelbildliche Körperhälften mit je einem Ohr, einem Arm und einem Bein sowie einem halben Teil von Mund, Nase und Gehirn. Daher erscheint der Mensch bei einer anatomischen Betrachtung zumindest von außen äußerst symmetrisch. Diese Charakteristik kann jedoch nicht vollständig auf die innere Anatomie eines Körpers übertragen werden. So befindet sich das Herz größtenteils auf der linken Seite während die Leber nur in der rechten Körperhälfte lokalisiert ist.

Verschiedene Aspekte der menschlichen Symmetrien und Asymmetrien sollen im Rahmen dieser Forschungsarbeit näher beschrieben werden. Eine zentrale Thematik stellt darin die bevorzugte asymmetrische Handverwendung innerhalb der Bevölkerung dar. Daher wird im Zuge dieser Untersuchung die auftretende Handpräferenz näher analysiert und wichtige Einflussfaktoren für die einseitige Nutzung der Hände beleuchtet. In weiterer Folge wird die Korrelation dieser Asymmetrie der Hände mit kognitiven Leistungsvariablen wie der Sprachproduktion und der Wortflüssigkeit, dem logischen Schlussfolgern sowie der kurz- und mittelfristigen Gedächtnisleistung analysiert, wobei unterschiedliche psychometrische Verfahren zum Einsatz kommen. Zudem wird die präferierte Nutzung einer Hand in Bezug zu anthropologischen sowie persönlichen Merkmalen gesetzt.

# EINLEITUNG

---

## 1 – (A)SYMMETRIEN DES MENSCHLICHEN KÖRPERS

Aufgrund diverser paarig angelegter Körperteile erscheint der menschliche Körper nur bei kurzer oberflächlicher Betrachtung symmetrisch. Entlang einer gedachten Linie kann eine Aufteilung in zwei spiegelbildliche Körperhälften erfolgen. Dieser augenscheinlich entstandene Eindruck von Symmetrie trägt jedoch. Während der äußerliche Gesamteindruck eine symmetrische Nutzung und Funktion vermuten lässt, so besitzt in Wirklichkeit nur die Gestalt und der Aufbau des Körpers eine symmetrische Grundlage. Tatsächlich weist der Einsatz sowie die Fertigkeiten und die daraus resultierende Präferenz der Extremitäten, Augen oder Ohren starke Asymmetrien bezüglich einer der beiden Seiten des Körpers auf. Im Allgemeinen hat sich zumeist der Schwerpunkt für die bevorzugte Verwendung evolutionär bedingt auf die rechte Seite verlagert. Bereits 1964 konnten Hecaen und deAjuriaguerra am Beispiel der Hände zeigen, dass innerhalb der Menschheit eine starke Präferenz für die rechte Hand herrscht.

Zur Zuordnung der Organe und Extremitäten zu den zugehörigen Seiten bedient man sich zumeist zweier Adverbien, welche eine genauere Beschreibung der Lokalisierung ermöglichen. Mithilfe der nachfolgenden Beleuchtung der beiden adverbialen Begriffe ‚rechts‘ und ‚links‘ soll in weiterer Folge der Ursprung dieser einseitigen Benützung geklärt werden. In diesem Zusammenhang werden Definitionen präsentiert sowie auf deren genaue Bedeutung und Herkunft näher eingegangen.

### 1.1 Die Begriffe ‚links‘ und ‚rechts‘

Zur gegensätzlichen Beschreibung einer Orientierung werden hauptsächlich die beiden Antonyme rechts und links eingesetzt. In der Regel bilden diese beiden Seitenbezeichnungen ein festes Begriffspaar, welches bereits gemeinsamen historischen Veränderungen unterworfen war. Die etymologische Bedeutung der beiden Ausdrücke wurde daher stark von vorhandenen Idealvorstellungen, Mythen und dem Glauben der Personen geprägt (Sanders, 1998).

## EINLEITUNG

Im Nachschlagewerk „*Duden – Die deutsche Rechtschreibung*“ (2004) wird der Begriff ‚rechts‘ auf den mittelhochdeutschen Ausdruck „*reht*“ zurückgeführt, welcher „*richtig*“ bedeutet. Im Gegensatz dazu stammt der Terminus ‚links‘ vom mittelhochdeutschen „*linc*“ oder „*lenc*“ ab, der mit „*linkisch*“ näher beschrieben werden kann. Bereits diese prägnante Beschreibung der beiden Adverbien illustriert den stark differenzierenden Status der Sympathie deutlich. Dieser Effekt wird ebenso durch eine Betrachtung der beiden Ausdrücke in weiteren Sprachen verstärkt. Im Englischen (*right/left*), Französischen (*droit/gauche*) oder Lateinischen (*dexter/sinister*) besitzen die Vokabel für die linke Seite meist eine negative Behaftung, während dem Rechten meist eine positive Bedeutung zukommt.

Eine Analyse des historischen Kontexts illustriert, dass bereits in früheren Zeiten ‚rechts‘ mit Eigenschaften wie kräftig, tüchtig, geschickt, günstig, gerade oder besser in Verbindung gebracht, während ‚links‘ mit Konnotationen wie schwach, schlaff, ungeschickt, ungünstig, krumm, schief, stotternd, lahm oder schlimm belegt wurde (Sanders, 1998). Der Unterschied der beiden Antonyme wird darüber hinaus auch durch allgemein bekannte Sprichwörter deutlich. So wird die linke Seite für negative Ausdrücke wie „*mit dem linken Fuß aufstehen*“, „*ein linker Kerl sein*“, „*zwei linke Hände haben*“ oder „*jemanden links liegen lassen*“ eingesetzt. Entsprechende Aussagen welche den Begriff ‚rechts‘ umfassen erwecken zumeist einen positiven Eindruck wie „*das Herz auf dem rechten Fleck haben*“ oder „*eine rechte Hand haben*“.

Diese konträre Assoziation von ‚links‘ und ‚rechts‘ spielt ebenso im Glauben und den Religionen eine zentrale Rolle. Laut Olsson und Rett (1989) stellt das Linke ein Symbol des Bösen und Minderen im Glauben dar. Demgegenüber wurde der Terminus ‚rechts‘ mit positiven Assoziationen behaftet, wie aus der Erzählung von Matthäus (25, 31-46) erkennbar. In dieser werden die guten Schafe auf die rechte Seite ins Heil geschickt, während die bösen Böcke zur linken Seite und somit zur ewigen Verdammnis kommen. Eine Abwertung der linken Seite wurde jedoch nicht nur in religiösen Belangen sichtbar, sondern manifestierte sich auch in weiteren historischen Perioden. Für Abbildungen von Königen oder Rittern wurden diese nur mit dem Schwert als Zeichen ihrer Macht in der rechten Hand gezeichnet (Sanders, 1998).

Olsson und Rett (1989) beschäftigten sich in diesem Zusammenhang auch mit dem Abwischen nach der Defäkation in vorindustriellen Gesellschaften. Da diese Tätigkeit als

unästhetisch galt und auch potentiell schädlich war, wurde die Toilettenhygiene der linken Hand überlassen, während die rechte für Vorgänge wie den Waffengebrauch und das Essen verwendet wurde (Springer & Deutsch, 1998). Im Mittelalter verkörperte die gesamte rechte Körperseite Geradlinigkeit, Ordnung, Recht und Richtigkeit. Demgegenüber stand das Ungerade, Unregelmäßige, Krumme und Schlechte das mit der linken Körperhälfte verbunden wurde (Sanders, 1998).

Trotz vieler Belege und Theorien, welche diese divergierenden Assoziationen von den Adverbien links und rechts untermauern, bleibt jedoch fraglich, ob diese Klassifikation auf einen konkreten physischen Unterschied zurückzuführen ist oder nur auf einer abstrakten und symbolischen Ebene basiert. Es besteht jedoch kein Zweifel daran, dass diese seit Jahrhunderten auftretende Differenzierung von rechts und links anhand positiver und negativer Assoziationen auch das heutige Weltbild stark geprägt hat. Diese wird vor allem anhand der ungleichmäßigen Verwendung der beiden Körperhälften im Zuge der menschlichen Entwicklung sichtbar. Am Beispiel der Hände lässt sich demonstrieren, dass sich in der Kindheit trotz einer anfänglichen Absolvierung diverser Fertigkeiten mit beiden Händen eine Präferenz für nur eine Seite entwickelt. Aufgrund von zunehmender Komplexität der Aufgaben kommt es ab einem bestimmten Alter hauptsächlich zu einem alleinigen bzw. überwiegendem Einsatz der kräftigeren und geschickteren Hand. Obwohl beide Hände ein grundlegendes Werkzeug der menschlichen Population darstellen, wird vom Großteil der Menschheit nur eine der beiden Hände präferiert – die rechte (Sanders, 1998).

### 1.2 Das Lateralitätsphänomen ‚Menschlicher Körper‘

Die äußere Erscheinung des menschlichen Körpers vermittelt zumeist einen symmetrischen Aufbau. Die aufgrund unterschiedlicher Funktionen und Fertigkeiten resultierende Nutzung einer der beiden Körperhälften erfolgt jedoch keinesfalls symmetrisch. Diese Präferenz im Gebrauch paarig angelegter Körperteile basiert sowohl auf funktionellen als auch auf morphologischen Unterschieden und wird als „*Lateralität*“ bezeichnet (Krombholz, 1993). Der Begriff leitet sich vom lateinischen Substantiv „*latus*“ für Seite ab und ist auch unter den Fachtermini „*Seitigkeit*“, „*laterale Dominanz*“ oder „*laterale Präferenz*“ bekannt (Duden, 2004). Diese, nicht durch Krankheit bedingte Vorlieben für eine Körperseite, umfassen Phänomene wie die Händigkeit (bevorzugte Verwendung einer bestimmten Hand), die

Füßigkeit (Dominanz eines Fußes) sowie die Äugigkeit und Ohrigkeit (Verwendung des präferierten Auges oder Ohres).

Laut Springer und Deutsch (1998) bezeichnet der Begriff Füßigkeit die Präferenz eines Fußes oder Beines. Diese Bevorzugung wird jedoch sehr stark durch die Rolle der Hände determiniert, da z.B. beim Werfen eines Steines nur jener Fuß einen Schritt nach vorne machen kann, der sich auf der komplementären Seite der Wurfhand befindet (Peters, 1988). Zudem besteht bei den Füßen kaum die Möglichkeit, eine Bewegung unabhängig von der Verwendung des anderen durchzuführen. Daher wird bei einer Betrachtung der Füßigkeit das Augenmerk auf jenen Fuß gelegt, der eine Manipulation eines Objektes vornimmt oder eine Aktivität anführt. Dieser wird folglich als präferierter Fuß verstanden, während der andere nur stabilisierende Funktionen ausübt (Peters, 1988). Eine einseitige Aktivität sowie der Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung können jedoch einen zentralen Einfluss bei einer Untersuchung der Füßigkeit ausüben. Daher sollte diese nicht anhand von Fragebögen analysiert werden, sondern mithilfe praktischer Anwendungsbeispiele (Wang & Newell, 2013).

Bereits vor circa 25 Jahren stellte Peters (1988) fest, dass die Füßigkeit ein Lateralitätsphänomen beschreibt, welchem nur sehr wenig Aufmerksamkeit zuteil wurde. Demgegenüber macht die Händigkeit oder bevorzugte Verwendung einer bestimmten Hand nicht nur für diese Arbeit den zentralen Aspekt aus. Die umfassende Literatur und zahlreiche Forschungsergebnisse zur einseitigen Nutzung einer Hand werden daher erst in einem späteren Kapitel behandelt. Außer Frage steht jedoch, dass die Händigkeit und Füßigkeit vor allem unter Sportlern zu den offensichtlichsten Asymmetrien des menschlichen Körpers zählen. Im Gegensatz dazu existiert bei den Menschen kaum ein Bewusstsein dafür, dass auch eine Präferenz bei den Augen und Ohren auftreten kann (Coren, 1992).

Das menschliche Gehirn gehört neben den Extremitäten zu jenen Körperbestandteilen die ebenfalls eine laterale Dominanz aufweisen. Beide Hemisphären weisen zahlreiche asymmetrisch angeordnete Gehirnareale unterschiedlicher Funktionen und Spezialisierungen auf. Daher beinhaltet das nächste Kapitel gesammelte Daten und Literatur zum menschlichen Gehirn und den potenziell vorkommenden Asymmetrien bezüglich anatomischer und funktioneller Charakteristika.

## 2 – DAS MENSCHLICHE GEHIRN

Zunächst wird auf den generellen Aufbau des Gehirns näher eingegangen und zahlreiche Einflussfaktoren auf eine strukturelle und funktionelle Ungleichverteilung aufgezeigt. Abschließend soll der Begriff der kognitiven Leistungsvariablen näher definiert werden.

### 2.1 Der generelle Aufbau, Struktur und cerebrale Funktionen

Das menschliche Gehirn lässt sich von innen nach außen in drei verschiedene Schichten einteilen. Der innerste Bereich, der Hirnstamm, reguliert Prozesse wie die Atmung und das Schlucken und umfasst den Sitz des limbischen Systems, welches an der Steuerung und Regulation von Emotionen und Gedächtnis maßgeblich beteiligt ist. Die darüber liegende Schicht, das Großhirn oder das Cerebrum, zeigt sich für die Kontrolle der Mehrzahl der emotionalen und kognitiven Funktionen verantwortlich. Der äußerste Abschnitt des Gehirns, der cerebrale Cortex, umgibt das Großhirn vollständig und wird in zahlreiche Segmente gegliedert. In Abhängigkeit von der Funktion unterscheidet man dabei das motorische Areal, einen Bereich zur Verarbeitung auditiver Signale (primärer auditorischer Cortex) sowie visueller Informationen (visueller Cortex). Eine weitere Aufgabenstellung des Cortexes stellt die Steuerung der Muskeln sowie die Auseinandersetzung mit der Interpretation und Integration von Daten dar. Neu aufgenommene sensorische Informationen werden in weiterer Folge in das Assoziationsareal des Frontallappens des Cortexes umgeleitet. In diesem wird aufgrund der Fähigkeiten des Planens und Entscheidens eine angemessene Antwort zu dem korrespondierenden Signal erzeugt (Campbell & Reece, 2006; Zimbardo & Gerrig, 2004).

Die Unterteilung des vollständigen Großhirnareals erfolgt in zwei symmetrisch erscheinende Hälften, die Hemisphären, welche über einen Strang aus Nervenfasern, den Corpus callosum, miteinander verbunden sind (Zimbardo & Gerrig, 2004). Die beiden Hemisphären sind für eine überkreuzte Steuerung des Körpers zuständig. Demnach kontrolliert die rechte Hemisphäre die linke Körperseite, während die linke Gehirnhälfte die rechte Körperhälfte steuert. Diese kontralaterale Kontrolle der Körperhälften ist die Folge einer Kreuzung der Nervenbahnen im Bereich des oberen Rückenmarks (Zimbardo & Gerrig, 2004).

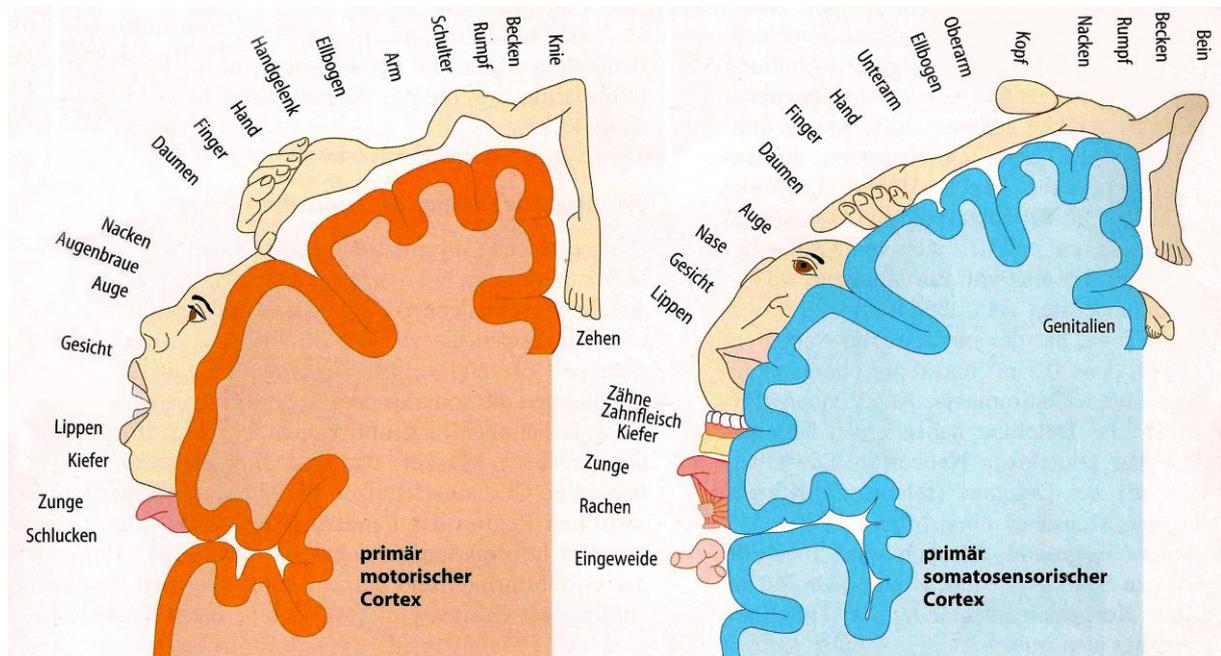
Die Areale des Großhirns und des Cortexes weisen jedoch unterschiedliche morphologische sowie funktionelle Charakteristika in den beiden Hemisphären auf, welche im nachfolgenden Abschnitt exemplarisch betrachtet werden.

### 2.2 Asymmetrien des menschlichen Gehirns

Trotz einer ähnlichen Morphologie der beiden Hemisphären unterscheiden sich diese sehr wohl in ihrer Anatomie als auch in ihren Tätigkeiten. Springer und Deutsch (1998) berichten von zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, deren Ergebnisse belegen, dass die Gehirnhälften trotz der äußerlichen Symmetrie weder in den Fähigkeiten noch in der strukturellen Organisation gleichgestellt sind. Aufgrund von Spezialisierungen der beiden Hemisphären auf konkrete Fertigkeiten, kommt es daher zur Entwicklung verschiedener Aufgabenbereiche für die linke und die rechte Gehirnhälfte. Diese divergierenden Merkmale stellen, neben geschlechtsspezifischen Einflussfaktoren, die Grundlage für variierende fachliche Kompetenzen, Verhaltensweisen oder Reaktionen einer Person dar.

Die cerebrale Steuerung diverser Körperregionen wird durch die Position entlang des Körpers bestimmt. So kommt es zu einer verbesserten und verstärkten Beeinflussung der oberen Körperhälfte, da diese in den Gehirnabschnitten, im Gegensatz zu den unteren Bereichen des Körpers, meist sehr detailliert im Gehirn repräsentiert wird. Dieser bedeutende Unterschied zwischen der oberen und unteren Körperhälfte hat sich hauptsächlich beim Menschen etabliert. Daher existieren für die Steuerung der Finger und Arme oder der Muskeln zur Kontrolle der Stimmbildung im motorischen und somatomotorischen Areal des Cortexes viel detailliertere Instruktionen als für die unteren Regionen des Körpers (Zimbardo & Gerrig, 2004). Demgegenüber sind die Differenzen der entsprechenden Areale vieler anderer Säugetierklassen kaum oder nur sehr schwach ausgeprägt. Wehr und Weinmann (1999) führen in diesem Kontext an, dass eine stärkere cerebrale Privilegierung des Handareals ein Resultat der Entwicklung des Menschen aus den Primaten ist.

In diesem Zusammenhang wird auch häufig der Begriff des Homunculus (lat. „*Menschlein*“) genannt, welcher in Abbildung 1 dargestellt wird. Dieser beschreibt eine künstlich geschaffene Figur, dessen Körperproportionen durch die Repräsentation der Körperteile in den diversen Arealen des Gehirns bestimmt werden.



**Abbildung 1.** Homunculus des motorischen und somatosensorischen Cortexes (Campell & Reece, 2006).

Jene Körperabschnitte, die im Gehirn stark repräsentiert werden wie z.B. die Hände und Finger oder sonstige sensible und feinmotorische Bereiche, sind auch in der Figur des Homunculus des motorischen oder somatosensorischen Cortex entsprechend groß dargestellt (Abbildung 1). Das Vorhandensein von schwächer ausgeprägten Körperbereichen z.B. der unteren Gliedmaßen des Homunculus, deutet auf eine geringere cerebrale Repräsentanz in den beiden Cortexes hin (Abbildung 1; Campell & Reece, 2006).

### 2.2.1 Anatomische Asymmetrien

Wissenschaftliche Untersuchungen von anatomischen Unterschieden der beiden Hemisphären stehen bereits seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Vordergrund. Zu den ersten bedeutenden Ergebnissen zählen jene von Geschwind und Levitsky (1968), die aufzeigen konnten, dass die Ausdehnung des Planum temporales, einem Teil des Temporallappens, in unterschiedlichem Ausmaß auftreten kann. Laut ihren Daten ist der vermessene Bereich im Durchschnitt auf der linken Seite des Gehirns um ein Drittel größer als in der rechten Hemisphäre. Replikative Studien konnten erneut belegen, dass bei 70% der Probanden eine asymmetrische Lage und Fläche des Planum temporales zugunsten der linken Gehirnhälfte auftritt (Springer & Deutsch, 1998).

Die stetig fortlaufende Auseinandersetzung mit der Thematik der anatomischen Asymmetrien brachte auch in jüngster Zeit neue Ergebnisse in diesem Bereich. So kann

Jäncke (2006) nachweisen, dass der Heschl'sche Gyrus, auf welchem das primäre auditorische Sprachzentrum liegt, rechtsseitig häufiger aus zwei Gyri besteht, während er auf der linken Seite nur einen Gyrus umfasst.

Einen zentralen Einfluss auf vorliegende anatomische Gegebenheiten des Gehirns übt das Geschlecht aus. Bereits ein Vergleich der gesamten Gehirnmasse lässt erkennen, dass das weibliche Gehirn kleiner und leichter ist als das der Männer. Zudem ist die Dichte und Anzahl der Neuronen im Cortex von Frauen geringer als bei männlichen Gehirnen (Aloisi, 2007). Männer und Frauen weisen ebenso Differenzen in der Größe und der Verteilung bestimmter Gehirnareale auf. Gorsky (2002) zeigt in seinen Untersuchungen, dass bei Männern das präoptische Areal des Hypothalamus doppelt so groß ist wie jenes der Frauen. Bei Frauen lassen sich vergrößerte Wernicke- und Broca-Areale, welche wichtige cerebrale Bereiche zur Sprachregulierung darstellen, im Vergleich zu Männern feststellen. Im Corpus callosum sind einige Teilstücke bei weiblichen Personen stärker ausgeprägt, wodurch auf eine verbesserte interhemisphärische Kommunikation geschlossen wird (Holloway et al., 1993).

All die exemplarisch angeführten anatomischen Asymmetrien stellen zumeist die Basis unterschiedlicher Funktionen dar und können daher ebenso in funktionellen Asymmetrien des Gehirns resultieren, welche im nächsten Kapitel näher betrachtet werden.

### *2.2.2 Funktionelle Asymmetrien*

1836 präsentierte Marc Dax auf einer Tagung der medizinischen Gesellschaft seine durch Beobachtung erlangten Erkenntnisse, wonach jede Hälfte des Gehirns unterschiedliche Funktionen steuert (Springer & Deutsch, 1998). Mit diesem ersten zentralen Ereignis bei der Erforschung der funktionellen Asymmetrien wurde der Grundstein für zahlreiche weitere Analysen und Experimente gelegt. Paul Broca beschäftigte sich mit Patienten, die unter Sprachverlust litten und konnte den für diese Störung verantwortlichen Bereich des Gehirns auf den Frontallappen der linken Hemisphäre eingrenzen. Seit diesem Zeitpunkt wird jene Region auch als ‚Brocasches Areal‘ oder ‚Brocasche Sprachregion‘ bezeichnet und die Fähigkeit der sprachlichen Artikulation eindeutig auf die linke Hemisphäre übertragen (Springer & Deutsch, 1998). Darüber hinaus werden auch Prozesse wie die Sprachproduktion und das Sprachverständnis von der linken Gehirnhälfte reguliert.

## EINLEITUNG

Bedeutsame Grundlagen in der Untersuchung von funktionellen Asymmetrien stellen die Untersuchungen an Split-Brain-Patienten dar. Der Begriff „*Split-Brain*“ beschreibt eine Durchtrennung des Corpus callosum, welcher normalerweise die beiden Hemisphären verbindet. Split-Brain Patienten erlauben Rückschlüsse auf die spezifischen Aufgabengebiete der beiden einzelnen Gehirnhälften (Springer & Deutsch, 1998). Bei einer selektiven Stimulation der linken Hemisphäre der Patienten kommt es zu einer verbalen Benennung der präsentierten Stimuli, wohingegen eine Zuführung der Stimuli zur rechten Hemisphäre keine sprachliche Bearbeitung ermöglichte (Jäncke, 2006).

Seit dem Beginn der Lokalisation bestimmter Eigenschaften und Fähigkeiten auf eine der beiden Gehirnhälften werden zumeist hemisphären-spezifische Merkmale der rechten oder der linken Gehirnhälfte zugeordnet, welche auch heute noch Gültigkeit besitzen. Demnach weisen Personen mit linkshemisphärischen Schädigungen hauptsächlich sprachliche Beeinträchtigungen auf, während Verletzungen der rechten Gehirnhälfte Defizite in der Wahrnehmung und Aufmerksamkeit hervorrufen. Die rechte Hemisphäre zeigt sich für räumliche Aufgaben bzw. Vorstellungskraft, Kreativität und musikalische Leistungen verantwortlich. Der linken Gehirnhälfte wird meist logisches und analytisches Denken sowie Sprachproduktion und -verständnis zugeschrieben (Springer & Deutsch, 1998). Es sei jedoch angemerkt, dass trotz individueller Spezialisierungen zwischen den beiden Hemisphären ein ständiger Kontakt bei der Durchführung bestimmter Aktivitäten besteht. Tabelle 1 fasst einige der bekannten Aufgabengebiete und Leistungen der jeweiligen Gehirnhälften prägnant und selektiv zusammen.

**Tabelle 1.** Fähigkeiten der beiden Gehirnhemisphären (adaptiert nach Pruckner, 2007).

<b>Linke Hemisphäre</b>	<b>Rechte Hemisphäre</b>
kontrolliert die rechte Seite des Körpers	kontrolliert die linke Seite des Körpers
nimmt eher Details wahr	hat eher den Überblick
regelt die Grammatik und Wortstellung	regelt die Körpersprache, Mimik und Gestik
steuert verbale und mathematische Funktionen	steuert Bewegungen und physische Aktivität, regelt künstlerische Leistungen und Erlebnisse
Gedächtniszentrum für Wörter, Zahlen und Regeln	Zentrum für Intuition, Spontaneität und Gefühle
Sprache, Lesen, Rechnen, Gesetzmäßigkeiten, Analysedetail, Wissenschaft, Einzelheiten, Linearität	Bildersprache, Kreativität, Spontaneität, Neugier, Spielen, Ganzheitlich, Zusammenhänge

Eine interessante Feststellung bei der Aufteilung der Kompetenzen auf die beiden Hemisphären kann bezüglich der Geschlechter getroffen werden. Während Frauen bei sprachlichen Fertigkeiten wie Sprachflüssigkeit, Schnelligkeit der Artikulation und Grammatik sowie bei rechnerischen Prozessen den Männern meist überlegen sind, zeigen Männer bessere Leistungen bei allen räumlichen und mechanischen Geschicklichkeitsaufgaben (Springer & Deutsch, 1998). Funktionelle Divergenzen können ebenso als Resultat variierender anatomischer Charakteristika vorliegen. Ein vergrößerter Bereich des Broca-Areals für die Sprachbildung bei Frauen führt folglich auch zu geschlechtsspezifischen Differenzen in funktionellen Belangen, da diese vergrößerte Fläche den Frauen bessere verbale Fähigkeiten ermöglicht (Jäncke, 2006). Zahlreiche Untersuchungen von Landsdell (1962) belegen, dass die für visuell-räumliches Vorstellungsvermögen und sprachliche Fertigkeiten verantwortlichen Gehirnareale bei Männern in entgegengesetzten Hemisphären lokalisiert sind. Demgegenüber scheinen bei Frauen die sprachlichen und räumlichen Regionen stärker bilateral verteilt zu sein. Springer und Deutsch (1998) folgern daraus, dass Frauen generell in allen Bereichen des Gehirns schwächer cerebral lateralisiert sein könnten. Als Einflussfaktoren für diese Geschlechtsunterschiede werden hormonelle Veränderungen während der Pubertät sowie divergierende Hormonlevel im Erwachsenenalter genannt. Levy (1969) versteht diese Diskrepanzen auf einer evolutionären Ebene, da Männer als Jäger mit guten visuell-räumlichen Fertigkeiten ausgestattet werden, während bei Frauen für die Kindererziehung die Entwicklung einer Sprache im Mittelpunkt steht.

Eine Konsequenz der Zuordnung spezifischer Eigenschaften zur jeweiligen Gehirnhälfte, stellt das im nächsten Abschnitt behandelte ‚Konzept der Hemisphärendominanz‘ dar.

### *2.2.3 Konzept der Hemisphärendominanz*

Bereits 1868 entwickelte John H. Jackson ein Konzept, welches sich zu dem heute dominierenden Modell in der Betrachtung der Beziehung zwischen den beiden Hemisphären entwickelte. Er postuliert die Existenz einer führenden Seite im Gehirn, welche bei den meisten Personen die linke darstellt. Diese wird in weiterer Folge von ihm als die ‚Seite des Willens‘ bezeichnet, während die untergeordnete, rechte Gehirnhälfte als die ‚Seite des Automatischen‘ Bekanntheit erlangt (Springer & Deutsch, 1998). Seine Theorien entsprechen ebenso dem damals allgemein vertretenen Bild, wonach die linke Hemisphäre bezüglich der Sprache und weiterer höherer Funktionen die bestimmende und

dirigierende Hälfte sei. Demgegenüber besitzt die rechte, unbedeutendere Hemisphäre keine speziellen Funktionen und ist der linken hierarchisch unterlegen. Die Phrase ‚cerebrale Dominanz‘ subsummiert auch heute noch Theorien, welche nur einer der beiden Hemisphären bei der Ausübung einer bestimmten Funktion eine dominante Rolle zuschreiben (Springer & Deutsch, 1998).

Eine drastische Folge dieser Denkweise stellte jedoch die zunehmend unterlegene Bedeutung der rechten Hemisphäre dar. Da eine Beeinträchtigung der rechten Hemisphäre selten gravierende Funktionsausfälle bewirkt, wird diese als weniger relevant für das menschliche Verhalten angesehen. Zudem erschweren Veränderungen oder Störungen in der rechten Hemisphäre meist eine Analyse, da die offensichtlichen Änderungen lediglich subtil sind. Die Erkennung der Notwendigkeit einer rechten Hälfte des Gehirns in unterschiedlichsten Bereichen setzte daher erst um einige Jahre später ein. Viele nachfolgende wissenschaftliche Forschungsergebnisse können jedoch bewirken, dass die Fähigkeiten der rechten Gehirnhälfte neu überdacht werden (Springer & Deutsch, 1998).

Schädigungen der rechten Seite des Gehirns haben eine reduzierte Fähigkeit bei nicht-verbale Tests wie der Manipulation geometrischer Figuren, dem Ergänzen fehlender Teile oder dem Zusammenlegen von Puzzles zur Folge. Im Einklang mit den Problemen bei der Erkennung von Formen und räumlichen Zusammenhängen zeigen sich auch gravierende Defizite im Bereich der Orientierungsfähigkeit und der Aufmerksamkeit bei diesen Patienten. In zahlreichen Untersuchungen führen Störungen der rechten Hemisphäre auch zu Beeinträchtigungen im Erkennen von vertrauten visuellen Informationen oder vertrauten Gesichtern. Darüber hinaus weisen immer mehr Resultate auf die Bedeutung der rechten Hemisphäre bezüglich musikalischer Fähigkeiten hin (Springer & Deutsch, 1998).

Die vorangegangenen Kapitel haben anhand einiger ausgewählter Beispiele das Vorhandensein und die Folgen der auftretenden Unterschiede in Anatomie und Funktion der einzelnen Gehirnareale zusammengefasst. Der nächste Abschnitt soll die zugrundeliegenden Einflussfaktoren und Ursachen für diese funktionellen und anatomischen Asymmetrien des Gehirns näher bringen.

### *2.2.4 Einflussfaktoren auf Gehirnasymmetrien*

Seit der Entdeckung der Asymmetrien des Gehirns werden Erklärungen für ihr Auftreten gesucht und Theorien für ein besseres Verständnis aufgestellt. Ein Modell von Springer und Deutsch (1998) beschreibt die vorliegenden Gehirnasymmetrien als Folge einer Auseinanderentwicklung der Funktionen der beiden Hälften im Zuge der Evolution. Dabei gehen sie davon aus, dass sich der Schwerpunkt der linken Hemisphäre auf die Erzeugung von schnell wechselnden Bewegungsmustern wie der Feinmotorik der Hände oder den Stimmapparat verlagerte. Aufgrund einer sequentiellen Verarbeitung der Informationen in dieser Gehirnhälfte, wird analytisches Denken ermöglicht. Demgegenüber spezialisiert sich die rechte Hemisphäre auf die Wahrnehmung räumlicher Muster und Beziehungen, welche auf einer parallel stattfindenden Verarbeitung der Daten beruht (Springer und Deutsch, 1998).

Als Startzeitpunkt für die Ausbildung asymmetrischer Gehirnareale deuten die Ergebnisse vieler experimenteller Studien auf das Säuglingsalter hin. Bereits kurz nach der Geburt lässt sich ein Unterschied in der Größe des Cortexes bei den beiden Geschlechtern feststellen. Aufgrund dieser Analysen wird ein Einfluss auf der genetischen Ebene nicht mehr vollständig ausgeschlossen. Jäncke (2006) verfolgt einen genetischen Ansatz, der als Grundlage für eine Prädisposition einer Asymmetrie der Hemisphären ein oder zwei Gene annimmt. Jedoch konnten für diese Theorie bis heute noch keine empirischen Belege gefunden werden. Des Weiteren wird die Annahme vertreten, dass auch pränatale Hormone einen essentiellen Effekt auf die Ungleichverteilungen im Gehirn ausüben (Giedd et al., 1996). Dies wird zudem durch die Ergebnisse von Goldstein et al. (2001) demonstriert, welche nachweisen konnten, dass in jenen Gehirnregionen mit anatomischen Geschlechtsunterschieden eine erhöhte Dichte an Androgenrezeptoren aufzufinden ist.

Durch das Vorkommen von zahlreichen Gehirnasymmetrien in der menschlichen Population, wird das Verhalten und die Reaktionsweise einer Person auf vielfältigste Weise geprägt und beeinflusst. Diese cerebralen Bereiche übernehmen die Steuerung der Leistungen in Denkprozessen sowie das Lernvermögen. Daher stellen diese auch die Grundlage aller kognitiven Aspekte eines Menschen dar, welche die Thematik des nachfolgenden Kapitels sind.

## 2.3 Kognitive Prozesse im Gehirn des Menschen

Die Entwicklung bestimmter Eigenschaften und Fertigkeiten im Zuge des Lebens eines Menschen erlaubt diesem das Zurechtfinden in einer sich verändernden Umwelt. Dieser Prozess determiniert die Art der Reaktion auf einen bestimmten Auslöser sowie das daraus resultierende und gezeigte Verhalten einer Person. Kognitionen umfassen die Gesamtheit solcher Fähigkeiten und Prozesse, die sich mit Erkenntnissen und Wissen auseinandersetzen und inkludieren somit auch den Erwerb, die Speicherung oder die Wiederverwendung der Informationen (Fröhlich, 2008). Als kognitive Prozesse können daher alle Vorgänge im Gehirn verstanden werden, die dem Erkennen dienen wie z.B. dem Wahrnehmen, dem Denken, dem Einprägen oder dem Wiedererkennen (Fröhlich, 2008). Der Begriff Kognition leitet sich vom lateinischen „*cognitio*“, der Erkenntnis ab und beschreibt Prozesse, welche durch das menschliche Gehirn gesteuert werden. Als Resultat auf diverse Input-Signale wie Reize oder Stimuli wird daher durch kognitive Abläufe ein entsprechender Output generiert, welcher sich durch eine bestimmte Reaktion oder ein Verhalten kennzeichnet (Edelmann, 1996).

Kognitive Kompetenzen beeinflussen auf vielfältigste Weise die Intelligenz einer Person, da diese das hierarchisch organisierte Netz zur Grundlage der Intelligenz bilden (Dresler, 2011). Zum Aufbau dieser Struktur werden sprachliche Fertigkeiten wie der Wortschatz oder die verbale Produktion eines Menschen sowie kognitive Fähigkeiten zur numerischen und räumlichen Verarbeitung, der Gedächtnisleistung und dem schlussfolgernden Denken eingesetzt (Dresler, 2011). Intelligenz als Überbegriff subsummiert somit die kognitiven und verbalen Eigenschaften einer Person und determiniert auf diese Weise die Leistungsfähigkeit in diesen Gebieten. Das erfolgreiche Abrufen der entsprechenden kognitiven Fertigkeiten resultiert in der Generierung eines adäquaten Outputs, wie dem Bewältigen einer Aufgabenstellung. Jene zugrundeliegenden kognitiven Fähigkeiten, welche die Leistung einer Person definieren, werden im Zuge dieser Arbeit als kognitive Leistungsvariablen verstanden.

Laut der Fachliteratur variiert die Anzahl der vorhandenen Leistungsvariablen beträchtlich, wodurch eine Kategorisierung und Beschreibung in diesen Belangen erschwert wird. Dieser Arbeit liegt die Einteilung und Charakterisierung der kognitiven Leistungsvariablen nach Luis L. Thurstone (1938) zugrunde, welche nachstehend kurz erläutert wird.

### 2.3.1 Die sieben Primärfaktoren nach Thurstone

Die sieben Primärfaktoren („*Primary Mental Abilities*“) umfassen jene gleichberechtigten und voneinander unabhängigen Variablen, welche einen Einfluss auf die Intelligenz eines Menschen ausüben (Thurstone, 1938; Thurstone & Thurstone, 1941). Zu diesen Faktoren zählt das Sprachverständnis („*Verbal Comprehension*“), welches das passive Vokabular oder den Wortschatz einer Person näher beschreibt. Das räumliche Denken („*Spacial Orientation*“) erfasst jene Fähigkeit, abstrakte Figuren im zwei- oder dreidimensionalen Raum sowohl visuell als auch mental zu rotieren. Induktives Denken („*Inductive Reasoning*“), determiniert die Eigenschaft, eine Regel oder ein Prinzip hinter einzelnen vorliegenden Phänomenen zu erkennen und ermöglicht das Problemlösen. Der Faktor Zahlen („*Number*“) definiert rechnerische Kompetenzen, während die Wortflüssigkeit („*Word Fluency*“) das aktive Vokabular einer Person wiedergibt. Die Merkfähigkeit oder Gedächtnisleistung („*Associative Memory*“) und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit („*Perceptual Speed*“) einer Person, stellen die letzten beiden der insgesamt sieben Faktoren nach Thurstone dar (Thurstone, 1938; Thurstone & Thurstone, 1941; Fröhlich, 2008).

Im Zuge dieser Studie wird der Fokus auf drei der von Thurstone etablierten leistungsbestimmenden kognitiven Fähigkeiten gelegt. Die relevanten kognitiven Leistungsvariablen der Gedächtnisleistung, Wortflüssigkeit sowie induktives Denken werden daher im folgenden Abschnitt kurz näher charakterisiert.

#### **Gedächtnisleistung**

Laut Sternberg (1996) stellt das Gedächtnis ein Hilfsmittel dar, mit dem auf vergangene Erfahrungen zurückgegriffen wird, um diese in der Gegenwart einzusetzen. Zu einer ersten groben Differenzierung des menschlichen Gedächtnisses wird eine Einteilung in implizit und explizit vorgenommen (Sternberg, 1997; Zimbardo & Gerrig, 2004). Jene Informationen zu Bewegungen und Handlungen einer Person werden im impliziten Gedächtnis, dem Handlungsgedächtnis, gespeichert. Aufgrund der Abspeicherung von motorischen Abfolgen können diese erneut ausgeführt werden, ohne sich bewusst auf die Durchführung zu konzentrieren, wie beim Gehen oder Fahrrad fahren. In dieser Weise wirkt sich diese Gedächtnisform meist unbewusst auf das Erleben und Verhalten eines Menschen aus. Im Gegensatz dazu speichert das explizite Gedächtnis Informationen, welche in Form von Sprache oder Bildern vorliegen. Dazu werden einerseits das episodische Gedächtnis mit

## EINLEITUNG

autobiografischen Inhalten und andererseits das zeitlose semantische Gedächtnis, das Weltwissen und Fakten umfasst, gezählt (Sternberg, 1996).

Anhand zweier gängiger Testverfahren kann eine weitere Differenzierung des menschlichen Gedächtnisses in das Recall- und Recognition-Gedächtnis erfolgen (Sternberg, 1996). Der Recall-Test ermittelt jene Gedächtnisleistung, bei der alle behaltene Inhalte einer zuvor gezeigten Lernreihe frei und spontan reproduziert werden können. Dieser Prozess kann in einer korrekten Reihenfolge (seriell) oder ohne bestimmte Randordnung (frei) ablaufen. Zur Untersuchung des Recognition-Gedächtnisses muss aus einer Reihe bestimmter Items jenes identifiziert werden, welches in einer vorangegangenen Lernreihe enthalten war. Dabei wird die Wiedererkennungslleistung gemessen (Sternberg, 1996).

Eine weitere, allgemein-bekanntete Einteilungsmethode basiert auf der Dauer der Speicherung von Informationen im Gedächtnis. In diesem Zusammenhang werden die drei Gedächtnistypen des Ultrakurzzeit- (sensorisches Gedächtnis), des Kurzzeit- (Arbeitsgedächtnis) und des Langzeitgedächtnisses unterschieden (Sternberg, 1996). Während das sensorische Gedächtnis Informationen für einige Millisekunden bis Sekunden festhält, so kann das Kurzzeitgedächtnis unter idealen Bedingungen Daten für circa 20 Sekunden speichern. Letzteres besitzt eine Kapazität von fünf bis neun möglichen Einträgen und erlaubt Suchprozesse, die seriell und erschöpfend ablaufen (Gruber, 2011). Das Langzeitgedächtnis ermöglicht das dauerhafte Behalten der Gedächtnisinhalte, zunächst nur für einige Minuten und in weiterer Folge auch jahre- bzw. lebenslang (Gruber, 2011).

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Gedächtnisleistung einer Person. Zu diesen zählen unter anderem die Darbietungsrate des Gelernten und die Lernabsicht sowie die Motivation. Ebenso spielt das Alter der Person eine zentrale Rolle, da durch den Anstieg des Alters eine gleichzeitige Reduktion der Leistung des Arbeits- und Langzeitgedächtnisses erkennbar ist (Howieson et al., 1993). Studien von Janowsky et al. (2000) belegen diese Annahmen durch das Vorhandensein einer erhöhten Fehlerquote bei älteren Personen aufgrund eines schwächeren Arbeitsgedächtnisses. Bezüglich des Einflusses des Geschlechts eines Probanden auf die erbrachte kognitive Leistung gibt es in der Literatur widersprüchliche Ergebnisse. In einer Untersuchung von Janowsky et al. (2000) liegt keine geschlechtsspezifische Differenz in der Gedächtnisleistung vor, weder bei älteren Personen noch bei einer jungen Vergleichsgruppe. Dennoch scheint ein Einfluss von Sexualhormonen auf die Leistung des Gedächtnisses zu existieren. Eine Studie von Kampen und Sherwin

(1994) zeigt, dass Frauen mit einer Östrogensersatztherapie im Zuge der Menopause verbesserte Leistungen des verbalen Gedächtnisses und des Recall-Gedächtnisses aufwiesen. Im Vergleich liefert eine Analyse von Janowsky et al. (2000) Resultate, welche belegen, dass eine Behandlung mit Sexualhormon-Präparaten bei älteren Personen nur zu einer Verbesserung der Leistung des Arbeitsgedächtnisses bei Männern führt, nicht jedoch bei Frauen. Die Verabreichung von Testosteron bei Männern kann eine bessere Leistung bewirken, die Zugabe von Östrogen verschlechtert allerdings die Leistung des Arbeitsgedächtnisses (Janowsky et al., 2000).

### **Wortflüssigkeit**

Unter der Sprache eines Menschen wird die Fähigkeit verstanden, Wörter oder Zeichen anzuwenden und sie zu Sätzen zu verbinden, um anderen Personen wichtige Konzepte oder Begriffe näher zu bringen (Pritzel et al., 2003). Zudem erlaubt die Sprache die Abstraktion von Bildern und bereichert das Wahrnehmungsspektrum eines Menschen. Die sprachlichen Fertigkeiten werden hauptsächlich durch die linke Hemisphäre des Gehirns determiniert, da die beiden Hirnzentren, die für die menschliche Sprache verantwortlich sind, linkshemisphärisch lokalisiert sind. Die beiden Bereiche werden nach ihren Entdeckern als das Wernicke- und das Broca-Areal der Sprachregulation bezeichnet. Durch beide Zentren erfolgt zunächst die Analyse der Wortbedeutungen und Sprachmelodien. Ein Abgleich aller wahrgenommenen Wörter mit den Inhalten des Sprachgedächtnisses erlaubt die Erfassung eines Sinnes oder einer Bedeutung der aufgenommenen Begriffe (Pritzel et al., 2003).

Für das Verstehen der Sprache bzw. die Worterkennung zeigt sich das Wernicke-Areal verantwortlich. Eine Verletzung in dieser Region führt meist zu verworrenem, unverständlichem Reden und macht es den Patienten unmöglich, Sprache zu entschlüsseln (Pritzel et al., 2003). Im Gegensatz dazu beeinflusst das Broca-Areal die Produktion der Sprache, das Finden von Wörtern und das Bilden von Sätzen (Pritzel et al., 2003).

Unter Wortflüssigkeit wird laut Schneider und Fink (2006) die Generierung von Wörtern nach festgelegten Kriterien innerhalb einer bestimmten Zeit verstanden. Warkentin et al. (1991) zeigen, dass der cerebrale Blutfluss bei Teilnehmern eines Wortflüssigkeitstests im linken dorsolateralen Cortex erhöht ist. Durch diese Ergebnisse konnten sie bestätigen, dass die verbale Flüssigkeit mit der linken Gehirnhälfte assoziiert ist, wie auch bereits aus früheren Läsionsstudien bekannt war (Ruff et al., 1997).

Eine Messung der Leistungsvariable Wortflüssigkeit beinhaltet zumeist eine Aufgabenstellung, bei der Probanden gebeten werden, Wörter einer bestimmten Kategorie zu nennen (Kleissendorf et al., 2008). Dabei kann unterschieden werden, ob die phonemische oder semantische Wortflüssigkeit im Mittelpunkt der Analyse steht. Erstere wird z.B. dadurch erfasst, dass Testpersonen Wörter nennen müssen, die mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben beginnen. Demgegenüber erfragt die Untersuchung zur semantischen Wortflüssigkeit Begriffe, die in eine bestimmte Kategorie zusammengefasst werden können z.B. zur Gruppe der Tiere gehören (Troyer & Moscovitch, 2006). Relevant sind in beiden Testverfahren sowohl die Quantität d.h. die Anzahl der genannten korrekten Wörter als auch die Qualität d.h. die Anzahl der Fehler und die Diversität der Begriffe (Kleissendorf et al., 2008).

Eine wichtige Grundlage für die Kompetenzen im verbalen Bereich stellt das vorhandene Wortwissen, das lexikalische System des Testteilnehmers dar, aus dem die Begriffe ausgewählt werden können (Ruff et al., 1997). Daher kann das Ausbildungsniveau des Untersuchten als ein wichtiger Indikator für die Resultate bei einem Wortflüssigkeitstest gelten, da dieses den vorhandenen Wortschatz bestimmt. Benton et al. (1994) haben durch den Einsatz des Controlled Oral Word Association-Tests (COWA Test) den Einfluss der Ausbildung auf diese verbale Leistungsvariable nachweisen können.

Hirnstein und Hausmann (2010) behaupten, dass Frauen bei Wortflüssigkeitsaufgaben besser abschneiden als Männer, und auch Lezak (1995) konnte dies in ihren Studien zeigen. Die Ergebnisse von Halpern (2000) belegen, dass Frauen sowohl in den Bereichen Wortflüssigkeit als auch bei der Sprachproduktion bessere Leistungen erbringen als Männer. Laut Lamplmayr und Kryspin-Exner (2011) stellt die Wortflüssigkeit jene Funktion verbaler Fähigkeiten dar, bei welcher am häufigsten Geschlechtsunterschiede beobachtet werden können.

### **Induktives Denken**

Eine zentrale Fertigkeit im Bereich der Logik stellt das logische Schlussfolgern einer Person dar. Darunter werden Prozesse subsummiert, die es ermöglichen, Schlüsse aus Prinzipien und von Beweisen zu ziehen (Wason & Johnson-Laird, 1972). Um zu diesen zu gelangen oder eine vorgeschlagene Schlussfolgerung abzuwägen, wird bereits vorhandenes Wissen eingesetzt.

## EINLEITUNG

Drei verschiedene Denkansätze (induktiv, deduktiv und abduktiv) können herangezogen werden um zu einem logischen Schluss zu gelangen können (Sternberg, 1996). Die Abduktion, d.h. das Rückschließen von einer Regel und deren Konsequenzen auf eine bestimmte Ursache, spielt im Zusammenhang mit dieser Arbeit eine unbedeutende Rolle. Der Fokus dieser Untersuchung liegt vor allem auf den beiden gegensätzlichen Strategien des induktiven und deduktiven Schlussfolgerns.

Der Begriff Deduktion kann auf das lateinische „*deductio*“, Ableitung oder Herleitung zurückgeführt werden. Ein deduktiver Denkprozess ermöglicht es, durch das Erkennen einer gegebenen Bedingung und einer logischen Regel eine Schlussfolgerung auf die Wirkung oder Konsequenz zu treffen (Sternberg, 1996). Diese Ableitung einer Folgerung basiert auf einer oder mehreren generellen Aussagen, welche sowohl wahr als auch falsch sein können. Ein Denkansatz dieser Art ermöglicht daher nur das Entdecken einer Regel und bringt dementsprechend keine neue, jedoch eine gesicherte Erkenntnis hervor. Im Gegensatz dazu beschäftigt sich das induktive Folgern, abgeleitet vom lateinischen „*inductio*“ für Herbeiführung oder Veranlassung, mit dem Tätigen bestimmter logischer Aussagen, um Fakten oder Beobachtungen zu erklären (Sternberg, 1996). Man bezeichnet diese Denkweise auch als das verallgemeinernde Denken, da der Versuch unternommen wird, eine allgemeine Regel aus vorliegenden Fakten abzuleiten. Bei einem Vergleich der beiden Ansätze zum logischen Schließen kann daher das deduktive Denken als Schlussfolgern bezeichnet werden, das induktive Folgern hingegen als Urteilen oder Entscheiden (Sternberg, 1996).

Für beide der genannten kognitiven Denkprozesse stellt das Geschlecht einen bedeutsamen Einflussfaktor dar. Laut Rubner (1996) sind Männer den Frauen beim Lösen von mathematischen Schlussfolgerungen oder Textaufgaben überlegen. Es konnte zusätzlich belegt werden, dass Testosteron das mathematische Denken von Männern negativ beeinflusst und daher das mathematische Schlussfolgern erfolgreicher bei einem niedrigen Testosteronspiegel verläuft (Kimura, 1992).

Infolge dieser kurzen Beschreibung dreier zentraler Leistungsvariablen soll der nächste Abschnitt einen kurzen Überblick über die Verfahren zur Erhebung dieser kognitiven Leistungen geben.

### *2.3.2 Erhebung kognitiver Leistung*

Um die Leistungsmerkmale einer Person im kognitiven Bereich zu erfassen, stehen zahlreiche Leistungstests zu Verfügung. Die darin vorgegebenen Problemstellungen sollen durch die Probanden gelöst werden und so eine Möglichkeit zur quantitativen Bewertung der einzelnen Leistungen liefern. Die Grundlage für die in dieser Studie näher betrachteten drei kognitiven Leistungsvariablen stellen verschiedene Subtests aus multifaktoriellen Intelligenztests dar. So wurden Testverfahren aus dem Berliner Amnesie Test (BAT; Metzler et al., 2010) oder dem Wechsler Intelligenz Test für Erwachsene (WIE; Von Aster et al., 2006) entnommen.

Zur Testung der Sprachflüssigkeit wird im Zuge dieser Untersuchung eine Aufgabenstellung eingesetzt, welche dem COWA Test entspricht (Loonstra et al., 2001) und die phonemische Wortflüssigkeit der Probanden analysiert. Um die Gedächtnisleistung zu erheben, wird jeweils ein Verfahren aus dem WIE sowie aus dem BAT ausgewählt, welche die Fähigkeiten des Kurzzeitgedächtnisses und des Recall-Gedächtnisses einer Person erfassen. Das induktive Denken wird anhand zweier Aufgabenstellungen aus dem WIE überprüft, es kommen dabei ein verbaler Sprachanalogie-Test sowie ein non-verbales Verfahren zum Einsatz. Eine nähere Beschreibung der angewandten Methoden erfolgt im Kapitel Methoden und Durchführung.

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Asymmetrien an den Händen, welche das auffälligste aller Lateralitätsphänomene des menschlichen Körpers darstellen.

## 3 – DIE HÄNDE

Die scheinbare äußerliche Symmetrie der oberen Extremitäten des menschlichen Körpers lässt keine Rückschlüsse auf die tatsächlich vorliegende Ungleichverteilung bezüglich der Funktionen der beiden Arme zu. Deren Fähigkeiten und insbesondere jene der Hände divergieren in hohem Ausmaß, wodurch eine ungleichmäßige Nutzung hervorgerufen wird. Diese Bevorzugung einer Hand gegenüber der anderen wird als „Händigkeit“ bezeichnet (Springer & Deutsch, 1998). Sie stellt das Lateralitätsphänomen des menschlichen Körpers dar, welches die stärkste Ausprägung aufweist und bereits seit Millionen von Jahren im Zuge der Entwicklung der Menschheit detektierbar ist, wie dieses Kapitel beschreibt.

### 3.1 Händigkeit: Historische Ereignisse und Fakten

Eine bedeutsame Quelle für die Erforschung der Händigkeit an den Vorfahren der heutigen Menschheit stellt die Analyse von künstlerischen Aktivitäten wie der Malerei oder jener von Steinmanufakturen dar. Bei der Untersuchung von Malereien, welche die Umrisse von Händen einer Population der Cro-Magnon Menschen darstellen, wurde festgestellt, dass ein großer Anteil (80%) dieser Zeichnungen eine linke Hand darstellt. Diese Funde lassen darauf schließen, dass die abgebildete Hand als Schablone diente, während die jeweils andere für das Zeichnen zuständig war (Springer & Deutsch, 1998). Um Aufschlüsse über die Händigkeit unserer Ahnen zu erhalten werden ebenso die produzierten Steinwerkzeuge und Waffen detailliert betrachtet. In diesem Zusammenhang erkannten Shipman und Rose (1983) bereits vor 30 Jahren, dass die Kerben an den Steinen bedeutsame Hinweise zur überwiegend eingesetzten Hand des Manufakturisten liefern können. Viele der betrachteten Artefakte lassen in diesem Zusammenhang auf eine Bevorzugung der rechten Hand bei der Werkzeugbenutzung schließen. Die Existenz der Rechtshändigkeit in frühen Hominiden kann zudem auch durch die Ergebnisse von Corballis (1997) und Lazenby et al. (2008) bestätigt werden.

Diese Belege einer rechtshändig-orientierten Nutzung der oberen Extremitäten unserer Vorfahren werden in weiterer Folge für eine Datierung des Entstehungszeitpunktes der Handpräferenz herangezogen. Lonsdorf und Hopkins (2005) setzen den Beginn der hauptsächlichen Nutzung der rechten Hand auf einen Zeitraum vor fünf Millionen Jahren an, da ungefähr zu diesem Zeitpunkt eine Trennung der evolutionären Entwicklung der Schimpansen und Menschen stattfand.

Da die Gestalt der Hände der Großen Affen eine Ähnlichkeit zu jenen der Menschen aufweist (Byrne et al., 2001), liegt es nahe dass diese ebenfalls eine Hand bevorzugt nutzen. Das Vorliegen einer Tendenz bei der Handpräferenz in den nicht-humanen Primaten haben bereits viele Studien belegt (Marchant & McGrew, 2007; Chapelain & Hogervorst, 2008; Harrison & Nystrom, 2008). Während die Daten wildlebender Schimpansenpopulationen auf keine eindeutige Händigkeit hinweisen (McGrew & Marchant, 1997), lässt sich bei Schimpansen in Gefangenschaft eine Rechtshändigkeit bei bestimmten manuellen Tätigkeiten feststellen, jedoch auf einem geringeren Ausprägungslevel als beim Menschen (Hopkins et al., 2004; Hopkins & Cantalupo, 2003).

Basierend auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen wurden unterschiedliche Theorien zur Entstehung der präferierten Verwendung der Hände in nicht-humanen Primaten aufgestellt. Savage-Rumbaugh et al. (1986) vermuten im Vorliegen einer Lautproduktion zur verbalen Kommunikation den Indikator für das Auftreten einer Händigkeit unter den Affen. Diese Theorie wurde vor fast zehn Jahren von Corballis (2003) für nichtig erklärt, da dieser die Korrelation der Sprache und der Handpräferenz beim Menschen als bedeutendes Unterscheidungskriterium zu unseren nächsten nicht-humanen Verwandten sieht.

Die ‚Postural Origins Theorie‘ von MacNeilage (1991) beschreibt, dass bei arborealen Prosimiern eine hauptsächlich linksseitig-orientierte Verwendung der Arme vorliegt, bei welcher die rechte Hand nur eine haltungsbedingte Stütze darstellt. Diese einseitige Nutzung verlagert sich jedoch aufgrund einer Lebensraumumstellung zur zunehmend terrestrischen Lebensweise in die gegensätzliche Richtung. Heutzutage wird daher die Manipulation von Gegenständen bei höheren Affenspezies mit der rechten Hand durchgeführt, niedrigere Primatenpopulationen weisen nach wie vor eine Bevorzugung der linken Hand auf (MacNeilage, 1991).

Laut der ‚Bipedie Theorie‘ steht das Vorhandensein einer zweibeinigen Fortbewegung in einer direkten Korrelation mit der Lateralisierung des Gehirns und der einseitigen Nutzung der Hände. Da zum Aufrechthalten der Balance beim bipeden Gang auch bessere cerebrale Fähigkeiten notwendig sind, kann sich gleichzeitig eine einseitige Verwendung der rechten Hand ausbilden (Westergaard et al., 1998).

Die von Fagot und Vauclair (1991) postulierte ‚Aufgaben-Komplexität-Theorie‘ basiert auf der Tatsache, dass deutlicher ausgeprägte Handpräferenzen vor allem bei komplizierteren Aufgabenstellungen auftreten. Je komplexer die gestellte Aufgabe, desto intensiver die Ausprägung der Lateralität in nicht-humanen Primaten.

Trotz einer empirisch belegten Entwicklung einer Handpräferenz sowohl in humanen Vorfahren als auch in nicht-humanen Primaten vor vielen Millionen Jahren, lässt sich für viele Theorien und Vermutungen auch Kritik finden. So sind sich Pickering und Hensley-Marschand (2008) einig, dass die bisher durchgeführten Studien bis zum heutigen Zeitpunkt keine wirklich aussagekräftigen Ergebnisse geliefert haben und daher das Zurückführen auf eine bestimmte Händigkeit eher zweifelhaft scheint. Nichtsdestotrotz lässt sich die in der heutigen Gesellschaft überwiegend vorhandene Präferenz der rechten Hand nicht leugnen und resultiert folglich auch in zahlreichen Theorien zur Entstehung der einseitigen Handnutzung im Menschen, wie nachfolgend beschrieben.

### 3.2 Theorien zu Entstehung der Händigkeit des Menschen

Ein erstes relevantes Gedankenkonzept zum dominierenden Auftreten der Rechtshändigkeit in der Menschheit wurde von A. Buchanan im Jahr 1862 entwickelt. In diesem postuliert er den zentralen Einfluss der Lage der inneren Organe auf die Ausprägung der präferierten Hand des Menschen. Bei einer Bewegung wie dem Laufen dehnt sich die rechte Lunge, welche eine größere Kapazität aufweist, stärker im Brustkorb aus. Aufgrund dieser Tatsache wird die Leber mitbewegt und somit auf die rechte Seite verlagert. Diese neue Positionierung der Leber beeinflusst im Weiteren die Verschiebung des Schwerpunktes des gesamten Körpers in die gleiche Richtung. Durch diese Verlagerung wird eine freiere Bewegung des rechten Beines und Armes ermöglicht und erlaubt demnach einen häufigeren Einsatz dieser Gliedmaßen (Springer & Deutsch, 1998).

Im 19. Jahrhundert veröffentlichte Thomas Carlyle die ‚Schwert und Schild Theorie‘. Laut dieser halten Soldaten ihre Schilde zumeist in der linken Hand um ihr Herz zu schützen. Eine Konsequenz dieser Handlung ist folglich die Nutzung der rechten Hand für das Kämpfen und Halten der Waffen. Im Zuge vieler kriegerischer Auseinandersetzungen wurde die rechte Hand daher geschickter, feinfühler und regelmäßiger für alltägliche Tätigkeiten genutzt. Diese Theorie lässt jedoch außer Acht, dass auch nicht kriegerisch aktive Frauen, rechtshändig waren (Springer & Deutsch, 1998).

## EINLEITUNG

Das ‚Konzept der cerebralen Dominanz‘ beschreibt die Rechtshändigkeit als Resultat der ursprünglich vermuteten funktionellen Überlegenheit des linken Gehirns. Die Theorie kann jedoch keine Erklärung für das Auftreten der Dominanz der linken Hemisphäre bezüglich der Sprache bei 70% aller Linkshänder erbringen (Springer & Deutsch, 1998).

Die als ‚Umwelttheorie‘ bekannte These von Robert Collins schreibt den kulturellen Neigungen und Ausrichtungen der Umwelt einen zentralen Einfluss auf die Entstehung einer Händigkeit zu. In diesem Zusammenhang existiert jedoch keine Begründung dafür, dass heutzutage nur eine Hand als dominant angesehen werden kann. Zudem lässt diese Hypothese die Frage offen, warum es keine Bedingungen gibt, welche die Verwendung der anderen Hand begünstigt (Springer & Deutsch, 1998).

In allen kurz geschilderten Theorien finden sich keine Ansätze zur Erklärung der Verteilung von Links- und Rechtshändern sowie des generellen Auftretens von Linkshändern. In dieser Hinsicht geben einerseits die genetischen Modelle von Annett (1985) und McManus (1991) Aufschluss. Andererseits lassen auch viele Studien in Familien und mit Zwillingen darauf schließen, dass die Händigkeit eine genetische Grundlage besitzt (Warren et al., 2012; Medland et al., 2009).

Die älteste genetische Theorie von Abram Blau aus dem Jahr 1946 beruht auf der Gegebenheit, dass die Händigkeit durch die Wirkung eines Genes, welches in den zwei Allelen R und l vorliegt, determiniert wird. Während das Allel R dominant und mit Rechtshändigkeit assoziiert ist, beschreibt l das rezessive Linkshändigkeitsallel. Nur Personen, welche zwei rezessive l-Allele erhalten, entwickeln sich zu Linkshändern. Dies erklärt das Auftreten der Linkshänder in einem sehr geringen Prozentsatz. Nichtsdestotrotz kann mit dieser These nicht das Vorhandensein von 54% rechtshändigen Nachkommen bei zwei linkshändigen Eltern verstanden werden. Als Lösungsansatz dieser Problematik wurde die ursprüngliche Hypothese um das ‚Konzept der unvollständigen Penetranz‘ ergänzt. In diesem wird postuliert, dass sich bei Vorliegen des gleichen Genotyps verschiedener Individuen nicht die gleiche phänotypische Ausprägung entwickeln muss (Springer & Deutsch, 1998).

Eine weitere genetisch-basierte Vermutung wagt Marion Annett (1985), die das dominante Gen RS+ definierte, welches sich für eine Entwicklung der Sprache in der linken Gehirnhälfte verantwortlich zeigt. Eine Folge der Präsenz dieses Gens im Genotyp einer Person stellt auch

## EINLEITUNG

gleichzeitig die besseren Fähigkeiten der rechten Hand dar. Das Vorhandensein des rezessiven Gens RS- verhindert demgegenüber die Verlagerung der Sprachentwicklung und der Handfähigkeiten auf eine bestimmte Seite. Da die Anwesenheit des RS+ Gens relevant für eine Ausprägung der Rechtshändigkeit und linksdominierten Sprachentwicklung ist, wird diese Annahme als ‚Right Shift Theorie‘ zusammengefasst. Bei Vorliegen einer gleichmäßigen Verteilung der beiden allelischen Ausprägungen des Gens lautet der Genotyp von 50% der Personen RS+RS-, von 25% RS+RS+ und von 25% RS-RS-. Aufgrund der resultierenden Rechtsverschiebung (Right Shift) bei der Präsenz des RS+ Gens besitzen folglich insgesamt 75% der Personen eine linkshemisphärische Sprache und Rechtshändigkeit. Neben den beiden genannten Allelen können auch zufällige Faktoren die Seitigkeit der Sprache oder der Hände der betroffenen Personen beeinflussen. Vor allem in der Population mit RS-RS- Genotypen spielen vorliegende Umwelteinflüsse eine wesentliche Rolle. Diese externen Einflussfaktoren können die Ausprägung der Individuen mit RS-RS- Genotyp (25%) nochmals bezüglich der Händigkeit aufspalten, sodass die Hälfte der Gruppe (12.5%) rechtshändig wird, während sich die anderen 12.5% zu Linkshändern entwickeln. Diese Prozentzahlen entsprechen auch der tatsächlichen Verteilung von Links- und Rechtshändern in der heutigen Population (Springer & Deutsch, 1998).

Im Vergleich dazu beschrieb McManus sechs Jahre später ein weiteres genetisches Modell zur Erklärung der Händigkeitsverteilung, welches auf der vorliegenden Handpräferenz basiert (McManus, 1991). Als genetische Grundlage zur Vererbung der Händigkeit beschreibt er die beiden Allele D (Dextral) und C (Chance), welche in unterschiedlichen Kombinationen zu zahlreichen Genotypen führen können. Beim Vorliegen einer homozygoten Ausprägung DD kommt es zur direkten Bildung einer Asymmetrie, welche in Form von Rechtshändigkeit auftritt. Demgegenüber weist der CC Genotyp eher eine fluktuierende Entstehung von Asymmetrien auf und demnach werden die Personen rein zufällig zu Links- oder Rechtshändern (McManus, 1991). Laut McManus` Modell liegt bei zwei rechtshändigen Eltern die Wahrscheinlichkeit ein linkshändiges Kind zu erhalten bei 5.97%. Paare, die eine unterschiedliche Händigkeit besitzen haben mit 17.42% eine erhöhte Chance auf linkshändigen Nachwuchs. Bei zwei Linkshändern als Eltern ist das Auftreten von linkshändigen Nachkommen mit einem Wert von 28.87% am häufigsten. Diese Berechnungen beschreiben, die aus zahlreichen Familienstudien gefundenen Daten sehr gut und spiegeln das Verhältnis der links- und rechtshändigen Kinder korrekt wider. Das Vorliegen einer Beidhändigkeit schließt McManus vollkommen aus, er beschreibt nur zwei

Möglichkeiten einer Händigkeit – die Neigung zur rechten oder zur linken Seite (McManus, 1991).

Die Entstehung der Händigkeit kann auch anhand einer pathologischen Grundlage, bei welcher peri- und pränatale Risikofaktoren die vorliegende Handpräferenz verursachen, erklärt werden. Bakan et al. (1973) nehmen an, dass die Linkshändigkeit pathologisch bedingt ist und hauptsächlich durch Geburtstraumata verursacht wird. Daher kommen Linkshänder in jenen Familien, in denen erblich bedingt häufiger schwierige Geburten und Schwangerschaftsprobleme auftreten, häufiger vor. Bereits ein Jahr zuvor beschreibt Satz (1972), dass pathologische Faktoren neben dem Einfluss auf verschiedenste Erkrankungen auch einen erheblichen Beitrag zum Auftreten von Linkshändern leisten. Er assoziiert die vorliegende Linkshändigkeit mit dem Syndrom der ‚Pathologischen Linkshändigkeit (PLH)‘, bei welchem Betroffene eine unvollständige Entwicklung der rechten Seite des Körpers sowie eine Beeinträchtigung visuell-räumlicher Fähigkeiten besitzen (Springer & Deutsch, 1998). Die Annahme, dass krankhafte Veränderungen die Linkshändigkeit bedingen, wird durch die Veröffentlichung des Apgar-Index gestützt. Dieser wird kurz nach der Geburt am Kind erhoben und gibt den gesundheitlichen Zustand des Neugeborenen an. Ein (zu) niedriger Index weist auf einen Sauerstoffmangel oder neurologische Anomalien hin. Bei linkshändigen Personen zeigt sich eine Korrelation der Linkshändigkeit mit den zu geringen Werten des Apgar-Index im Säuglingsalter (Springer & Deutsch, 1998).

Nach der Behandlung zahlreicher Theorien zur Begründung der Verteilung der Händigkeit beschreibt das folgende Kapitel Ansätze zur Klassifizierung einzelner Händigkeitsgruppen.

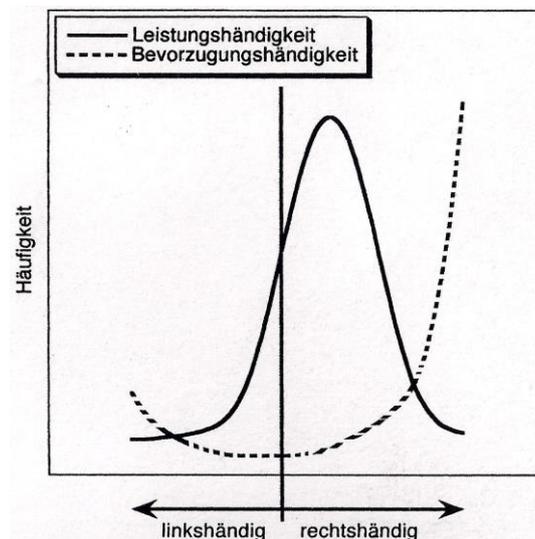
### **3.3 Klassifizierung anhand der Händigkeit**

Zur Diagnostik der vorliegenden Händigkeit von Personen können grundsätzlich zwei Verfahren herangezogen werden. Zunächst kann eine Gruppierung anhand der bevorzugten Hand in linkshändig, rechtshändig oder beidhändig erfolgen. In dieser Hinsicht werden Personen, welche mit beiden Händen eine ähnliche Geschicklichkeit aufweisen als beidhändig oder ambidexter bezeichnet. Die stärkere Bevorzugung der linken Hand klassifiziert Individuen als Linkshänder, während eine präferierte Verwendung der rechten Hand einen Rechtshänder beschreibt (Pritzel, 2006).

## EINLEITUNG

Diese Unterteilung in drei Subtypen stellt sich jedoch häufig als problematisch dar, da keine allgemein-gültigen Kriterien zur genauen Klassifizierung der Händigkeit bekannt sind oder herangezogen werden können. Demnach ist es fraglich, ob die Anzahl der absolvierten Aufgabenstellungen oder die Komplexität der Fertigkeit bestimmt, ob eine Person einer Gruppe zugehörig gesehen werden kann. Pritzel (2006) postuliert, dass Händigkeit daher eher entlang eines Kontinuums gesehen werden muss, welches von einer stark ausgeprägten Rechtshändigkeit bis zur stark ausgeprägten Linkshändigkeit reicht. Aufgrund der zwischen den Extremwerten vorhandenen Zwischenstufen kann in weiterer Folge eine feinere Zuteilung einer Person in spezifischere Händigkeitsgruppen erfolgen.

Als mögliche Differenzierungsgrundlage der Händigkeit kann ebenso eine Einteilung auf der Basis der Leistungs- oder Präferenzverwendung einer Hand herangezogen werden. Die Leistungsverwendung definiert den Einsatz einer Hand aufgrund der erbrachten Leistungen und Fertigkeiten dieser, welche hauptsächlich bei Zunahme der Komplexität einer Aufgabenstellung Anwendung findet. Im Gegensatz dazu beschreibt die Präferenzverwendung jene Nutzung, welche auf Vorlieben für bestimmte Tätigkeiten beruht (Schilling, 2006). Die Verteilungen dieser beiden Nutzungsvarianten in der gesamten Population werden von Wehr und Weinmann (1999) grafisch dargestellt und in Abbildung 2 illustriert.



**Abbildung 2.** Verteilung der Präferenz- und Leistungsverwendung der Hände (Wehr & Weinmann, 1999).

In dieser Grafik werden die beiden Kurven zur Leistungsverwendung (durchgehende Linie) und zur Präferenzverwendung (gestrichelte Linie) in einem Diagramm dargestellt. Entlang

der X-Achse, wird die Händigkeit (linkshändig vs. rechtshändig) aufgetragen und die Y-Achse spiegelt die Häufigkeit dieser Händigkeitstypen wider.

Der Verlauf der Kurve, welche die Leistungsverwendung der Hände innerhalb der Bevölkerung darstellt, besitzt die Gestalt einer Glocke (durchgehende Linie). Die beiden abgeflachten Seitenränder dieser Glocke repräsentieren die am stärksten ausgeprägte Händigkeit und somit eindeutige Rechts- oder Linkshänder. Diese umfassen jedoch nur eine geringe Anzahl an Personen, der Großteil der Menschheit findet sich in der Mitte der Glockenkurve wieder, welche eine eher beidhändige Nutzung signalisiert. Da die Kurve eine Verschiebung zur Seite der ausgeprägten Rechtshändigkeit aufweist wird deutlich die bevorzugte Verwendung der rechten Hand in der Bevölkerung ersichtlich. Demgegenüber nimmt die Verteilung der Präferenzverwendung (gestrichelte Linie) eine J-förmige Gestalt an. Mithilfe dieser wird die Mehrheit der Personen als Rechtshänder eingestuft und nur ein kleiner Teil als linkshändig deklariert (Abbildung 2; Wehr & Weinmann, 1999).

Da bereits aus den vorangegangenen Kapiteln hervorgeht, dass die Verteilung der Händigkeit und die Präsenz bestimmter Händigkeitsgruppen sehr unterschiedlich sein kann, behandelt der nächste Abschnitt Faktoren, welche die vorliegende Händigkeit einer Person beeinflussen können.

### 3.4 Einflussfaktoren für die Händigkeit

Die asymmetrische Verteilung der Handpräferenz in der menschlichen Bevölkerung kann auf eine Vielzahl von Faktoren zurückgeführt werden. Lazenby et al. (2008) nennen in diesem Zusammenhang das Alter, das Geschlecht und die Komplexität der Aufgabenstellung als maßgeblich beeinflussend für die Wahl der präferierten Hand. Eine Studie von Marschik et al. (2007) zeigt den Effekt des Alters auf die Händigkeit, da beim Turmbauen mit Bausteinen bei Kindern bis zum siebenten Lebensjahr noch keine stabile Handpräferenz vorhanden ist. Bereits im Uterus sollen diesbezüglich erste Einflüsse auf den Körper des Ungeborenen wirken und diesen in weiterer Folge prägen. Zudem wird im Laufe der weiteren Entwicklung die Händigkeit merklich durch soziale und kulturelle Aspekte beeinflusst (Lansky et al., 1988). Diese inkludieren rituelle Handlungen wie im Christentum, in dem das Bekreuzigen oder Schwören mit der rechten Hand durchgeführt wird. Ebenso prägen Traditionen die hauptsächliche Verwendung einer Hand, da im Falle einer Begrüßung durch Händeschütteln dies zumeist mit der rechten Hand durchgeführt wird

(Pritzel, 2006). Möglicherweise bestimmt auch die sensomotorische Seitigkeit, die Tendenz zu spontanen leichten Drehbewegungen, die Händigkeit einer Person. Da im Zuge dieser Drehbewegung eine Körperhälfte und auch eine Hand eher im Vordergrund positioniert wird, erhält diese eher die Möglichkeit eine Handlung durchzuführen (Pritzel, 2006). Das Geschlecht scheint ebenso einen Einfluss auf die Händigkeit einer Person auszuüben. So finden Peters et al. (2006) einen signifikanten Sexualdimorphismus in der Händigkeit in einer weltweiten Stichprobe, wobei Linkshänder häufiger unter Männern aufzufinden sind. Betreffend geografischer Unterschiede im Auftreten einer Händigkeit, belegen Raymond und Pontier (2004) eine substantielle Variation, welche hauptsächlich auf dem stark variierenden Vorkommen von Linkshändern innerhalb einer Population beruht (Llaurens et al., 2009).

Im abschließenden Kapitel zur Händigkeit werden die bereits beschriebenen Verteilungen unterschiedlicher Händigkeitsgruppen mithilfe von statistischen Daten belegt.

### 3.5 Statistische Daten und Fakten

Die offensichtlich eindeutige Mehrheit von Rechtshändern in der menschlichen Population lässt sich auch mithilfe statistischer Fakten klar belegen. Nach Pritzel (2006) sind 70% der Menschheit rechtshändig, während die restlichen 30% jene Personen inkludieren, die beidhändig sind, jene, die nur wenige konkrete Aufgaben wie das Schreiben mit der rechten Hand ausführen und auch Linkshänder d.h. Individuen die mit links schreiben bzw. Aufgabenstellungen nur mit der linken Hand absolvieren. Bereits 1992 konnte eine Studie von Coren in einer griechischen Probandengruppe zeigen, dass 88.1% der Personen Rechtshänder sind, nur 10.3% linkshändig und zu Beidhändern gar nur 1.6% zählen. Auch die Ergebnisse von Annett (1985) zeigen, dass der moderne Mensch ein Rechtshänder ist und dies auf 90% der Menschheit zutrifft.

Die Anzahl linkshändiger Personen übersteigt in keiner menschlichen Population einen Wert von 50% (Faurie et al., 2005). Raymond und Pontier (2004) schätzen, dass der Anteil an Linkshändern, welcher im Vergleich zu den Rechtshändern deutlich reduziert ist, nur in einem Bereich von 0-27% schwankt und diese Häufigkeit populationsabhängig ist. Annett (1985) postuliert in allen Kulturen gar einen Minimalwert von 10% an linkshändigen Individuen. Laut Llaurens et al. (2009) hat es bis zum heutigen Zeitpunkt noch keine Berichte über eine menschliche Population gegeben, in welcher linkshändige Individuen

prädominieren. Unter wenig Bekanntheit existieren jedoch weltweit einige traditionelle Gesellschaften, deren Anzahl an linkshändigen Personen den Wert anderer Populationen deutlich übertrifft. Zu diesen zählen unter anderem die Baka, Gruppen in Burkina Faso, die Eipo und die Inuit, deren Linkshändigkeit vor allem beim Gebrauch von Waffen zum Tragen kommt (Faurie et al., 2005).

Eine Einteilung der menschlichen Population anhand der Händigkeit liefert ein aktuelles Verhältnis von 80 Rechtshändern zu 5 Beidhändigen zu 15 Linkshändigen (Jaskulska, 2009). Dieses Muster sei, laut McManus et al. (2010), bereits in historischen Populationen aufgetreten und bis heute erhalten geblieben.

Die Beschäftigung mit der Thematik der Linkshändigkeit stellt ein bedeutendes Forschungsgebiet innerhalb der Lateralitätsanalyse dar. Neben den Hintergründen für die Entstehung einer Linkshändigkeit und der erstaunlichen zahlenmäßigen Konstanz linkshändiger Populationen in der heutigen Welt, steht auch eine dritte Kernfrage im Fokus des Forschungsinteresses. Dabei soll untersucht werden, ob sich der tatsächliche Level an linkshändigen Individuen mit den in zahlreichen Theorien prognostizierten Zahlen deckt (Faurie & Raymond, 2004).

Das nächste Kapitel beschreibt die Zusammenhänge und auch gegenseitige Beeinflussung der diversen bereits vorgestellten Lateralitätsphänomene des menschlichen Körpers. So werden unter anderem die Korrelationen der Händigkeit mit vorliegenden Asymmetrien des Gehirns oder der Füßigkeit beleuchtet. Zudem wird auch der Einfluss der Handpräferenz einer Person auf zahlreiche körperliche und persönliche Parameter wie das Taillen-Hüft-Verhältnis oder die Handkraftstärke sowie kognitive Leistungsvariablen oder das Risikoverhalten kurz illustriert.

## 4 – KORRELATION DER LATERALITÄTSPHÄNOMENE DES MENSCHEN

Nach der Betrachtung und Charakterisierung cerebraler Asymmetrien, kognitiver Leistungsvariablen und der Händigkeit in den vorangegangenen Abschnitten soll in diesem Kapitel auf die Korrelationen dieser Merkmale miteinander als auch mit weiteren Parametern näher eingegangen werden.

### 4.1 Händigkeit als Indikator körperlicher und persönlicher Eigenschaften

Die vorliegende Händigkeit steht häufig in Zusammenhang mit weiteren charakteristischen körperlichen und auch persönlichen Merkmalen einer Person. Die folgenden Unterkapitel bieten einen Überblick über die Ergebnisse diverser Studien zur Handpräferenz und zeigen Korrelationen mit spezifischen Eigenschaften auf.

#### *4.1.1 Der Zusammenhang von Händigkeit und Gehirnasymmetrien*

Ein Charakteristikum zur Differenzierung links- und rechtshändiger Personen stellen anatomische Asymmetrien des menschlichen Gehirns dar. So weist das Planum temporale eines Rechtshänders eine deutlicher linksgerichtete Asymmetrie auf als das eines Linkshänders. Jäncke (2006) vermutet hinter dieser anatomischen Differenz die Grundlage der Sprachlateralisierung. Der Sulcus centralis, dessen Tiefe als Indikator für die Größe des handmotorischen Areals gilt, variiert bei Personen mit unterschiedlicher Händigkeit. Bei Linkshändern ist die Tiefe in der linken Hemisphäre reduziert oder in der rechten Gehirnhälfte vergrößert. Dies lässt vermuten, dass jenes Handareal, welches kontralateral zur dominanten Hand liegt, eine Vergrößerung aufweist (Jäncke, 2006).

Studien der funktionalen Hirnasymmetrien bei Links- und Rechtshändern deuten bei über 95% der Rechtshänder, die keine Schädigungen im Gehirn erlitten haben, darauf hin, dass das Sprechen und Sprachfunktionen von der linken Hemisphäre kontrolliert werden. Diese Ergebnisse belegen die Brocasche Regel, laut welcher diejenige Gehirnhälfte die Sprache kontrolliert, die der bevorzugten Hand gegenüber liegt (Springer & Deutsch, 1998). Bei Linkshändern kommt es ebenfalls hauptsächlich zum Vorhandensein einer überwiegend linkshemisphärischen Sprachfunktion. Diese ist jedoch im Vergleich zu den Rechtshändern geringer, da sie nur bei 70% der linkshändigen Individuen auftritt. Weitere 15% der

Benutzer der linken Hand weisen eine rechtshemisphärisch-kontrollierte Sprachfunktion auf, während bei den restlichen 15% eine bilaterale Kontrolle durch beide Hemisphären erkennbar ist (Springer & Deutsch, 1998).

In ihrer Hypothese behauptet Levy (1969), dass Sprache und visuell-räumliche Funktionen in einer Hemisphäre konkurrieren. Bei Linkshändern werden die cerebralen Zentren der visuell-räumlichen Funktionen, welche sich in der rechten Hemisphäre befinden, durch die ebenfalls dort befindlichen Sprachzentren zurückgedrängt. Daher sollten linkshändige Testteilnehmer bei visuell-räumlichen Aufgabenstellungen im Vergleich zu Rechtshändern schlechter abschneiden, jedoch ein ähnliches sprachliche Niveau links- und rechtshändiger Probanden vorliegen. In ihren empirischen Studien konnte Levy diese Annahmen eines Defizits der Linkshänder bei visuell-räumlichen Anwendungsbeispielen schlussendlich auch belegen (Levy, 1969). Dass visuell-räumliche Fähigkeiten demnach sehr stark von der rechten Hemisphäre kontrolliert werden und daher Aufgaben diesbezüglich besser mithilfe der linken Hand ausgeführt werden, bestätigen auch die Ergebnisse von Split-Brain Patienten (Springer & Deutsch, 1998). Im Vergleich dazu postulieren De Agostini und Dellatolas (2001) einen Vorteil der Linkshänder beim räumlichen Vorstellungsvermögen und ihre Ergebnisse deuten auf einen Nachteil linkshändiger Testpersonen bei verbalen Aufgabenstellungen hin (DeAgostini & Dellatolas, 2001).

Eine temporale Lobektomie auf der linken Seite des Gehirns führt bei den davon betroffenen Patienten zu Problemen beim Erlernen sowie der Speicherung von sprachlichem Material. Konträr zu diesen besitzen Personen mit einer rechtsseitigen Entfernung des Temporallappens Schwierigkeiten in der Aufarbeitung von nicht-sprachlichem Material wie z.B. der Benennung von abstrakten Mustern (Springer & Deutsch, 1998). Schädigungen des hinteren linken Parietallappens hingegen haben eine Beeinträchtigung des kurzzeitigen phonologischen Gedächtnisses zur Folge (Shallice & Vallar, 1990). Im Gegensatz dazu kommt es bei einer Zerstörung des hinteren Areals der rechten Hemisphäre zu Abweichungen im visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnis (DeRenzi & Nichelli, 1975).

### *4.1.2 Der Zusammenhang von Händigkeit und lateralen Präferenzen*

In einem zentralen Forschungsbereich der Händigkeit wird die Korrelation dieser mit weiteren Lateralitätsphänomenen analysiert. Bereits 1917 postulierte Smith die ‚Hand-Fuß-Theorie‘, welche eine Übereinstimmung der Händigkeit und der Füßigkeit bezüglich einer

Seite beschreibt (Smith, 1917). Diese Behauptung befürworteten auch Elias et al. (1998), die davon ausgehen, dass die meisten Personen ungekreuzte laterale Präferenzen besitzen. Die größte Korrelation bezüglich einer Lokalisation auf der gleichen Körperhälfte kann für die Präferenzen von Händen und Füßen detektiert werden (Polemikos & Papaeliou, 2000; Springer & Deutsch, 1998). Diesbezüglich zeigen die Daten von Coren (1992), dass bei 84% der Untersuchten die dominante Hand und der bevorzugte Fuß auf der gleichen Seite liegen. Bei Linkshändern ist weder eine sehr ausgeprägte noch eine eindeutige Präferenz für den linken Fuß erkennbar (Peters, 1988). Bei diesen wird angenommen, dass häufiger eine gekreuzte laterale Bevorzugung existiert, welche durch das Auftreten von 20-50% bevorzugten Rechtsfüßigen unter den Linkshändern unterstützt wird (Elias et al., 1998). Laut Peters (1988) verwendet die Mehrzahl der Rechtshänder den rechten Fuß.

Die Studie von Polemikos und Papaeliou (2000) belegt nachweislich eine sehr schwache Beziehung zwischen der präferierten Hand und dem bevorzugten Auge einer Person. Der kleinste Zusammenhang wurde bei der favorisierten Seite von Hand und Ohr festgestellt, da dieser nur bei 63% der Probanden auf der gleichen Körperhälfte aufzufinden war (Coren, 1992).

### *4.1.3 Der Zusammenhang von Händigkeit und soziodemografischen Parametern*

Vermutungen zur Kreativität der Links- und Rechtshänder wurden ebenso angestellt wie Theorien zu unterschiedlichen Einkommenshöhen, der sexuellen Orientierung oder der Anzahl der Nachkommen der beiden Händigkeitsgruppen. Aufgrund einer Wechselwirkung der sprachlichen und nicht-sprachlichen Funktionen innerhalb der gleichen Hemisphäre werden Linkshänder in der Literatur oft als kreativer bezeichnet. Diese Aussage wird durch eine große Anzahl an linkshändigen Künstlern wie Leonardo daVinci, Michelangelo oder den zeitgenössischen Maler Lucian Freud gestützt (Springer & Deutsch, 1998). Eine Theorie von Coren (1995) stellt die Vermutung auf, dass Kreativität im Zusammenhang mit Linkshändigkeit häufiger bei Männern auftritt. Studien zum Vergleich des Einkommenslevels bei unterschiedlicher Händigkeit konnten aufzeigen, dass linkshändige Männer einen um 4% höheren Stundenlohn erhalten als ihre rechtshändigen Kommilitonen (Denny & O'Sullivan, 2007). Eine Metaanalyse zur Korrelation der Handpräferenz und der sexuellen Orientierung der Probanden belegte eindeutig, dass homosexuelle Individuen zu 39% wahrscheinlicher linkshändig sind als Heterosexuelle (Lalumiere et al., 2000). Bezüglich der Anzahl der Nachkommen weisen die Ergebnisse von Gangestad und Yeo

(1994) sowie von McManus und Bryden (1992) auf eine reduzierte Kinderanzahl bei Linkshändern im Vergleich zu Rechtshändern hin.

### *4.1.4 Der Zusammenhang von Händigkeit und Sensation Seeking*

Sensation Seeking ist eine persönlichkeitsbezogene Eigenschaft, welche durch das Bedürfnis vielfältige, neue und komplexe Erfahrungen zu machen und die Bereitschaft, dafür soziale und physische Risiken einzugehen, charakterisiert wird (Zuckerman et al., 1978). Laut Zuckerman et al. (1978) definiert sich ein Sensation Seeker durch seine Tendenz zu überaktivem, nonkonformistischem, extravertiertem und dabei auch antisozialem Verhalten. Demnach ist er wenig ängstlich und neigt zu Impulsivität.

Diese bewusste Suche nach stimulierenden und neuen Reizen wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. So hat das Lebensalter einen starken Einfluss, da mit zunehmendem Alter ein Abfall in der Suche nach Stimulation auftritt. Bereits 1978 konnten Zuckerman et al. ein deutlicher ausgeprägtes Risikoverhalten und Sensation Seeking bei Männern feststellen. Des Weiteren können die persönliche Erfahrungen, Konstitutionen und Lernerfahrungen die Reaktion auf einen Stimulus beeinflussen (Müller & Huber, 2003). Laut Zuckerman (1994) lassen sich auch Geschlechtsunterschiede feststellen, welche aufgrund des Einflusses von Testosteron zu höheren Werten in Männern führen. Ergebnisse von Roth et al. (2005) belegen, dass Sensation Seeking Werte auch mit höherem Einkommen und der Ausbildung steigen. Bezüglich der Händigkeit können keine Studien gefunden werden welche auf ein unterschiedliches Sensation Seeking-Verhalten zwischen Rechts- und Linkshändern hindeuten. Laut Christman (2014) existiert bei Betrachtung rechts- und linkshändiger Probanden keine Differenz im Sensation Seeking. Jedoch konnten Hicks und Pellegrini (1978) nachweisen, dass Linkshänder signifikant ängstlicher als rechtshändige Testpersonen sind. Diese Resultate werden durch Untersuchungen von Wright und Hardie (2012) gestützt.

### *4.1.5 Der Zusammenhang von Händigkeit und den Fingerlängenverhältnissen*

Bei einer Analyse der Verhältnisse der Fingerlängen (Digit Ratio) werden die Längen bestimmter Finger einer Hand zueinander in Beziehung gesetzt. Die größte Bedeutung kommt dabei dem Verhältnis der Länge von Zeigefinger (2D) zu Ringfinger (4D) einer Hand zu, welche auch als 2D:4D Digit Ratio bekannt ist (Fink et al., 2003).

Bereits im Uterus wird das 2D:4D Verhältnis durch die Konzentration der vorliegenden Sexualhormone determiniert und spiegelt diesen Hormonwert daher auch wider (Putz et al., 2004). In dieser Hinsicht korreliert die Digit Ratio negativ mit pränatalem Testosteron und positiv mit pränatalem Östrogen (Manning et al., 1998). Als Folge dieser Einflüsse belegen die Untersuchungen von Manning (2002), dass das 2D:4D Verhältnis sexuell dimorph ausgeprägt ist. Dieser Sexualdimorphismus äußert sich in der Tatsache, dass Männer geringere 2D:4D Werte aufweisen und daher längere Ringfinger im Vergleich zum jeweiligen Zeigefinger besitzen. Bei Frauen kann ein umgekehrtes Verhältnis identifiziert werden, da deren Zeigefinger im Durchschnitt länger als die Ringfinger sind (Phelps, 1952). Diese geschlechtsspezifischen Differenzen treten unabhängig von ethnischer Zugehörigkeit auf (Manning, 2002). Zudem ist die Digit Rate bei beiden Geschlechtern an der rechten Hand stärker ausgeprägt und folglich auch deutlicher erkennbar (Hönnekopp & Watson, 2010).

Untersuchungen zum Zusammenhang des Alters und der 2D:4D Rate liefern unterschiedliche Resultate. Während Manning et al. (1998) keinen Effekt feststellen, so ermitteln Fink et al. (2004) eine reduzierte 2D:4D Rate mit zunehmendem Alter einer Person. Zusammenfassend beschreibt Gillam et al. (2008), dass nur ein schwacher oder kein Einfluss des Alters auf das Fingerlängenverhältnis vermutet werden kann.

Eine Studie von Beaton et al. (2012) ergibt, dass das 2D:4D Verhältnis bei Linkshändern kleiner als das der Rechtshänder ist. Ebenso lassen die Ergebnisse von Manning et al. (2000) darauf schließen, dass eine geringe 2D:4D Rate mit Linkshändigkeit assoziiert ist. Im Gegensatz dazu behaupten Gillam et al. (2008), dass das Zeige- zu Ringfinger Verhältnis bei Linkshändern größer sei, wohingegen der längste Zeigefinger unter den rechtshändigen Frauen aufzufinden ist. Eine geringere Differenz des rechten und linken 2D:4D Verhältnisses weisen laut Beaton et al. (2011) die Linkshänder auf.

# METHODEN UND DURCHFÜHRUNG

---

## 5 - FORSCHUNGSDESIGN

Im Anschluss an die theoretische Fundierung der kognitiven Leistungsvariablen, der Lateralitätsphänomene des Menschen sowie deren Zusammenhang mit körperlichen und persönlichen Merkmalen dient das folgende Kapitel der näheren Beschreibung der Operationalisierung zur Untersuchung dieser Charakteristika. Zunächst wird das Ziel der Studie definiert und in dieser Hinsicht die Forschungsfragen sowie die daraus abgeleiteten Hypothesen vorgestellt. Anschließend wird das Erhebungsinstrument für die Datengewinnung detailliert beschrieben und die praktische Durchführung der Erhebung sowie die Analyse geschildert.

### 5.1 Untersuchungsziel

Der praktische Teil dieser Masterarbeit dient einer grundlegenden Charakterisierung und Beleuchtung des Phänomens ‚Händigkeit‘ sowie dessen Assoziation mit spezifischen körperlichen und persönlichen Eigenschaften einer Person. Aufgrund der im theoretischen Abschnitt beschriebenen Resultate zu diesem Forschungsthema wurde für das Merkmal der Händigkeit eine zentrale Forschungsfrage definiert. Anhand einer Unterteilung der zu untersuchenden Aspekte konnten sieben Hypothesen formuliert werden, um diese mithilfe einer statistischen Analyse der empirisch erhobenen Daten zu überprüfen.

Zur Unterscheidungsgrundlage der Händigkeit wurde in dieser Arbeit einerseits die subjektiv angegebene Handpräferenz herangezogen und andererseits ein Vergleich anhand eines kalkulierten Händigkeits-Index (Berechnung siehe Abschnitt „Statistische Datenauswertung“) vorgenommen. Ein Fokus dieser Studie lag auf der Erfassung der Korrelation der Händigkeit mit dem Sensation Seeking-Verhalten, den kognitiven Leistungsvariablen sowie den körperlichen und persönlichen Parametern der Testteilnehmer. Zudem wurde auch der Einfluss von weiteren relevanten Faktoren wie jener des Alters oder des Geschlechts auf die Händigkeit analysiert.

### *5.1.1 Forschungsfrage – Physiologische und psychologische Korrelate der Händigkeit*

Primär wurden in dieser Studie die Einflüsse der Händigkeit der Probanden auf zahlreiche persönliche, kognitive und körperliche Charakteristika betrachtet. In diesem Zusammenhang sollte die vorliegende Handpräferenz vor allem Rückschluss auf die kognitiven Kompetenzen, die Füßigkeit, das Sensation Seeking-Verhalten sowie die eingeholten körperlichen Maße der Probanden geben. Des Weiteren wurde eine Analyse jener Versuchspersonen, die bezüglich ihrer Händigkeit von links nach rechts umgelernt wurden, vorgenommen. Die der Arbeit zugrundeliegenden Annahmen wurden in den folgenden Alternativhypothesen H1 – H7 festgehalten und bei fehlender statistischer Bestätigung werden die zugehörigen Nullhypothesen als gültig angesehen.

- H1:** Linkshändigkeit tritt familiär gehäuft auf.
- H2:** Die vorliegende Händigkeit bedingt Unterschiede in diversen Körpermaßen einer links-oder rechtshändigen Person.
- H3:** Links- und Rechtshänder unterscheiden sich beim Einsatz ihrer Hände und Füße.
  - H3.1:** Die Probanden weisen ungekreuzte Lateralitätspräferenzen auf und daher sind Rechtshänder auch Rechtsfüßer bzw. Linkshänder auch Linksfüßer.
  - H3.2:** Linkshänder besitzen im Vergleich zu Rechtshändern eine geschicktere nicht-dominante Hand.
- H4:** Die Neigung zum Sensation Seeking ist mit der Händigkeit einer Person assoziiert.
- H5:** Zwischen der Händigkeit und der Leistungsfähigkeit in Teilaspekten der kognitiven Leistung kann eine Assoziation vorliegen.
  - H5.1:** Bei Personen mit einer Präferenz der rechten Hand lassen sich bessere sprachliche Kompetenzen finden.
- H6:** Linkshändige Personen, die umgelernt wurden unterscheiden sich von rechts- und linkshändigen Probanden in den untersuchten Variablen.
- H7:** Die Händigkeit der Probanden hängt mit dem vorliegenden Verhältnis von Zeige- zu Ringfingerlänge zusammen.

Die oben beschriebenen sieben Alternativhypothesen wurden anhand der empirisch erhobenen Daten im Zuge dieser Masterarbeit überprüft. Mithilfe der bereits erwähnten Einteilungsmethoden der Händigkeit, der subjektiven Angabe der Handpräferenz und dem kalkulierten Händigkeits-Index erfolgt eine detaillierte Untersuchung der Probanden im

Zuge der statistischen Auswertung. Eine potentielle Übereinstimmung der angegebenen Händigkeit mit dem berechneten Index sowie Unterschiede in den Ergebnissen aufgrund der Gruppenzuordnung wurden ebenfalls analysiert.

Basierend auf theoretischen Grundlagen wurde ein Fragebogen zur Erhebung relevanter Messdaten konzipiert. Der nachfolgende Abschnitt beschreibt den Aufbau dieses Messinstruments und erläutert die Konzeption und Operationalisierung der Messvariablen durch diverse Aufgabenstellungen. Eine vollständige Version des Fragebogens findet sich im Appendix dieser Arbeit.

## 5.2 Das Erhebungsinstrument

Das für die Befragung eingesetzte Erhebungsinstrument beinhaltet sowohl schriftliche als auch praktische Aufgabenstellungen für die Probanden. Der Aufbau des Fragebogens gliederte sich in sieben inhaltlich unterschiedliche Abschnitte, welche im Anschluss näher erläutert werden.

### *5.2.1 Soziodemografische Daten*

Zur Erhebung der soziodemografischen Daten wurden die Teilnehmer gebeten, 17 Fragen zur eigenen Person zu beantworten. Nach der Zusicherung der Anonymität aller Angaben wurde zunächst das Alter, das Geschlecht, das Geburtsland sowie das Herkunftsland der Eltern erfragt. Anhand vorgegebener Auswahlmöglichkeiten konnte die sexuelle Orientierung und der Familienstand der Testpersonen erhoben werden. Zur weiteren Beschreibung des persönlichen Umfeldes wurden das Vorhandensein sowie die Anzahl von Kindern und Enkelkindern ermittelt. Die Probanden gaben den höchsten abgeschlossenen Ausbildungsgrad sowie - in einer offenen Frage - den Beruf an. Das Auftreten von Linkshändern in der Familie und deren Verwandtschaftsverhältnis zur Testperson wurde ebenso erfragt wie ein eventuell vorhandener Prozess des Umlernens bei Linkshändern. Anschließend offene Fragen behandelten das Vorliegen von Verletzungen an Armen und Beinen sowie die Präsenz von Arthroseerscheinungen. Die Religionszugehörigkeit und deren Bedeutung für die Probanden wurden neben der Bekanntgabe einer eventuellen Einnahme von Hormonpräparaten mit den letzten Fragen erschlossen.

### 5.2.2 Händigkeit

Zur Unterscheidung der Teilnehmer anhand der Händigkeit wurden diese zunächst nach ihrer subjektiven Handpräferenz befragt. Zudem kamen zwei verschiedene Verfahren zur empirischen Ermittlung der Händigkeit in dieser Studie zum Einsatz. Die Ergebnisse dieser praktischen Aufgabenstellungen wurden für die Kalkulation des Händigkeits-Index herangezogen. Dieser stellt, neben der Angabe der persönlichen Handpräferenz, die zweite Variante zur Gruppeneinteilung anhand der Händigkeit dar.

Um den Ausprägungsgrad der vorliegenden Links- oder Rechtshändigkeit einzuordnen, wird der Hand-Dominanz-Test angewandt. Die Originalfassung dieses Verfahrens von Steingrüber und Lienert (1971) musste im Zuge dieser Studie aus zeitökonomischen Gründen von drei auf zwei Subtests reduziert werden. Beim Test ‚Spurenzeichnen‘ werden die Versuchspersonen gebeten, eine Linie innerhalb einer vorgegebenen mäandernden Spur zu zeichnen. Die Schwierigkeit bei dieser Aufgabenstellung stellt einerseits die Genauigkeit des Arbeitens dar, da der vorgegebene Zeichenbereich nicht überschritten werden durfte. Andererseits war das Zeitmanagement wichtig, da eine Zeitobergrenze für die gesamte Durchführung von 20 Sekunden vorgegeben war. Das Zeichnen erfolgt zunächst mit der präferierten Hand, nach einer kurzen Pause wurde die Aufgabenstellung mit der zweiten Hand wiederholt. Ein ähnlicher Ablauf erfolgt beim zweiten Subtest, dem ‚Kreisepunktieren‘, bei welchem die Probanden einen Punkt in eine Reihe vorgegebener Kreise setzen mussten. Wie bereits beim Spurenzeichnen wurde die Reihenfolge der Hände durch die Handpräferenz festgelegt und eine Zeitobergrenze von 20 Sekunden pro Hand definiert. Beide Verfahren erlauben eine präzise Feststellung der Geschicklichkeit der jeweils eingesetzten Hand.

In Anlehnung an das Coren Lateral Preference Inventory (Coren, 1993) und das Edinburgh Handedness Inventory (1971) wurde die Händigkeit der Testpersonen zusätzlich mithilfe von 27 ausgewählten praktischen Aufgabenstellungen getestet (die Liste der durchgeführten Aktivitäten findet sich im Appendix). Die subjektiven Präferenzen der Probanden bei der Durchführung dieser Aktivitäten wurde notiert und dabei unterschieden, ob die Testpersonen eher die rechte Hand, die linke Hand oder beide Hände gleichermaßen einsetzten. Die insgesamt 27 Tätigkeiten können inhaltlich den nachstehenden fünf Kategorien zugeordnet werden.

- **Kategorie I ,Füße‘:** umfasst die Ermittlung der Füßigkeit der Befragten, indem die Präferenz für Handlungen wie z.B. einen Ball mit einem Fuß schießen, auf einen Hocker steigen, auf einem Bein springen, einen Fleck am Boden mit dem Fuß entfernen und das Übereinanderschlagen der Beine analysiert wird.
- **Kategorie II ,Technik‘:** beschreibt die Bevorzugung einer Hand bei der Benutzung von technischen Hilfsmitteln wie dem Betätigen eines Lichtschalters, dem Bedienen einer Computermaus, beim Bügeln, bei der Verwendung einer Schere und dem Drücken einer Türschnalle.
- **Kategorie III ,Dynamik‘:** beinhaltet jene Aktivitäten, welche eine Unterscheidung der Handverwendung anhand der Durchführung von statischen und dynamischen Bewegungen erlauben wie z.B. beim Öffnen eines Drehverschlusses einer Verpackung, beim Entzünden eines Streichholzes, beim Verwenden von Besen und Schaufel, beim Auffädeln einer Perle auf eine Schnur sowie dem Spitzen eines Stiftes.
- **Kategorie IV ,Alltag‘:** untersucht die Handpräferenzen bei alltäglichen Kompetenzen wie beim Schreiben, beim Benutzen eines Löffels, beim Eingießen von Milch in ein Gefäß, beim Ausräumen eines Einkaufskorbes, beim Anziehen eines T-Shirts, beim Zähneputzen und bei der Verwendung einer Bürste.
- **Kategorie V ,Freizeit‘:** subsumiert den Einsatz der Hände bei Handlungen aus der Freizeit der Befragten wie dem Bauen eines Turms aus Bausteinen, dem Werfen eines Balles, dem Drehen eines Kreisels, der Benutzung einer Fernbedienung sowie des Telefons.

### *5.2.3 Sensation Seeking-Verhalten*

Zur Erfassung des Sensation Seeking-Verhalten dient seit der Publikation im Jahr 1978 das von Zuckerman, Eysenck und Eysenck entwickelte Inventar der Sensation Seeking Skala, Form V. Dieses umfasst vier Subskalen welche die Ausprägung der Gefahr- und Abenteuersuche (Thrill and Adventure Seeking, TAS), z.B. durch die Tendenz, sportliche Aktivitäten mit hoher Geschwindigkeit durchzuführen, die Erfahrungssuche (Experience Seeking, ES) mithilfe nonkonformistischer Lebensstile und Reisen, die Enthemmung (Disinhibition, DIS), worunter die Vorliebe für sozial und sexuell enthemmtes Verhalten zusammengefasst wird sowie die Anfälligkeit für Langeweile (Boredom Susceptibility, BS) indem die Abneigung gegen Wiederholungen und Routine erfragt werden, erfassen (Beauducel & Brocke, 2003; Zuckerman, 1994). Zudem kann der Summenwert aller Subskalen berechnet werden. Da sich die Subskalen jeweils aus 10 Items im Forced Choice

Format zusammensetzen (Beauducel et al., 2003), wird durch die zwei vorgegebenen Antwortmöglichkeiten eine eindeutige Antwort der Befragten erhoben. Demgemäß wurden die Probanden instruiert, jene der beiden Möglichkeiten auszuwählen, welche eher auf sie selbst zutrifft. Die Anordnung der insgesamt 40 Fragen ließ jedoch keinen Rückschluss auf die Zugehörigkeit zu den zugrundeliegenden Subskalen zu.

### *5.2.4 Gedächtnisleistung*

Anhand zweier verschiedener Testverfahren wurde die kurz- und mittelfristige Gedächtnisleistung der Versuchspersonen ermittelt.

Die erste Aufgabenstellung, der Untertest ‚Recall unstrukturiert‘, wurde dem Berliner Amnesie Test (BAT; Metzler et al., 2010) entnommen. Bei diesem lautete die Instruktion für die Teilnehmer, sich 20 Kärtchen mit Substantiven in zufälliger Reihenfolge einzuprägen. Nach einem Einprägeprozess von zwei Minuten wurden die Kärtchen entfernt und der Proband gebeten, die behaltenen Wörter ohne eine bestimmte Reihenfolge frei zu reproduzieren (Kurzbezeichnung: Wörter 2min). Mit dieser Aufgabe wurde die kurzfristige Merkfähigkeit der Probanden erfasst. Nach circa 30 weiteren Minuten und der zwischenzeitlichen Durchführung anderer Tests kam es zu einer erneuten Abfrage der eingepprägten Wörter und somit zur Überprüfung der mittelfristigen Gedächtnisleistung (Kurzbezeichnung: Wörter 30min).

Dem Wechsler Intelligenz Test (WIE; Von Aster et al., 2006) wurde der Subtest ‚Buchstaben und Zahlenfolgen‘ entnommen um auf eine weitere Art die Gedächtnisleitung der Testpersonen zu ermitteln. Die Probanden wurden gebeten, eine durch die Versuchsleiterin vorgeseigte willkürliche Reihe an Buchstaben und Zahlen unmittelbar im Anschluss zu reproduzieren (Kurzbezeichnung: BZ\_Gesamt). Während des Verlaufes wurde die Anzahl der wiederzugebenden Zeichen stetig erhöht und die maximal erreichte Menge an Buchstaben und Zahlen notiert (Kurzbezeichnung: BZ\_Zeichen). Um etwaige Unklarheiten auszuschließen, wurden zu Beginn Beispielaufgaben durchgenommen, die ebenso wie die 21 Buchstaben und Zahlenfolgen, die dem Appendix dieser Arbeit zu entnehmen sind.

### *5.2.5 Wortflüssigkeit*

Eine Analyse der Wortflüssigkeit (Verbal Fluency) erfolgte durch zwei kurze Aufgabenstellungen in schriftlicher Form.

Bei der Erhebung der phonemischen Wortflüssigkeit mussten die Befragten Begriffe mit einem gleichen Anfangsbuchstaben innerhalb einer bestimmten Zeitspanne notieren. In Anlehnung an die Studie von Miller (1984) wurde den Probanden eine Minute Zeit gegeben, um möglichst viele Begriffe mit dem Buchstaben ‚F‘ niederzuschreiben (Kurzbezeichnung: Buchstabe F). Zuvor wurden die Teilnehmer noch instruiert, keine Eigen- sowie Vornamen, nicht-deutsche Begriffe und geografische Angaben zu verwenden.

Im Zuge der zweiten Überprüfung der Wortflüssigkeit erhielten die Probanden einen Begriff in schriftlicher Form. Um aus diesem neue Wörter zu bilden, durften die Testpersonen nur jene Buchstaben in der Anzahl verwenden, in der sie im ausgehändigten Term vorkamen (Austin et al., 2002). Zunächst wurde für die Wortfindung das Zeitlimit auf eineinhalb Minuten festgelegt, zur Erläuterung kurze Beispiele genannt und anschließend zur Durchführung ein Zettel mit dem Substantiv ‚Winterreifen‘ ausgehändig (Kurzbezeichnung: Winterreifen).

### *5.2.6 Logisches Schlussfolgern*

Um die Fähigkeit der Versuchspersonen beim logischen Schlussfolgern zu ermitteln, wurden in dieser Studie ein verbales und ein nonverbales Verfahren eingesetzt.

Die Analyse des nonverbalen Schlussfolgerns erfolgt mit dem ‚Matrizentest‘ aus dem Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (WIE; Von Aster et al., 2006). Auf insgesamt 25 Kärtchen wurden den Probanden Muster mit zunehmender Komplexität gezeigt, bei welchen jeweils ein Teilstück fehlte. Aufgrund der Betrachtung der vorhandenen Teile sollten sie ohne jedes Zeitlimit auf Form und Farbe des fehlenden Stückes schließen und dieses aus fünf angebotenen Antwortmöglichkeiten ausfindig machen (Kurzbezeichnung: Matrizen). Anschließend wurde das nächste Muster mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad zum Lösen präsentiert.

Die Vorgabe von 14 Sprachanalogien ermöglichte die Erfassung der Fähigkeit des verbalen induktiven Denkens. In schriftlicher Form wurden den Probanden dabei Verhältnisgleichungen der Form ‚A verhält sich zu B wie C zu ...‘ vorgelegt. Dabei sollten diese aus den fünf vorgegebenen Antwortmöglichkeiten das fehlende letzte Glied der Gleichung auswählen (Kurzbezeichnung: Sprachanalogien). Sämtliche Antworten wurden unmittelbar von der Versuchsleiterin dokumentiert und im Anschluss ausgewertet.

### 5.2.7 Physiologische Parameter

Nach der Durchführung sämtlicher Aufgabenstellungen wurde zuletzt eine Vermessung des Körpers der Probanden vorgenommen. Unter den vermessenen Parametern befanden sich die Handlänge sowie die Handbreite beider Hände, der Umfang des Handgelenks und der größte Umfang des Unterarms beidseitig, der Umfang der schlaffen und angespannten Oberarme, die Breite der Ellenbogen und die Länge der Zeige- und Ringfinger an beiden Händen. Zur Bestimmung des 2D:4D Fingerlängenverhältnisses an beiden Händen wurde die jeweilige Länge des Zeigefingers durch die des Ringfingers dividiert.

Zudem wurde die Körperhöhe und der Hals-, Bauch-, Taillen- und Hüftumfang vermessen. Aus diesen wurde zur Bestimmung der Proportionen der Testteilnehmer das Verhältnis der Taille zur Hüfte oder auch Waist-to-Hip-Ratio (WHR) kalkuliert. Laut Evans et al. (1983) korreliert eine niedrige WHR mit einem hohen Level an Östrogenen in Frauen, während bei Männern eine hohe WHR mit viel Testosteron auftritt.

Als zusätzliches Maß wurde die Handkraftstärke beider Hände der Teilnehmer mithilfe eines Dynamometers ermittelt. Die Handkraftstärke ist ein Maß für die physische Gesundheit und die Muskelfunktion eines Menschen (Gallup et al., 2007). Laut Petersen et al. (1989) weisen Rechtshänder ca. 10% mehr Kraft in ihrer rechten als in ihrer linken Hand auf. Bei Linkshändern scheint die Kraft auf beide Hände ziemlich gleich verteilt zu sein (Petersen et al., 1989). Eine Studie von Zhao et al. (2013) deutet auf eine Abnahme der Handkraftstärke mit dem Alter in beiden Geschlechtern hin. Zudem ist die Handkraftstärke eine sexuell dimorphe Messgröße, da Männer während der ganzen Lebensspanne einen höheren Wert aufweisen als Frauen (Mathiowetz et al., 1985).

Die Bestimmung aller Messwerte der Testpersonen erforderte den Einsatz von vier Messgeräten. Da mit dem Anthropometer Höhenmaße bis zu 210 cm erfasst werden können, kam dieses Gerät bei der Ermittlung der Körperhöhe zum Einsatz. Der Gleitzirkel eignet sich zu Vermessung von Längen- und Breitenmaßen von 0 – 20 cm und wurde zur Erfassung der Handlänge und -breite sowie der Ellenbogenbreite eingesetzt. Für den Messbereich bis maximal 150 mm wurde eine digitale Schiebelehre eingesetzt, wie beim Abmessen der Fingerlängen. Die Feststellung der Umfangsmaße wurde mit einem Maßband durchgeführt. Sämtliche Vermessungen an den Studienteilnehmern wurden entsprechend Knußmanns Definitionen zur Erhebung der Körpermaße (1988) vorgenommen.

### *5.2.8 Aufbau des Fragebogens*

Die Aufgabenstellungen aus den sieben beschriebenen Abschnitten wurden den Probanden in alternierender Reihenfolge vorgegeben. Zunächst erfolgt eine Überprüfung der zweiminütigen Gedächtnisleistung im Recall Test und anschließend sollte die Buchstaben und Zahlenfolge reproduziert werden. Nach der Erhebung der Händigkeit und Füßigkeit mithilfe der 27 praktischen Tätigkeiten wurden die beiden Aufgaben zum Redefluss durchgeführt. Im Anschluss an den Matrizen-test kam es erneut zur Analyse des Gedächtnisses und somit der Bestimmung der nach 30 Minuten behaltene Wörter des Recall Tests. Auf den praktischen Teil des Hand-Dominanz-Tests folgend, schloss diese Befragung mit drei schriftlichen Fragebögen zu den Sprachanalogien, dem Sensation Seeking und den persönlichen Angaben zur Person. Abschließend wurden die körperbezogenen Messwerte der Testpersonen erhoben.

## **5.3 Praktische Umsetzung der Studie**

Dieser Abschnitt der Masterarbeit dient einer näheren Beschreibung der praktischen Umsetzung der Befragung. Dabei wird zunächst der generelle Ablauf der Datenerhebung geschildert und anschließend der Prozess der Datenbewertung und -analyse der eingeholten Informationen thematisiert.

### *5.3.1 Datenerhebung*

Die Datenerhebung wurde im Zeitraum von September 2013 – Dezember 2013 an der Universität Wien sowie im privaten Umkreis der Versuchsleiterin realisiert. Anhand von Aushängen in den Universitätsgebäuden und durch die persönliche Kontaktierung von Personen konnten 104 Testpersonen gefunden werden. Darunter fanden sich 57 Frauen, zwischen 19 und 81 Jahren ( $M=34.04 \pm 14.852$  Jahre) und 47 Männer in einem Alter von 31 bis 72 Jahren ( $M=36.40 \pm 13.915$  Jahre). Die Probanden behandelten den beschriebenen Fragebogen in schriftlicher und mündlicher Form auf freiwilliger und anonymer Basis. Für die Erhebungsdauer wurde im Durchschnitt pro Teilnehmer ein Zeitraum von ungefähr einer Stunde benötigt.

### *5.3.2 Statistische Datenauswertung*

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgte eine Bewertung der Rohdaten und die Bestimmung wichtiger Indizes und Summenwerte. Die Auswertung der Daten und die Berechnung der einzelnen Durchschnittswerte erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM SPSS 21. Zur Untersuchung der eingeholten Informationen wurden T-Tests sowie Varianzanalysen ANOVAs (analysis of variances) eingesetzt, anhand welcher die Signifikanz der Ergebnisse getestet wurde. Zudem wurden auch zahlreiche deskriptiv-statistische Verfahren angewandt.

Nach dem Notieren der Zahl der im Recall Test behaltenen Begriffe zu den zwei Zeitpunkten (Wörter 2min, Wörter 30min) wurde die im Zuge des Buchstaben und Zahlenfolge Tests erreichte Gesamtmenge an bearbeiteten Items (BZ\_Gesamt) sowie die höchste Anzahl an korrekt reproduzierten Buchstaben und Zahlen (BZ\_Zeichen) festgehalten. Ein Summenwert berechnete sich aus den vier Einzelwerten der Aufgabenstellungen zur Gedächtnisleistung (Gedächtnis). Dieser spiegelt die gesamte erhobene Kapazität auf dem Gebiet der Gedächtnisleistung wider.

In den beiden Aufgabenstellungen zur Wortflüssigkeit wurden einerseits die Anzahl der durch die Probanden aufgelisteten Wörter und andererseits die Korrektheit dieser Begriffe überprüft. Durch die Addition der korrekt genannten Antwortmöglichkeiten aus beiden Testverfahren (Buchstabe F, Winterreifen) konnte ein Gesamtwert zur erhobenen Wortflüssigkeit (verbale Kompetenz) der Teilnehmer ermittelt werden.

Im Matrizentest wurde für jede korrekte Antwort ein Punkt vergeben und mithilfe dieser Scores eine Gesamtanzahl berechnet. Ebenso konnte bei den 14 Sprachanalogien die Anzahl an richtigen Lösungen bestimmt werden. Die Einzelwerte aus den beiden Testverfahren (Matrizen, Sprachanalogien) wurden summiert, um so die Leistung der Testpersonen im Bereich des logischen Schlussfolgerns (Schlussfolgern) zu erhalten.

Anschließend wurden die Informationen zur Händigkeit und Füßigkeit der Probanden codiert. Angegebene Antworten bezüglich der präferierten Seite wurden für die statistische Analyse mit dem Zahlenwert ‚Eins‘ belegt, die anderen beiden Antwortmöglichkeiten mit der Zahl ‚Null‘. Basierend auf dieser Einteilung wurde für jede Person ein Summenwert für rechts-, links- sowie beidhändig durchgeführte Aktivitäten ermittelt. Anhand dieser Werte kam es zur Kalkulation eines Index für die Händigkeit, bei dem der Summenwert der linken Hand von jenem der rechten Hand subtrahiert wurde. Personen mit einem negativen Wert

d.h. mit mehr linkshändig durchgeführten Handlungen gelten als linkshändig, jene mit einem positiven Wert im Händigkeit-Index als rechtshändig. Der Bereich der beidhändigen Personen wurde innerhalb eines Händigkeit-Index von plus bis minus sechs festgelegt. Das bedeutet, beidhändige Probanden führten annähernd gleich viele Tätigkeiten mit der linken als auch mit der rechten Hand aus.

Zur Evaluierung des Hand-Dominanz-Tests wurden die gezeichneten Schlangenlinien mithilfe einer dem Verfahren beigefügten Schablone vermessen. Die Berechnung des Subtests ‚Kreise Punktieren‘ erfolgte durch die Anzahl der korrekten Treffer.

Von den angegebenen Präferenzen des Fragebogens zum Sensation Seeking (SS) wurden sowohl ein Gesamtwert bestimmt als auch die Summenwerte der vier Subskalen Thrill and Adventure Seeking (TAS), Disinhibition (DIS), Boredom Susceptibility (BS) und Experience Seeking (ES) ermittelt. Eine Umrechnung in die T-Werte, normierte Werte zu diesem Verfahren welche eine Analyse der Daten unabhängig vom Geschlechterbias ermöglichen, basierte auf den Normtabellen aus Zuckerman (2007).

# ERGEBNISSE

---

## 6 – ERGEBNISSE DER STUDIE

Die insgesamt 104 durchgeführten Befragungen und daraus erhaltenen Resultate wurden zur Berechnung in das IBM SPSS 21 Statistikprogramm eingegeben. Zunächst erfolgte eine deskriptive Analyse der Daten über die gesamte Stichprobe hinweg, in der die generellen Kennzeichen und Merkmale sowie persönlichen Angaben ausgewertet wurden. Anschließend wurde nach der Aufteilung aller Teilnehmer anhand ihrer Händigkeit eine Ergebnisbeschreibung in den verschiedenen Gruppen sowie die Untersuchung der formulierten Alternativhypothesen durchgeführt.

### 6.1. Deskriptive Analyse der gesamten Stichprobe

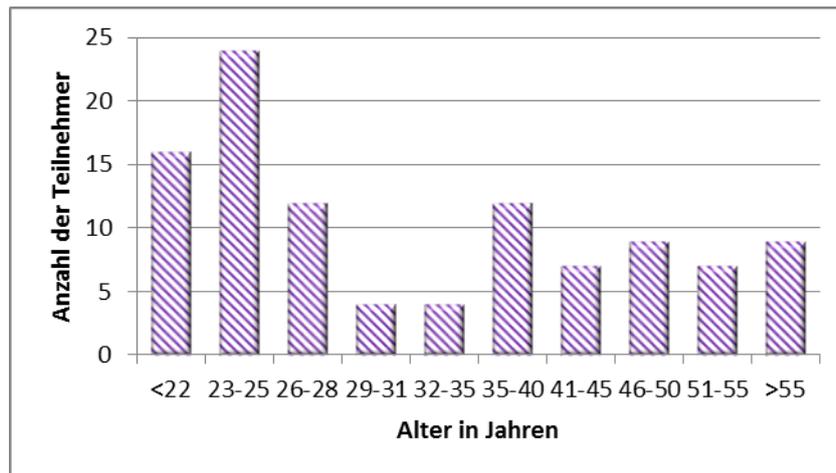
In dieser deskriptiven Analyse der Gesamtstichprobe werden die Angaben zu den persönlichen Daten näher beschrieben und charakteristische Verteilungen innerhalb dieser Untersuchungsgruppe aufgezeigt.

#### **Geschlecht, sexuelle Orientierung und Alter**

Unter den 104 Teilnehmern der vorliegenden Studie befanden sich 47 Männer und 57 Frauen, die sich zum Großteil aus Heterosexuellen (99) und zu einem deutlich kleineren Anteil aus Bisexuellen (3) und Homosexuellen (2) zusammensetzten.

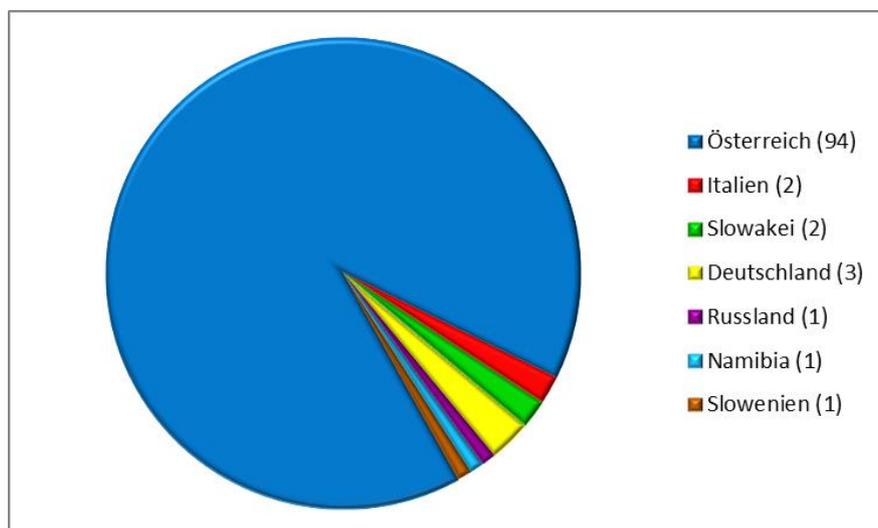
Das durchschnittliche Alter der Probanden belief sich auf 35.11 Jahre ( $s = \pm 14.42$  Jahre). Die konkrete altersspezifische Verteilung der Probanden auf verschiedene Altersklassen wird in Abbildung 3 illustriert. Dabei ist ersichtlich, dass der Großteil der teilnehmenden Personen ein Alter unter 30 Jahren aufwies. Dies erklärt sich daraus, dass sich viele Teilnehmer und Teilnehmerinnen aus dem studentischen Umfeld bereit erklärten, an der Studie teilzunehmen.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 3.** Altersverteilung in der Gesamtstichprobe (N=104).

Bezüglich der Herkunft der Probanden wurden sieben verschiedene Länder in den Antworten genannt. Die überwiegende Mehrheit der Testpersonen stammte aus Österreich (94), nur zehn der Versuchsteilnehmer gaben ein anderes Herkunftsland an. Die Verteilung der Probanden nach deren Geburtsländern wird in nachfolgendem Diagramm in Abbildung 4 visuell dargestellt.

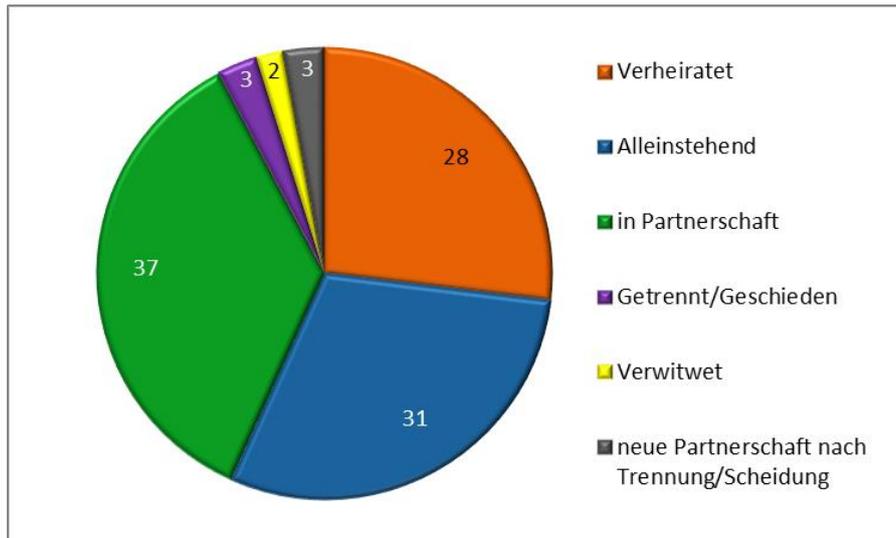


**Abbildung 4.** Verteilung der Geburtsländer der Probanden in der Gesamtstichprobe (N=104).

### Familienstand und Kinderanzahl

Die Angaben der Befragten zu ihrem derzeitigen Familienstand werden in Abbildung 5 illustriert. In dieser Hinsicht gab die Mehrzahl der Probanden an, ‚in einer Partnerschaft‘ zu leben (37), ‚alleinstehend‘ (31) oder ‚verheiratet‘ (28) zu sein.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 5.** Verteilung der Gesamtstichprobe nach Familienstand (N=104).

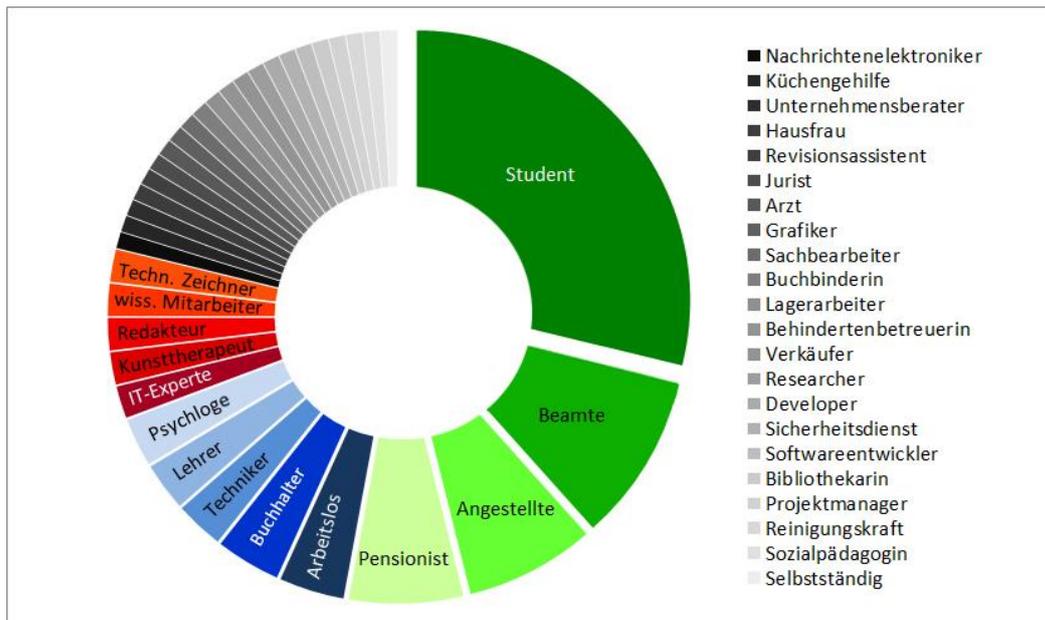
In Zusammenhang mit dem Familienstand wurde auch die Anzahl vorhandener Kinder und Enkelkinder unter den Testteilnehmern erfragt. 40 der untersuchten Probanden hatten Kinder, wobei die Anzahl zwischen einem und sechs Kindern variierte. Enkelkinder wurden lediglich von acht der Versuchspersonen angegeben.

### Bildungsniveau

Beim höchsten abgeschlossenen Ausbildungsgrad wurde unter den Testpersonen die Matura am häufigsten genannt (42), gefolgt von einem Universitätsabschluss (33), von der Lehre (16), der Fachhochschule (7) und an letzter Stelle der Pflichtschule (6).

Bei der offenen Frage zu den Berufen wurden zahlreiche Antworten angegeben, welche in Abbildung 6 ersichtlich sind. Die am häufigsten genannten Berufe wie Student (30), Beamter (10), Angestellter (8) oder Pensionist (7) werden darin grün markiert. Die blaue Farbe fasst Berufsbilder zusammen, welche von drei (Techniker, Lehrer, Psychologe) oder vier Personen (Buchhalter) genannt wurden. Die Berufe IT-Experte, Kunsttherapeut, Redakteur, wissenschaftliche Mitarbeiter und technischer Zeichner wurden je zwei Mal genannt und werden daher orange-rot eingefärbt. Die grauschattierten Bereiche stellen Einzelnennungen unter den Berufsbildern dar und werden in der neben dem Diagramm befindlichen Legende aufgelistet (Abbildung 6).

## ERGEBNISSE



**Abbildung 6.** Angaben zu den Berufsbildern in der Gesamtstichprobe. Die Größe des Segments entspricht der Anzahl der Nennungen durch die Probanden (N=104).

### Händigkeit und linkshändige Familienmitglieder

Bei Betrachtung der subjektiven Angaben der Teilnehmer zu deren Händigkeit konnte die Stichprobe in 45 Rechtshänder, 48 Linkshänder und elf umgelernte Personen unterteilt werden. Etwas weniger als die Hälfte der Personen (47) gaben an, weitere Linkshänder in der Familie zu haben. Dabei schwankte sowohl die Anzahl der vorhandenen linkshändigen Verwandten zwischen einem (bei 27 Untersuchten) und sieben (bei einer Person) als auch der Grad der Verwandtschaft. Am häufigsten wurden weitere Linkshänder bei Familienmitgliedern ersten Grades angegeben (33) gefolgt von Verwandten zweiten Grades (25).

### Verletzungsanfälligkeit, Arthroseerscheinungen und Hormonpräparate

In Bezug auf die Untersuchung der Händigkeit spielt auch das Vorhandensein von Verletzungen an den Armen oder Beinen der Probanden eine bedeutende Rolle. Etwas mehr als ein Drittel der Versuchspersonen gaben eine Verletzung an den Armen bzw. an den Beinen an. Zumeist fanden sich diese an der rechten Seite (20) dicht gefolgt von der linken Seite (17). Sehr selten waren beide Arme betroffen (4). Die Beinverletzungen traten hauptsächlich linksseitig (18) und beidseitig (13) auf und zu einem geringeren Anteil auf der rechten Seite (11).

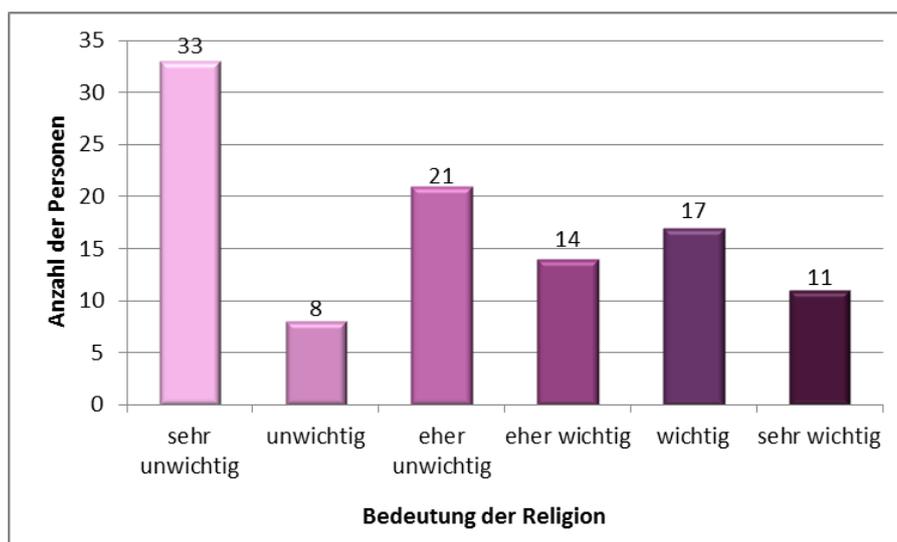
## ERGEBNISSE

Eine weitere Frage, die in diesem Kontext geklärt wurde, war das Auftreten von Arthroseerscheinungen. Es gaben jedoch lediglich zehn Teilnehmer bekannt, an Arthrosesymptomen zu leiden, welche hauptsächlich an den Gelenken der oberen Extremitäten auftraten. Da nur ein geringer Anteil von rund 15% der Probanden älter als 50 Jahre war, lässt sich dieses geringe Auftreten von altersbedingten degenerativen Erkrankungen wie Arthrose erklären.

Die Frage zur Einnahme von Hormonpräparaten bejahten nur Frauen und dabei wurden hauptsächlich Schilddrüsenhormone (2) und empfängnisverhütende Mittel (19) genannt.

### Religionszugehörigkeit

Rund drei Viertel der Teilnehmer gehörten einer großen Religionsgemeinschaft an. Mehr als die Hälfte der Befragten (57) war der römisch-katholischen Kirche zugehörig, 17 der evangelischen Glaubensgemeinschaft sowie je 1 Person der russisch-orthodoxen Kirche und dem Islam. 28 der befragten Probanden gehörten keiner großen Religion an. Dennoch war diese formale Zugehörigkeit nicht gleichzusetzen mit der tatsächlichen Bedeutung der religiösen Einstellung im Leben der Befragten. Da die Religion für die Probanden einen unterschiedlichen Stellenwert besitzt, wurde dieser auf einer sechsstufigen Skala erfasst und grafisch in Abbildung 7 dargestellt.



**Abbildung 7.** Bedeutung der religiösen Einstellung in der Gesamtstichprobe (N=104).

Aus Abbildung 7 ist deutlich ersichtlich, dass die die größte Teilnehmergruppe Religion als ‚sehr unwichtig‘ (33) erachtete, nur für elf Testpersonen hatte diese einen ‚sehr wichtigen‘

Stellenwert. Im Durchschnitt stuften die befragten Probanden die Bedeutung der Religion mit einem Wert von 2.07 auf einer Skala von 0 bis 5 ein.

Diese einleitende Beschreibung der Teilnehmergruppe gibt einen kurzen Überblick über die Heterogenität der Merkmale in der Stichprobe. Der folgende Abschnitt dient einer komparativen Analyse der erhobenen Daten bei Links- und Rechtshändern, deren Unterteilung einerseits auf der subjektiven Handpräferenz der Testpersonen und andererseits auf dem kalkulierten Händigkeit-Index basiert.

## 6.2 Unterteilung der Gesamtstichprobe anhand der Händigkeit

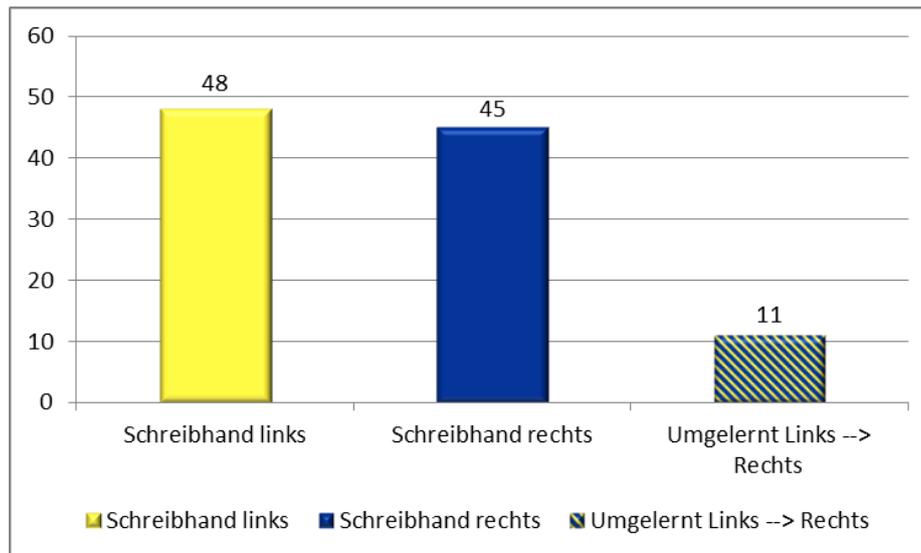
Die eben genannten Ansätze zur Unterscheidung von links- und rechtshändigen Probanden werden im nachfolgenden Kapitel näher beschrieben. Daraufhin werden die Testergebnisse der verschiedenen Händigkeitsgruppen analysiert und verglichen, um etwaige signifikante Differenzen der Gruppen aufzuzeigen.

### 6.2.1 *Schreibhand (S) vs. Händigkeit-Index (H)*

Die Testpersonen wurden anhand ihrer Schreibhand in rechts-schreibende und links-schreibende Teilnehmer unterteilt. Unter ihnen befanden sich 48 Personen, welche die linke Hand zum Schreiben einsetzen, 45 Personen, die mit der rechten Hand schreiben und eine Person, die mit beiden Händen schreibt. Diese erhobenen Zahlenwerte entsprachen auch den subjektiven Angaben zur Handpräferenz. Alle Probanden, die sich als rechtshändig bezeichneten, benutzten auch ihre rechte Hand zum Schreiben. Ein ähnliches Bild fand sich bei jenen Teilnehmern, die sich als Linkshänder sahen, da diese alle ihre linke Hand zum Schreiben einsetzen. Jene elf Personen, die bezüglich des Schreibens von links auf rechts umgelernt wurden, gaben zum Großteil an, mit der rechten Hand zu schreiben (10) und eine weitere umgelernte Testperson schreibt mit beiden Händen.

Die Verteilung der Händigkeit der Probanden anhand ihrer präferierten Schreibhand (in Folge mit ‚S‘ bezeichnet) kann der nachfolgenden Abbildung 8 entnommen werden. Darin werden mit der linken Hand schreibende Untersuchungsteilnehmer in gelb dargestellt, jene die die rechte Hand zum Schreiben einsetzen in blau und Umgelernte werden aufgrund ihres Wechsels von der linken zur rechten Hand beim Schreiben gelb-blau schraffiert illustriert.

## ERGEBNISSE



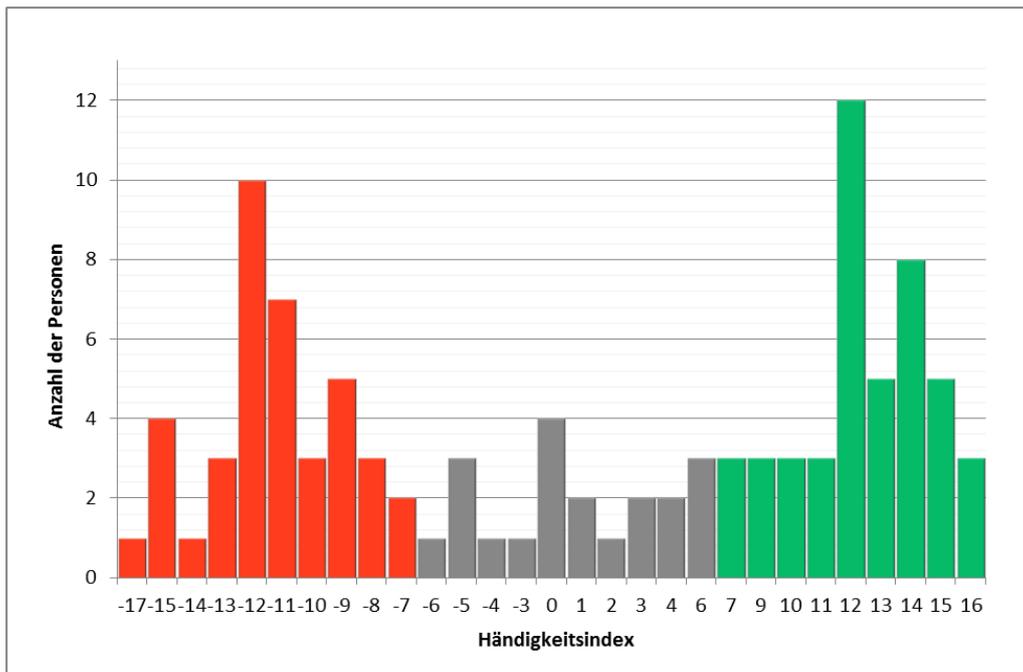
**Abbildung 8.** Gegenüberstellung der Probanden anhand der angegebenen Schreibhand: Linkshänder (gelb), Rechtshänder (blau) und umgelernte Probanden (gelb-blau schraffiert; N=104).

Die Zahl jener Versuchspersonen, die mit der linken Hand schreiben (gelb) war im Vergleich zu den rechtshändig-schreibenden (blau) Personen leicht erhöht. Elf der Testteilnehmer wurden beim Schreiben von der linken auf die rechte Hand umgelernt (blau-gelb schraffiert). Die farbliche Kennzeichnung der rechts- und linksseitigen Schreibhand wird im weiteren Verlauf der Arbeit beibehalten.

Die Durchführung der ausgewählten 27 Aufgabenstellungen ermöglichte es, die persönliche Handpräferenz der Probanden zu ermitteln indem für jeden Teilnehmer ein Händigkeit-Index berechnet wurde. Für diesen erfolgt eine Subtraktion der Gesamtzahl der mit links absolvierten Tätigkeiten von der Summe der mit der rechten Hand erledigten Aufgaben. Anhand dieser Indexbildung wurde die Händigkeit der Probanden als ein Kontinuum gesehen, wobei negative Werte auf Linkshändigkeit hindeuteten, ein positiver Wert Rechtshändigkeit indizierte und ein Wert von Null vollkommen beidhändige Personen repräsentierte. Jene Teilnehmer, deren Gesamtwert des Index sich in einem Bereich von plus bis minus sechs befand, wurden zur Gruppe der Beidhändigen hinzugezählt, da bei diesen keine eindeutige Ausprägung der Handpräferenz zu erkennen war.

Die Verteilung der Personen nach ihrem Händigkeit-Index (in Folge mit ‚H‘ bezeichnet) wird in nachstehender Abbildung 9 dargestellt. Das angewandte Farbschema, bei dem die Linkshänder mit rot und die Rechtshänder mit der Farbe Grün markiert werden, findet im Zuge der weiteren Forschungsarbeit Verwendung.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 9.** Verteilung und Gruppierung der Testpersonen anhand des Händigkeits-Index in Linkshänder (rot), Rechtshänder (grün) und beidhändige Probanden (grau; N=104).

Laut dieser Einteilung verteilten sich die Probanden auf 39 Linkshänder, 17 beidhändige und 48 rechtshändige Personen. Zum Vergleich mit der Verteilung der Testpersonen anhand der Schreibhand werden die Zahlen in Tabelle 2 gegenübergestellt.

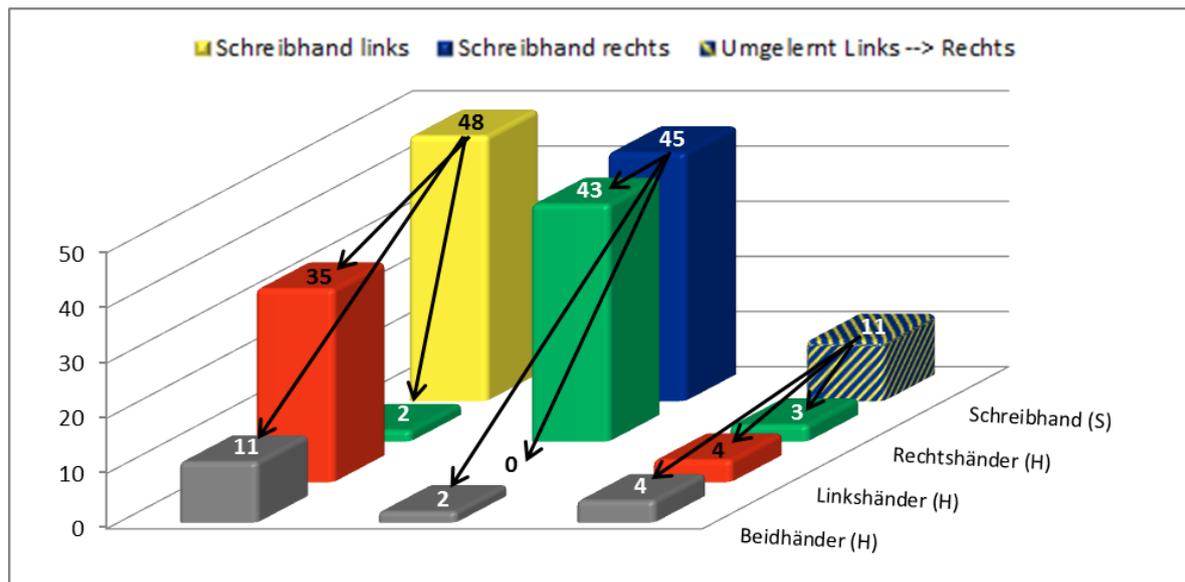
**Tabelle 2.** Verteilung der Probanden nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeits-Index (H).

	Schreibhand	Händigkeits-Index
<b>Rechtshänder</b>	45	48
<b>Linkshänder</b>	48	39
<b>Beidhändig</b>	1	17

Diese Daten verdeutlichen bereits, dass es zu zahlenmäßigen Verschiebungen bzw. Umstrukturierungen bei den beiden Einteilungsvarianten der Händigkeit kam. Die wenigsten Differenzen traten sich in der Gruppe jener Testpersonen, die sich selbst als Rechtshänder bezeichneten auf. Diese fanden sich zum Großteil nach dem Händigkeits-Index ebenfalls in der Gruppe der Rechtshändigen und nur zwei Personen fielen aufgrund eines zu schwach ausgeprägten positiven Indexwertes in die Gruppe der Beidhändigen. Studienteilnehmer, welche persönlich die linke Hand präferierten, verteilten sich nach der Berechnung des Händigkeits-Index auf alle drei Händigkeitsgruppen. In der Gruppe der Umgelernten fanden sich laut Indexberechnungen vier Probanden, die linkshändig waren, drei Personen die als rechtshändig bezeichnet wurden und vier Testteilnehmer die

beidhändig waren. Zur übersichtlicheren Darstellung werden diese Veränderungen in der Personenanzahl in Abbildung 10 grafisch festgehalten.

Die drei Balken im Hintergrund repräsentieren die Linkshänder (gelb), Rechtshänder (blau) und Umgelernten (gelb-blau schraffiert) nach ihrer Schreibhand. Die schwarzen Pfeile demonstrieren die Verschiebung der Personen von ihren ursprünglichen Angaben der Händigkeit zu den kalkulierten Werten des Händigkeits-Index.



**Abbildung 10.** Analyse der Personenzahlen nach der Schreibhand (gelb, blau, gelb-blau schraffiert) und dem Händigkeits-Index (grün, rot, grau; N=104).

In weiterer Folge wurden beide Einteilungsverfahren für eine deskriptive Beschreibung der Stichprobe herangezogen. Dabei wurden Links- und Rechtshänder nach der Schreibhand (S: 45 Rechtshänder vs. 48 Linkshänder) jenen des Händigkeits-Index (H: 45 Rechtshänder vs. 35 Linkshänder) gegenübergestellt. Umgelernte Personen und beidhändige Teilnehmer wurden bei dieser Analyse nicht berücksichtigt.

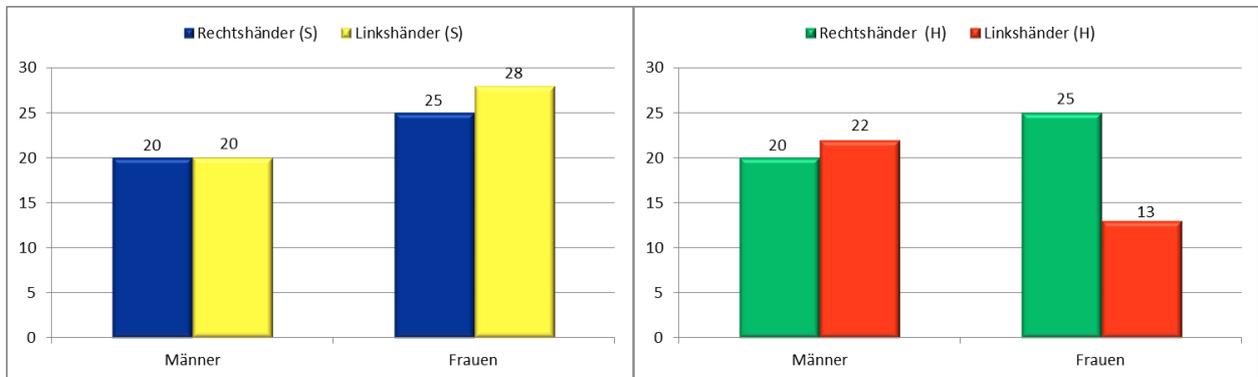
### 6.2.2 Deskriptive Beschreibung der Stichprobe anhand der Händigkeit

Diese deskriptive Analyse der persönlichen Angaben der Teilnehmer sollte einerseits Unterschiede bei Links- und Rechtshändern hervorheben und andererseits eventuell vorliegende Differenzen bei den zwei Einteilungsmethoden (H vs. S) aufzeigen. Aufgrund des bereits beschriebenen Farbcodex (H-links: rot, H-rechts: grün; S-links: gelb, S-rechts: blau), ist eine erleichterte Unterscheidung der Gruppen möglich.

## ERGEBNISSE

### Geschlechterverteilung, sexuelle Orientierung und Alter

Die Geschlechterverteilung der Rechts- und Linkshänder nach dem Händigkeits-Index (H, rot bzw. grün) und nach der Schreibhand (S, blau bzw. gelb) wird in Abbildung 11 illustriert.



**Abbildung 11.** Geschlechterverteilung bei Rechts- und Linkshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und nach dem Händigkeits-Index (H; N = 80).

Bei beiden Einteilungsvarianten schien die Zahl männlicher und weiblicher Rechtshänder eher ausgeglichen und übereinstimmend zu sein. Im Gegensatz dazu fanden sich nach dem Händigkeits-Index wesentlich weniger Frauen in der Linkshändergruppe als nach der Einteilung aufgrund der Schreibhand.

In weiterer Folge wurden die Angaben der Teilnehmer zu ihrer Sexualität und ihrem Alter verglichen und in Tabelle 3 punktuell zusammengefasst. Zur besseren Kenntlichkeit der jeweiligen Händigkeitsgruppen werden diese in ihren Farben markiert.

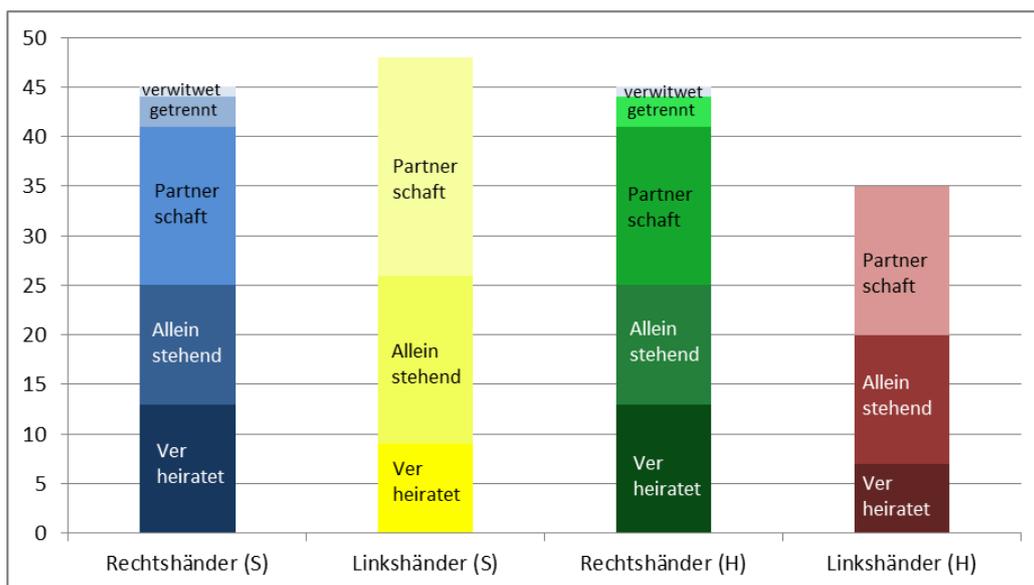
**Tabelle 3.** Verteilung der Rechts- und Linkshänder (H,S) bezüglich der Sexualität und des Durchschnittsalters.

	Sexualität			Durchschnittsalter in Jahren
	Homosexuell	Bisexuell	Heterosexuell	
<b>Linkshänder (S)</b>	2	2	44	28.13
<b>Rechtshänder (S)</b>	0	0	45	38.20
<b>Linkshänder (H)</b>	2	1	32	28.34
<b>Rechtshänder (H)</b>	0	0	45	37.36

Aus Tabelle 3 lässt sich ein einheitlicheres Antwortverhalten bezüglich der Sexualität unter Rechtshändern (H, S) feststellen. Zudem wiesen diese nach beiden Einteilungskategorien ein deutlich höheres Durchschnittsalter auf, wonach sie um etwa 10 Jahre älter sind als die linkshändigen Probanden (S, H).

### Familienstand und Kinderanzahl

Bei den Rechts- und Linkshändern (S) wurde als häufigste Antwort bezüglich des Familienstandes ‚in einer Partnerschaft lebend‘ ausgewählt. Ähnliche Trends lassen sich bei den Personen nach links- oder rechtshändigem Händigkeit-Index (H) erkennen, die ihren Familienstand ebenfalls zumeist mit ‚in einer Partnerschaft lebend‘ beschrieben. Bei beiden Einteilungsvarianten (S, H) wurde auch häufig angegeben, ‚verheiratet‘ oder ‚alleinstehend‘ zu sein. Die konkrete Verteilung der Familienstände wird in Abbildung 12 aufgezeigt.



**Abbildung 12.** Antwortverhalten der Rechts- und Linkshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; N=80) bezüglich des Familienstandes.

Sowohl nach der Schreibhand als auch nach dem Händigkeit-Index gaben unter den Linkshändern weniger Probanden, ‚verheiratet‘ als Beziehungsstatus an, während nur bei den Rechtshändern Beziehungsformen wie ‚getrennt‘ bzw. ‚verwitwet‘ angegeben wurden.

Das persönliche Umfeld der Probanden wurde in weiterer Folge durch Fragen zu vorhandenen Kindern und Enkelkindern erhoben. 23 Personen, die mit der rechten Hand schreiben (S) hatten Kinder und bei fünf dieser Testteilnehmer waren auch Enkelkinder vorhanden. Demgegenüber waren in der Gruppe der linkshändig Schreibenden (S) nur bei acht der Versuchspersonen Kinder vorhanden und bei keinem linkshändigen Teilnehmer gab es zum Zeitpunkt der Befragung Enkelkinder. Bei Betrachtung der Rechtshänder nach dem Händigkeit-Index (H) konnten 22 Personen gefunden werden, die Kinder besaßen. Enkelkinder waren nur bei fünf der rechtshändigen Teilnehmer (H) vorhanden. Bei den Linkshändern (H) wurden erneut weniger Kinder angegeben (5) und bei keinem der linkshändigen Teilnehmer (H) gab es bereits Enkelkinder.

## ERGEBNISSE

Fraglich bleibt, ob diese unterschiedliche Kinderanzahl, welche im Durchschnitt in Tabelle 4 zusammengefasst wird, auf das Alter der Versuchspersonen zurückzuführen ist. Dieses ist bei den Linkshändern im Schnitt um circa zehn Jahre geringer und könnte demnach die Reproduktionsrate negativ beeinflussen.

**Tabelle 4.** Verteilung der Rechts- und Linkshänder (H,S) bezüglich der Enkel- oder Kinderanzahl.

	<b>Kinderanzahl</b>	<b>Enkelkinderanzahl</b>	<b>Gesamtreproduktionsrate</b>
<b>Linkshänder (S)</b>	0.42 (+/-1.088)	0	0.42
<b>Rechtshänder (S)</b>	1.13 (+/-1.424)	0.33 (+/-1.458)	1.46
<b>Linkshänder (H)</b>	0.43 (+/-1.170)	0	0.43
<b>Rechtshänder (H)</b>	1.11 (+/-1.434)	0.49 (+/-1.890)	1.60

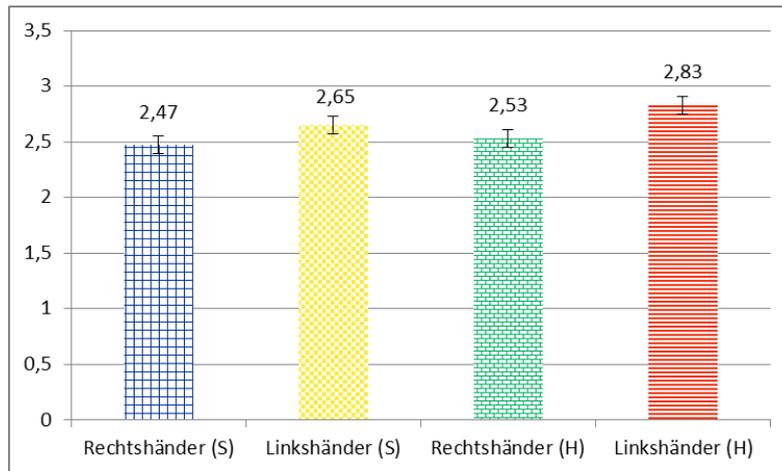
### Bildungsniveau

Das Antwortverhalten hinsichtlich des Bildungsniveaus der getesteten Links- und Rechtshänder lässt sich wie folgt zusammenfassen. Von den Rechtshändern (S) nannten drei die Pflichtschule, sieben die Lehre, 17 die Matura, zwei die Fachhochschule und 16 den Universitätsabschluss als höchste absolvierte Ausbildung. Demgegenüber gaben ihre linkshändigen Kollegen (S) als höchsten Ausbildungsgrad die Pflichtschule (1), die Lehre (4), die Matura (22), das Fachhochschulstudium (5) und das Universitätsstudium (16) an.

Für drei Teilnehmer aus der Gruppe der Rechtshänder nach dem Händigkeit-Index (H) stellte die Pflichtschule den höchsten Abschluss dar, für sechs die Lehre, für 17 die Matura, für zwei die Fachhochschule und für 17 die Universität. Bezüglich des höchsten absolvierten Ausbildungsgrades wurden unter den Linkshändern (H) die Pflichtschule (1), die Lehre (1), die Matura (15), das Fachhochschulstudium (4) und das Universitätsstudium (14) genannt.

Der durchschnittliche Ausbildungsgrad der vier Vergleichsgruppen auf der fünfstufigen Skala (Pflichtschule bis Universitätsabschluss) wird in folgender Abbildung 13 illustriert. In dieser lässt sich eine leichte Überlegenheit der Linkshänder (H und S) bezüglich des Ausbildungsgrades finden.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 13.** Höchster Ausbildungsgrad der Rechts- und Linkshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; N=80) auf einer Skala von 1 (Pflichtschule) bis 5 (Universitätsabschluss).

Die angegebenen Berufe werden an dieser Stelle nicht analysiert, können jedoch in einer vollständigen Liste dem Appendix entnommen werden.

### Linkshändige Familienmitglieder

Ein deutlicher Unterschied der links- und rechts-schreibenden Testpersonen (S) lag in der Anzahl weiterer linkshändiger Familienmitglieder. So nannten Personen, die für das Schreiben die linke Hand präferieren (S), 33 weitere Linkshänder in der Familie. Mit nur neun linkshändigen Familiengliedern war diese Zahl bei den Rechtshändern (S) deutlich reduziert. Etwas weniger der Linkshänder nach dem Händigkeit-Index (H; 25) bejahten die Frage nach weiteren linkshändigen Verwandten, während nur zehn der rechtshändigen Teilnehmer (H) weitere Linkshänder in der Verwandtschaft aufwiesen. Die nachfolgende Tabelle 5 fasst die durchschnittliche Anzahl an linkshändigen Familienmitgliedern in den vier Vergleichsgruppen zusammen.

**Tabelle 5.** Linkshändige Familienmitglieder bei Rechts- und Linkshändern (H, S).

	<b>Linkshändige Familienmitglieder</b>
<b>Linkshänder (S)</b>	1.32 (+/-1.301)
<b>Rechtshänder (S)</b>	0.47 (+/-1.290)
<b>Linkshänder (H)</b>	1.44 (+/-1.375)
<b>Rechtshänder (H)</b>	0.49 (+/-1.290)

Die zahlenmäßige Überlegenheit linkshändiger Verwandter war in beiden Gruppen der Linkshänder (H, S) gegenüber den Rechtshändern mit  $p=0.002$  hochsignifikant.

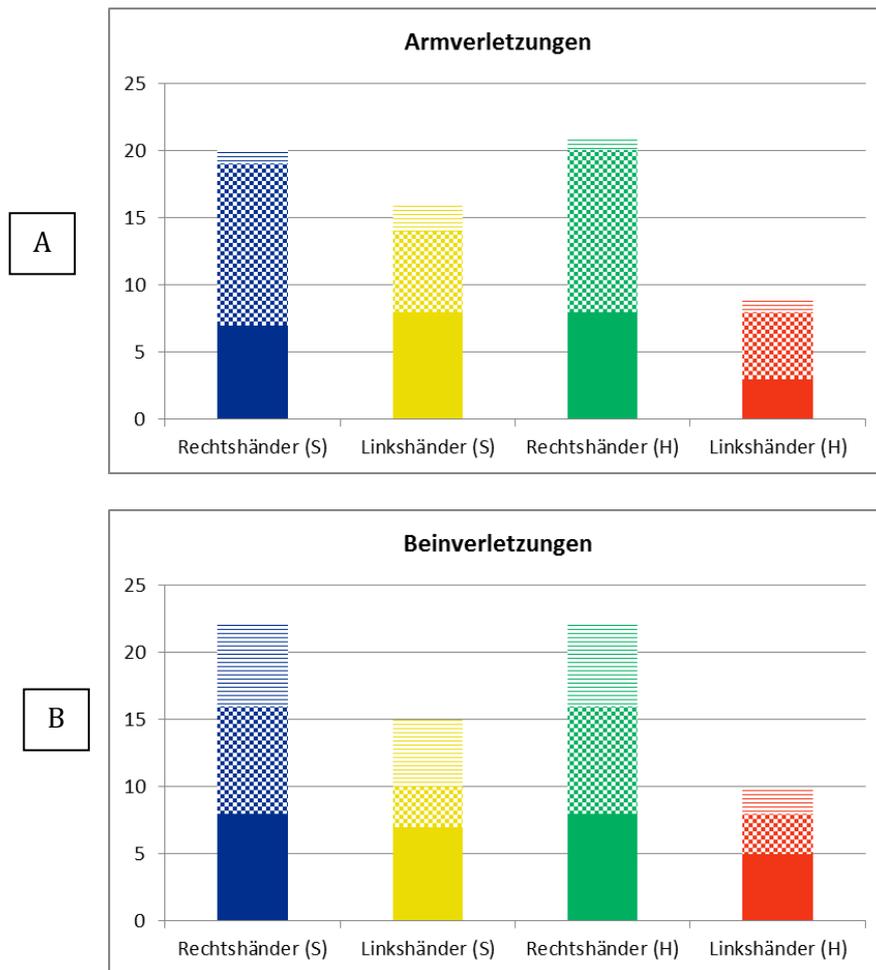
### **Verletzungsanfälligkeit, Arthroseerscheinungen und Hormonpräparate**

Bei den Linkshändern (S) traten die 16 genannten Verletzungen am Arm sowohl auf der linken (8), der rechten (6) als auch auf beiden Seiten (2) der oberen Extremität auf. Beinverletzungen wurden von linkshändigen Teilnehmern (S) am linken (7), rechten (3) oder beiden Beinen (5) genannt. Demgegenüber kamen Armverletzungen bei Rechtshändern (S) insgesamt häufiger (20) vor und traten an der linken Seite (7), der rechten (12) oder an beiden Händen (1) auf. Demgegenüber wurden bei Verletzungen an den Füßen die rechte und linke Seite gleich oft genannt (je 8), dicht gefolgt von der Betroffenheit beider Seiten gleichzeitig (6).

Nach dem Händigkeit-Index kalkulierte Rechtshänder (H) nannten Verletzungen an den linken (8), den rechten (12) und beiden Armen (1) sowie an den linken (8), rechten (8) oder beiden Beinen (6). Im Vergleich dazu, wiesen linkshändige Probanden (H) eine reduzierte Zahl an Verletzungen auf, welche sich an den Armen auf der rechten (5), linken (3) oder beiden (1) Seiten befanden sowie an den Beinen auf der linken (5), rechten (3) oder beiden (2) Körperhälften.

Die nachfolgende Abbildung 14 illustriert das beidseitige Auftreten der Verletzungen auf unterschiedlichen Extremitäten (Arme und Beine) bei den verglichenen vier Händigkeitsgruppen. Dabei werden die verletzten Gliedmaßen an der linken Seite mit einem einfärbigen Abschnitt dargestellt, jene an der rechten Seite mit einem karierten Muster und beidseitig betroffene Arme und Beine werden von linierten Balken repräsentiert. Aufgrund der Verwendung von gestapelten Diagrammen ist aus dieser Abbildung zudem auch die gesamte Häufigkeit von Verletzungen bei Links- und Rechtshändern ersichtlich. In Abbildung 14 A werden die Verletzungen an den Armen gegenübergestellt, während Abbildung 14 B die Beinverletzungen der Testpersonen beinhaltet. In beiden Diagrammen werden die bereits beschriebenen Farbschemata für die Links- und Rechtshänder nach Schreibhand (S) und Händigkeit-Index (H) eingesetzt.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 14.** Auftreten von Verletzungen an Armen (A) und Beinen (B) der Links- und Rechtshänder nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeits-Index (H; N=80). Verletzungen an der linken Seite werden einfarbig, an der rechten Seite kariert und beidseitige Verletzungen mit linierten Flächen dargestellt.

Für beide betrachteten Extremitäten der Probanden war das Vorhandensein von Verletzungen bei Rechtshändern (S) leicht erhöht. Diese Differenz äußerte sich in der Aufteilung anhand des Händigkeits-Index (H) jedoch noch stärker. Darüber hinaus kann bemerkt werden, dass die präferierte Hand bzw. der bevorzugte Fuß häufiger von Verletzungen betroffen war als kontralaterale Extremitäten.

In weiterer Folge wurde die Präsenz von Arthrose an den Gelenken oder ähnlichen Abnützungserscheinungen abgefragt. Nur bei einer der linkshändigen Testpersonen (S) wurde die Frage auf das Vorkommen von Arthrose bejaht, während vier der befragten Rechtshänder (S) Anzeichen von Arthrose angaben. Auch anhand des kalkulierten Händigkeits-Index nannten unter den Rechtshändern (H, 3) mehr Probanden das Vorhandensein von Arthrose als bei den Linkshändern (H, 1).

Ein gegenteiliges Phänomen im Antwortverhalten ließ sich bei der Frage zur Einnahme von Hormonpräparaten finden, welche nur von Frauen bejaht wurde. Vierzehn der Linkshänderinnen (S) gaben an, Hormone zur Verhütung (13) und für die Schilddrüse (1) einzunehmen. Hingegen nahmen nur vier der rechtshändigen Damen (S) Hormone zur Verhütung ein und eine weitere Probandin Schilddrüsenhormone. Nach dem Händigkeitsex-Index gaben sechs Rechtshänderinnen (H) die Einnahme von empfängnisverhütenden Mitteln (5) sowie von Schilddrüsenhormonen (1) an. Zehn linkshändige Personen (H) nahmen die Pille (9) bzw. Schilddrüsenhormone (1).

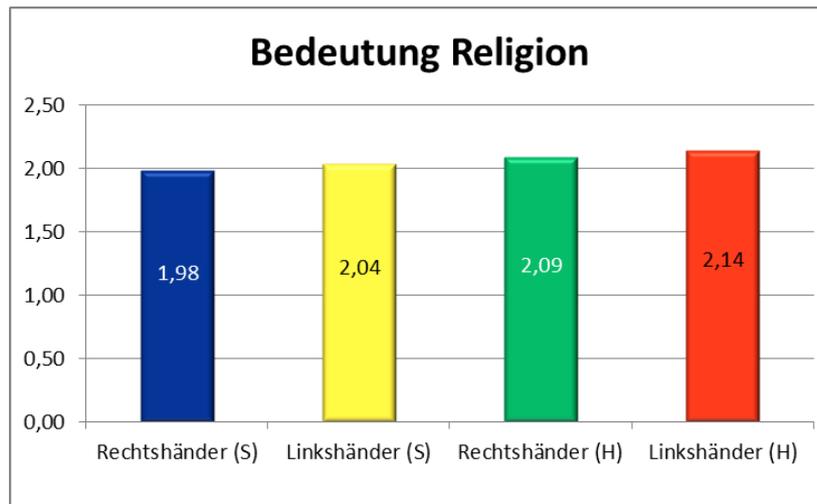
### Religionszugehörigkeit

Um die Verteilung der Rechts- und Linkshänder bezüglich ihrer religiösen Orientierung übersichtlich darzustellen, wird dies in tabellarischer Form (Tabelle 6) durchgeführt. Aus dieser Tabelle lässt sich erkennen, dass die Zahl jener Personen, die keiner Religionsgemeinschaft angehören, in beiden Einteilungsvarianten bei den Rechtshändern größer war.

**Tabelle 6.** Zugehörigkeit zu großen Glaubensgemeinschaften bei Rechts- und Linkshändern (H, S).

	Römisch-Katholisch	Evangelisch	Sonstige	Keine Zugehörigkeit
<b>Linkshänder (S)</b>	26	8	2	12
<b>Rechtshänder (S)</b>	22	7	0	16
<b>Linkshänder (H)</b>	19	7	1	8
<b>Rechtshänder (H)</b>	23	7	0	15

Diese häufige Nicht-Zugehörigkeit zu einer Glaubensgemeinschaft bzw. auch die wenig klerikale und spirituelle Einstellung der Probanden wurden auch bei der Darstellung der durchschnittlichen Bedeutung der Religion für links- und rechtshändige Teilnehmer ersichtlich. Das Antwortverhalten auf einer sechsstufigen Skala wird durch die Mittelwerte jeder Untersuchungsgruppe (Rechts- vs. Linkshänder; H und S) in Abbildung 15 dargestellt.



**Abbildung 15.** Bedeutung der Religion bei Links- und Rechtshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; N=80) auf einer sechsstufigen Skala.

Anhand beider Einteilungskategorien fanden sich jeweils in der Gruppe der Linkshänder eine größere Bedeutung der Religion im Vergleich zu ihren rechtshändigen Kollegen.

### 6.3 Körperliche Parameter der Testteilnehmer

Im Zuge dieser Untersuchung wurden verschiedene Maße zur Beschreibung der Proportionen der rechts- und linkshändigen Probanden eingeholt. Zunächst werden innerhalb dieses Kapitels die Maße nach der Einteilung der Schreibhand aufgelistet und analysiert. Anschließend werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Körpermaßen der nach dem Index kalkulierten Links- und Rechtshänder aufgezeigt. Die Gruppe der Beidhändigen und Umgelernten wird in dieser Analyse außer Acht gelassen.

#### 6.3.1 Analyse der physiologischen Parameter anhand der Händigkeit

Um einen Überblick über die erhobenen Körpermaße zu geben, fasst Tabelle 7 alle Messwerte der Teilnehmer zusammen. Die Daten werden nach den beiden Einteilungsvarianten (Händigkeit-Index vs. Schreibhand; links vs. rechts) unterschieden sowie signifikant unterschiedliche Ergebnisse in diesen Händigkeitsgruppen aufgezeigt. Überzufällige Unterschiede auf einem Signifikanzniveau von  $p < 0.05$  werden markiert (weinrot, mit \*). Beträgt die Wahrscheinlichkeit des Unterschiedes zwischen den Gruppen weniger als  $p < 0.10$ , wird dies als tendenziell signifikant gewertet (flieger, mit <sup>T</sup>).

## ERGEBNISSE

**Tabelle 7.** Messwerte der körperlichen Parameter der Testpersonen nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeit-Index (H). Signifikanzen werden farblich hervorgehoben.

Messwerte (Maße in cm)	Linkshänder (S)	Signifikanz	Rechtshänder (S)	Linkshänder (H)	Signifikanz	Rechtshänder (H)
Körperhöhe	173.03 (+10.993)		170.94 (+9.808)	172.76 (+10.342)		170.95 (+9.840)
Handlänge rechts	18.45 (+1.267)		18.40 (+1.210)	18.28 (+1.247)		18.41 (+1.229)
Handlänge links	18.31(+1.342)		18.35 (+1.263)	18.19 (+1.356)		18.35 (+1.261)
Handbreite rechts	8.49 (+0.785)		8.59 (+0.695)	8.40 (+0.745)		8.58 (+0.704)
Handbreite links	8.54 (+0.840)		8.42 (+0.668)	8.43 (+0.801)		8.43 (+0.666)
Ellenbogenbreite rechts	6.01 (+0.793)	<b>p=0.007*</b>	6.53 (+1.005)	6.03 (+0.673)	<b>p=0.015*</b>	6.53 (+1.006)
Ellenbogenbreite links	6.07 (+0.823)		6.27 (+1.105)	6.10 (+0.717)		6.28 (+1.102)
Umfang Unterarm rechts	25.36(+3.610)	<b>p=0.080<sup>T</sup></b>	26.57 (+2.904)	24.92 (+3.530)	<b>p=0.022*</b>	26.59 (+2.874)
Umfang Unterarm links	25.75 (+3.302)		26.07 (+2.937)	25.61 (+3.253)		26.04 (+2.922)
Umfang Oberarm schlaff rechts	29.63 (+5.301)	<b>p=0.075<sup>T</sup></b>	31.48 (+4.528)	29.19 (+4.590)	<b>p=0.029*</b>	31.47 (+4.316)
Umfang Oberarm schlaff links	29.84 (+5.319)		31.59 (+4.883)	29.50 (+4.630)	<b>p=0.055<sup>T</sup></b>	31.60 (+4.872)
Umfang Oberarm angespannt rechts	31.51 (+5.675)	<b>p=0.063<sup>T</sup></b>	33.58 (+4.864)	31.06 (+5.040)	<b>p=0.027*</b>	33.57 (+4.852)
Umfang Oberarm angespannt links	31.82 (+5.632)		33.60 (+5.181)	31.44 (+4.990)	<b>p=0.066<sup>T</sup></b>	33.58 (+5.171)
Umfang Handgelenk rechts	16.09 (+1.523)	<b>p=0.045*</b>	16.70 (+1.392)	15.92 (+1.526)	<b>p=0.074<sup>T</sup></b>	16.63 (+1.371)
Umfang Handgelenk links	16.01 (+1.437)		16.44 (+1.279)	16.02 (+1.674)		16.36 (+1.222)
Halsumfang	35.36 (+4.521)		36.78 (+4.113)	35.24 (+4.767)		36.64 (+3.575)
Tailenumfang	83.49 (+15.881)		88.71 (+15.637)	83.27 (+15.7510)		88.44 (+14.720)
Bauchumfang	87.51 (+16.424)	<b>p=0.099<sup>T</sup></b>	93.15 (+16.186)	87.23 (+16.800)		92.77 (+15.630)
Hüftumfang	102.69 (+10.428)		106.44 (+12.654)	103.30 (+9.513)		106.50 (+12.630)
Länge Zeigefinger rechts	7.11 (+0.606)		7.17 (+0.606)	7.03 (+0.583)		7.14 (+0.607)
Länge Zeigefinger links	7.23 (+0.576)		7.20 (+0.671)	7.14 (+0.560)		7.18 (+0.666)
Länge Ringfinger rechts	7.30 (+0.663)		7.37 (+0.753)	7.23 (+0.642)		7.38 (+0.736)
Länge Ringfinger links	7.34 (+0.663)		7.35 (+0.761)	7.22 (+0.606)		7.35 (+0.763)
2D:4D rechts	0.97 (+0.041)		0.97 (+0.0520)	0.97 (+0.038)		0.97 (+0.051)
2D:4D links	0.99 (+0.045)		0.98 (+0.059)	0.99 (+0.044)		0.98 (+0.059)
Handkraft rechts	36.71 (+11.550)		38.31 (+9.794)	35.69 (+11.640)		38.40 (+10.061)
Handkraft links	37.68 (+11.043)		35.44 (+9.673)	37.07 (+10.481)		35.16 (+9.902)
WHR	0.81 (+0.086)		0.83 (+0.093)	0.81 (+0.089)		0.83 (+0.081)

## ERGEBNISSE

Aus Tabelle 7 lassen sich sechs (tendenziell) signifikante Unterschiede der erhobenen Körperparameter beim Vergleich der Links- und Rechtshänder nach ihrer Schreibhand (S) feststellen. Diese kennzeichnete zumeist die deutlich kräftigeren rechten Arme (Ellbogenbreite, Unterarmumfang, Umfang Oberarm schlaff und angespannt sowie Handgelenksumfang) bei den rechtshändigen Teilnehmern (S) im Gegensatz zu ihren linkshändigen Kollegen (S). Eine Analyse der Messwerte der Probanden nach der Aufteilung anhand des Händigkeit-Index resultierte in sieben (tendenziell) signifikanten Differenzen in den beiden Subgruppen. Rechtshänder (H) wiesen stärkere rechte Ellenbogen, einen größeren rechten Unterarm- und Handgelenksumfang sowie Oberarmumfang im schlaffen und angespannten Zustand auf. Weiters ließ sich bei diesen auch ein größerer linker Oberarm im entspannten Zustand finden.

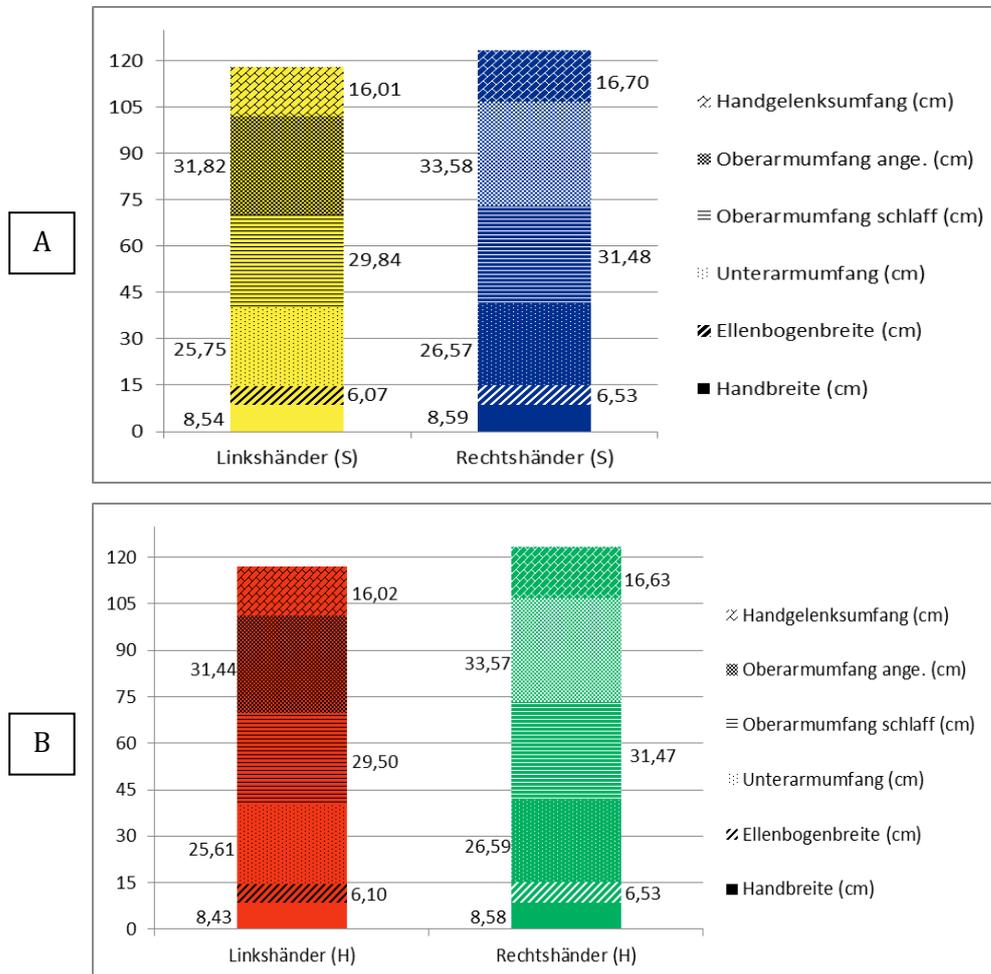
Bei Linkshändern (S, H) konnten auf der präferierten Seite im Vergleich zur seltener eingesetzten Seite größere Umfänge an den Armen (Ellbogenbreite, Unterarm, Oberarm entspannt und angespannt), eine größere Handbreite, längere Zeigefinger, eine größere Digit Rate sowie eine stärkere Handkraft gefunden werden. Im Gegensatz dazu wies die bevorzugte rechte Hand bei Rechtshändern (S, H) höhere Durchschnittswerte bei der Hand- und Ellenbogenbreite, beim Unterarm- und Handgelenksumfang, dem Ringfinger sowie der Handkraft als die linke Seite auf (Tabelle 7).

Die Analyse der Daten aus Tabelle 7 zeigt ebenso, dass bei Linkshändern (H, S) die Differenzen zwischen rechtem und linkem Arm bezüglich Ellbogenbreite und Handgelenksumfang geringer waren als bei den rechtshändigen Kollegen (H, S). Im Gegensatz dazu, besaßen die rechtshändigen Teilnehmer (H, S) ähnlichere Werte der beiden Hände bei den Maßen an den Oberarmen.

Beim Vergleich der dominanten Hände der beiden Händigkeitgruppen (linke Hand von Linkshändern vs. rechte Hand von Rechtshändern) konnten die höheren Durchschnittswerte für die Handlänge, die Handbreite, die Ringfinger, die Handkraft, die Ellbogenbreite, den Oberarmumfang schlaff und angespannt sowie den Handgelenksumfang bei der rechten Hand der Rechtshänder (S) gefunden werden. Demgegenüber hatten Linkshänder (S, H) durchschnittlich längere Zeigefinger und höhere 2D:4D Fingerlängenverhältnisse auf der präferierten Hand (Tabelle 7). In Abbildung 16 werden die durchschnittlichen Umfangswerte an den Armen (Handgelenk, Ellbogen, Unterarm, Oberarm entspannt und angespannt) der präferierten Hände von Links- und Rechtshändern summiert und mit verschiedenen Schattierungsmustern in einem gestaffelten Diagramm

## ERGEBNISSE

dargestellt. Dabei illustriert Abbildung 16 A die vermessenen Werte der Rechts- und Linkshänder nach der Schreibhand, während Abbildung 16 B die Ergebnisse der Probanden mit rechts- bzw. linkshändigem Händigkeit-Index widerspiegelt.



**Abbildung 16.** Umfangsmaße auf der jeweils dominanten Hand der Links- und Rechtshänder nach der Schreibhand (S; 16 A; N=93) und dem Händigkeit-Index (H; 16 B; N=80).

Deutlich erkennbar ist in beiden Diagrammen (16 A und B), der etwas höhere Balken bei den Rechtshändern, welcher darauf schließen lässt, dass diese insgesamt etwas stärker ausgeprägte dominante Arme besaßen. Diese Differenzen in den dominanten Extremitäten sind bei einem Vergleich der Links- und Rechtshänder anhand des Händigkeit-Index deutlicher erkennbar. Rechtshänder wiesen somit entlang der rechten Hand größere Abmessungen auf als Linkshänder auf ihrer dominanten Linken.

Bei Betrachtung der nicht-dominanten Hände der Links- und Rechtshänder (rechte Hand bei Linkshändern, linke Hand bei Rechtshändern) kam hauptsächlich eine Überlegenheit der Rechtshänder zum Vorschein. Bei fast allen untersuchten Abmessungen hatte die linke Hand der Rechtshänder höhere Werte als die rechte Hand der linkshändigen Teilnehmer. Bei

## ERGEBNISSE

einer Betrachtung nach der Schreibhand (S) zeigte sich jedoch bei drei der erhobenen Maße eine Überlegenheit des nicht-dominanten Armes der Linkshänder. Diese wiesen eine längere, breitere und stärkere Hand auf der rechten Seite auf als die Rechtshänder an ihrem linken Arm. Dies könnte das Resultat einer notwendigen Anpassung der Linkshänder an eine Welt sein, die für Rechtshänder ausgelegt wurde. Nach dem Händigkeit-Index (H) existierte mit der Handkraft nur mehr ein Wert, bei dem die nicht-dominante Hand der Linkshänder höhere Werte generierte als jene der Rechtshänder.

Beim Bauchumfang liegt laut Tabelle 7 ein tendenziell signifikanter Unterschied in den Maßen der Links- und Rechtshänder (S) vor. Dieser war bei rechtshändigen Probanden im Vergleich zu den linkshändigen Untersuchungsteilnehmern deutlich erhöht. Ein ähnlicher, jedoch nicht statistisch signifikanter Trend, ließ sich bei allen weiteren erhobenen Umfangsmaßen zu den Körperproportionen feststellen. Die durchschnittlichen Werte des Hals-, Taillen-, Bauch- und Hüftumfanges waren bei Rechtshändern nach beiden Einteilungsvarianten (H, S) größer als jene der Linkshänder.

Eine weitere Unterteilung der Messparameter kann anhand des Geschlechts erfolgen, wie in Tabelle 8 zusammengefasst. Darin werden die beiden Geschlechtergruppen jeweils in der Farbe ihrer Händigkeit (S, H) markiert d.h. linkshändige Frauen nach der Schreibhand werden gelb markiert, jene nach dem Händigkeit-Index in rot. Ein neben dem Zahlenwert befindliches weinrotes \* markiert signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen links- und rechtshändigen Probanden (H oder S) einer Geschlechtergruppe, während ein flüchtig gefärbtes T tendenziell signifikante Differenzen ( $p < 0.10$ ) hervorhebt.

## ERGEBNISSE

**Tabelle 8.** Messwerte der körperlichen Parameter der männlichen und weiblichen Testpersonen nach der Schreibhand (S) und dem Händigkeit-Index (H).

Messwerte (Maße in cm)	Frauen li (S)		Frauen re (S)	Männer li (S)		Männer re (S)	Frauen li (H)		Frauen re (H)	Männer li (H)		Männer re (H)
Körperhöhe	167.02(+7.960)		165.63(+8.306)	181.44(+9.008)		179.01(+7.215)	167.73(+8.183)		165.58(+8.310)	181.28(+7.802)		177.67(+7.181)
Handlänge rechts	17.72(+1.026)		17.77(+1.006)	19.47(+0.769)		19.19(+0.971)	17.62(+0.997)		17.77(+1.007)	19.40(+0.699)		19.22(+0.986)
Handlänge links	17.56(+1.105)		17.67(+1.093)	19.37(+0.837)		19.20(+0.905)	17.45(+1.027)		17.67(+1.093)	19.43(+0.842)		19.19(+0.905)
Handbreite rechts	8.04(+0.610)	T	8.35(+0.726)	9.12(+0.534)		8.89(+0.535)	8.05(+0.657)		8.34(+0.733)	8.99(+0.460)		8.89(+0.536)
Handbreite links	8.04(+0.577)		8.14(+0.663)	9.25(+0.612)	*	8.77(+0.499)	8.03(+0.617)		8.16(+0.657)	9.13(+0.573)	T	8.78(+0.503)
Ellenbogenbreite rechts	5.70(+0.774)	*	6.45(+1.156)	6.45(+0.596)		6.63(+0.797)	5.77(+0.688)	*	6.46(+1.153)	6.48(+0.339)		6.62(+0.805)
Ellenbogenbreite links	5.76(+0.731)		6.09(+1.290)	6.51(+0.758)		6.49(+0.791)	5.82(+0.630)		6.15(+1.284)	6.60(+0.589)		6.45(+0.822)
Umfang Unterarm rechts	23.62(+2.515)	*	22.51(+3.017)	27.79(+3.547)		27.52(+2.512)	23.29(+2.259)	*	25.86(+2.976)	27.68(+3.645)		23.64(+2.513)
Umfang Unterarm links	23.89(+2.307)	T	25.35(+3.241)	28.36(+2.677)	T	26.96(+2.275)	23.75(+2.125)	T	25.37(+3.232)	28.75(+2.262)	*	26.88(+2.287)
Umfang Oberarm schlaff rechts	27.24(+3.129)	*	30.85(+5.282)	32.98(+5.952)		25.95(+3.329)	26.63(+2.498)	*	30.88(+5.260)	33.51(+4.056)		32.20(+3.356)
Umfang Oberarm schlaff links	27.72(+3.219)	*	31.22(+5.592)	32.80(+6.275)		32.05(+3.914)	27.22(+2.733)	*	31.25(+5.575)	33.36(+4.699)		32.04(+3.918)
Umfang Oberarm angespannt rechts	28.59(+3.058)	*	32.40(+5.522)	35.61(+6.009)		35.06(+3.486)	28.04(+2.420)	*	32.43(+5.504)	36.18(+4.055)		34.99(+3.523)
Umfang Oberarm angespannt links	29.14(+3.387)	*	32.66(+6.115)	35.57(+6.062)		34.79(+3.501)	28.65(+2.900)	*	32.69(+6.097)	36.16(+4.156)		34.69(+3.554)
Umfang Handgelenk rechts	15.09(+0.906)	*	16.23(+1.418)	17.48(+1.026)		17.29(+1.136)	14.98(+0.904)	*	16.19(+1.447)	17.78(+1.091)		17.19(+1.059)
Umfang Handgelenk links	15.11(+0.894)	*	16.03(+1.201)	17.26(+1.064)		16.95(+1.210)	15.04(+0.818)	*	15.99(+1.218)	17.41(+1.266)		16.83(+1.083)
Halsumfang	32.60(+2.983)	*	34.69(+3.408)	39.24(+3.288)		39.40(+3.388)	32.41(+2.939)	*	34.90(+3.439)	40.03(+3.124)		38.82(+2.374)
Taillenumfang	75.55(+8.089)	*	84.56(+15.084)	94.61(+17.542)		93.90(+15.094)	75.05(+7.133)	*	85.39(+14.773)	97.18(+16.095)		92.24(+14.097)
Bauchumfang	79.33(+8.418)	*	90.57(+15.341)	98.97(+18.155)		96.37(+17.023)	78.71(+8.509)	*	91.07(+14.937)	101.66(+17.723)		94.90(+16.593)
Hüftumfang	98.69(+7.117)	*	107.04(+13.687)	108.29(+11.852)		105.68(+11.538)	98.07(+6.621)	*	107.36(+13.593)	109.45(+9.569)		105.43(+11.574)
Länge Zeigefinger rechts	6.84(+0.462)		6.88(+0.479)	7.48(+0.593)		7.52(+0.570)	6.79(+0.464)		6.87(+0.480)	7.42(+0.562)		7.48(+0.591)
Länge Zeigefinger links	6.98(+0.455)		6.84(+0.423)	7.59(+0.549)		7.64(+0.662)	6.94(+0.451)		6.83(+0.420)	7.49(+0.570)		7.62(+0.663)
Länge Ringfinger rechts	6.99(+0.557)		7.04(+0.643)	7.72(+0.564)		7.79(+0.680)	6.98(+0.541)		7.03(+0.648)	7.65(+0.592)		7.81(+0.668)
Länge Ringfinger links	6.98(+0.523)		7.04(+0.697)	7.83(+0.511)		7.74(+0.663)	6.95(+0.498)		7.03(+0.699)	7.69(+0.486)		7.74(+0.663)
2D:4D rechts	0.98(+0.041)		0.98(+0.053)	0.97(+0.042)		0.97(+0.051)	0.97(+0.041)		0.98(+0.052)	0.97(+0.034)		0.960(+0.049)
2D:4D links	1.00(+0.038)	T	0.98(+0.062)	0.97(+0.048)		0.99(+0.056)	1.00(+0.038)		0.98(+0.062)	0.97(+0.051)		0.99(+0.056)
Handkraft rechts	29.55(+8.493)		33.11(+8.102)	46.74(+6.776)		44.81(+7.689)	29.75(+9.274)		32.88(+8.298)	45.76(+7.664)		45.29(+7.569)
Handkraft links	30.40(+6.474)		29.43(+6.351)	47.86(+7.404)	*	42.96(+7.658)	31.16(+6.733)		28.96(+6.560)	47.08(+7.714)		42.91(+7.679)
WHR	0.77(+0.071)		0.79(+0.076)	0.87(+0.071)		0.89(+0.084)	0.77(+0.068)		0.79(+0.074)	0.88(+0.072)		0.87(+0.067)

## ERGEBNISSE

Aus Tabelle 8 geht hervor, dass sich links- und rechtshändige Frauen viel deutlicher voneinander unterschieden als die männlichen Rechts- und Linkshänder. Bei einer Differenzierung anhand der Schreibhand ließen sich bei den Frauen 15 (tendenziell) signifikante Unterschiede bei den beiden Händigkeitgruppen (S) finden. Diese befanden sich vor allem entlang der Arme z.B. bei unterschiedlich kräftigen rechten ( $p=0.006$ ) und linken ( $p=0.063$ ) Unterarmen, bei den angespannten (rechts:  $p=0.003$ ; links:  $p=0.011$ ) und schlaffen (rechts:  $p=0.003$ ; links:  $p=0.007$ ) Oberarmmaßen oder bei den Handgelenksumfängen (rechts:  $p=0.001$ ; links:  $p=0.003$ ) der Probandinnen. Bei den Rechtshänderinnen konnten größere Ellbogenbreiten ( $p=0.007$ ) an der rechten Hand sowie größere Handbreiten rechtsseitig ( $p=0.096$ ) aufgezeigt werden. Zudem lagen auch deutliche Differenzen in den Körperproportionen wie dem Hals- ( $p=0.021$ ), dem Taillen- ( $p=0.008$ ), dem Bauch- ( $p=0.002$ ) und dem Hüftumfang ( $p=0.007$ ) vor. Demgegenüber wiesen die männlichen rechts- und linkshändigen Testpersonen (S) nur (tendenziell) signifikant unterschiedliche Werte bei drei der analysierten Parameter auf. Bei der linken Handbreite ( $p=0.010$ ), beim Umfang des linken Unterarmes ( $p=0.084$ ) und bei der Handkraft der linken Hand ( $p=0.046$ ) konnten höhere Durchschnittswerte bei linkshändigen Männern gefunden werden.

Bei einer Betrachtung der Rechts- und Linkshänder nach dem Händigkeit-Index (H) kamen bei den Damen 13 (tendenziell) signifikant unterschiedliche Messwerte zum Vorschein und bei den Männern konnten zwei Diskrepanzen in den erhobenen Abmessungen der Links- und Rechtshänder gefunden werden. Erneut kennzeichneten sich die rechtshändigen Damen (H) durch signifikant größere Umfänge an Hals ( $p=0.011$ ), Taille ( $p=0.005$ ), Bauch ( $p=0.001$ ) und Hüfte ( $p=0.006$ ). Auch die erhobenen Maße entlang der Oberarme (rechts schlaff  $p=0.001$ ; links schlaff  $p=0.003$ ; rechts angespannt  $p=0.001$ ; links angespannt  $p=0.007$ ) und Unterarme (rechts  $p=0.002$ ; links  $p=0.053$ ) sowie an den Handgelenken (rechts  $p=0.002$ ; links  $p=0.004$ ) und am rechten Ellenbogen ( $p=0.019$ ) waren bei Rechthänderinnen größer als bei den Linkshänderinnen (H). Linkshändige Männer (H) besaßen sowohl eine breitere linke Hand ( $p=0.076$ ) als auch einen breiteren Unterarmumfang an der linken Seite ( $p=0.029$ ).

## 6.4 Bestimmung der Lateralität der Testteilnehmer

Zur Ermittlung der präferierten Seite bei den Extremitäten der Probanden wurden zwei verschiedene Verfahren eingesetzt. Einerseits wurden die Testteilnehmer gebeten, 27 praktische Aufgabenstellungen mit ihrer bevorzugten Hand bzw. dem bevorzugten Fuß durchzuführen, um das Ausmaß der Händigkeit bzw. Füßigkeit zu bestimmen. Andererseits diente der Hand-Dominanz-Test zur Bestimmung von beidhändigen Fähigkeiten. Die Ergebnisse dieser praktischen Tests werden bei den Rechts- und Linkshändergruppen, welche anhand der Schreibhand (S) und anhand des Händigkeits-Index (H) gebildet wurden, vorgestellt.

### *6.4.1 Analyse lateraler Phänomene anhand der Händigkeit*

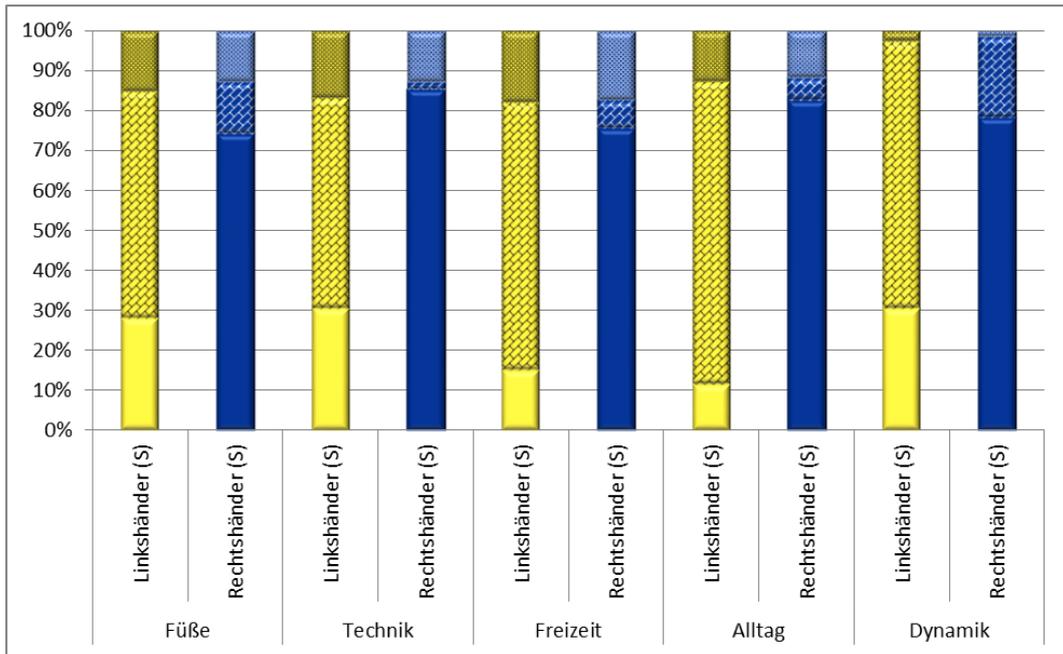
Zunächst wurde in beiden Händigkeitsgruppen der Einsatz der Hände in den jeweiligen Subgruppen der 27 Aufgabenstellungen analysiert, anschließend ein Durchschnittswert der mit einer Hand absolvierten Aufgaben ermittelt und abschließend die Resultate des Hand-Dominanz-Test beschrieben.

Die nachfolgende Abbildung 17 illustriert den unterschiedlichen Einsatz der linken und rechten Hand bei Rechts- und Linkshändern nach der Schreibhand (S, Abb. 17 A) und nach dem Händigkeits-Index (H, Abb. 17 B) in den fünf verschiedenen Tätigkeitskategorien (Füße, Technik, Freizeit, Alltag, Dynamik). Deutlich erkennbar war der bevorzugte Einsatz der präferierten Hand in allen Kategorien der gestellten Aufgaben. So setzten Rechtshänder zumeist die rechte Hand ein (mit einfarbigen Balkensegmenten dargestellt) und Linkshänder präferierten ihre Linke (Balkenabschnitte mit Kachelmuster). Die unterschiedliche Nutzung der Hände in den Vergleichsgruppen war demzufolge mit  $p < 0.001$  hochsignifikant.

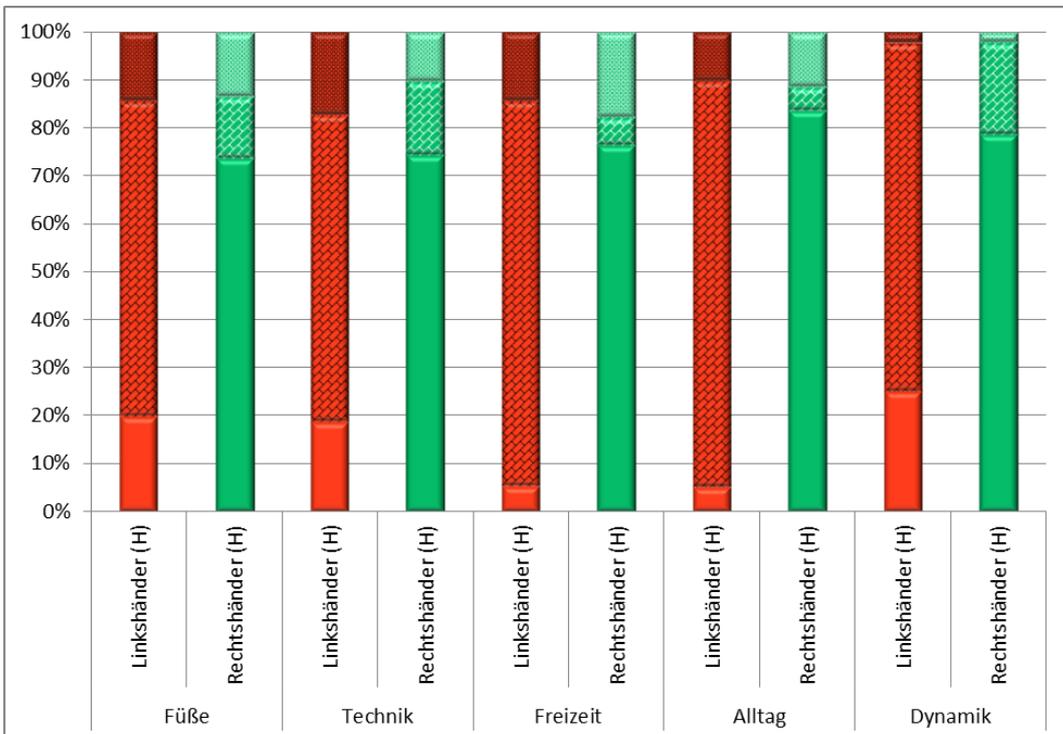
In beiden analysierten Händigkeitsgruppen zeigte sich, dass das Muster dynamischer und statischer Tätigkeiten komplementär verlief. Daher wird in Abbildung 17 nur der Einsatz der Hände bei dynamischen Handlungen illustriert. War demzufolge ein Wert bei der Subkategorie Dynamik hoch, lies dies darauf schließen, dass dieser in der Kategorie ‚Statik‘ klein war. Zudem kann der Grafik entnommen werden, dass die präferierte Hand auch mit der bevorzugt eingesetzten Seite des Fußes übereinstimmte.

## ERGEBNISSE

A



B



**Abbildung 17.** Vergleich der Anzahl links- (gekachelt), rechts- (einfärbig) und beidhändig (gepunktet) getätigter Aufgaben bei Rechts- und Linkshändern in den fünf Subkategorien der Händigkeitstests. Unterscheidung der Gruppen anhand der Schreibhand (A; N=93) und des Händigkeits-Index (B; N=80).

Die extremste Händigkeitsausprägung zeigte sich sowohl bei Rechts- als auch bei Linkshändern in den Alltags- und Freizeithandlungen sowie in der technischen Dimension nur bei Rechtshändern. Insgesamt konnte bei der Analyse nach der Schreibhand (S) beobachtet werden, dass Linkshänder ihre kontralaterale Extremität in allen Bereichen stärker verwendeten als Rechtshänder. Nach dem Händigkeits-Index (H) traf dies nur auf den

## ERGEBNISSE

Bereich Technik zu, in allen anderen gemessenen Dimensionen war der Einsatz der nicht-präferierten Hand bzw. des nicht-präferierten Fußes nahezu gleich ausgeprägt.

In weiterer Folge wurde ein Gesamtwert für jede Hand berechnet, der alle 27 gestellten Aufgaben miteinbezog. Die folgende Tabelle 9 fasst für die links- und rechtshändigen Probanden (H, S) zusammen, wie viele der absolvierten Handlungen im Durchschnitt mit der rechten, linken bzw. beiden Händen in gleichen Maßen absolviert wurden.

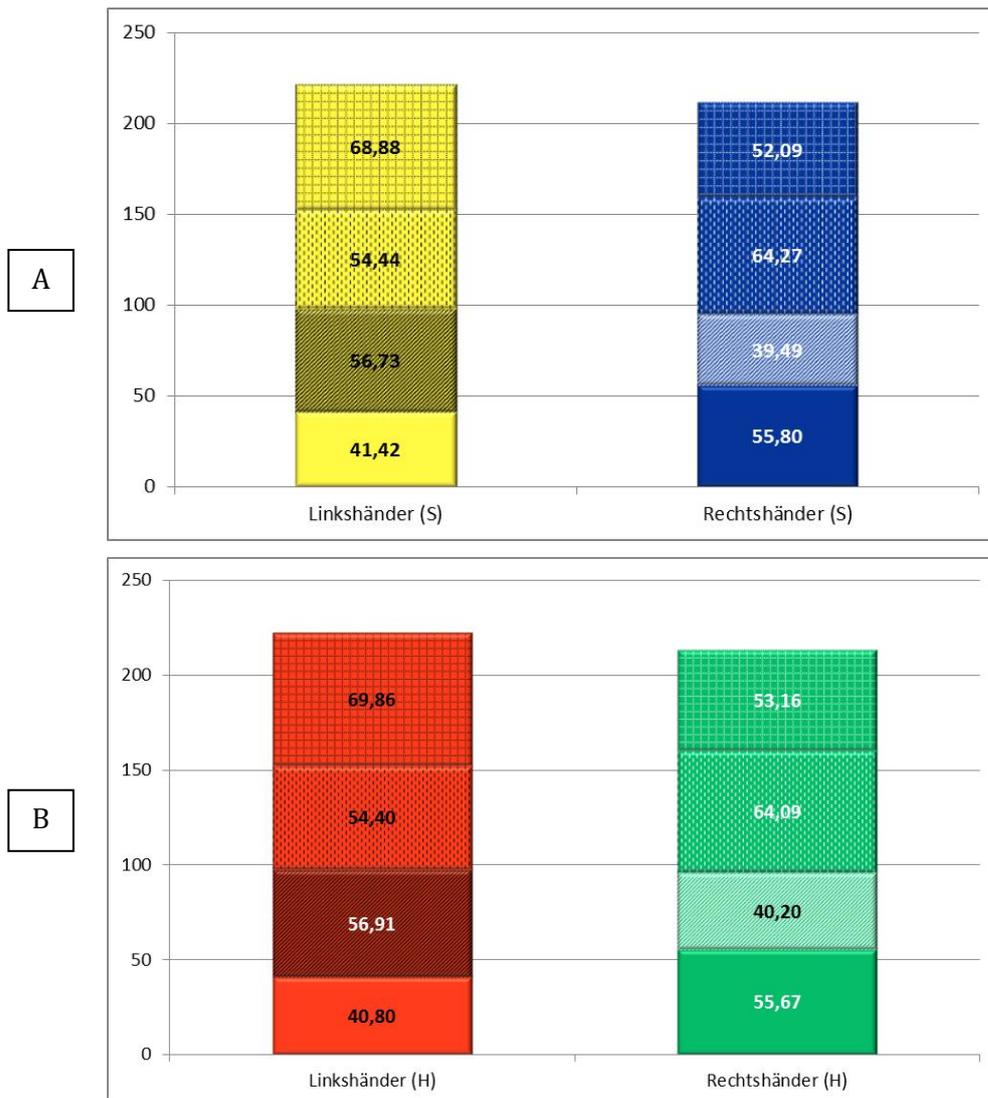
**Tabelle 9.** Absolvierte Tätigkeiten der Hände bei Links- und Rechtshändern (S, H).

	<b>rechte Hand</b>	<b>linke Hand</b>	<b>beide Hände</b>
<b>Linkshänder (S)</b>	7.94 (+/-3.027)	16.17 (+/-3.760)	2.92 (+/-1.987)
<b>Rechtshänder (S)</b>	18.78 (+/-2.098)	5.78 (+/-1.329)	2.47 (+/-1.816)
<b>Linkshänder (H)</b>	6.48 (+/-1.310)	18.03 (+/-1.502)	2.51 (+/-1.704)
<b>Rechtshänder (H)</b>	18.91 (+/-1.869)	5.60 (+/-0.963)	2.51 (+/-1.792)

Aus dieser Tabelle lässt sich eindeutig ein signifikanter Unterschied im Einsatz der bevorzugten und weniger genutzten Hand bei links- und rechtshändigen Teilnehmern erkennen ( $p < 0.01$ ). Bei Rechtshändern nach beiden Einteilungsmethoden wurden circa 70% der Aktionen mit der dominanten Hand, 20% mit der linken Hand und weniger als 10% mit beiden Händen ausgeführt. Linkshänder nach der Schreibhand (S) wiesen eine Verteilung von etwa 60% linkshändig zu 30% rechtshändig durchgeführten Tätigkeiten auf. Nach dem Händigkeit-Index zeigte sich bei den Linkshändern (H) eine stärker ausgeprägte Lateralität: rund zwei Drittel der Handlungen wurden mit der präferierten linken Hand und weniger als 25% mit der rechten Hand durchgeführt. Der Einsatz beider Hände war in beiden Händigkeitgruppen eher selten und wies ähnliche Werte in den Vergleichsgruppen auf.

Neben den signifikanten Differenzen bezüglich des Einsatzes der beiden Hände zur Durchführung diverser praktischer Tätigkeiten lagen ebenfalls große Unterschiede beim Hand-Dominanz-Test in den Vergleichsgruppen vor. Bei allen analysierten Aufgaben unterschieden sich die Rechts- und Linkshänder in der Anzahl der erreichten Durchschnittswerte, wie in Abbildung 18 dargestellt. Die erzielten Resultate beim ‚Kreisepunktieren‘ mit der rechten Hand werden einfarbig dargestellt, jene Werte für die linke Hand mit quer-gestreiften Mustern. Beim ‚Spurenzeichnen‘ wird der Abschnitt für die rechte Hand gepunktet illustriert, während der Bereich der linken Hand kariert gemustert ist.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 18.** Durchschnittswerte der Aufgabenstellungen ‚Kreispunktieren‘ und ‚Spurenzeichnen‘ mit der linken und rechten Hand der Links- und Rechtshänder. Die Unterscheidung der Gruppen erfolgt anhand der Schreibhand (A; N=93) und des Händigkeit-Index (B; N=80). Farbschema: Kreispunktieren rechte Hand - einfarbige Abschnitte, Kreispunktieren linke Hand - quer-gestreifte Bereiche, Spurenzeichnen rechte Hand - gepunktete Balken und Spurenzeichnen linke Hand - karierte Segmente.

Höhere Werte bei den Aufgabenstellungen ‚Spurenzeichnen‘ und ‚Kreispunktieren‘ wurden sowohl bei den Linkshändern als auch bei den rechtshändigen Teilnehmern mit den jeweils präferierten Händen erzielt. Dabei erwiesen sich die Differenzen beider Arme mit  $p < 0.001$  als hochsignifikant. Im Durchschnitt waren die Unterschiede der präferierten und nicht-bevorzugten Hand bei der Aufgabenstellung ‚Kreispunktieren‘ bei den Linkshändern (H, S) kleiner als bei den Rechtshändern (H, S), was auf eine größere Geschicklichkeit der nicht-dominanten Hand bei Linkshändern hinweist. Zudem zeigten sich bei einem Vergleich der bevorzugten und nicht-bevorzugten Hände der Vergleichsgruppen bei den rechtshändigen Probanden (H, S) ähnliche Durchschnittswerte beim ‚Spurenzeichnen‘.

## 6.5 Sensation Seeking-Verhalten der Testteilnehmer

Ein weiterer Untersuchungspunkt dieser Studie ist das Sensation Seeking-Verhalten (SS) der Probanden. Die erzielten Rohwerte stellen dabei die Grundlage für die Kalkulierung geschlechtsspezifischer T-Werte dar, welche in weiterer Folge in den vier Gruppen der Händigkeit (rechts vs. links; Händigkeits-Index vs. Schreibhand) verglichen werden.

### 6.5.1 Analyse des SS-Verhaltens anhand der Händigkeit

Die nachfolgende Tabelle 10 liefert einen Vergleich der geschlechtsnormierter T-Werte bei der Testung des Sensation Seeking-Verhaltens (SS) in den vier Händigkeitsgruppen. Dabei wurden die durchschnittlich erzielten Werte in der Gesamtskala (SS) sowie die vier Summenwerte der Subskalen Thrill and Adventure Seeking (TAS), Disinhibition (DIS), Experience Seeking (ES) und Boredom Susceptibility (BS) analysiert.

**Tabelle 10.** T-Wert Vergleich des Sensation Seeking und der Subskalen bei Rechts- und Linkshändern (H,S).

	<b>Sensation Seeking</b>	<b>Thrill and Adventure Seeking</b>	<b>Disinhibition</b>	<b>Experience Seeking</b>	<b>Boredom Susceptibility</b>
<b>Linkshänder (S)</b>	53.98 (+/-7.301)	55.77 (+/-8.832)	50.92 (+/-8.005)	53.71 (+/-8.698)	45.31 (+/-8.937)
<b>Rechtshänder (S)</b>	48.56 (+/-9.265)	50.29 (+/-8.636)	47.22 (+/-10.018)	49.69 (+/-11.503)	43.91 (+/-10.839)
<b>Linkshänder (H)</b>	53.80 (+/-7.903)	56.00 (+/-9.104)	50.40 (+/-8.796)	53.82 (+/-8.287)	44.57 (+/-9.281)
<b>Rechtshänder (H)</b>	49.02 (+/-9.552)	50.18 (+/-8.643)	47.71 (+/-10.044)	50.44 (+/-11.608)	44.47 (+/-10.689)

Die Durchschnittswerte der Links- und Rechtshänder nach dem Händigkeits-Index (H) zeigten signifikante Unterschiede beim Gesamtwert im Sensation Seeking-Verhalten (SS;  $p=0.019$ ) und in der Thrill and Adventure Seeking (TAS) Subskala ( $p=0.005$ ). In beiden Dimensionen ließen sich deutlich erhöhte Werte unter den Linkshändern (H) finden. Noch deutlichere Differenzen beim Sensation Seeking lagen bei einer Gruppeneinteilung der links- und rechtshändigen Teilnehmer nach der Schreibhand (S) vor. Dabei waren erneut die Werte des Sensation Seeking ( $p=0.002$ ) und der TAS-Subskala ( $p=0.004$ ) bei den Linkshändern (S) signifikant höher als bei den rechtshändigen Probanden (S). Zudem offenbarten sich tendenziell signifikante Unterschiede bei den Subskalen Experience

Seeking (ES,  $p=0.060$ ) und Disinhibition (DIS,  $p=0.052$ ), bei welchen erneut linkshändige Teilnehmer (S) höhere Werte erzielen. Bei der Anfälligkeit für Langeweile (BS) fanden sich keine überzufälligen Unterschiede zwischen Links- und Rechtshändern.

Anschließend wurde eine zusätzliche Analyse des Sensation Seeking-Verhaltens anhand geschlechtsspezifischer Merkmale durchgeführt. Dafür wurden die vier Vergleichsgruppen nach Männern und Frauen unterteilt und dabei die Gesamtwerte im Sensation Seeking sowie in den zugrundeliegenden Subskalen näher betrachtet.

Unter Berücksichtigung des Geschlechts zeigten sich signifikante Unterschiede im Sensation Seeking ( $p=0.038$ ) sowie Thrill and Adventure Seeking Verhalten ( $p=0.003$ ) bei links- und rechtshändigen Frauen (H). Die Werte der linkshändigen Teilnehmerinnen waren dabei höher als jene der rechtshändigen. Deutlicher wurde der Kontrast bei einem Vergleich der links- und rechts-schreibenden (S) weiblichen Probanden, wo sich signifikante Differenzen und eine höhere Ausprägung linkshändiger Frauen (S) beim Experience Seeking ( $p=0.021$ ), beim gesamten Sensation Seeking ( $p=0.006$ ) und beim Thrill and Adventure Seeking ( $p=0.008$ ) zeigte. Bei den Ergebnissen der Männer deutete nur der tendenziell signifikante Unterschied ( $p=0.091$ ) beim DIS Verhalten auf ein unterschiedliches Risikoverhalten hin. Dabei war dieses bei Männern, die mit links schreiben, höher als bei rechts-schreibenden Probanden.

## 6.6 Resultate in der kognitiven Dimension

Die erzielten Ergebnisse in den gestellten Testaufgaben zur verbalen Kompetenz, zur Gedächtnisleistung und zum logischen Schlussfolgern werden in den einzelnen Untersuchungsgruppen betrachtet und auftretende Unterschiede aufgrund der Händigkeit näher beschrieben.

### *6.6.1 Analyse der Testresultate kognitiver Leistungsvariablen anhand der Händigkeit*

Zunächst erfolgte eine Analyse der sechs Aufgabenstellungen aus den Bereichen verbale Kompetenz (‚Buchstabe F‘, ‚Winterreifen‘), der Gedächtnisleistung (‚Wörter 2min‘, ‚Wörter 30min‘, ‚BZ\_Gesamt‘, ‚BZ\_Zeichen‘) und des logischen Schlussfolgerns (‚Matrizen‘, ‚Sprachanalogien‘) bei den Links- und Rechtshändern nach deren Schreibhand (S) und deren

## ERGEBNISSE

Händigkeits-Index (H). Tabelle 11 fasst in diesem Kontext die durchschnittlich erreichten Werte der beiden Händigkeitsgruppen (S, H) zusammen.

**Tabelle 11.** Resultate der Subtests der kognitiven Leistungsvariablen der Rechts- und Linkshänder (H, S).

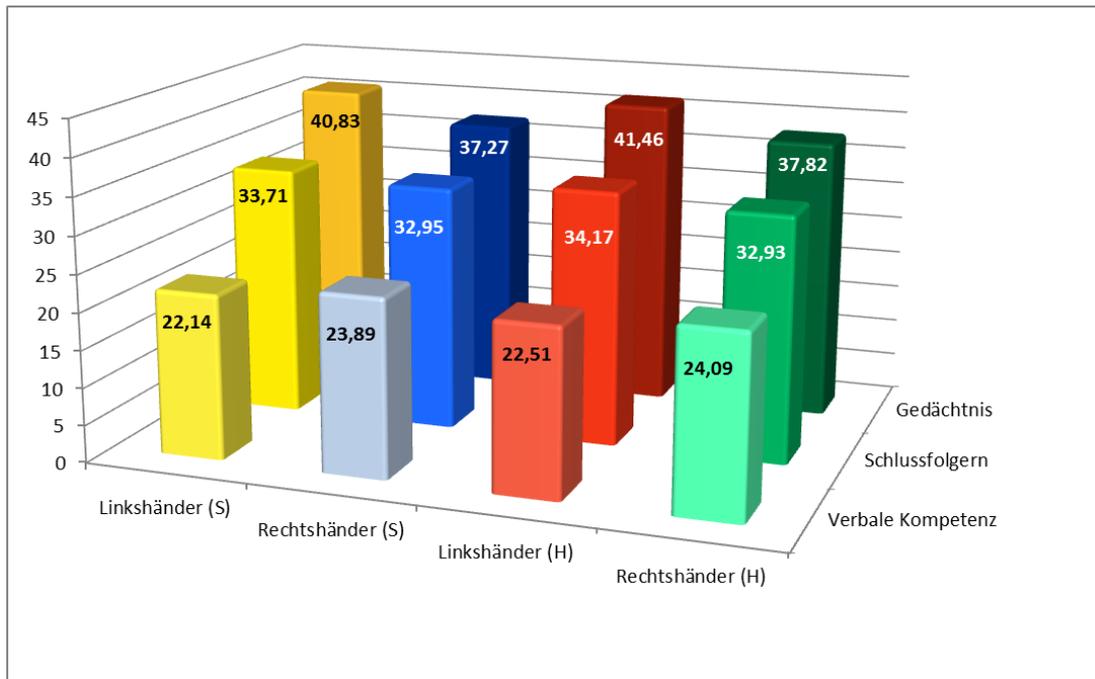
	Linkshänder (S)	Rechtshänder (S)	Linkshänder (H)	Rechtshänder (H)
<b>Buchstabe F</b>	12.44	13.00	12.74	13.13
<b>Winterreifen</b>	9.71	10.89	9.77	10.96
<b>Matrizen</b>	20.60	20.58	21.00	20.56
<b>Sprachanalogien</b>	13.10	12.38	13.17	12.38
<b>Wörter 2min</b>	14.75	13.91	13.69	11.51
<b>Wörter 30min</b>	13.19	11.38	13.69	11.51
<b>BZ_Gesamt</b>	12.90	11.98	12.77	12.31
<b>BZ_Zeichen</b>	6.06	5.76	5.97	5.89

Signifikante Unterschiede der links- und rechtshändigen Teilnehmer (S) fanden sich bei den Subtests Wörtermerken nach 30 Minuten ( $p=0.041$ ) und bei den Sprachanalogien ( $p=0.012$ ), wobei Linkshänder bessere Leistungen erbrachten als Rechtshänder. Ebenso zeigten die Resultate der Rechts- und Linkshänder nach dem Händigkeits-Index (H) signifikant bessere Durchschnittswerte der linkshändigen Probanden bei den Sprachanalogien ( $p=0.008$ ) und den nach 30min behaltenen Wörtern ( $p=0.027$ ).

Insgesamt konnte bei den Aufgaben zum verbalen Bereich erkannt werden, dass Rechtshänder (S) in beiden Aufgabenstellungen den Linkshändern (S) überlegen waren. Demgegenüber erzielten Linkshänder (S) in allen Tests zur Gedächtnisleistung durchschnittlich höhere Werte als rechtshändige Probanden (S). Bei einem Vergleich der Rechts- und Linkshänder nach dem Händigkeits-Index (H) zeigte sich erneut eine Überlegenheit der rechtshändigen Teilnehmer in den beiden Tests zur Erfassung der verbalen Kompetenzen. Im Vergleich wiesen linkshändige Testpersonen (H) durchschnittlich höhere Werte bei den Aufgabenstellungen zur Gedächtnisleistung sowie zum logischen Schlussfolgern auf.

Aus den jeweiligen Subtests wurden in weiterer Folge die Ergebniswerte addiert und ein Summenwert für die drei Kategorien der kognitiven Leistungsvariablen berechnet. Somit konnten die gesamten Leistungen der Links- und Rechtshänder (H, S) im verbalen Bereich, bei der Gedächtnisleistung und dem logischen Schlussfolgern gegenüber gestellt werden. Die Ergebnisse werden in Abbildung 19 illustriert.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 19.** Resultate bei verbalen Aufgaben, dem logischen Schlussfolgern und der Gedächtnisleistung bei Links- und Rechtshändern nach der Schreibhand (S; N=93) und nach dem Händigkeit-Index (H; N=80).

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass in den Bereichen des logischen Schlussfolgerns und der Gedächtnisleistung die linkshändigen Teilnehmer (S, H) den rechtshändigen Probanden (S, H) überlegen waren. Demgegenüber besaßen die Rechtshänder (S, H) bessere Kompetenzen bei sprachlichen Aufgabenstellungen. Diese Differenzen waren bei der Schreibhand nur für die Gedächtnisleistung signifikant ( $p=0.037$ ), während bei einem Vergleich nach dem Händigkeit-Index tendenzielle Unterschiede der Links- und Rechtshänder bei der Gedächtnisleistung ( $p=0.049$ ) und signifikant unterschiedlichen Ergebnisse beim logischen Schlussfolgern ( $p=0.055$ ) detektiert werden konnten.

### 6.7 Analyse der umgelernten Probanden

Ein weiterer Fokus dieser Studie liegt auf der Analyse der Ergebnisse jener Probanden, die bezüglich ihrer präferierten Hand von links auf rechts umgelernt wurden. Diese werden mit den rechts- und linkshändigen Teilnehmern sowie mit beidhändigen Probanden verglichen.

### *6.7.1 Deskriptive Beschreibung der Umgelernten*

#### **Geschlecht, sexuelle Orientierung und Alter**

Die umgelernten Testpersonen umfassten insgesamt elf Personen, die ein Durchschnittsalter von 52.91 Jahren ( $s=\pm 16.507$ ) aufwiesen. Hier ist deutlich ersichtlich, dass diese Probanden im Schnitt um 15 Jahre älter als Rechtshänder und um 25 Jahre älter als Linkshänder war. Unter ihnen fanden sich vier Frauen und sieben Männer, die aus Österreich stammten. Zehn der Befragten gaben an heterosexuell zu sein und eine Person bezeichnete sich als bisexuell.

#### **Familienstand und Kinderanzahl**

Beim Familienstand wurden die Antworten ‚verheiratet‘ (6), ‚alleinstehend‘ (2), ‚in einer Partnerschaft‘ (1), ‚verwitwet‘ (1) und ‚nach einer Scheidung in einer neuen Partnerschaft‘ (1) genannt. Neun umgelernte Teilnehmer bejahten die Frage nach Kindern, was in einer durchschnittlichen Kinderanzahl von 2.09 ( $\pm 1.700$ ) resultierte. Nur drei der analysierten Umgelernten hatten bereits Enkelkinder. Diese durchschnittliche Anzahl an Nachkommen stellte den höchsten Durchschnittswert aller Untersuchungsgruppen dar und war im Vergleich zur Gruppe der Beidhändigen, welche am wenigsten Kinder besaß, siebenmal höher.

#### **Bildungsniveau**

Der durchschnittliche Ausbildungsgrad der umgelernten Testpersonen lag auf einer fünfstufigen Skala bei einem Wert von 1.36 ( $\pm 1.120$ ). Dieser geringe Durchschnittswert im Vergleich mit den weiteren Probandengruppen basierte auf der Tatsache, dass die Lehre bzw. Berufsausbildung (5) am häufigsten unter abgeschlossenen Ausbildungen genannt wurde und das Universitätsstudium (1) am seltensten.

#### **Linkshändige Familienmitglieder**

Von den elf umgelernten Personen gaben ungefähr die Hälfte (5) weitere Linkshänder in der Familie an und daher lag der durchschnittliche Zahlenwert an linkshändigen Familienmitgliedern in dieser Gruppe bei 0.55 ( $\pm 0.688$ ). Verglichen mit den Linkshändern

war diese Zahl deutlich reduziert. Mit einem Wert von 0.08 lag diese Zahl bei den Umgelernten jedoch höher als bei rechtshändigen Probanden (0.47 bzw. 0.49).

#### **Verletzungsanfälligkeit, Arthroseerscheinungen und Hormonpräparate**

Je fünf Arm- und Beinverletzungen wurden von den umgelernten Probanden angegeben. Die Verletzungen an den Armen traten je zweimal an der linken und der rechten Seite sowie einmal auf beiden Seiten auf. Beinverletzungen befanden eher auf der linken Körperhälfte (3) vorhanden, nur in zwei Fällen waren beide Beine betroffen. Hormonpräparate wurden von keinem der Umgelernten eingenommen, dafür traten jedoch bei mehr als der Hälfte der Leute (6) Arthroseerscheinungen auf. Dieses häufige Vorhandensein war vermutlich auf das hohe Durchschnittsalter dieser Versuchsgruppe zurückzuführen.

#### **Religionszugehörigkeit**

Bei der Religion gaben neun der umgelernten Versuchspersonen an, zur römisch-katholischen Kirche und weitere zwei der evangelischen Glaubensgemeinschaft zugehörig zu sein. Der durchschnittliche Bedeutungsgrad der Religion lag bei den umgelernten Teilnehmern auf einer sechsstufigen Skala bei 2.55 (+/-1.293). Dieser durchschnittliche Wert war somit in der Gruppe der Umgelernten der höchste im Vergleich mit den Links- und Rechtshändern (H, S).

#### *6.7.2 Analyse der physiologischen Parameter der Umgelernten*

Bei einem Vergleich der in Tabelle 12 zusammengefassten körperlichen Parameter der Gruppe der Umgelernten mit den beiden Händigkeitgruppen wird ersichtlich, dass sich diese deutlicher von linkshändigen als von den rechtshändigen Probanden unterscheiden. So fanden sich neun (tendenziell) signifikante Differenzen in den Körpermaßen der mit der linken Hand schreibenden Personen (S) und den umgelernten Teilnehmern, wohingegen diese Gruppe sich nur in zwei erhobenen Abmessungen von den rechtshändigen Probanden unterschied (S).

Ein deutlicheres Bild bot sich bei der Betrachtung der rechts- und linkshändigen Testpersonen nach dem Händigkeits-Index. Während sich Rechtshänder (H) in keinem Merkmal signifikant von den Umgelernten divergierten, wiesen Linkshänder (H) in elf

## ERGEBNISSE

analysierten Parametern signifikant unterschiedliche Werte auf. Insgesamt entsprach die Physiologie umgelernter Probanden daher mehr den rechtshändigen Untersuchungsteilnehmern.

**Tabelle 12.** Körperliche Parameter der Gruppe der Umgelernten.

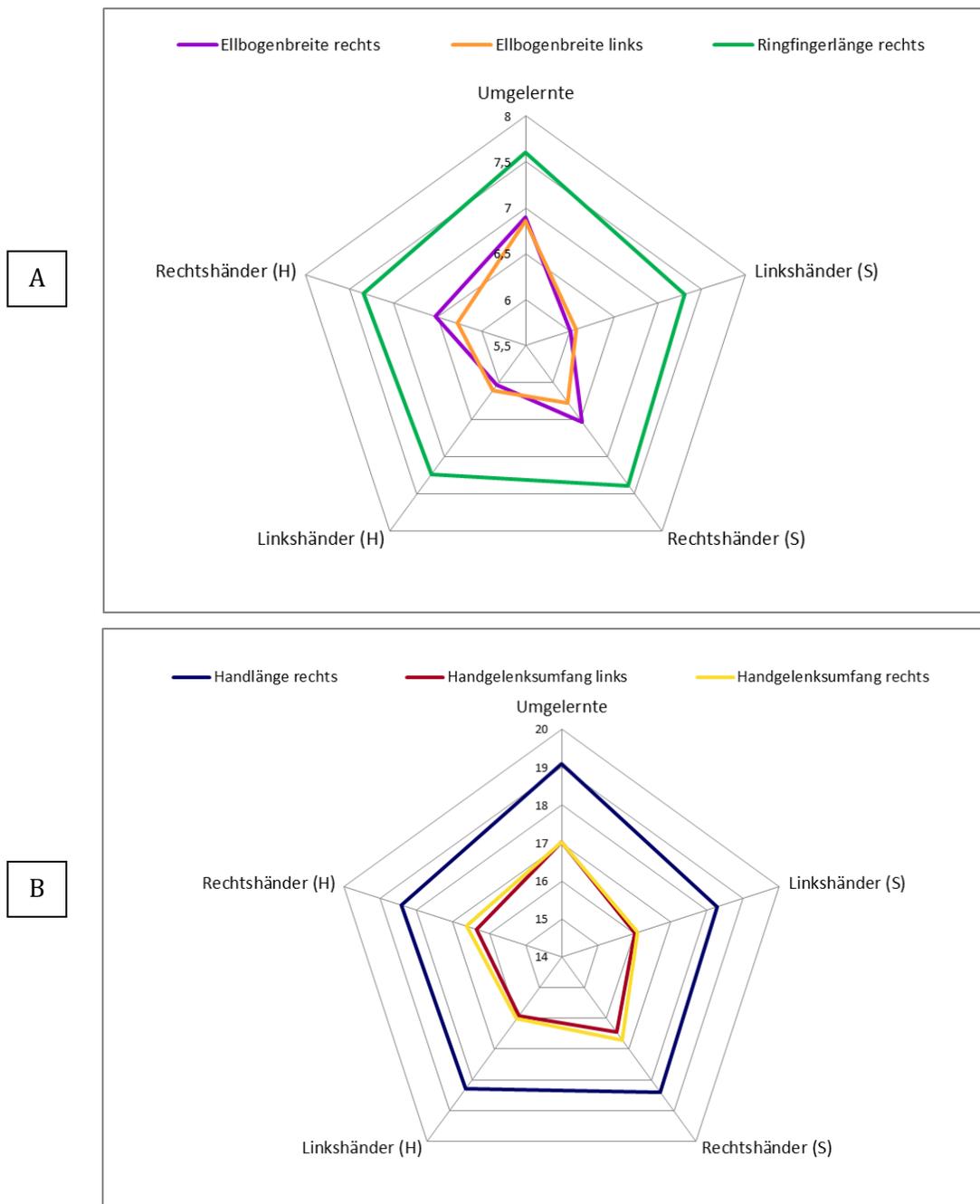
<b>Messwerte (Maße in cm)</b>	<b>Umgelernte</b>
<b>Körperhöhe</b>	171.58 (+/-9.621)
<b>Handlänge rechts</b>	19.08 (+/-1.019)
<b>Handlänge links</b>	18.46(+/-1.035)
<b>Handbreite rechts</b>	8.82 (+/-0. 716)
<b>Handbreite links</b>	8.66 (+/-0.693)
<b>Ellenbogenbreite rechts</b>	6.90 (+/-0. 956)
<b>Ellenbogenbreite links</b>	6.85 (+/-0. 805)
<b>Umfang Unterarm rechts</b>	27.29 (+/-2.866)
<b>Umfang Unterarm links</b>	27.35 (+/-2.996)
<b>Umfang Oberarm schlaff rechts</b>	31.11 (+/-4.232)
<b>Umfang Oberarm schlaff links</b>	31.12 (+/-4.268)
<b>Umfang Oberarm angespannt rechts</b>	33.76 (+/-3.840)
<b>Umfang Oberarm angespannt links</b>	33.72 (+/-3.493)
<b>Umfang Handgelenk rechts</b>	17.02 (+/-1.814)
<b>Umfang Handgelenk links</b>	17.02 (+/-1.881)
<b>Halsumfang</b>	38.28 (+/-3.643)
<b>Taillenumfang</b>	95.07 (+/-14.223)
<b>Bauchumfang</b>	98.49 (+/-15.789)
<b>Hüftumfang</b>	107.26 (+/-13.115)
<b>Länge Zeigefinger rechts</b>	7.27 (+/-0. 310)
<b>Länge Zeigefinger links</b>	7.38 (+/-0. 411)
<b>Länge Ringfinger rechts</b>	7.60 (+/-0.383)
<b>Länge Ringfinger links</b>	7.49 (+/-0.334)
<b>2D:4D rechts</b>	0.96 (+/-0. 041)
<b>2D:4D links</b>	0.98 (+/-0. 047)
<b>Handkraft rechts</b>	36.63 (+/-15.079)
<b>Handkraft links</b>	36.25 (+/-15.794)
<b>WHR</b>	0.89 (+/-0. 084)

Abbildung 20 fasst die Differenzen in den körperlichen Abmessungen der fünf Vergleichsgruppen (Linkshänder (H, S), Rechtshänder (H, S) und Umgelernte) zusammen.

## ERGEBNISSE

Während Abbildung 20 A Unterschiede an den Ellbogen sowie bei der Ringfingerlänge illustriert, stellt Abbildung 20 B die Maße der Handlänge und den Handgelenksumfängen grafisch dar.

Signifikante Unterschiede fanden sich beim Vergleich der Umgelernten mit Linkshändern (S), da umgelernte Probanden größere Werte bei der Ellbogenbreite am rechten ( $p=0.002$ ) und am linken Arm ( $p=0.006$ ) sowie dem Handgelenksumfang an der rechten ( $p=0.052$ ) und linken Hand ( $p=0.081$ ) aufwiesen (Abbildung 20 A).



**Abbildung 20.** Abmessungen im Vergleich bei Links- und Rechtshändern (H,S; N=80) sowie Umgelernten. Gegenüberstellung der Messwerte der Ellbogenbreite und Ringfingerlänge (20 A) sowie der Handlänge und Handgelenksumfänge (20 B; N=11).

## ERGEBNISSE

Noch deutlicher fielen die Unterschiede im Vergleich zu den Linkshändern nach dem Händigkeit-Index (H) aus. Die Umgelernten hatten hier ebenso größere Werte bei den beiden Ellbogenbreiten (rechts  $p=0.002$ ; links  $p=0.006$ ) und an den Handgelenksumfängen (rechts  $p=0.096$ ; links  $p=0.076$ ) auf als auch bei der Handlänge am rechten Arm ( $p=0.059$ ) und bei der Länge des rechten Ringfingers ( $p=0.076$ ; Abbildung 20A und B). Demgegenüber unterschied sich die Gruppe der Umgelernten in keinem Messwert von den Rechtshändern nach dem Händigkeit-Index (H) und nur in einem Wert von den Rechtshändern nach der Schreibhand (S). Umgelernte besaßen mit  $p=0.092$  eine längere Hand als die rechtshändigen Teilnehmer (S).

Aus diesen Abbildungen wird deutlich, dass die Differenzen zwischen den Linkshändern (H, S) und Umgelernten deutlich stärker ausgeprägt waren als jene zwischen rechtshändigen (H, S) und umgelernten Teilnehmern. Die Unterschiede fielen deutlicher bei einem Vergleich nach dem Händigkeit-Index aus.

Zu den bereits in Abbildung 20 gezeigten Unterschieden wurden auch Differenzen bei der WHR, dem Hals-, dem Bauch- und dem Taillenumfang sowie dem Umfang des rechten Unterarmes gefunden. Die durchschnittlichen Werte sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

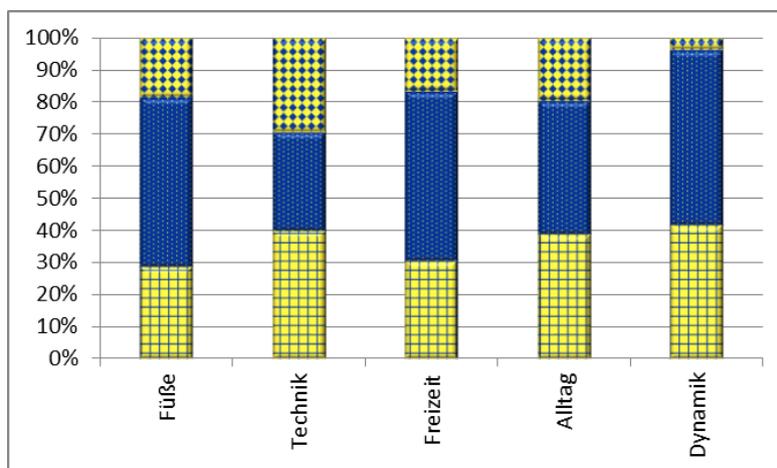
**Tabelle 13.** Vergleich der Unterarm- und Halsumfänge sowie der WHR in den fünf Vergleichsgruppen.

	<b>Unterarmumfang rechts in cm</b>	<b>Halsumfang in cm</b>	<b>Taillenumfang in cm</b>	<b>Bauchumfang in cm</b>	<b>WHR</b>
<b>Linkshänder (S)</b>	25.26	38.28	83.49	87.51	0.81
<b>Rechtshänder (S)</b>	26.57	36.78	88.71	93.15	0.83
<b>Linkshänder (H)</b>	24.92	35.24	83.27	87.23	0.81
<b>Rechtshänder (H)</b>	25.59	36.64	88.44	92.77	0.83
<b>Umgelernte</b>	27.29	38.28	95.07	94.49	0.89

Aus diesen Daten geht deutlich hervor, dass der Unterarmumfang der Umgelernten eher eine Ähnlichkeit zu dem der Rechtshänder (H, S) aufwies. Zudem besaßen umgelernte Teilnehmer eine größere WHR als ihre links- und rechtshändigen Kollegen (S, H). Dieses Phänomen lässt sich wie auch die signifikant größeren Umfänge an Bauch und Hüfte, bei den Umgelernten auf den deutlichen höheren Altersdurchschnitt der Probanden zurückführen.

### 6.7.3 Analyse lateraler Phänomene der Umgelernten

Bei der Analyse des Einsatzes der Hände bzw. Füße bei 27 gestellten Aufgaben wurde darauf geachtet, welche der beiden Hände bevorzugt für die Durchführung diverser Aktivitäten eingesetzt wurde. Die erhaltenen Ergebnisse werden in Abbildung 21 bildlich dargestellt. Karierte Segmente in dieser Illustration stellen Aktivitäten dar, welche mit der rechten Hand bzw. dem Fuß durchgeführt wurden. Blau-gelb gepunktete Abschnitte der Balken illustrieren die mit der linken Hand bzw. dem linken Fuß absolvierten Tätigkeiten. Der blau-gelb gemusterte Bereich repräsentiert beidhändig getätigte Handlungen.

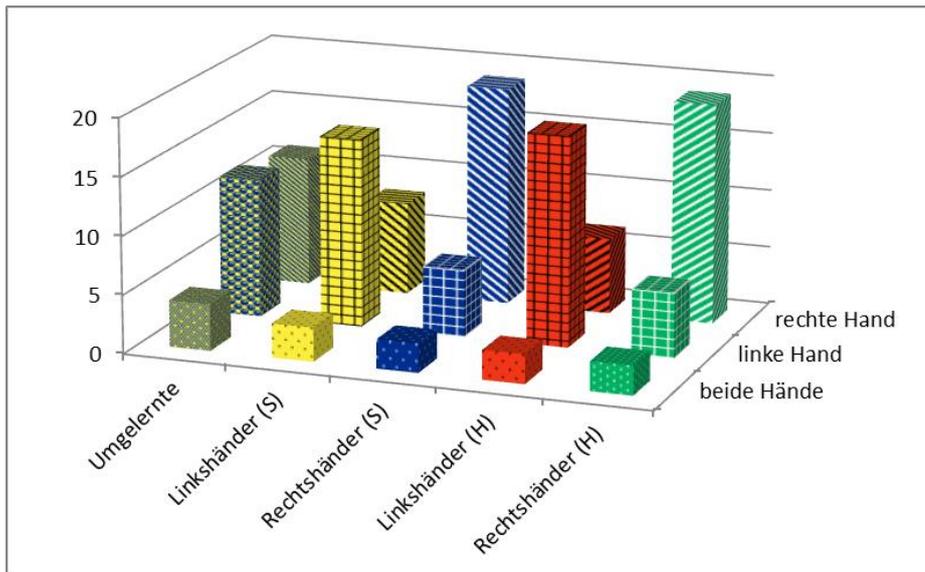


**Abbildung 21.** Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie des linken und rechten Fußes bei den umgelernten Teilnehmern (N=11).

Diese Grafik zeigt in drei der fünf analysierten Kategorien eine Überlegenheit (Freizeit, Alltag und Dynamik) der linken Hand und nur in einer Subkategorie (Technik) die Dominanz der rechten Hand bei der Gruppe der Umgelernten. Ebenso wurde für Aufgabenstellungen bei den Füßen der linke Fuß präferiert (Abbildung 21).

In der folgenden Abbildung 22 wird der Einsatz der Hände der Gruppe der Umgelernten mit den Links- und Rechtshändern verglichen. Dabei wurden die durchschnittlichen Gesamtwerte der Nutzung für jede Seite kalkuliert und gegenübergestellt.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 22.** Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie beider Hände zugleich bei den umgelernten Teilnehmern und Rechts- und Linkshändern (H, S; N=91).

Bei der Gruppe der Umgelernten beliefen sich die Gesamtwerte der linken Hand im Durchschnitt auf 11.91 absolvierte Tätigkeiten, bei der rechten Hand auf 11.09 getätigte Handlungen und bei 4.00 Aufgaben wurden beide Hände gleichmäßig eingesetzt. Diese Ergebnisse illustrieren deutlich, dass ein ausgewogener Einsatz beider Hände bei umgelernten Teilnehmern vorlag. Demgegenüber wiesen die Links- bzw. Rechtshänder eine deutliche Überlegenheit in der Nutzung der präferierten Hand gegenüber der nicht-dominanten Hand auf. Daher erreichte die dominante Hand bei den rechts- und linkshändigen Vergleichsgruppen (H, S) einen Spitzenwert von etwa 18, während die nicht-präferierte Hand im Durchschnitt nur sechs Mal eingesetzt wurde. Diese unterschiedliche Nutzung war bei Rechtshändern noch stärker ausgeprägt als bei linkshändigen Teilnehmern. Im Vergleich zu den Umgelernten war auch der Einsatz beider Hände in den links- und rechtshändigen Probandengruppen (H, S) deutlich reduziert.

Bei der zweiten Aufgabenstellung zur Ermittlung der Händigkeit der Probanden, dem Hand-Dominanz-Test, zeigte sich ein charakteristisches Verwendungsmuster der Hände bei den umgelernten Teilnehmern. So konnten kaum Unterschiede in der Nutzung der beiden Hände sowohl beim ‚Spurenzeichnen‘ als auch beim ‚Kreisepunktieren‘ gefunden werden. Die Ergebnisse hierzu werden in Tabelle 14 festgehalten und mit jenen Resultaten der links- und rechtshändigen Testpersonen (H, S) kontrastiert.

## ERGEBNISSE

**Tabelle 14.** Ergebnisse der Umgelernten an beiden Händen bei den Subtests Kreispunktieren und Spurenzeichnen.

	Kreisepunktieren	Kreisepunktieren	Spurenzeichnen	Spurenzeichnen
	linke Hand	rechte Hand	linke Hand	rechte Hand
<b>Umgelernte</b>	51.27	52.82	61.18	61.00
<b>Linkshänder (S)</b>	56.73	41.42	68.88	54.44
<b>Rechtshänder (S)</b>	39.49	55.80	52.09	64.27
<b>Linkshänder (H)</b>	56.91	40.80	69.86	54.40
<b>Rechtshänder (H)</b>	40.20	55.67	53.16	64.09

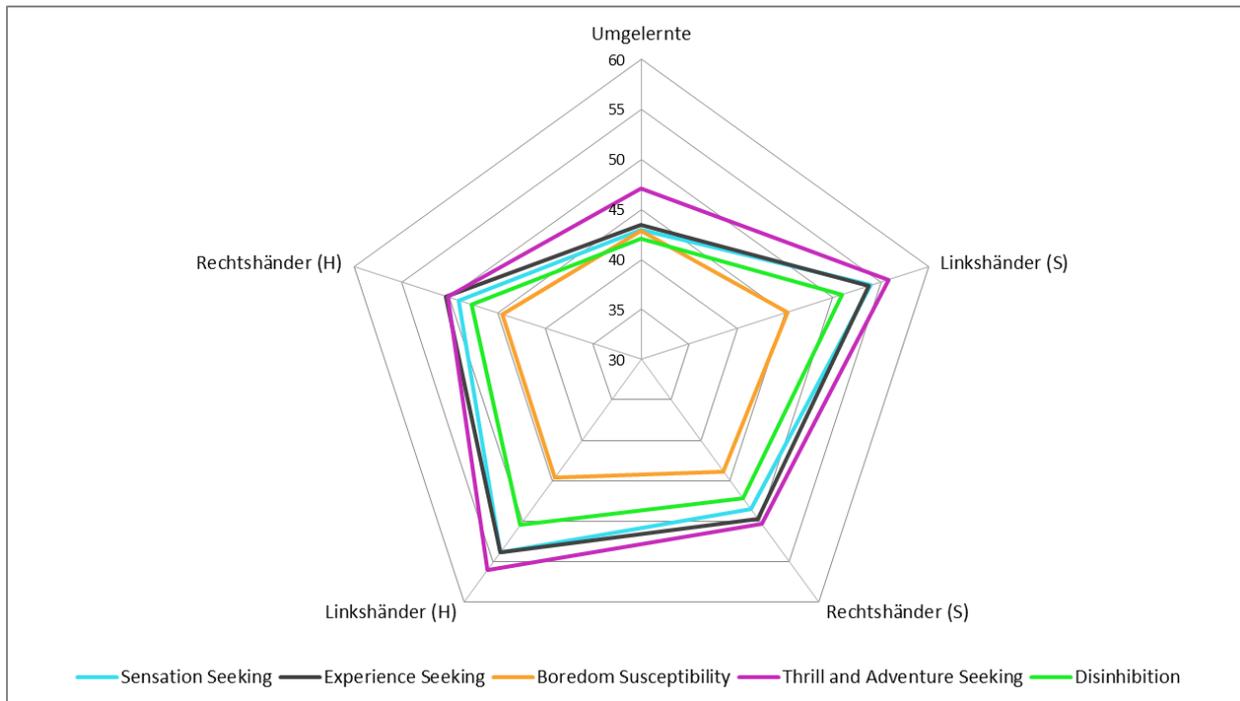
Die erzielte durchschnittliche Länge der umgelernten Teilnehmer beim ‚Spurenzeichnen‘ belief sich auf sehr ähnliche Werte bei der linken und rechten Hand. Der gleiche Effekt konnte beim ‚Kreispunktieren‘ festgestellt werden, wo sich die erreichte Anzahl an Punkten der linken und rechten Hand nur um 1.55 oder 0.3% der erbrachten Leistung unterschied. Im Vergleich dazu variierten die Ergebnisse der rechten und linken Hand in den rechts- bzw. linkshändigen Vergleichsgruppen (H, S) sehr deutlich.

Die mit der linken Hand erreichten Durchschnittswerte der Gruppe der Umgelernten lagen nahe jenen Ergebnissen, die die Linkshänder (H, S) mit ihrer dominanten linken Hand erreichten. Die Resultate der rechten Hand der Umgelernten befanden sich genau zwischen den Werten der rechts- und linkshändigen Teilnehmer, lagen jedoch näher an den durchschnittlichen Ergebnissen der Rechtshänder (H, S).

### *6.7.4 Analyse des Sensation Seeking-Verhalten der Umgelernten*

Zur bildlichen Darstellung der unterschiedlichen Resultate beim Sensation Seeking in den Untersuchungsgruppen wurde ein Spinnennetzdiagramm erstellt, welches einen Vergleich der fünf Händigkeitgruppen in den Dimensionen des Sensation Seeking (SS) und den vier Subskalen (TAS, DIS, ES, BS) ermöglicht. Dieses wird in Abbildung 23 dargestellt. Die Achsenskalierung wurde dabei auf einen Bereich zwischen 30 und 60 eingestellt, da sich die ermittelten T-Werte in diesem Werteabschnitt befinden.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 23.** Vergleich der Ergebnisse im Sensation Seeking, Experience Seeking, der Boredom Susceptibility, dem Thrill and Adventure Seeking sowie der Disinhibition bei den umgelernten Teilnehmern sowie Rechts- und Linkshändern (H, S) (N=91).

Bei der Erhebung des Sensation Seeking-Verhaltens unterschieden sich die Werte der Umgelernten von jenen der Linkshänder (H, S) in den Bereichen des Sensation Seeking (SS; S und H mit  $p=0.001$ ), Thrill and Adventure Seeking (TAS;  $p_S=0.004$ ;  $p_H=0.005$ ), Disinhibition (DIS;  $p_S=0.002$ ;  $p_H=0.010$ ) und Experience Seeking (ES; S und H mit  $p=0.001$ ) signifikant, da diese markant unter jenen erreichten Punkten der linkshändigen Probanden lagen. Deutlich schwächer war der Unterschied zu den rechtshändigen Teilnehmern. Merklich fanden sich bei einer Betrachtung der rechtshändigen Personen nach dem Händigkeit-Index (H) nur drei tendenziell signifikante Unterschiede in den analysierten Werten. Hierbei besaßen die Rechtshänder (H) beim Sensation Seeking ( $p=0.077$ ), beim ES ( $p=0.073$ ) und der DIS ( $p=0.099$ ) tendenziell signifikant höhere Werte als die Gruppe der Umgelernten. Bei einer Analyse der rechtshändigen Probanden nach der Schreibhand (S) fielen die Differenzen nur mehr für das Sensation Seeking-Verhalten ( $p=0.094$ ) tendenziell signifikant aus. Die drastisch reduzierte Punkteanzahl bei der Sensation Seeking-Analyse könnte auf das höhere Alter der umgelernten Probanden und somit eine geringere Risikobereitschaft zurückzuführen sein.

*6.7.5 Analyse der Testresultate der kognitiven Leistungsvariablen der Umgelernten*

Anschließend wurden die Resultate der Umgelernten in den Aufgabenstellungen zu den kognitiven Leistungsvariablen analysiert. Zunächst wurden die Ergebnisse der zwei Subtests zur Gedächtnisleistung (Wörter\_2min, Wörter\_30min, BZ\_Gesamt, BZ\_Zeichen), die Tests zur sprachlichen Kompetenz (Winterreifen, Buchstabe F) sowie die Aufgaben zum logischen Schlussfolgern (Matrizen, Sprachanalogien) verglichen und in Tabelle 15 zusammengefasst. Zudem wurden sie mit den Durchschnittswerten der Rechts- und Linkshänder (H, S) verglichen und etwaige Unterschiede aufgezeigt.

**Tabelle 15.** Resultate kognitiver Leistungsvariablen bei Umgelernten, Rechts- und Linkshändern (H, S).

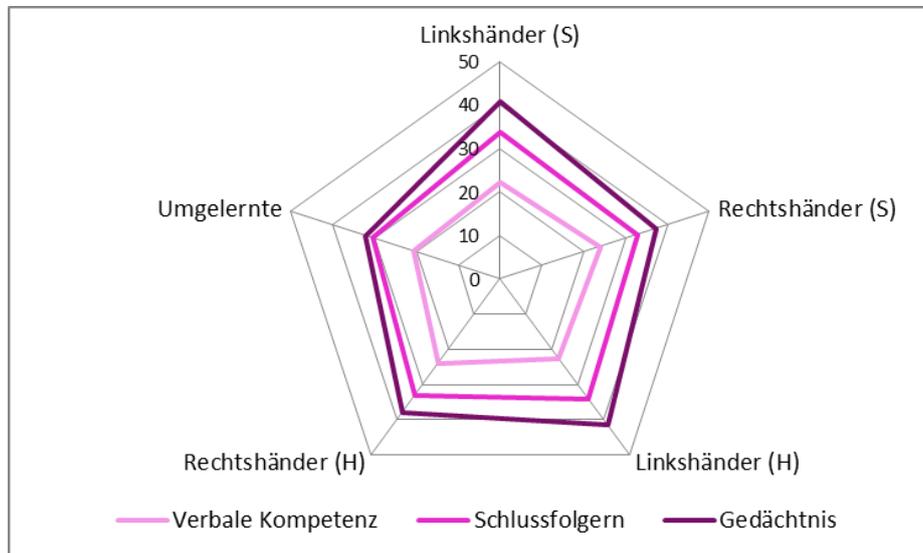
	Umgelernte	Linkshänder (S)	Rechtshänder (S)	Linkshänder (H)	Rechtshänder (H)
<b>Buchstabe F</b>	10.82	12.44	13.00	12.74	13.13
<b>Winterreifen</b>	9.91	9.71	10.89	9.77	10.96
<b>Matrizen</b>	18.55	20.60	20.58	21.00	20.56
<b>Sprachanalogien</b>	12.00	13.10	12.38	13.17	12.38
<b>Wörter 2min</b>	11.27	14.75	13.91	15.00	14.00
<b>Wörter 30min</b>	9.45	13.19	11.38	13.69	11.51
<b>BZ_Gesamt</b>	11.36	12.90	11.98	12.77	12.31
<b>BZ_Zeichen</b>	5.55	6.06	5.76	5.97	5.89

Bei einem Vergleich der Ergebnisse der umgelernten Teilnehmer mit jenen der Rechts- und Linkshänder ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass erstere deutlich schwächere Resultate in allen verglichenen Subtests lieferten. Etwas weniger (tendenziell) signifikante Unterschiede konnten zur Gruppe der Rechtshändigen (H, S) gefunden werden. Die erreichte Punktzahl beim Wörtermerken für 2 Minuten ( $p_S=0.016$ ;  $p_H=0.012$ ) sowie beim Matrizenest ( $p_S=0.020$ ;  $p_H=0.020$ ) war bei den Umgelernten signifikant geringer als bei den Rechtshändern (H, S). Die Leistung beim Test ‚Buchstabe F‘ ( $p_S=0.067$ ;  $p_H=0.047$ ) lag ebenso unter den erreichten Ergebnissen der rechtshändigen Testpersonen (H, S). Demgegenüber erzielten die Linkshänder (H, S) beim Wörtermerken für 2 Minuten ( $p_S=0.001$ ;  $p_H=0.001$ ) und 30 Minuten ( $p_S=0.006$ ;  $p_H=0.003$ ) sowie beim Matrizenest ( $p_S=0.036$ ;  $p_H=0.008$ ) signifikant höhere Werte als die umgelernten Probanden.

Des Weiteren wurden die Testresultate der einzelnen Kategorien summiert und die durchschnittlichen Werte der drei untersuchten Leistungsvariablen ermittelt. Die Resultate

## ERGEBNISSE

der umgelernten Testpersonen im verbalen Bereich (20.73), beim Schlussfolgern (30.54) und bei der Gedächtnisleistung (32.09) werden mit den Ergebnissen der Rechts- und Linkshänder (H, S) in Abbildung 24 verglichen.



**Abbildung 24.** Kognitive Leistungen bei umgelernten, links- und rechtshändigen Personen (H, S; N=91).

Beim logischen Schlussfolgern ( $p_S=0.014$ ;  $p_H=0.004$ ) und der Gedächtnisleistung ( $p_S=0.001$ ;  $p_H=0.001$ ) unterschieden sich die Testergebnisse der Umgelernten überzufällig von jenen der linkshändigen Teilnehmer (H, S). Verglichen mit den Rechtshändern (H, S) erzielten umgelernte Probanden tendenziell signifikant geringere Werte im Bereich der Gedächtnisleistung ( $p_S=0.083$ ;  $p_H=0.054$ ) und bei den verbalen Aufgabenstellungen ( $p_H=0.091$ ).

### 6.8. Analyse beidhändiger Teilnehmer

Der Händigkeit-Index errechnet sich aus den rechtshändig ausgeführten Tätigkeiten minus der Aktivitäten, bei denen die linke Hand eingesetzt wird. Diese Kalkulation ermöglicht die Bestimmung jener Teilnehmer, die eine ausgewogene Nutzung beider Hände bei den Aufgabenstellungen aufweisen. Jene Personen, deren Index in einem Bereich von -6 bis +6 liegt, werden aufgrund der ähnlichen Anzahl der mit beiden Händen durchgeführten Handlungen als beidhändig eingestuft. Diese Bezeichnung trifft für dreizehn der untersuchten Teilnehmer zu. Die Ergebnisse der Gruppe der Beidhändigen sollen in weiterer Folge analysiert und jenen der links- und rechtshändigen Probanden (H, S) bzw. Umgelernten gegenübergestellt werden.

### *6.8.1 Deskriptive Beschreibung der Beidhändigen*

#### **Geschlecht, sexuelle Orientierung und Alter**

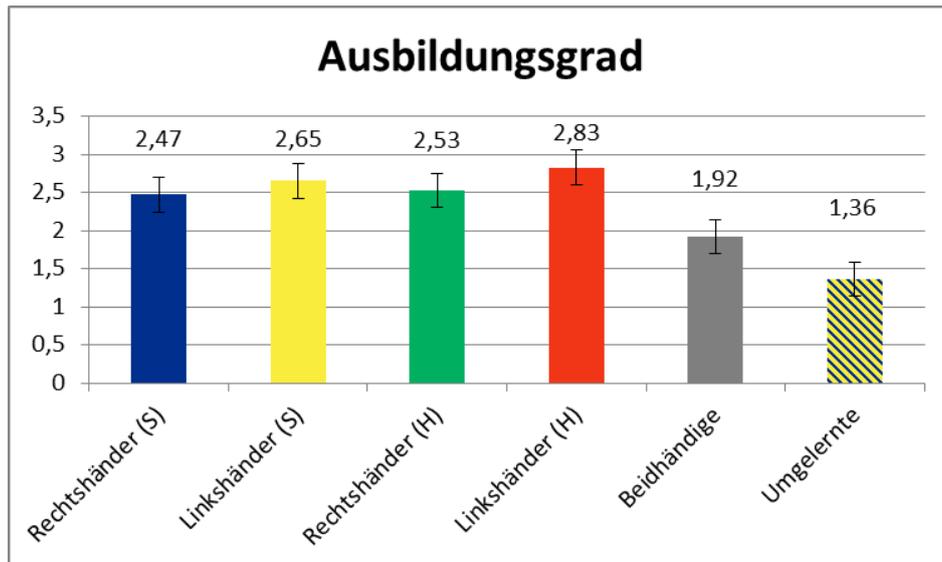
Die sechs Frauen und sieben Männer in der Gruppe der Beidhändigen wiesen ein Durchschnittsalter von 30.46 Jahren auf. Dieses lag zwischen den Altersdurchschnitten der Linkshänder (ca. 28 Jahre) und der Rechtshänder (ca. 38 Jahre) und deutlich unter jenem der Umgelernten (ca. 53 Jahre). Der Großteil dieser Probanden stammte aus Österreich (12) und war heterosexuell (12).

#### **Familienstand und Kinderanzahl**

Von den beidhändigen Teilnehmern waren sechs ‚in einer Partnerschaft‘, vier ‚alleinstehend‘, zwei ‚verheiratet‘ und eine Person ‚in einer neuen Beziehung nach einer Scheidung‘. Nur vier der Untersuchten besaßen Kinder und keine Person hatte Enkelkinder. Diese Angaben resultierten in der geringsten Kinderanzahl (0.3) der gesamten Studie und lagen auch unter dem Durchschnittswert der jüngeren linkshändigen Teilnehmer (0.42).

#### **Bildungsniveau**

Von den beidhändigen Teilnehmern gaben vier Personen als höchste abgeschlossene Ausbildung die Lehre an, sieben weitere nannten die Matura und je ein Proband gab ein absolviertes Fachhochschulstudium sowie ein Universitätsstudium an. Anhand der Angaben entlang einer fünfstufigen Skala wurde der durchschnittliche Ausbildungsgrad in der beidhändigen Untersuchungsgruppe kalkuliert, welcher sich auf einen Wert von 1.92 belief. In nachfolgender Abbildung 25 wird dieser Durchschnittswert mit jenen der Rechts- und Linkshänder (H, S) und der umgelernten Teilnehmer verglichen.



**Abbildung 25.** Vergleich des durchschnittlichen Ausbildungsgrades in den sechs Vergleichsgruppen dieser Studie (N=104).

Das obenstehende Diagramm zeigt deutlich, dass beide untersuchten Gruppen der Linkshänder (H, S) die beste Ausbildung aufwiesen. Die Resultate der Rechtshänder (H, S) lagen in einem ähnlichen Bereich, waren jedoch etwas geringer als jene der linkshändigen Teilnehmer. Deutlich reduziert war der Ausbildungsgrad in der Gruppe der Beidhändigen und der Umgelernten.

#### Linkshändige Familienmitglieder

Circa die Hälfte der beidhändigen Personen (7) nannte zusätzliche linkshändige Familienmitglieder und gab dabei zumeist die Großeltern an. Im Durchschnitt existierten daher 0.92 weitere Linkshänder in der Familie der beidhändigen Probanden. Dieser Wert war fast doppelt so groß wie jener der Umgelernten (0.55) und der Rechtshänder (0.48) jedoch deutlich geringer als der Durchschnittswert der linkshändigen Probanden (1.32 bzw. 1.44, H bzw. S). Dieser vergleichsmäßig hohe Anteil an linkshändigen Familienmitgliedern lässt sich anhand der Schreibhand der beidhändigen Teilnehmer erklären, da diese zum Großteil die linke Hand zum Schreiben einsetzten und daher laut dieser als Linkshänder eingestuft werden sollten.

### **Verletzungsanfälligkeit, Arthroseerscheinungen und Hormonpräparate**

Verletzungen an den Armen traten bei sechs der befragten Beidhändigen auf, welche sich größtenteils auf der linken Seite (4) befanden und je einmal waren die rechte und beide Hände gleichzeitig betroffen. Im Gegensatz dazu fanden sich die fünf angegebenen Beinverletzungen zumeist an beiden Beinen (3) oder auf der linken Seite (2). Hormone wurden nur von drei beidhändigen Damen zu Verhütungszwecken eingesetzt. Arthroseerscheinungen wurden nur von einer Person angegeben, was vermutlich auf den jungen Altersdurchschnitt in dieser Untersuchungsgruppe zurückzuführen war.

### **Religionszugehörigkeit**

Der Großteil der Befragten gehörte der römisch-katholischen Kirche an (6) und je eine weitere Person gab die evangelische Glaubensgemeinschaft sowie den Islam als deren Religion an. Fünf Personen der Beidhändigen gehörten keiner religiösen Gruppierung an. Die Bedeutung der Religion im Leben der beidhändigen Teilnehmer belief sich auf einer sechsstufigen Skala auf einen Wert von 1.38. Dieser war mit Abstand der geringste erzielte Wert im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgruppen.

### *6.8.2 Analyse der physiologischen Parameter der Beidhändigen*

Die nachfolgende Tabelle 16 soll zur besseren Übersicht die erhobenen Messwerte entlang des Körpers der beidhändigen Probanden zusammenfassen. Zudem beinhaltet die Tabelle die Daten der links- und rechtshändigen Männer und Frauen nach dem Händigkeit-Index (H), welche jenen der beidhändigen TeilnehmerInnen gegenübergestellt werden. Signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen den Vergleichsgruppen werden mit einem weinroten \* gekennzeichnet, während Signifikanzen auf einem Niveau von  $p < 0.10$  mit einem fliederfarbenen T markiert werden.

ERGEBNISSE

Tabelle 16. Messwerte der körperlichen Parameter der beidhändigen Männer und Frauen im Vergleich mit Links- und RechtshänderInnen (H).

Messwerte (Maße in cm)	Beidhändige	Frauen li (H)	Frauen beid.	Frauen re (H)	Männer li (H)	Männer beid.	Männer re (H)
Körperhöhe	173.70 (+/-12.940)	167.73(+8.183)	164.60(+7.129)	165.58(+8.310)	181.28(+7.802)	181.49(+11.784)	177.67(+7.181)
Handlänge rechts	18.88 (+/-1.196)	17.62(+0.997)	18.16(+1.109)	17.77(+1.007)	19.40(+0.699)	19.51(+0.926)	19.22(+0.986)
Handlänge links	18.64 (+/-1.301)	17.45(+1.027)	17.92(+1.399)	17.67(+1.093)	19.43(+0.842)	19.26(+0.882)	19.19(+0.905)
Handbreite rechts	8.76 (+/-0.838)	8.05(+0.657)	8.08(+0.438)	8.34(+0.733)	8.99(+0.460)	9.34(+0.624)	T 8.89(+0.536)
Handbreite links	8.79 (+/-0.935)	8.03(+0.617)	8.02(+0.472)	8.16(+0.657)	9.13(+0.573)	9.44(+0.694)	* 8.78(+0.503)
Ellenbogenbreite rechts	5.96 (+/-1.086)	5.77(+0.688)	5.40(+1.039)	* 6.46(+1.153)	6.48(+0.339)	6.45(+0.931)	6.62(+0.805)
Ellenbogenbreite links	5.93 (+/-1.085)	5.82(+0.630)	5.31(+0.913)	6.15(+1.284)	6.60(+0.589)	6.46(+0.970)	6.45(+0.822)
Umfang Unterarm rechts	26.42 (+/-3.783)	23.29(+2.259)	24.61(+3.338)	25.86(+2.976)	27.68(+3.645)	27.98(+3.635)	3.64(+2.513)
Umfang Unterarm links	26.24 (+/-3.574)	23.75(+2.125)	24.33(+3.081)	25.37(+3.232)	28.75(+2.262)	27.87(+3.301)	26.88(+2.287)
Umfang Oberarm schlaff rechts	30.86 (+/-6.984)	26.63(+2.498)	T 29.36(+4.425)	30.88(+5.260)	33.51(+4.056)	32.16(+8.775)	32.20(+3.356)
Umfang Oberarm schlaff links	30.69 (+/-7.003)	27.22(+2.733)	29.41(+4.453)	31.25(+5.575)	33.36(+4.699)	31.78(+8.861)	32.04(+3.918)
Umfang Oberarm angespannt rechts	32.78 (+/-7.256)	28.04(+2.420)	T 30.50(+4.499)	32.43(+5.504)	36.18(+4.055)	34.73(+8.875)	34.99(+3.523)
Umfang Oberarm angespannt links	32.93 (+/-7.262)	28.65(+2.900)	30.80(+4.701)	32.69(+6.097)	36.16(+4.156)	34.76(+8.865)	34.69(+3.554)
Umfang Handgelenk rechts	16.50 (+/-1.208)	14.98(+0.904)	15.66(+0.803)	16.19(+1.447)	17.78(+1.091)	17.22(+1.032)	17.19(+1.059)
Umfang Handgelenk links	16.49 (+/-1.401)	15.04(+0.818)	15.51(+1.199)	15.99(+1.218)	17.41(+1.266)	17.33(+0.963)	16.83(+1.083)
Halsumfang	36.19 (+/-5.608)	32.41(+2.939)	32.41(+2.442)	34.90(+3.439)	40.03(+3.124)	39.43(+5.599)	38.82(+2.374)
Taillenumfang	85.02 (+/-20.403)	75.05(+7.133)	73.86(+10.041)	T 85.39(+14.773)	97.18(+16.095)	94.58(+22.742)	92.24(+14.097)
Bauchumfang	89.55 (+/-18.236)	78.71(+8.509)	79.47(+8.799)	T 91.07(+14.937)	101.66(+17.723)	98.18(+20.304)	94.90(+16.593)
Hüftumfang	103.51 (+/-12.980)	98.07(+6.621)	99.62(+8.472)	107.36(+13.593)	109.45(+9.569)	106.85(+15.783)	105.43(+11.574)
Länge Zeigefinger rechts	7.40 (+/-0.605)	6.79(+0.464)	7.05(+0.433)	6.87(+0.480)	7.42(+0.562)	7.71(+0.585)	7.48(+0.591)
Länge Zeigefinger links	7.53 (+/-0.558)	6.94(+0.451)	7.17(+0.462)	T 6.83(+0.420)	7.49(+0.570)	7.83(+0.464)	7.62(+0.663)
Länge Ringfinger rechts	7.46 (+/-0.695)	6.98(+0.541)	7.07(+0.642)	7.03(+0.648)	7.65(+0.592)	7.80(+0.577)	7.81(+0.668)
Länge Ringfinger links	7.64 (+/-0.730)	6.95(+0.498)	7.12(+0.630)	7.03(+0.699)	7.69(+0.486)	T 8.08(+0.489)	7.74(+0.663)
2D:4D rechts	0.99 (+/-0.049)	0.97(+0.041)	1.00(+0.039)	0.98(+0.052)	0.97(+0.034)	0.99(+0.058)	0.960(+0.049)
2D:4D links	0.99 (+/-0.048)	1.00(+0.038)	1.01(+0.040)	0.98(+0.062)	0.97(+0.051)	0.97(+0.048)	0.99(+0.056)
Handkraft rechts	39.15 (+/-10.427)	29.75(+9.274)	29.77(+4.539)	32.88(+8.298)	45.76(+7.664)	47.18(+6.072)	45.29(+7.569)
Handkraft links	40.27 (+/-11.687)	31.16(+6.733)	29.53(+3.727)	28.96(+6.560)	47.08(+7.714)	49.47(+6.897)	T 42.91(+7.679)
WHR	0.81 (+/-0.123)	0.77(+0.068)	0.74(+0.082)	0.79(+0.074)	0.88(+0.072)	0.88(+0.120)	0.87(+0.067)

## ERGEBNISSE

Aus Tabelle 16 lässt sich erkennen, dass kaum signifikante Unterschiede zwischen links- bzw. rechtshändigen (H) und beidhändigen Probanden in den Körperproportionen vorliegen. Erneut wiesen Frauen etwas deutlichere Differenzen auf und resultierten bei einem Vergleich links- und beidhändiger Damen in zwei tendenziellen Signifikanzen (Oberarm schlaff rechts  $p=0.057$ ; Oberarm angespannt rechts  $p=0.80$ ). Rechtshändige Damen (H) zeigten bei Bauch- ( $p=0.080$ ) und Taillenumfang ( $p=0.082$ ) sowie bei der rechten Ellenbogenbreite ( $p=0.049$ ) größere Messwerte gegenüber den Beidhändigen, während diese tendenziell signifikant längere Zeigefinger an der linken Hand ( $p=0.091$ ) besaßen.

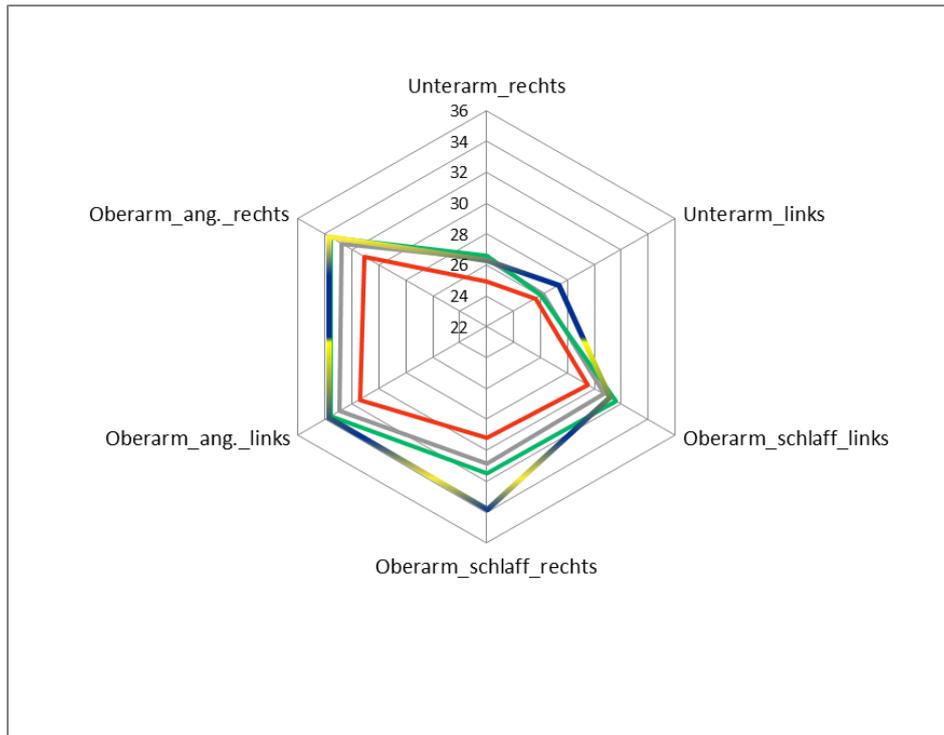
Männer, welche die linke Hand präferieren unterschieden sich nur in der Länge ihres linken Ringfingers von beidhändigen Probanden ( $p=0.099$ ). Wie bei den Damen, differenzierten sich rechtshändige Männer ebenfalls stärker von beidhändigen Teilnehmern und zeigten kleinere Messwerte bei der Handbreite links- ( $p=0.012$ ) und rechtsseitig ( $p=0.080$ ) sowie bei der Handkraft der linken Hand ( $p=0.057$ ).

Die Daten aus Tabelle 16 wurden anschließend anhand von Spinnennetzdiagrammen mit drei weiteren Vergleichsgruppen (Links- und Rechtshänder (H) sowie umgelernten Testpersonen) verglichen.

Die Analyse der erhobenen Messwerte der Beidhändigen wurde im Vergleich zu den ebenfalls nach dem Händigkeit-Index berechneten Links- und Rechtshändern und der Gruppe der Umgelernten vorgenommen. Dazu wurden die Abmessungswerte in Spinnennetzdiagrammen bildlich illustriert. Die Skalierung der Achsen in den einzelnen Diagrammen variiert, um etwaige Unterschiede in den Gruppen deutlicher hervorzuheben.

Zunächst wurden die durchschnittlichen Umfangmaße entlang der Arme analysiert und in Abbildung 26 bildlich dargestellt. Die Achsenwerte wurden darin auf einen kleinen Bereich zwischen 22 bis 36 festgelegt um Differenzen der Armabmessungen besser darzustellen.

## ERGEBNISSE

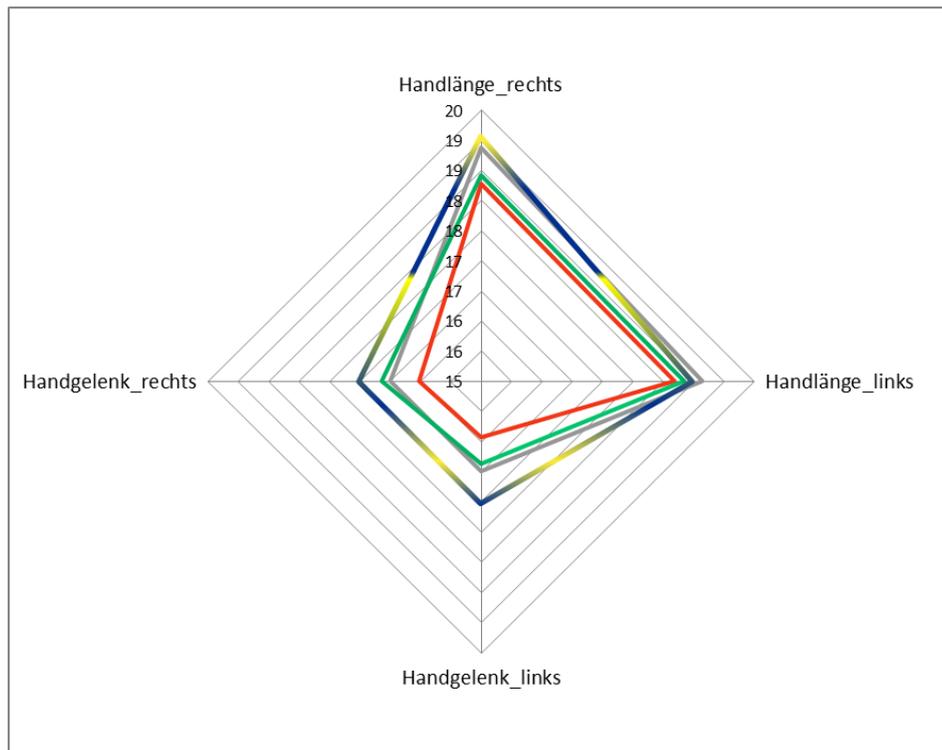


**Abbildung 26.** Umfangmaße der umgelernten (grau), rechts- (grün), links- (rot) und beidhändigen (blau-gelb) Probanden am linken und rechten Arm. Oberarmmaße wurden im schlaffen („schlaff“) und angespannten („ang.“) Zustand erhoben (N=104).

Die in rot abgebildeten Linkshänder (H) besaßen die kleinsten Werte entlang der Ober- und Unterarme. Die Durchschnittswerte der Beidhändigen (grau) befanden sich hauptsächlich zwischen jenen der Links- und Rechtshänder und lagen immer über jenen der Linkshänder. Die größten Werte in den meisten untersuchten Dimensionen traten bei den Umgelernten auf.

Im Vergleich dazu zeigten die Resultate zur Handlänge und den Handgelenksumfängen, welche in Abbildung 27 dargestellt werden, andere Verteilungen.

## ERGEBNISSE



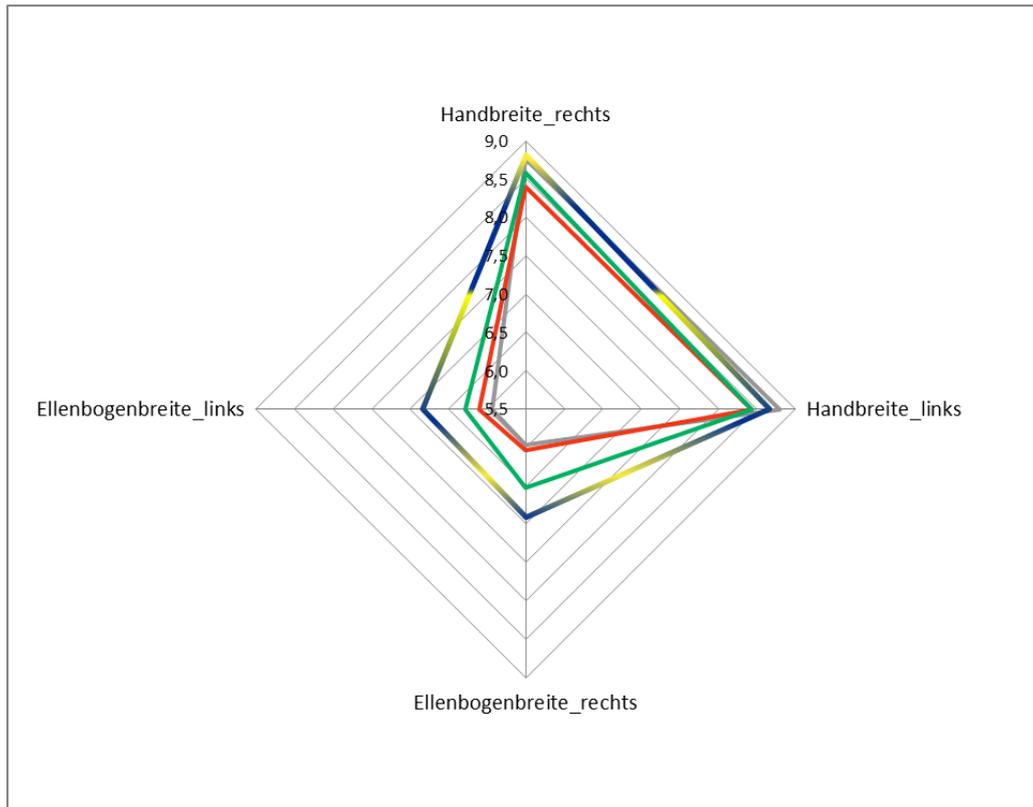
**Abbildung 27.** Handgelenksumfang und Handlänge im Vergleich bei Umgelernten (blau-gelb), Rechts- (grün), Links- (rot) und Beidhändigen (grau; N=104).

Erneut wiesen die Messwerte an den Händen der Linkshänder (H) die geringsten Werte in allen Vergleichsgruppen auf (Abbildung 27). Bei diesen Abmessungen waren jedoch die Werte der Rechtshänder annähernd gleich gering und die größten Werte am Handgelenk und in der Handlänge besaßen sowohl die umgelernten als auch die beidhändigen Probanden. Vielleicht lassen sich diese etwas größeren Maße durch die häufige beidseitige Nutzung der Arme erklären.

Abbildung 28 stellt die Werte der Handbreite sowie der Ellbogenbreite in vier der Vergleichsgruppen der Studie grafisch dar. Erneut wurde die Achsenskalierung auf einen Bereich zwischen den Werten 5.5 und 9.0 fokussiert.

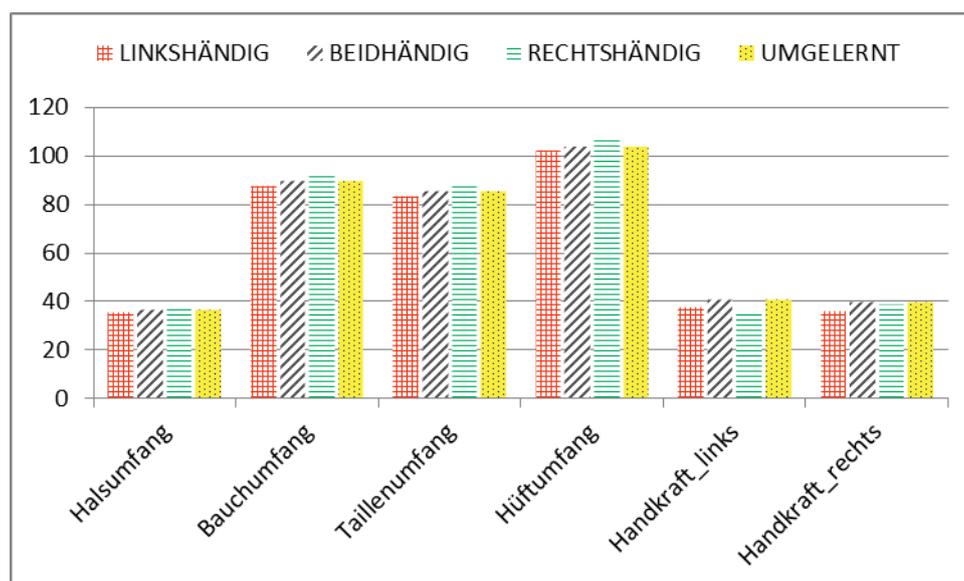
Das nachfolgende Diagramm illustriert deutlich, dass die Gruppe der Umgelernten in den zwei genannten Dimensionen ein interessantes Phänomen aufweist. So besaßen sie beidseits die geringsten Werte bezüglich der Ellenbogenbreite im Vergleich zu den weiteren Untersuchungsgruppen. Zudem waren die Werte der Handbreite an der rechten und linken Hand gemeinsam mit den beidhändigen Probanden die größten.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 28.** Maße der Ellbogenbreite und der Handbreite bei umgelernten (blau-gelb), rechts- (grün), links- (rot) und beidhändigen (grau) Probanden (N=104).

Abbildung 29 beinhaltet jene Durchschnittswerte der Körpermaße, welche die Umfänge an Hals, Taille, Bauch und Hüfte widerspiegeln sowie die durchschnittliche Handkraft der Teilnehmer. Diese Werte wurden erneut mit den rechts- und linkshändigen (H) sowie umgelernten Probanden verglichen.



**Abbildung 29.** Maße der umgelernten sowie rechts-, links- und beidhändigen Personen entlang des Körpers sowie Handkraftwerte der rechten und linken Hand (N=104).

Während die Ergebnisse der Umfangswerte zu Hals, Bauch, Taille und Hüfte darauf hindeuten, dass sich Beidhändige in einem Bereich zwischen den Rechts- und Linkshändern befanden, so zeigten die Handkraftwerte etwas anderes. In dieser Hinsicht übertrafen die durchschnittlich erreichten Werte der Beidhändigen an beiden Händen jene der Links- und Rechtshänder (H). Deren Resultate waren ähnlich zu jenen Ergebnissen, welche von der Gruppe der Umgelernten bei der Handkraftstärke erzielt wurden.

Zum Abschluss gibt Tabelle 17 die berechneten Werte für die WHR und die Digit Rate an. Diese wurden mit den rechts- und linkshändigen Probanden (H) sowie den Umgelernten verglichen.

**Tabelle 17.** WHR und Digit Rate bei umgelernten, rechts-, links- und beidhändigen Probanden.

	<b>WHR</b>	<b>Digit Rate rechts</b>	<b>Digit Rate links</b>
<b>Beidhändige</b>	0.816	0.994	0.988
<b>Rechtshänder (H)</b>	0.828	0.971	0.981
<b>Linkshänder (H)</b>	0.891	0.973	0.990
<b>Umgelernte</b>	0.887	0.957	0.986

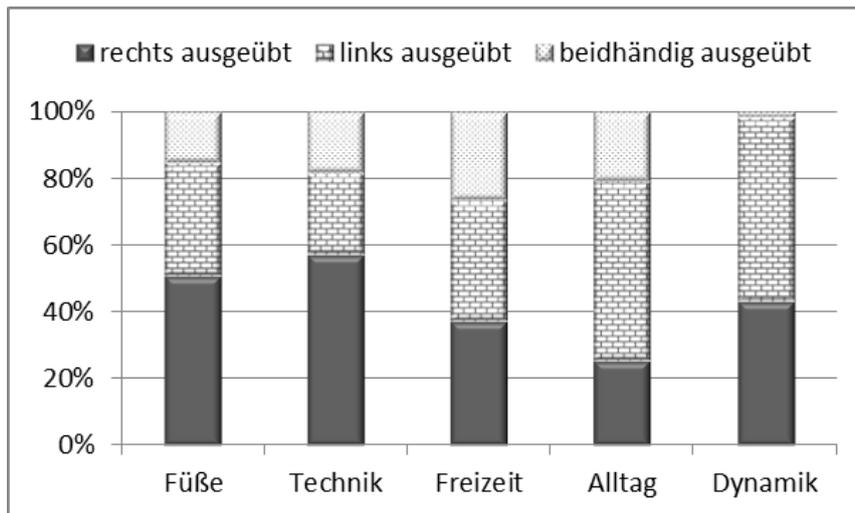
Die beidhändigen Teilnehmer hatten die geringste WHR Rate aller Untersuchten. Unterschiedliche Verhältnisse von Taille zu Hüfte können vermutlich auf das unterschiedliche Durchschnittsalter der einzelnen Vergleichsgruppen zurückzuführen sein. Demgegenüber war die Digit Rate an der rechten Hand am höchsten in der Gruppe der Beidhändigen. Die Digit Rate der linken Hand lag bei beidhändigen Testpersonen, ebenso wie bei den Umgelernten, in der Mitte der Durchschnittswerte der Links- und Rechtshänder (H).

Bei all den genannten Werten gab es keine signifikanten Unterschiede in den Abmessungen der Rechts-, Links- (H) und Beidhändigen.

### *6.8.3 Analyse lateraler Phänomene der Beidhändigen*

Bei der Untersuchung der Händigkeit und Füßigkeit wurde die durchschnittlich am häufigsten genannte Seite zur Durchführung einer Aktivität ermittelt. Abbildung 30 zeigt den unterschiedlichen Einsatz der Arme für die Gruppe der Beidhändigen in den fünf untersuchten Kategorien (Füße, Technik, Freizeit, Alltag und Dynamik).

## ERGEBNISSE



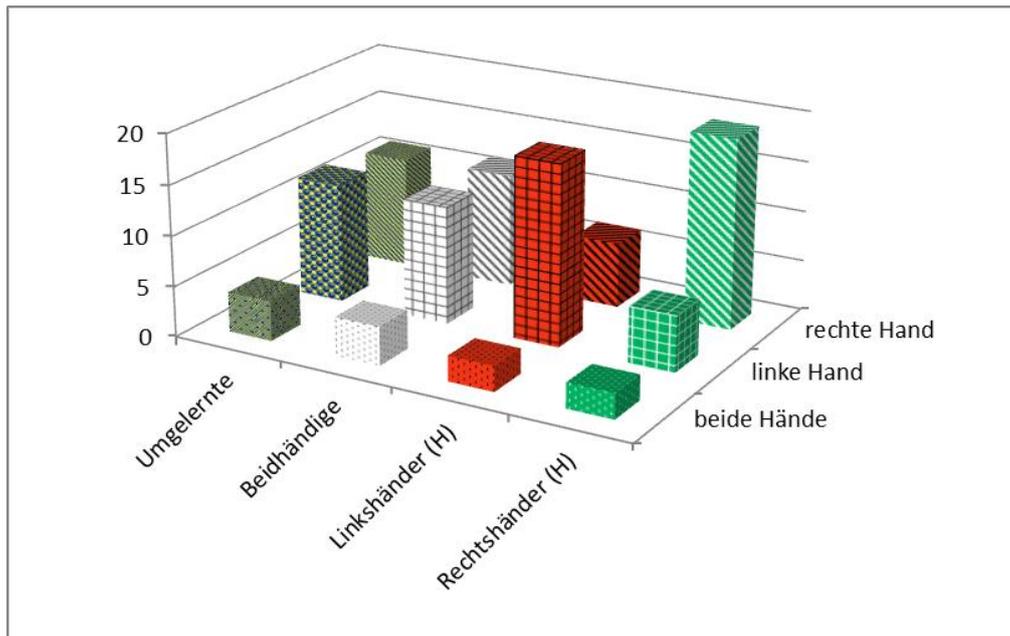
**Abbildung 30.** Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie des linken und rechten Fußes bei den beidhändigen Teilnehmern (N=13).

Aus Abbildung 30 ist ersichtlich, dass beidhändige Teilnehmer in vielen Bereichen tatsächlich häufig beide Hände zugleich einsetzten. Ebenso bei den Füßen wurden oft beide Füße eingesetzt, obwohl eine Dominanz des rechten Fußes zu erkennen war. Generell lässt sich auch erkennen, dass die Unterschiede im Einsatz der rechten und linken Hand nicht sehr stark ausfielen.

Die durchschnittlich mit der rechten Hand absolvierten Tätigkeiten der Beidhändigen beliefen sich auf 11.38 Aktivitäten, ähnlich den mit der linken Hand erreichten Werten von 11.77. Deutlich seltener wurden beide Hände im gleichen Ausmaß eingesetzt, mit einem Durchschnittswert von 3.85 Tätigkeiten. Abbildung 31 stellt diese Durchschnittswerte jenen der Umgelernten sowie der Rechts- und Linkshänder (H) gegenüber.

Die nachstehende Grafik verdeutlicht, dass die Gruppe der Beidhändigen und der Umgelernten einen höheren Einsatz beider Hände aufwiesen (Abbildung 31). Zudem war in diesen Vergleichsgruppen erkennbar, dass die rechte und linke Hand gleich oft eingesetzt wurden. Demgegenüber variierte die Nutzung der rechten und linken Hand bei Personen mit einer eindeutigen Handpräferenz (Rechts- oder Linkshänder; H) viel stärker.

## ERGEBNISSE



**Abbildung 31.** Vergleich des Einsatzes der linken und rechten Hand sowie beider Hände zugleich bei den umgelernten und beidhändigen Teilnehmern sowie Rechts- und Linkshändern (H; N=104).

Die in den Aufgabenstellungen ‚Spurenzeichnen‘ und ‚Kreisepunktieren‘ erreichten Punktezahlen der beidhändigen Probanden werden in Tabelle 18 zusammengefasst. Zudem wurden sie jenen Durchschnittswerten der Rechts- und Linkshänder (H) sowie der Gruppe der Umgelernten gegenübergestellt.

**Tabelle 18.** Resultate im Spurenzeichnen und Kreisepunktieren bei Umgelernten, Rechts-, Links- und Beidhändigen.

	Kreisepunktieren	Kreisepunktieren	Spurenzeichnen	Spurenzeichnen
	linke Hand	rechte Hand	linke Hand	rechte Hand
Umgelernte	51.27	52.82	61.18	61.00
<b>Linkshänder (H)</b>	56.91	40.80	69.86	54.40
<b>Rechtshänder (H)</b>	40.20	55.67	53.16	64.09
<b>Beidhändige</b>	53.77	43.54	62.54	55.15

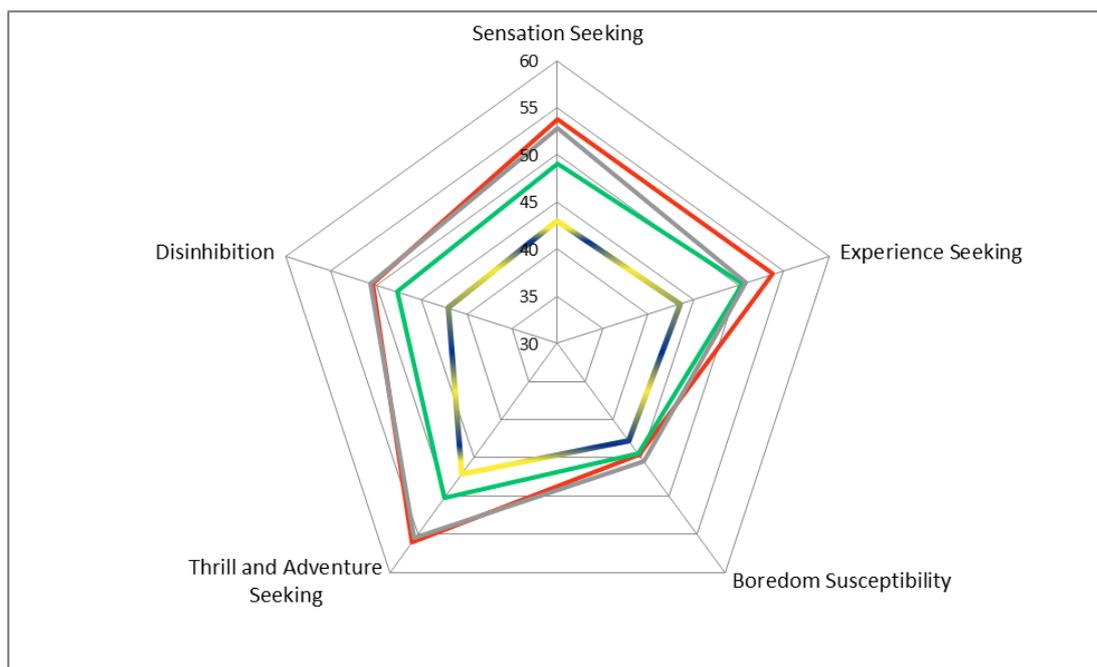
Dieser Tabelle kann man entnehmen, dass bei beiden untersuchten Aufgabenstellungen die Werte der linken und rechten Hand der Beidhändigen weniger stark variierten als jene der Rechts- und Linkshänder (H). Darüber hinaus lag der durchschnittlich erreichte Wert beidhändiger Probanden in allen vier Subkategorien zwischen den Durchschnittswerten der links- und rechtshändigen Testpersonen. Dennoch waren die Fähigkeiten beider Hände nicht so ausgeglichen wie bei umgelernten Teilnehmern. Dieses Ergebnis lässt sich aufgrund der Tatsache erklären, dass sich die Gruppe der Beidhändigen zu

## ERGEBNISSE

zum Großteil aus linksschreibenden Probanden zusammensetzte. Daher lagen auch statistisch signifikante Differenzen zwischen den beidhändigen Testpersonen und den Rechtshändern (H) in der Länge beim ‚Spurenzeichnen‘ links ( $p=0.076$ ) und rechts ( $p=0.088$ ) sowie beim ‚Kreispunktieren‘ mit der linken ( $p=0.001$ ) und rechten Hand ( $p=0.001$ ) vor. Ebenso fand sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Resultaten der beidhändigen und umgelernten Personen beim ‚Kreispunktieren‘ mit der rechten Hand ( $p=0.012$ ).

### 6.8.4 Analyse des Sensation Seeking-Verhaltens der Beidhändigen

Abbildung 32 zeigt die durchschnittlichen Werte der beidhändigen Probanden beim Sensation Seeking verglichen mit den Rechts- und Linkshändern (H) sowie mit den umgelernten Teilnehmern. Die Rohwerte wurden dafür in T-Werte umgewandelt um geschlechtsunabhängige Vergleiche zu ermöglichen.



**Abbildung 32.** Vergleich der Ergebnisse im Sensation Seeking, Experience Seeking, der Boredom Susceptibility, dem Thrill and Adventure Seeking sowie der Disinhibition bei den umgelernten (blau-gelb) und beidhändigen (grau) Teilnehmern sowie Rechts- (grün) und Linkshändern (rot; H) (N=104).

Beidhändige wiesen ein ähnliches Muster der Durchschnittswerte wie die Linkshänder (H) auf und erzielten relativ hohe Werte beim Sensation Seeking und in den vier Subskalen. Die erreichten Werte waren größer als die Zahlenwerte der Rechtshänder. Beim Vergleich mit den links- und rechtshändigen Probanden ergaben sich jedoch keine signifikanten

## ERGEBNISSE

Unterschiede zu den beiden Vergleichsgruppen. Einzig bei der Subskala TAS lag eine tendenziell signifikante Differenz ( $p= 0.058$ ) zwischen den Rechtshändern (H) und beidhändigen Teilnehmern vor, wobei beidhändige Testpersonen deutlich höhere Werte erzielten. Die geringsten Werte kamen bei der Gruppe der Umgelernten vor, wodurch sich signifikante Unterschiede zu den Beidhändigen beim Sensation Seeking ( $p=0.011$ ), beim Thrill and Adventure Seeking ( $p=0.026$ ) und bei der Disinhibition ( $p=0.016$ ) Subskala sowie eine tendenzielle Signifikanz beim Experience Seeking ( $p=0.093$ ) ergaben.

### *6.8.5 Analyse der Testresultate der kognitiven Leistungsvariablen der Beidhändigen*

Die durchschnittlich erreichten Zahlenwerte der beidhändigen Teilnehmer bei den Subtests zu den kognitiven Leistungsvariablen werden in Tabelle 19 zusammengefasst und mit den Ergebnissen der weiteren untersuchten Stichprobengruppen verglichen.

**Tabelle 19.** Kognitive Testresultate der Beidhändigen, Umgelernten sowie Rechts- und Linkshänder (H).

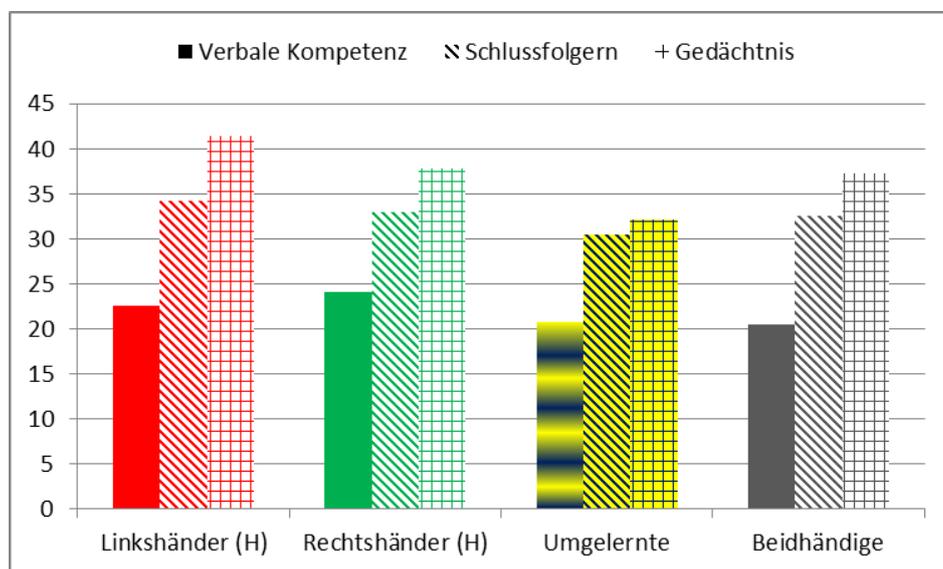
	Umgelernte	Beidhändige	Linkshänder (H)	Rechtshänder (H)
<b>Buchstabe F</b>	10.82	11.15	12.74	13.13
<b>Winterreifen</b>	9.91	9.31	9.77	10.96
<b>Matrizen</b>	18.55	19.62	21.00	20.56
<b>Sprachanalogien</b>	12.00	12.92	13.17	12.38
<b>Wörter 2min</b>	11.27	13.77	15.00	14.00
<b>Wörter 30min</b>	9.45	11.38	13.69	11.51
<b>BZ_Gesamt</b>	11.36	12.08	12.77	12.31
<b>BZ_Zeichen</b>	5.55	5.85	5.97	5.89

Die Resultate der beidhändigen Probanden im sprachlichen Bereich („Buchstabe F“ und „Winterreifen“) lagen deutlich unter den Werten der Rechts- und Linkshänder (H) und entsprachen eher jenen der Umgelernten. Die vorhandenen Unterschiede zwischen beidhändigen und rechtshändigen Teilnehmern war bei der Anzahl der mit F genannten Wörter mit  $p=0.073$  tendenziell signifikant. Während sich die Ergebnisse der Beidhändigen beim Matrizentest auch noch unter jenen der Rechts- und Linkshänder (H) befanden, so erreichten sie bei den Sprachanalogien eine Platzierung zwischen den rechts- und linkshändigen Teilnehmern (H). Im Vergleich zu diesen schnitten die beidhändigen Probanden auch bei allen Aufgabenstellungen zur Gedächtnisleistung („Wörter 2min“, „Wörter 30min“, „BZ\_Gesamt“ und „BZ\_Zeichen“) schlechter ab. Die durchschnittlich

## ERGEBNISSE

behaltenen Wörter nach 30min der Beidhändigen unterschieden sich tendenziell signifikant von jenen der Linkshänder ( $p=0.073$ ), lagen jedoch deutlich über jenen der Umgelernten. Die gefundene differenzierende Anzahl an gemerkten Wörtern nach 30min zwischen diesen beiden Vergleichsgruppen war daher mit  $p=0.055$  tendenziell signifikant.

Die gesamten Resultate in den drei Kategorien der kognitiven Leistungsvariablen, verbale Fähigkeiten (20.46), logisches Schlussfolgern (32.54) und Gedächtnisleistung (37.23), der beidhändigen Probanden werden in Abbildung 33 grafisch illustriert. Die Ergebnisse wurden mit den umgelernten sowie rechts- und linkshändigen Probanden (H) verglichen um etwaige Unterschiede aufzuzeigen.



**Abbildung 33.** Werte bei den kognitiven Leistungsvariablen der links- und rechtshändigen (H), beidhändigen sowie umgelernten Probanden (N=104).

Bei den verbalen Kompetenzen fanden sich eindeutig die besten Ergebnisse unter den Rechtshändern (H), während Personen, die keine eindeutige Seite bei der Handpräferenz besaßen, wie umgelernte oder beidhändige Probanden, am schlechtesten abschnitten. Die Differenz in den erzielten Durchschnittswerten bei verbalen Aufgabenstellungen war daher zwischen den Rechtshändern (H) und beidhändigen Testpersonen mit  $p=0.070$  tendenziell signifikant.

Die durchschnittlichen Werte des logischen Schlussfolgerns der Beidhändigen entsprachen eher jenen der Rechtshänder (H), lagen unter den Resultaten der Linkshändern (H) und über jenen der Umgelernten.

## ERGEBNISSE

Die Gedächtnisleistung war ebenfalls in der Gruppe der linkshändigen Probanden (H) am Besten. Die beidhändigen und rechtshändigen Teilnehmer folgten ihnen an zweiter Stelle und den Abschluss bei dieser kognitiven Leistungsvariable bildete erneut die Gruppe der Umgelernten. Der Unterschied in den erzielten Werten bei der Gedächtnisleistung war zwischen den Linkshändern (H) und Beidhändigen mit  $p=0.092$  tendenziell signifikant.

Dieser Gruppenvergleich aller untersuchten Probanden stellt den Abschluss der Resultate der vorliegenden Untersuchung dar. Im nächsten Kapitel werden die erhaltenen Ergebnisse mit bereits statistisch belegten Studien aus der Literatur verglichen und eine Interpretation vorgenommen.

# DISKUSSION

---

## 7 – DISKUSSION DER RESULTATE

Die vorliegende Masterarbeit analysiert die Assoziation der Händigkeit mit zahlreiche persönlichen und körperlichen Charakteristika einer Person. Als Grundlage für die Studie werden die gesammelten Daten von 104 Probanden mit unterschiedlichen Handpräferenzen herangezogen. Die anschließende deskriptive und inferenzstatistische Analyse des erhobenen Datenmaterials dient der Überprüfung von sieben Alternativhypothesen, deren Formulierung aus der aktuellen Literatur abgeleitet wurde. Zudem wird ein Fokus auf die explorative Erforschung händigkeitsbezogener Differenzen zwischen den einzelnen Versuchsgruppen gelegt.

Als Basis dieser Untersuchung wird die konventionelle Händigkeits-Einteilung der Probanden anhand der Schreibhand hinterfragt und ein alternativer quantitativer Ansatz zur Bestimmung der Händigkeit eingeführt. Der Händigkeits-Index der Untersuchten errechnet sich anhand von 27 absolvierten praktischen Aufgabenstellungen nach der Formel  $A_R - A_L$  (Aktivitäten rechts minus Aktivitäten links), wobei positive Zahlenwerte eine Präferenz der rechten Hand bedeuten und negative Werte mit Linkshändigkeit assoziiert sind. Probanden mit Ergebnissen zwischen -6 und +6 werden der Gruppe der Beidhändigen zugeordnet. Zudem erlaubt der Händigkeits-Index die Feststellung einer graduell abgestuften Ausprägung der Lateralität. Die nach methodisch unterschiedlichen Ansätzen der Händigkeitsbestimmung gebildeten Subgruppen der Stichprobe sowie eine kleinere Probandengruppe von umgelernten Linkshändern ( $N = 11$ ) werden in Bezug auf die Fragestellung miteinander verglichen. In der untersuchten Dimension der Lateralität kann festgestellt werden, dass Unterschiede zwischen der rechten und linken Hand der Testpersonen deutlicher bei einer Analyse nach dem Händigkeits-Index ausgeprägt sind als bei der Differenzierung nach deren Schreibhand. Diese Resultate lassen darauf schließen, dass bei einer Betrachtung der Vergleichsgruppen nach dem Index der Händigkeit mehr als nur feinmotorische Qualitäten erfasst werden und den Resultaten mehr praktische Relevanz zukommt.

Zur ersten Hypothese (H1) dieser Arbeit, welche aufgrund genetischer Disposition das häufigere Vorhandensein weiterer Linkshänder in der Familie linkshändiger Probanden

## DISKUSSION

postuliert, können hochsignifikante Unterschiede in den links- und rechtshändigen Untersuchungsgruppen eindeutig belegt werden. Die Zahl linkshändiger Verwandter ist bei Linkshändern dieser Studie etwa dreimal so groß wie jene der rechtshändigen Teilnehmer. Ebenso kann in den Gruppen der Umgelernten und Beidhändigen eine größere Anzahl an weiteren Linkshändern im familiären Umfeld als bei Rechtshändern gefunden werden. Dieser familiäre Effekt der Händigkeit wird bereits durch die genetischen Erklärungen von Annett (1985) und McManus (1991) hervorgehoben. Darüberhinaus zeigt die Studie von McKeever (2000) einen Zusammenhang zwischen der Linkshändigkeit einer Person und dem häufigeren Auftreten linkshändiger Verwandter.

In der zweiten Hypothese (H2) werden Unterschiede in diversen Körpermaßen links- und rechtshändiger Probanden postuliert. Vor allem entlang der Arme treten bei Rechtshändern (tendenziell) signifikant größere Werte als bei Linkshändern auf. Sowohl die dominanten als auch die nicht-bevorzugten Arme rechtshändiger Teilnehmer weisen bei verschiedenen Umfangmessungen höhere Werte als die der Linkshänder auf. In beiden Vergleichsgruppen zeigen sich auf der Seite der bevorzugten Hand (rechte Hand bei Rechtshändern, linke Hand bei Linkshändern) größere Abmessungen als auf der nicht-dominanten Körperseite. Latimer und Lowrance (1965) finden in ihren Untersuchungen, dass alle Langknochen der oberen Extremitäten schwerer auf der rechten Seite und dass Knochen der linken Körperhälfte variabler in Gewicht und Länge sind. Ebenso zeigen Cuk et al. (2001), dass bei der Mehrheit der Menschen der rechte Arm besser entwickelt und somit stärker ist als der linke. Diese Ergebnisse können umgelegt auf die Probanden in dieser Studie zur Erklärung der stärker ausgeprägten rechten Arme beitragen.

Beim Vergleich der Körperproportionen der links- und rechtshändigen Untersuchungsteilnehmer wird festgestellt, dass Rechtshänder neben signifikant größeren Bauchumfängen in allen erhobenen Messwerten (Hals-, Taillen- und Hüftumfang) größere Durchschnittswerte als Linkshänder aufweisen. Diese Unterschiede können ein Resultat der evolutionär bedingten Fitnesskosten der linkshändigen Population sein (Faurie et al., 2006), welche neben einer größeren Anfälligkeit für Krankheiten auch ein reduziertes Geburtsgewicht sowie eine geringere Körpergröße im Erwachsenenalter inkludieren (Coren & Halpern, 1991).

Die in Hypothese H3 zusammengefassten Annahmen beziehen sich auf die unterschiedliche Verwendung der Extremitäten in den beiden Vergleichsgruppen. Generell kann anhand der erhobenen Daten eindeutig nachgewiesen werden, dass die Nutzung der linken und rechten

## DISKUSSION

Hand bei Links- und Rechtshändern hochsignifikant variiert. Der Unterschied im Einsatz der dominanten und nicht-dominanten Hand fällt in der Gruppe rechtshändiger Versuchspersonen deutlicher aus als bei Linkshändern. Dies bedeutet, dass linkshändige Personen ihre nicht-präferierte Hand häufiger einsetzen als die Rechtshänder, vor allem bei der Nutzung technischer Geräte. Am wenigsten eindeutig lateralisiert ist die Nutzung der Hände bei der Durchführung statischer und dynamischer Tätigkeiten. Geringere Asymmetrien in den Handfähigkeiten bei Linkshändern und die daraus resultierende größere intermanuelle Koordination wird durch Ergebnisse von Gorynia und Egenter (2000) bestätigt.

Zudem wird in dieser Untersuchung die Annahme, dass Rechts- und Linkshänder ungekreuzte Lateralitätspräferenzen besitzen (H 3.1), eindeutig belegt, da Rechtshänder hauptsächlich ihren rechten Fuß und Linkshänder ihren linken präferieren. Die Resultate stimmen mit Ergebnissen der Studie von Polemikos und Papaeliou (2000) überein, welche die größte Korrelation der präferierten Extremitäten aufzeigen, die auf der gleichen Körperhälfte lokalisiert sind.

Die Hypothese, dass Linkshänder mit ihren nicht-dominanten Händen geschickter sind als Rechtshänder (H 3.2) kann nicht vollständig belegt werden. Obwohl Linkshänder mit der dominanten Hand in den beiden Subtests des Hand-Dominanz-Tests höhere Werte als Rechtshänder erreichen, können sie nur teilweise bessere Ergebnisse mit ihrer weniger genutzten Hand erzielen. Zusätzlich differieren die erreichten Leistungen der Rechtshänder zwischen den beiden Händen stärker als jene der linkshändigen Probanden, was für eine ausgewogenere Leistungsverwendung der Linkshänder im Vergleich zu rechtshändigen Probanden spricht.

Die Leistungsverwendung der Hände entspricht innerhalb der Subgruppen einer Gauß'schen Glockenkurve (Annett, 2002), bei welcher sich der Großteil der Personen in der Mitte der Verteilung befindet. Es zeigt sich jedoch bei der Berechnung des Händigkeits-Index der Probanden, dass dieses Maximum in der Verteilung von Rechtshändern bei einer größeren Anzahl von der dominanten Hand ausgeführten Tätigkeiten als bei Linkshändern liegt. Aus diesen Ergebnissen der Händigkeitsanalyse geht somit eindeutig hervor, dass bei Rechtshändern die Handpräferenz extremer ausgeprägt ist als bei Linkshändern. Die weniger konsistente Linkshändigkeit ist vermutlich auf die Adaption linkshändiger Personen an eine Rechtshänderwelt zurückzuführen (Wright, 2005). Ebenso können Prichard et al. (2013) in ihren Daten eine größere Inkonsistenz der Händigkeit bei

Linkshändern im Vergleich zu Rechtshändern feststellen. Diese Annahme wird auch durch die in der vorliegenden Untersuchung erhaltenen Resultate in der Kategorie ‚Technik‘ bestätigt, in der die Handpräferenz bei Tätigkeiten, die den Einsatz technischer Hilfsmittel verlangen, erfasst wird. Da technische Geräte zumeist für Rechtshänder ausgelegt sind, zeigt sich in diesem Bereich bei Linkshändern ein vermehrter Einsatz der nicht-dominanten rechten Hand. Demgegenüber weisen häufige und alltäglich durchgeführte Aktivitäten und Handlungen in der Freizeit den stärksten Einsatz der dominanten Hand in beiden Vergleichsgruppen auf.

Die Untersuchung von Persönlichkeitsmerkmalen in Bezug auf die Händigkeit bringt teilweise signifikante Unterschiede in den Dimensionen des Sensation Seeking-Verhaltens zwischen den Vergleichsgruppen hervor, wie bereits in Hypothese H4 postuliert. Beim Thrill and Adventure Seeking (TAS), der Disinhibition (DIS), dem Experience Seeking (ES) und dem Gesamtwert des Sensation Seeking (SS) Verhaltens können bei den Linkshändern (tendenziell) signifikant höhere Werte als bei rechtshändigen Teilnehmern festgestellt werden. Laut Christman (2014) zeigt sich bei Betrachtung rechts- und linkshändiger Probanden keine Differenz im Sensation Seeking-Verhalten oder in einer der Subskalen. Wright und Hardie (2012) haben gefunden, dass linkshändige Probanden signifikant ängstlicher als Rechtshänder sind. Diese Behauptungen stehen jedoch im Widerspruch mit den in dieser Studie erhaltenen Resultaten, welche ein größeres Risikoverhalten der linkshändigen Testpersonen aufzeigen. Untersuchungen von Roth et al. (2005) zeigen, dass Sensation Seeking-Werte auch mit höherem Einkommen und einer besseren Ausbildung steigen. Diese Resultate können auch in der vorliegenden Forschungsarbeit belegt werden, da die linkshändigen Teilnehmer den höchsten Ausbildungsgrad aller Vergleichsgruppen aufweisen. Das größere Risikoverhalten kann auch auf einem evolutionären Erklärungsansatz basieren. Die ständige Dominanz rechtshändiger Populationen sowie die daraus resultierenden Fitnesskosten der Linkshänder (Faurie et al., 2005) können dazu geführt haben, dass diese sich als Gegenstrategie mit größerer Wahrscheinlichkeit in riskante und abenteuerliche Situationen begeben haben. Zudem behaupten Harburg et al. (1981), dass das Aufwachsen von Linkshändern in einer kulturell rechtshändigen Welt den Auslöser für ausgeprägtere Persönlichkeitsmerkmale darstellt.

In den untersuchten kognitiven Leistungsdimensionen unterscheiden sich die links- und rechtshändigen Untersuchungsgruppen in zwei der drei betrachteten Kategorien deutlich. So weisen die Resultate auf signifikant bessere Kompetenzen der Linkshänder in der Gedächtnisleistung sowie beim logischen Schlussfolgern als bei Rechtshändern hin. Da die

## DISKUSSION

rechte Gehirnhälfte für die Bearbeitung komplexer Muster und die Beurteilung räumlicher Beziehungen zuständig ist (Springer & Deutsch, 1998; De Agostini & Dellatolas, 2001), kann der überwiegende Einsatz der kontralateralen Hand zu einer stärkeren Aktivierung in diesem Bereich führen. Diese Annahmen erklären die besseren Resultate der Linkshänder beim Schlussfolgern. Zudem konnte Witelson bereits 1985 zeigen, dass bei Linkshändern der Corpus callosum größer ist als bei Rechtshändern, welcher laut Christman und Propper (2010) für eine verbesserte Gedächtnisleistung in dieser Händigkeitgruppe verantwortlich ist.

Im Unterschied dazu, zeigt sich bei den verbalen Kompetenzen eine Überlegenheit der Rechtshänder gegenüber den linkshändigen Probanden. Diese in Hypothese H5.1 postulierten Differenzen erreichen jedoch keine statistische Signifikanz. Dennoch sollte das Resultat der Überlegenheit der Rechtshänder in verbalen Bereichen nicht unberücksichtigt bleiben. Rechtshänder weisen trotz eines höheren Alters und eines geringeren Ausbildungslevels - beides Faktoren, die das lexikalische System negativ beeinflussen können (Ruff et al., 1997; Benton et al., 1994) - höhere Durchschnittswerte als die linkshändigen Probanden auf. Ebenso belegen die Ergebnisse von DeAgostini und Dellatolas (2001) einen Nachteil linkshändiger Testpersonen bei verbalen Aufgabenstellungen. Zudem ist neurobiologisch bewiesen, dass die Zentren der Sprache sich in der linken Hemisphäre des Gehirns befinden (Springer & Deutsch, 1998). Die stärkere Aktivierung dieser Regionen durch den häufigeren Einsatz der rechten Hand kann somit die Grundlage der besseren verbalen Kompetenzen bei Rechtshändern darstellen.

Ein zentraler Aspekt dieser Studie bezieht sich auf die Analyse physiologischer, persönlicher und kognitiver Parameter bei Personen, die von der linken auf die rechte Hand umgelernt wurden (H6). Bei Betrachtung der Körpermaße umgelernter Teilnehmer ähneln diese eher jenen der rechtshändigen Probanden. Die Differenzen zu den Linkshändern sind vor allem an den Breiten der Ellbogen sowie den Handgelenksumfängen signifikant. Zudem zeigt sich bei Umgelernten ein homogeneres Verwendungsmuster beider Arme als bei Rechts- oder Linkshändern sowie ein häufigerer Einsatz beider Arme im gleichen Ausmaß. Dennoch überwiegt in dieser Untersuchungsgruppe die Nutzung der linken Seite sowohl bei den Armen als auch bei den Beinen bei verschiedenen Aktivitäten. Die Resultate des Hand-Dominanz-Tests belegen erneut die Sonderstellung dieser Probandengruppe im Vergleich mit rechts- und linkshändigen Testpersonen. Die mit der linken Hand erzielten Ergebnisse entsprechen jenen, die die Linkshänder mit ihrer präferierten Hand erreichen, während die Leistungen der rechten Hand der Umgelernten eher jenen der Rechtshänder mit ihrer

dominanten Hand entsprechen. Die kognitiven Kompetenzen liegen deutlich unter den Durchschnittswerten links- und rechtshändiger Versuchspersonen. Diese Differenzen sind vermutlich auf den geringeren Ausbildungslevel sowie den deutlich höheren Altersdurchschnitt der Gruppe der Umgelernten zurückzuführen. Janowsky et al. (2000) finden in ihren Studien, dass eine erhöhte Fehlerquote bei älteren Personen aufgrund eines schwächeren Arbeitsgedächtnisses zurückgeführt werden kann. Das höhere durchschnittliche Alter der Probandengruppe wirkt sich ebenso auf die durchschnittlich erreichten Werte beim Sensation Seeking aus. Diese liegen deutlich unter den Resultaten der Links- und der Rechtshänder und deuten auf ein geringer ausgeprägtes Risikoverhalten der Gruppe der Umgelernten hin.

Bei der 2D:4D Digit Rate können keine signifikanten Unterschiede zwischen den sechs Vergleichsgruppen (Rechts- vs. Linkshänder nach Schreibhand und Händigkeit-Index, Umgelernte, Beidhändige) vorgefunden werden. Bei Rechts- und Linkshändern sowie Umgelernten liegt ein größerer Zahlenwert der Digit Rate an der linken Hand vor. Die Studien von Beaton et al. (2012; 2011), die eine unterschiedliche Digit Rate bei Recht- und Linkshändern ergeben, können somit nicht bestätigt werden. Beidhändige Untersuchungsteilnehmer besitzen an beiden Händen die gleiche Digit Rate. Bezüglich des Geschlechts zeigt sich ein Unterschied des Zeige- zu Ringfingerlängenverhältnisses an beiden Händen bei Männer und Frauen. Obwohl ein geringeres 2D:4D Verhältnis der Männer im Vergleich zu den Frauen sowohl an der rechten als auch an der linken Hand vorliegt, sind diese Differenzen statistisch nicht signifikant. Diese Daten stützen jedoch die Annahmen von Manning (2002), dass das 2D:4D Verhältnis sexuell dimorph ausgeprägt sein soll.

Neben der Untersuchung der sieben Alternativhypothesen hat die explorative Analyse der Daten weitere wissenschaftlich relevante Ergebnisse zum Forschungsbereich der Händigkeit hervorgebracht. Bei den persönlichen Angaben zur Sexualität liefern Rechtshänder einheitlichere Antworten als linkshändige Probanden, die häufiger eine bi- oder homosexuelle Orientierung angeben. Diese Daten stehen in Einklang mit der Metaanalyse von Lalumiere et al. (2000), welche für ein Überwiegen von Linkshändern unter den Homosexuellen sprechen.

Ebenso können Unterschiede bezüglich des Reproduktionserfolges der Versuchsteilnehmer in den Händigkeitsgruppen festgestellt werden. Während die Kinderanzahl bei umgelernten Probanden doppelt so hoch ist wie bei Rechtshändern, geben Linkshänder eine deutlich

## DISKUSSION

reduziertere sowie beidhändige Testpersonen die geringste durchschnittliche Kinderanzahl an. Im Zusammenhang mit diesen Ergebnissen muss der stark variierende Altersdurchschnitt berücksichtigt werden, wobei vor allem die Gruppe der Umgelernten das höchste Durchschnittsalter aufweist. Gangestad und Yeo (1994) sowie McManus und Bryden (1992) weisen jedoch in ihren Studien ebenfalls auf eine reduzierte Kinderanzahl bei Linkshändern hin.

Der Ausbildungsgrad der untersuchten Gruppen unterscheidet sich deutlich, aber nicht auf signifikantem Niveau. Linkshänder erzielen den höchsten durchschnittlich absolvierten Ausbildungsgrad dicht gefolgt von rechtshändigen Untersuchten. Den Abschluss dieser Reihung nach dem Bildungsniveau bilden die beidhändigen Probanden vor den umgelernten Personen. Ein höherer Ausbildungslevel bei Linkshändern kann eine Grundlage für die von Denny und O'Sullivan (2007) gefundenen höheren Stundenlöhne von linkshändigen Berufstätigen darstellen.

Bezüglich der Bedeutung der Religion scheint diese für die umgelernten Probanden den höchsten Stellenwert aller Vergleichsgruppen zu besitzen, wobei erneut das höhere Durchschnittsalter der Testpersonen bei dieser Einstellungskategorie berücksichtigt werden muss. Für Links- und Rechtshänder kommt der Religion annähernd gleiche Bedeutung zu, während für beidhändige Probanden die religiöse Zugehörigkeit am wenigsten wichtig erscheint.

Die Gruppe der beidhändigen Probanden zeigt in den praktischen Aufgabenstellungen dieser Studie eine ausgeglichene Verwendung der Hände mit Ergebnissen, die jeweils zwischen den Werten der Links- und Rechtshänder liegen. Beim Einsatz der Füße und im technischen Bereich wird zumeist die rechte Seite präferiert, während die linke Hand hauptsächlich bei dynamischen und alltäglichen Handlungen Verwendung findet. Die Überlegenheit der linken Hand in diesen Kategorien ist jedoch vermutlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass die beidhändigen Teilnehmer dieser Studie hauptsächlich mit der linken Hand schreiben. Diese Gegebenheit beeinflusst auch die Resultate beim Hand-Dominanz-Test, bei welchen zwar eine relativ ausgeglichene Leistung feststellbar ist, jedoch mit der linken Hand bessere Leistungen erzielt werden als mit der rechten. Beidhändige Probanden weisen zudem im Vergleich zur rechten Hand der Linkshänder bessere graphomotorische Werte auf dieser Seite auf, was als ein Indiz auf die regelmäßige beidseitige Nutzung der Hände gesehen werden kann. Bei der Erhebung des Sensation Seeking-Verhaltens lassen die Werte der beidhändigen Testpersonen auf ein ähnlich ausgeprägtes

## DISKUSSION

Risikoverhalten wie bei den Linkshändern schließen. Bei diesem Persönlichkeitsmerkmal kommt möglicherweise dem Einfluss der linken Schreibhand Bedeutung zu, die in diesen beiden Probandengruppen überwiegt. Demgegenüber entsprechen die durchschnittlichen Ergebnisse der Gruppe der Beidhändigen bei den kognitiven Aufgabenstellungen eher den Leistungen der Rechtshänder.

Die Klassifizierung aller Teilnehmer beruht auf der Kalkulation des Händigkeit-Index, der sich auch für zukünftige Forschung auf dem Gebiet der Händigkeit empfiehlt. Einerseits ermöglicht dieser Klassifikationsmodus, die Präferenz der Hände als ein Kontinuum zu sehen und erlaubt einen Vergleich Rechts-, Links- sowie Beidhändige in Bezug auf verschiedene Merkmale. Die Resultate dieser Untersuchung belegen eindeutig, dass die Händigkeit einer Person zahlreiche persönliche, kognitive und auch körperliche Charakteristika beeinflussen kann und diese Unterschiede in den nach dem Händigkeit-Index gebildeten Vergleichsgruppen schärfer zutage treten.

Als begrenzend in der Aussagekraft der vorliegenden Untersuchungsergebnisse muss vor allem der stark variierende Altersdurchschnitt in den einzelnen Versuchsgruppen gesehen werden. Dies ist vor allem auf die Tatsache zurückzuführen, dass der Prozess des Umlernens in der heutigen Gesellschaft nicht mehr Anwendung findet und daher nur noch aus älteren Generationen Probanden für diese Gruppe rekrutiert werden können. Demnach sind die Aussagen zu Unterschieden im Risikoverhalten sowie in den kognitiven Leistungsvariablen nur mit eingeschränkter Validität möglich. Für zukünftige Forschungsarbeiten sollte deswegen ein Studiendesign gewählt werden, in dem Versuchsgruppen mit ähnlichem Altersdurchschnitt und adäquatem Ausbildungsgrad verglichen werden, um bildungs- und altersabhängige Störvariablen zu eliminieren. Für weitere Händigkeitsuntersuchungen empfiehlt sich zudem eine replikative Analyse des Sensation Seeking-Verhaltens bei Rechts- und Linkshändern sowie die Analyse weiterer Persönlichkeitsmerkmale, welche potentiell im Zusammenhang mit der Händigkeit stehen.

# LITERATURVERZEICHNIS

---

- Aloisi, A.M. (2007). Geschlecht und Hormone. In: Lautenbacher, S., Güntürkün, O. und Hausmann, M. (Hrsg.). *Gehirn und Geschlecht – Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Mann und Frau*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: the right shift theory*. Erlbaum, London.
- Annett, M. (2002). *Handedness and brain asymmetry: the right shift theory*. Psychology Press, New York.
- Austin, E.J., Manning, J.T., McInroy, K. und Mathews, E. (2002). A preliminary investigation of the associations between personality, cognitive ability and digit ratio. *Personality and Individual Differences*. 33: 1115-1124.
- Bakan, P., Dibb, G. und Reed, P. (1973). Handedness and birth stress. *Neuropsychologia*. 11(3): 363-366.
- Beaton, A.A., Rudling, R., Kissling, C., Taurines, R. und Thome, J. (2011). Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone and handedness. *Laterality*. 16: 136-155.
- Beaton, A.A., Magowan, S.V. und Rudling, N.G. (2012). Does handedness or digit ratio (2D:4D) predict lateralised cognitive ability? *Personality and Individual Differences*. 52: 627-631.
- Beauducel, A. und Brocke, B. (2003). *Sensation Seeking Scale – Form V: Merkmale des Verfahrens und Bemerkungen zur deutschsprachigen Adaption*. In: Roth, M. und Hammelstein, P. (Hrsg.). *Sensation Seeking – Konzeption, Diagnostik und Anwendung*. Hogrefe Verlag, Göttingen.
- Beauducel, A., Strobel, A., und Brocke, B. (2003). Psychometrische Eigenschaften und Normen einer deutschsprachigen Fassung der Sensation Seeking-Skalen, Form V. *Diagnostica*. 49: 61-72.
- Benton, A.L., deHamsher, S.K., & Sivan, A.B. (1994). *Multilingual aphasia examination*. AJA Associates, Iowa City.
- Byrne, R.W., Corp, N. und Byrne, J.M. (2001). Manual dexterity in the gorilla: bimanual and digit role differentiation in a natural task. *Animal Cognition*. 4(3-4): 347-361.
- Campbell, N.A. und Reece, J.B. (2006). *Biologie*. Pearson Studium, München.

## LITERATUR

- Chapelain, A.S. und Hogervorst, E. (2008). Hand preferences for bimanual coordination in 29 bonobos (*Pan paniscus*). *Behavioural Brain Research*. 196(1): 15-29.
- Christman, S. (2014). Individual differences in personality as a function of degree of handedness: Consistent-handers are less sensation seeking, more authoritarian, and more sensitive to disgust. *Laterality*. 19(3): 354-367.
- Christman, S. und Propper, R. (2010). An interhemispheric basis for episodic memory: Effects of handedness and bilateral eye movements. In: G. Davies, D. Wright (Hrsg.). *Current issues in applied memory*. Psychology Press, London.
- Corballis, M.C. (2003). From mouth to hand: Gesture, speech, and the evolution of right-handedness. *Behavioral and Brain Sciences*. 26(2): 199-208.
- Corballis, M.C. (1997). The genetics and evolution of handedness. *Psychological Review*. 104: 714-727.
- Coren, S. (1995). Differences in Divergent Thinking as a Function of Handedness and Sex. *The American Journal of Psychology*. 108(3): 311-325.
- Coren, S. (1993). The Lateral Preference Inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness and earedness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*. 31: 1-3.
- Coren, S. (1992). *Left-hander syndrome: the causes and consequences of left-handedness*. Free Press, New York.
- Coren, S. und Halpern, D.F. (1991). Left-handedness: A marker for decreased survival fitness. *Psychological Bulletin*. 109: 90-106.
- Cuk, T., Leben-Seljak, P. und Stefancic, M. (2001). Lateral asymmetry of human long bones. *Variability and Evolution*. 9: 19-32.
- DeAgostini, M. und Dellatolas, G. (2001). Laterality in Normal Children Ages 3 to 8 and Their Role in Cognitive Performances. *Developmental Neuropsychology*. 20(1): 429-444.
- Denny, K. und O'Sullivan, V. (2007). The economic consequences of being left-handed: some sinister results. *J Hum Resour*. 43: 353-374.
- DeRenzi, E. und Nichelli, P. (1975). Verbal and Non-Verbal Short-Term Memory Impairment Following Hemispheric Damage. *Cortex*. 11(4): 341-354.

## LITERATUR

- Der Duden, Band1: Duden Die deutsche Rechtschreibung. (2004). Bibliographisches Institut, Mannheim.
- Edelmann, Walter (1996). Lernpsychologie. Beltz, Weinheim
- Elias, L.J., Bryden, M.P. und Bulman-Fleming, M.B. (1998). Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*. 36(1): 37-43.
- Evans, D.J., Hoffman, R.G., Kalkhoff, R.K. und Kissabah, A.H. (1983). Relationship of androgenic activity to body fat topography, fat cell morphology and metabolic aberration in premenopausal women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 57: 304-310.
- Fagot, J. und Vauclair, J. (1991). Manual Laterality in Nonhuman Primates: A Distinction Between Handedness and Manual Specialization. *Psychological Bulletin*. 109(1): 76-89.
- Faurie, C., Alvergne, A., Bonenfant, S., Goldberg, M., Herberg, S., Zins, M. und Raymond, M. (2006). Handedness and reproductive success in two large cohorts of French adults. *Evolution and Human Behavior*. 27: 457-472.
- Faurie, C. und Raymond, M. (2005). Handedness, homicide and negative frequency-dependent selection. *Proc. R. Soc. Lond.* 272(1558): 25-28.
- Faurie, C. und Raymond, M. (2004) Handedness frequency over more than ten thousand years. *Proc. R. Soc. Lond.* 271: 43-45.
- Fink, B., Manning, J.T., Neave, N. und Tan, U. (2004). Second to fourth digit ratio and hand skill in Austrian children. *Biol Psychol.* 46: 558-546.
- Fink, B., Neave, N., und 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. *Annals of Human Biology*. 30(6): 728-738.
- Fröhlich, W. (2008). Wörterbuch Psychologie. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- Gallup, A.C., White, D.D. und Gallup, G.G. (2007). Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology and aggression in male college students. *Evolution and Human Behavior*. 28: 423-429.
- Gangestad, S.W. und Yeo, R.A. (1994). Parental handedness and relative hand skill: A test of the developmental instability hypothesis. *Neuropsychology*. 8: 572-578.

## LITERATUR

- Geschwind, N. und Levitsky, W. (1968). Human Brain: Left-Right Asymmetries in Temporal Speech Region. *Science*. 161: 186-187.
- Giedd, J.N., Snell, J.W., Lange, N., Rajapakse, J.C., Casey, B.J., Kozuch, P.L., Vaituzis, A.C., Vauss, Y.C., Hamburger, S.D., Kaysen, D. und Rapoport, J.J. (1996). Quantitative Magnetic Resonance Imaging of Human Brain Development: Ages 4-18. *Cereb. Cortex*. 6(4): 551-559.
- Gillam, L., McDonald, R., Ebling, F.J.P. und Mayhew, T.M. (2008). Human 2D(index) and 4D (ring) finger lengths and ratios: cross-sectional data on linear growth patterns, sexual dimorphism and lateral asymmetry from 4 to 60 years of age. *Journal of Anatomy*. 213: 325-335.
- Goldstein, J.M., Seidman, L.J., Horton, N.J., Makris, N., Kennedy, D.N., Caviness, V.S.Jr., Faraone, S.V. und Tsuang, M.T. (2001). Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by in vivo magnetic resonance imaging. *Cereb Cortex*. 11(6): 490-497.
- Gorsky, R.A. (2002). Hypothalamic Imprinting by Gonadal Steroid Hormones. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 511: 57-73.
- Gorynia I. und Egenter D. (2000). Intermanual coordination in relation to handedness, familial sinistrality and lateral preferences. *Cortex*. 36(1): 1-18.
- Gruber, T. (2011). *Gedächtnis – Lehrbuch Basiswissen Psychologie*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Halpern, D.F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Lawrence Erlbaum Associates Inc., New Jersey
- Harburg, E., Roeper, P., Ozgoren, F. und Feldstein, A.M. (1981). Handedness and temperament. *Perceptual and Motor Skills*. 52: 283-290.
- Harrison, R.M. und Nystrom, P. (2008). Handedness in Captive Bonobos (*Pan paniscus*). *Folio Primatol.* 79: 253-268.
- Hecaen, H. und DeAjuriaguerra, J. (1964). *Left-handedness: Manual superiority and Cerebral Dominance*. Grune and Stratton, New York.
- Hicks, R.A. und Pellegrini, R.J. (1978). Handedness and anxiety. *Cortex*. 14: 119-121.
- Hirnstein, M. und Hausmann, M. (2010). *Neuropsychologie: Kognitive Geschlechtsunterschiede*. In: Steins, G. (Hrsg.). *Handbuch Psychologie und Geschlechterforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

## LITERATUR

- Hönnekopp, J. und Watson, S. (2010). Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand. *American Journal of Human Biology*. 22: 619-630.
- Holloway, R.L., Anderson, P.J., Defendini, R. und Harper, C. (1993). Sexual dimorphism of the human corpus callosum from three independent samples: Relative size of the corpus callosum. *American Journal of Physical Anthropology*. 92(4): 481-498.
- Hopkins, W.D., Wesley, M.J., IZard, M.K., Hook, M. und Schapiro, S.J. (2004). Chimpanzees (*Pan troglodytes*) are predominantly right-handed: replication in three populations of apes. *Behavioral Neuroscience*. 118(3): 659-663.
- Hopkins, W.D. und Cantalupo, C. (2003). Does variation in sample size explain individual differences in hand preferences of chimpanzees (*Pan troglodytes*)? An empirical study and reply to Palmer (2002). *American Journal of Physical Anthropology*. 121: 378-381.
- Howieson, D.B., Holm, L.A., Kaye, J.A., Oken, B.S. und Howieson, J. (1993). Neurologic function in the optimally healthy oldest old. *Neurology*. 10.1212/WNL.43.10.1882
- Jaskulska, E. (2009). Skeletal bilateral asymmetry in a medieval population from Deir an-Naqlun, Egypt. *Bioarchaeology of the Near East*. 3: 17-26.
- Jäncke, L. (2006a). Funktionale Links-rechts-Asymmetrien. In: Karnath, H.O. und Thier, P. *Neuropsychologie*. Springer Verlag, Tübingen.
- Jäncke, L. (2006b). Hirnanatomische Asymmetrien. In: Karnath, H.O. und Thier, P. *Neuropsychologie*. Springer Verlag, Tübingen.
- Janowsky, J.S., Chavez, B. und Orwoll, E. (2000). Sex Steroids Modify Working Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 12(3): 407-414.
- Kampen, D.L. und Sherwin, B.B. (1994). Estrogen use and verbal memory in healthy postmenopausal women. *Obstet Gynecol*. 83: 979-983.
- Kimura, D. (1992). Weibliches und männliches Gehirn. *Spektrum der Wissenschaft*. 11: 104.
- Kleissendorf, B., Jaecks, P. und Stenneken, P. (2008) Quantitative und qualitative Aspekte semantischer Wortflüssigkeit bei Menschen im höheren und hohen Lebensalter mit und ohne Verdacht auf leichte kognitive Beeinträchtigungen. In: Wahl, M., Fritzsche, T., Brandt, O.C., Hanne, S. und Heide, J. (Hrsg.). *Spektrum Patholinguistik (Band 2): Ein Kopf – Zwei Sprachen: Mehrsprachigkeit in Forschung und Therapie*. Universitätsverlag Potsdam, Potsdam.

## LITERATUR

- Knußmann, R. (1988). Anthropologie, Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band I, 1. Teil, Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krombholz, H. (1993). Händigkeit, Körperschema und kognitive und motorische Leistungen im Kindesalter – eine Literaturübersicht. Schweizerische Zeitschrift für Psychologie. 52: 271-286.
- Lalumiere, M.L., Blanchard, R. und Zucker, K.J. (2000). Sexual orientation and handedness in men and women: A meta-analysis. Psychological Bulletin. 126(4): 575-592.
- Lamplmayr, O. und Kryspin-Exner, I. (2011). Gender-Aspekte in der Neuropsychologie: neuronale, kognitive und emotionale Geschlechtsunterschiede. In: Lehrner, J., Pusswald, G., Fertl, E., Strubreither, W. und Kryspin-Exner, I. (Hrsg.). Klinische Neuropsychologie. Springer Verlag, Wien.
- Landsdell, H. (1962). A sex difference in effect of temporallobe neurosurgery on design preference. Nature. 4831(194): 852-854.
- Lansky, L.M., Feinstein, H. und Peterson, J.M. (1988). Demography of handedness in two samples of randomly selected adults (N=2083). Neuropsychologia. 26(3): 465-477.
- Latimer, H.B. und Lowrance, E.W. (1965). Bilateral asymmetry in weight and in length of human bones. The anatomical Record. 152: 217-224.
- Lazenby, R.A., Cooper, D.M.L, Angus, S. und Hallgrímsson, B. (2008). Articular constraint, handedness and directional asymmetry in the human second metacarpal. Journal of Human Evolution. 54: 875-885.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. Nature. 224: 614-615.
- Lezak, M.D. (1995). Neuropsychological assesment. Oxford University Press, Oxford.
- Llaurens, V., Raymond, M. und Faurie, C. (2009). Why are some people left-handed? An evolutionary perspective. Phil Trans R Soc Lond. 364:881-894.
- Lonsdorf, E.V. und Hopkins, W.D. (2005). Wild chimpanzees show population-level handedness for tool use. PNAS. 102(35): 12634-12638.
- Loonstra, A.S., Tarlow, A.R., Sellers, A.H. (2001). COWAT metanorms across age, education and gender. Appl Neuropsychol. 8(3):161-166.

## LITERATUR

- MacNeilage, P.F. (1991). The "Postural Origins" Theory of Primate Neurobiological Asymmetries. In: Krasnegor, N.A., Rumbaugh, D.M., Schiefelbusch, R.L. und Studdert-Kennedy, M (Hrsg.). *Biological and Behavioral Determinants of Language Development*. Lawrence Erlbaum Associates Inc., New Jersey
- Manning, J.T., Scutt, D., Wilson, J. und 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., Trivers, R.L., Thornhill, R. und Singh, D. (2000). The 2nd:4th digit ratio and asymmetry of hand performane in Jamaican children. *Laterality.* 5(2): 121-132.
- Manning, J.T. (2002). *Digit Ratio: a Pointer to Fertility, Behaviour and Health*. Rutgers University Press, New Jersey.
- Marchant, L.F. und McGrew, W.C. (2007). Ant fishing by wild chimpanzees is not lateralised. *Primates.* 48(1): 22-26.
- Marschik, P.B., Einspieler, C., Strohmeier, A., Garzarolli, B. und Prechtel, H.F.R. (2007). A longitudinal study on hand use while building a tower. *Laterality.* 12: 356-363.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M. und Rogers, S. (1985). Grip and pinch strength: Normative data for adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 66: 69-74.
- McGrew, W.C. und Marchant, L.F. (1997). On the other hand: Current issues in and meta-analysis of the behavioral laterality of hand function in non-human primates. *Yearbook of Physical Anthopology.* 40: 201-232.
- McKeever, W.F. (2000). A new family handedness sample with findings consistent with X-linked transmission. *British Journal of Psychology.* 91: 21-39.
- McManus, I.C., Moore, J., Freegard, M. und Rawles, R. (2010). Science in the Making: Right Hand, Left Hand. III: Estimating historical rates of left-handedness. *Laterality.* 15(1-2): 186-208.
- McManus, I.C. und Bryden, M.P. (1992). The genetics of handedness, cerebral dominance and lateralization. In Rapin, I. und Segalowitz, S.J. (Hrsg.). *Handbook of Neuropsychology*. Elsevier, Amsterdam.
- McManus, I.C. (1991). The inheritance of left - handedness. In G. R. Bock & J. Marsh (Hrsg.). *Biological asymmetry and handedness*. John Wiley & Sons, Chichester.

## LITERATUR

- Medland, S.E., Duffy, D.L., Wright, M.J., Geffen, G.M., Hay, D.A., Levy, F., van-Beijsterveldt, C.E.M., Willimsen, 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. und Boomsma, D.I. (2009). Genetic influences on handedness: data from 25,732 Australian and Dutch twin families. *Neuropsychologia*. 47: 33-337.
- Metzler, P., Voshage, J. und Rösler, P. (2010). *Berliner Amnesie Test (BAT)*. Hogrefe Verlag, Göttingen.
- Miller, E. (1984). Verbal fluency as a measure of verbal intelligence and in relation to different types of cerebral pathology. *British Journal of Clinical Psychology*. 23: 53-57.
- Müller, A. und Huber, M. (2003). Sensation Seeking – Konzeptbildung und -entwicklung. In: Roth, M. und Hammelstein, P. (Hrsg.). *Sensation Seeking – Konzeption, Diagnostik und Anwendung*. Hogrefe Verlag, Göttingen.
- Olsson, B. und Rett, A. (1989). *Linkshändigkeit*. Huber, Bern.
- Phelps, V.R. (1952). Relative index finger length as a sex-influenced trait in man. *American Journal of Human Genetics*. 4: 72-89.
- Peters, M. (1988). Footedness: Asymmetries in Foot Preference and Skill and Neuropsychological Assessment of Foot Movement. *Psychological Bulletin*. 103(2):179-192.
- Peters, M., Reimers, S., und 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 and Cognition*. 62(2): 177-189.
- Petersen, P, Petrick, M., Connor, H. und Conklin, D. (1989). Grip strength and hand dominance: Challenging the 10% rule. *American Journal of Occupational Therapy*. 43: 444-447.
- Pickering, T.R. und Hensley-Marschand, B. (2008). Cutmarks and hominid handedness. *Journal of Archaeological Science*. 35(2): 310-315.
- Polemikos, N. und Papaeliou, C. (2000). Sidedness Preference as an Index of Organization of Laterality. *Perceptual and Motor Skills*. 91: 1083-1090.

## LITERATUR

- Prichard, E., Propper, R.E. und Christman, S.D. (2013). Degree of handedness, but not direction, is a systematic predictor of cognitive performance. *Frontiers in psychology*. 4(9): 1-6.
- Pritzel, M., Brand, B. und Markowitsch, H.J. (2003). *Gehirn und Verhalten – Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie*. Spektrum Verlag, Heidelberg.
- Pritzel, M. (2006). Händigkeit. In: Karnath, H.O. und Thier, P. *Neuropsychologie*. Springer Verlag, Tübingen.
- Pruckner, B. (2007). *Die linke und rechte Gehirnhälfte*. Domendos consulting GmbH, Wien.
- Putz, D., Gaulin, S., Sporter, R. und McBurney, D. (2004). Sex hormones and finger length what does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*. 25: 182-199.
- Raymond, M. und Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? *Laterality*. 9(1): 35-51.
- Roth, M., Schumacher, J. und Brähler, E. (2005). Sensation seeking in the community: Sex, age and sociodemographic comparisons on a representative German population. *Personality and Individual Differences*. 39: 1261-1271.
- Rubner, J. (1996). *Was Frauen und Männer so im Kopf haben*. Dtv Verlag, München.
- Ruff, R.M., Light, R.H., Parker, S.B. und Levin, H.S. (1997). The Psychological Construct of Word Fluency. *Brain and Language*. 57: 394-405.
- Sanders, W. (1998). Zu ahd lenka 'die Linke' im >Abrogans<. In: Splett, J. *Lingua Germanica. Studien zur Deutschen Philologie*. Waxmann Verlag GmbH, Münster.
- Satz, P. (1972). Pathological left-handedness: An explanatory model. *Cortex*. 8: 121-137.
- Savage-Rumbaugh, E.S. (1986). *Ape language: From conditioned response to symbol*. Animal intelligence. Columbia University Press, New York.
- Schneider, F. und Fink, G.R. (2006). *Funktionelle Mrt in Psychiatrie und Neurologie*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Shallice, T. und Vallar, G. (1990). The functional architecture of auditory-verbal (phonological) short-term memory and its neural correlates. In: Vallar, G. und Shallice, T. (Hrsg.). *Neuropsychological impairments of short-term memory*. Cambridge University Press, New York.

## LITERATUR

- Shipman, P. und Rose, J. (1983). Early hominid hunting, butchering, and carcass-processing behaviors: Approaches to the fossil record. *Journal of Anthropological Archaeology*. 2(1): 57-98.
- Smith, L.G. (1917). A brief survey of right- and left-handedness. *Pedagogical Seminary*. 24: 19-35.
- Springer, S.P. und Deutsch, G. (1998). *Linkes Rechtes Gehirn*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Steingrüber, H.-J. und Lienert, G.A. (1971). *Hand-Dominanz-Test H-D-T*. Verlag für Psychologie, Dr. C.J. Hogrefe, Göttingen.
- Sternberg, R.J. (1996). *Cognitive psychology*. Harcourt Brace College Publications, Texas.
- Sternberg, R.J. (1997). *Intelligence, heredity, and environment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Thurstone, L.L. (1938). *Primary mental abilities*. Psychometric Monographs.
- Thurstone, L.L. und Thurstone, T.G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. University of Chicago press.
- Troyer, A.K. und Moscovitch, M. (2006). Cognitive processes of verbal fluency tasks. In: Poreh, A.M. (Hrsg.). *The Quantified Process Approach to Neuropsychological Assessment*. Taylor & Francis, Hove.
- von Aster, M., Neubauer, A. und Horn, R. (2006). *Wechsler Intelligenztest für Erwachsene*. Harcourt Test Services.
- Wang, Z. und Newell, K.M. (2013). Footedness exploited as a function of postural task asymmetry. *Laterality*. 18(3): 303-318.
- Warkentin, S., Risberg, J., Nilsson, A., Karlson, S. und Graae, E. (1991). Cortical activity during speech production: A study of regional cerebral blood flow in normal subjects performing a word fluency task. *Neuropsychiatry, Neuropsychol Behav Neurol*. 4(4): 305-316.
- Warren, D.M., Stern, M., Duggirala, R., Dyer, T.D. und Almasy, L. (2012). Heritability and linkage analysis of hand, foot and eye preference in Mexican Americans. *Laterality*. 11: 508-524.
- Wason, P. and Johnson-Laird, P. (1972). *Psychology of Reasoning: Structure and Content*. Harvard University Press, Cambridge.

## LITERATUR

- Wehr, M. und Weinmann, M. (1999). Die Hand – Werkzeug des Geistes. Spektrum Verlag, Berlin.
- Westergaard, G.C., Kuhn, H.E. und Suomi, S.J. (1998). Bipedal posture and hand preference in humans and other primates. *J Comp Psychol.* 112(1): 55-64.
- Witelson, S. F. (1985). The brain connection: The corpus callosum is larger in left-handers. *Science.* 229: 665-668.
- Wright, L. (2005). Response style differences between left- and right-handed individuals. PhD thesis: University of Abertay, Dundee, UK.
- Wright, L. und Hardie, S.M. (2012). Are left-handers really more anxious? *Laterality.* 17(5): 629-642.
- Zhao, D., Yu, K., Zhang, X. und Zheng, L. (2013). Digit Ratio (2D:4D) and Handgrip Strength in Hani Ethnicity. [10.1371/journal.pone.0077958](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077958)
- Zimbardo, P.G. und Gerrig, R.J. (2004). *Psychologie.* Springer Verlag, Berlin
- Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior.* Washington, DC: American Psychological Association.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Zuckerman, M., Eysenck, S.B.G. und Eysenck, H.J. (1978). Sensation seeking in England and America: cross-cultural, age, and sex comparisons. *Journal of Consulting and Clinical Psychology.* 46: 139-149

# ANHANG

---

## FRAGEBOGEN

### WÖRTER MERKEN

Auf diesen Kärtchen stehen 20 Wörter, die sie sich einprägen sollen. Sie haben jetzt 2 Minuten Zeit, um sich damit zu befassen. Danach versuchen sie bitte, so viele Wörter wie möglich wiederzugeben. Die Reihenfolge der Wörter spielt dann keine Rolle.

Die Zeit ist jetzt um. Bitte nennen sie alle Wörter, die sie noch wissen.

**--> 30 Minuten später:**

Vor einer halben Stunde habe ich sie gebeten sich 20 Wörter zu merken. Können sie mir jene Wörter, welche sie sich bis jetzt gemerkt haben bitte nochmals aufsagen?

#### **Begriffe:**

BANK – BETT – BLUME – BRÜCKE - GLOCKE – HAMMER - HAUS – HUT - KATZE –  
KUCHEN - MESSER – NACHT - NADEL - SALZ - SCHIFF- SONNE – TASSE - TISCH-  
WALD - WIND

# ANHANG

## BUCHSTABEN ZAHLEN FOLGE

### Anleitung:

Ich lese Ihnen jetzt verschiedene Zahlen und Buchstaben vor. Ich möchte, dass sie anschließend zunächst die Zahlen wiederholen und zwar nach Größe geordnet, wobei sie mit der kleinsten Zahl beginnen sollen. Anschließend wiederholen sie bitte die Buchstaben und zwar in alphabetischer Reihenfolge. Wenn ich beispielsweise B7 sage, dann müssen sie zuerst die Zahl sagen (7) und dann den Buchstaben B. Wenn ich sage 9 C 3 dann sollten sie antworten 3 9, C. Zunächst ein paar Übungsaufgaben: 6 F, G4, 3W5, T7L, 1JA

### Punkte und Aufgaben:

Versuch	Aufgabe	OK	Punkte
1. Versuch	L 2		
2. Versuch	6 P		
3. Versuch	B 5		
1. Versuch	F 7 L		
2. Versuch	R 4 D		
3. Versuch	H 1 8		
1. Versuch	T 9 A 3		
2. Versuch	V 1 J 5		
3. Versuch	7 N 4 L		
1. Versuch	8 D 6 G 1		
2. Versuch	K 2 C 7 S		
3. Versuch	5 P 3 Y 9		
1. Versuch	M 4 E 7 Q 2		
2. Versuch	W 8 H 5 F 3		
3. Versuch	6 G 9 A 2 S		
1. Versuch	R 3 B 4 Z 1 C		
2. Versuch	5 T 9 J 2 X 7		
3. Versuch	E 1 H 8 R 4 D		
1. Versuch	5 H 9 S 2 N 6 A		
2. Versuch	D 1 R 9 B 4 K 3		
3. Versuch	7 M 2 T 6 F 1 Z		

## ANHANG

### HÄNDIGKEIT UND FÜßIGKEIT BESTIMMEN

#### Anleitung:

Die Gegenstände auf dem Tisch sind alltäglich verwendete Dinge. Sie sollen diese Gegenstände hinzunehmen und die beschriebene Aktivität imitieren z.B. wenn ich das Zähne putzen erwähne, so sollen Sie die zur Verfügung gestellte Zahnbürste in die Hand nehmen und so tun, als würden sie selbst die Zähne putzen. Wenn sie die Aufgabenstellung verstanden haben, dann legen wir los:

#### Punktebewertung:

Aktivität	rechts	links	beide	was wo?
Türschnalle betätigen				
Zähne putzen				
Bürste verwenden				
Fleck weg wischen				
T-Shirt anziehen				
Milch öffnen				Packung:                      Verschluss:
Milch gießen				
Löffel verwenden				
Bleistift spitzen				Spitzer:                      Stift:
Liste schreiben				
Einkauf ausräumen				
Hocker steigen				
Wäsche bügeln				
Telefonieren				
Türme bauen				
Auf einem Bein springen				
Bälle werfen				
Tore schießen				
Kreisel spielen				
Perlen auffädeln				Perle:                      Faden:
Ausschneiden der Vorlagen				
Besen und Schaufel				Besen:                      Schaufel:
Streichholz anzünden				Holz:                      Schachtel:
Maus bedienen				
Licht aufdrehen				
Fernbedienung in die Hand				
Beine übereinander schlagen				oben:

## ANHANG

### REDEFLUSS

Für die nächste Aufgabe schreiben sie bitte **so viele Wörter in einer Minute auf, die mit einem bestimmten Buchstaben beginnen, den ich ihnen gleich sagen werde.** Bitte verwenden sie keine Eigennamen und Orte, und versuchen sie möglichst verschiedene Wörter zu finden z.B. beim Buchstaben M nicht massieren und Massage.

DER HEUTIGE BUCHSTABE LAUTET F!

Und nun haben **sie 1.5 Min Zeit** um aus dem Wort WINTERREIFEN so viele neue und kürzere Wörter aus dem vorgegebenen Begriff zu bilden wie sie finden. Bitte notieren Sie diese.

ANHANG

MATRIZEN TEST

**Anleitung:**

Ich zeige Ihnen jetzt einige Bilder. Bei jedem Bild fehlt ein Teil. Schauen sie sich die Bildteile bitte sorgfältig an und wählen sie aus den fünf Lösungsbeispielen dasjenige Muster aus, das in das freie Feld gehört.

**Punktevergabe:**

Aufgabe	Lösung	Punkte	Aufgabe	Lösung	Punkte
2	1 2 <b>3</b> 4 5		15	1 <b>2</b> 3 4 5	
3	1 <b>2</b> 3 4 5		16	1 <b>2</b> 3 4 5	
→ 4	1 <b>2</b> 3 4 5		17	<b>1</b> 2 3 4 5	
5	1 2 <b>3</b> 4 5		18	1 2 3 4 <b>5</b>	
6	<b>1</b> 2 3 4 5		19	1 2 <b>3</b> 4 5	
7	1 2 3 4 <b>5</b>		20	1 2 3 <b>4</b> 5	
8	<b>1</b> 2 3 4 5		21	1 2 <b>3</b> 4 5	
9	1 <b>2</b> 3 4 5		22	1 2 <b>3</b> 4 5	
10	1 2 3 <b>4</b> 5		23	1 <b>2</b> 3 4 5	
11	1 2 3 4 <b>5</b>		24	<b>1</b> 2 3 4 5	
12	<b>1</b> 2 3 4 5		25	1 <b>2</b> 3 4 5	
13	1 2 3 <b>4</b> 5		26	1 2 3 4 <b>5</b>	
14	1 2 <b>3</b> 4 5			<b>GESAMT</b>	

## ANHANG

### HAND DOMINANZ TEST

Bei diesem Teil sollen sie folgende Aufgaben lösen: Spurennachzeichnen und Kreispunktieren. Wenn sie Rechtshänder sind zuerst mit der rechten, und anschließend mit ihrer linken Hand. Pro Bild stehen 20 Sekunden zu Verfügung.

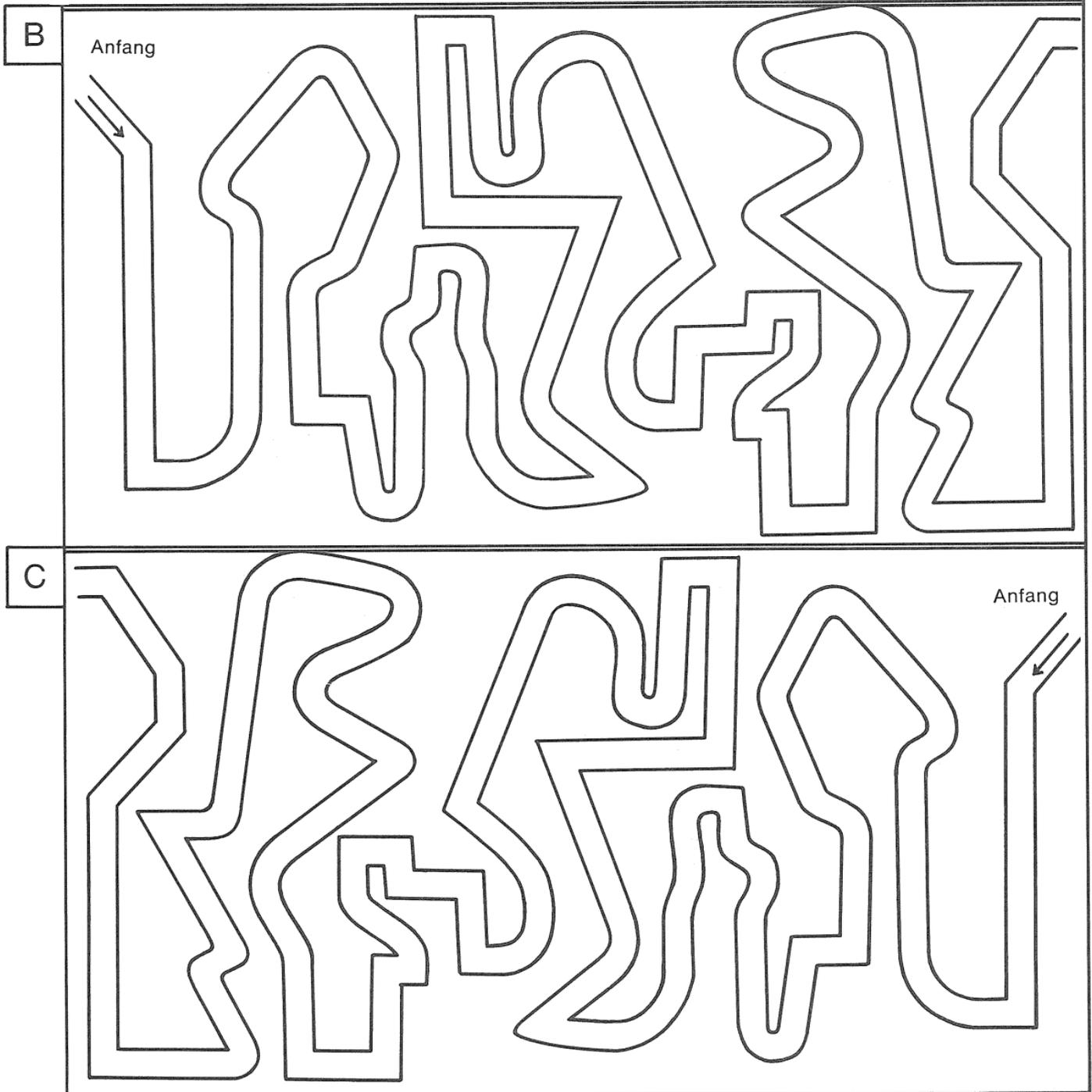
#### **SPUREN NACHZEICHNEN**

Beim Spurennachzeichnen, sollen sie versuchen mit einem Bleistift in der vorgezeichneten Schlangenlinie nachzufahren, ohne dabei die Linien zu berühren.

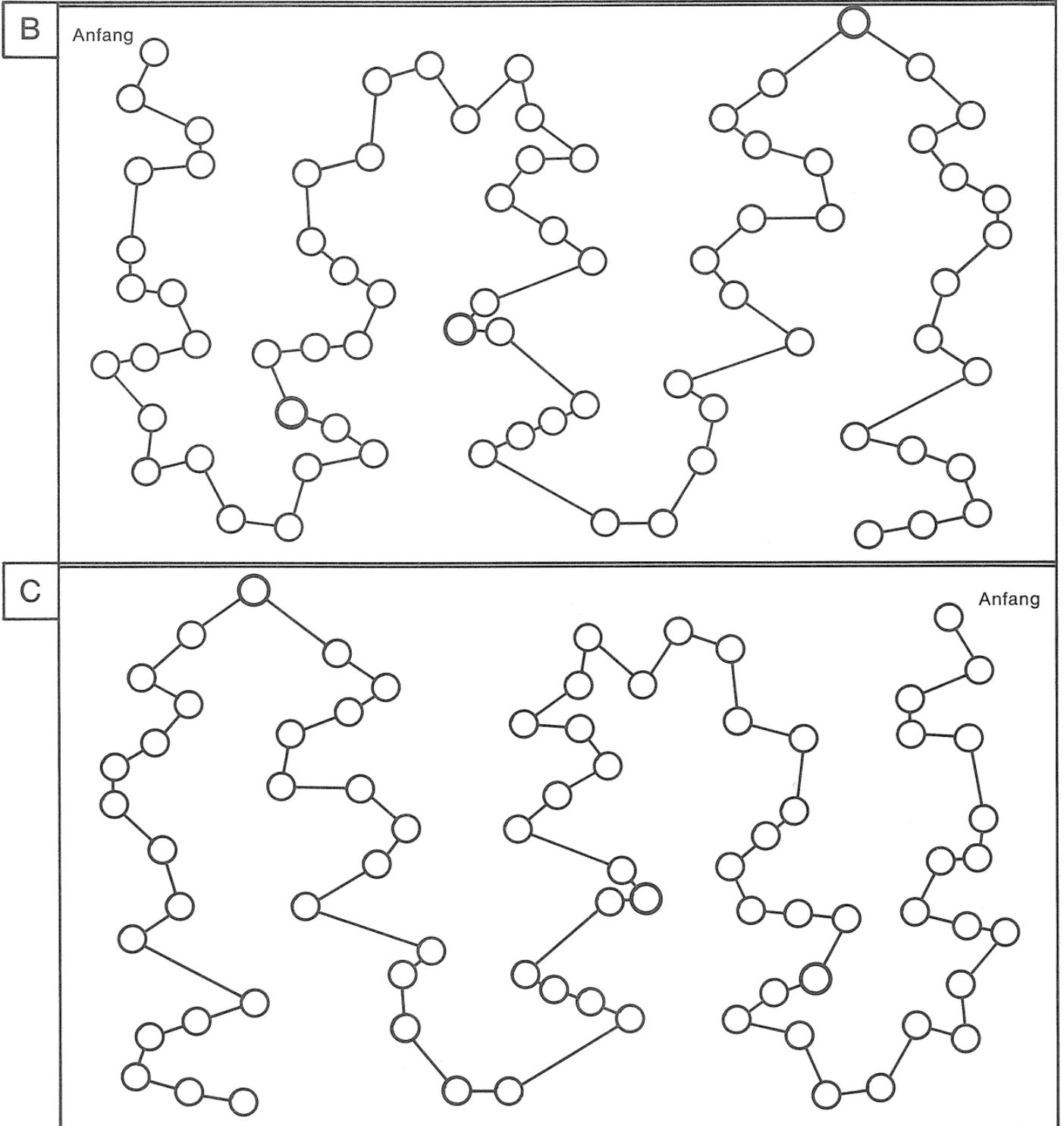
#### **KREISEPUNKTIEREN**

Beim Kreispunktieren sollen Sie mit einem Stift in die vorgegebenen Kreise Punkte setzen.

Spurennachzeichnen



Kreisepunktieren



## ANHANG

### SPRACHANALOGIEN

Im Nachfolgenden werden sie gebeten einen Vergleich zu vervollständigen. Dazu sollen sie aus fünf Auswahlmöglichkeiten die richtige Antwort wählen. Bei der Frage „Ein Boot verhält sich zu Wasser, wie ein Flugzeug zu:“ zum Beispiel mit den Antworten „Sonne, Boden, Wasser, Himmel, Baum“ lautet die korrekte Antwort Himmel, da hier nach dem Ort der Fortbewegung gesucht wird. **Welcher der fünf Begriffe vervollständigt die angeführten Vergleiche am besten? Bitte ringeln sich ihre korrekte Antwort ein.**

- 1) Kreis verhält sich zu Kugel wie 2D zu:  
2E    4C    5E    R2    3D
- 2) Obst verhält sich zu Gemüse wie Fisch zu:  
Nahrung      Fleisch      Früchte      Essen      Wurst
- 3) Brüder verhalten sich zu Neffen wie Schwestern zu:  
Nichten      Onkel      Tante      Schwägerin      Oma
- 4) Hund verhält sich zu Welpen wie Pflanze zu:  
Setzling      Rosette      Blätter      Stängel      Dornen
- 5) Zeitung verhält sich zu Journalist wie Pelz zu:  
Boutique      Protest      Kürschner      Luxus      Verkäufer
- 6) Milch verhält sich zu Glas wie Brief zu:  
Briefmarke      Stift      Briefumschlag      Buch      Post
- 7) Leben verhält sich zu Nebel wie 5232 zu:  
2523      3252      2325      3225      5223
- 8) Baum verhält sich zu Boden wie Schornstein zu:  
Rauch      Ziegelstein      Himmel      Garage      Haus
- 9) BAABBAB verhält sich zu 2112212 wie BABAABAB zu:  
12122121      12122212      21211121      21211212      21212112
- 10) Ein Projektil verhält sich zu einer Pistole wie eine Kugel zu einem/einer:  
Schläger      Steinschleuder      Kanone      Billardqueue      Katapult
- 11) Gürtel steht zu Schnalle wie ein Schuh zu:  
Socken      Zehen      Fuß      Schnürsenkel      Sohle
- 12) Ein Finger verhält sich zu einer Hand, wie ein Blatt zu einem/einer:  
Baum      Ast      Blüte      Zweig      Rinde
- 13) Fuß steht im gleichen Verhältnis zu Knie wie Hand zu:  
Finger      Ellbogen      Zeh      Bein      Arm
- 14) Wasser verhält sich zu Eiswürfeln wie Milch zu:  
Honig      Käse      Cornflakes      Kaffee      Kekse

## ANHANG

### SENSATION SEEKING BEFRAGUNG

**Anleitung:**

Diese ist eine simple Befragung, bei der sie zwei Auswahlmöglichkeiten erhalten. Bitte lesen sie zuerst beide Aussagen durch, entscheiden sie anschließend, welche der Aussagen am ehesten für sie zutrifft und haken sie besagte Antwort an oder machen sie ein Kreuz links oder rechts von der zutreffenden Aussage. Es kann natürlich auch vorkommen, dass keine der beiden Aussagen auf sie zutrifft oder auch beide stimmen – versuchen sie dennoch, immer eine der beiden Antwortalternativen auszuwählen.

ANHANG

<b>Aussage A</b>		<b>Aussage B</b>	
	Ich mag wilde und zügellose Parties.	Ich bevorzuge ruhige Parties mit guter Konversation.	
	Es gibt Filme, die ich mir auch ein zweites oder drittes Mal ansehen würde.	Meistens langweilt es mich, Filmwiederholungen zu sehen.	
	Ich wünsche mir oft, ich könnte ein Bergsteiger sein.	Ich kann Menschen, die ihren Hals beim Bergsteigen riskieren, nicht verstehen.	
	Körpergerüche finde ich unangenehm.	Manche Körpergerüche rieche ich gern.	
	Es langweilt mich, ständig dieselben Gesichter zu sehen.	Ich mag die angenehme Vertrautheit der Menschen, mit denen ich täglich zu tun habe.	
	Ich erkunde gerne eine fremde Stadt, auch wenn ich mich verirren könnte.	An Orten, die ich nicht gut kenne, versuche ich, mich einer Reisegruppe anzuschließen.	
	Ich mag keine Leute, die Dinge tun oder sagen, die andere schockieren oder verletzen.	Wenn man bei jemandem fast alles vorhersagen kann, was er tun oder sagen wird, muss er ein langweiliger Mensch sein.	
	In der Regel begeistert es mich nicht, einen Film oder ein Spiel zu sehen, bei dem ich sagen kann, was als nächstes passieren wird.	Es macht mir nichts aus, einen Film oder ein Spiel zu sehen, bei dem ich vorhersagen kann, was als nächstes passieren wird.	
	Ich habe schon einmal Marihuana/Haschisch geraucht, oder würde es gern tun.	Ich würde niemals Marihuana/Haschisch rauchen.	
	Ich würde keine Drogen nehmen, die unbekannte oder gefährliche Reaktionen in mir auslösen.	Ich würde gern einmal eine der Drogen probieren die Halluzinationen hervorrufen z.B. LSD.	
	Eine vernünftige Person vermeidet Aktivitäten, die gefährlich sind.	Ich mache manchmal gern Dinge, die ein bisschen angsteinflößend sind.	
	Ich mag keine Menschen, die zu lockere Ansichten über Sex haben.	ich bin gern in Gesellschaft unverklemmter Leute.	
	Rauschmittel bewirken, dass ich mich unwohl fühle.	Ich bin gern im Rauschzustand (durch Alkohol oder eine andere Droge).	
	Ich mag scharf gewürzte, fremdländische Speisen.	Scharfe, ungewohnte Gerichte esse ich nicht so gern.	
	Ich schaue mir gern die Erinnerungsfotos von Bekannten an.	Erinnerungsfotos andere Leute langweilen mich.	
	Ich würde gern lernen, Wasserski zu laufen.	Ich möchte nicht gern lernen, Wasserski zu laufen.	
	Ich würde gern versuchen zu surfen.	Ich würde nicht gern versuchen zu surfen.	
	Wenn ich Urlaub mache, fahre ich einfach los, halte dort an, wo es mir gefällt, und bleibe, solange ich Lust habe.	Wenn ich auf Reisen gehe, möchte ich meine Route und meinen Zeitplan ziemlich genau planen.	
	Ich bevorzuge bodenständige Leute als Freunde	Ich würde gern Freundschaft mit Leuten schließen, die als ausgefallen gelten, wie etwa Künstler, Hippies, usw.	
	Ich möchte nicht gern lernen, ein Flugzeug zu fliegen.	Ich würde gern lernen, ein Flugzeug zu fliegen.	
	Tauchen ist nichts für mich.	Ich würde gern einmal Tiefseetauchen.	
	Es macht mir nichts aus, Homosexuelle kennenzulernen.	Es ist mir unangenehm, Homosexuelle kennenzulernen.	
	Ich würde gern einmal versuchen, Fallschirm zu springen.	Ich würde nie aus einem Flugzeug springen, ob mit oder ohne Fallschirm.	
	Ich mag am liebsten Freunde, deren Verhalten ich manchmal schwer vorhersagen kann.	Ich bevorzuge Freunde, die berechenbar sind.	

## ANHANG

<b>BITTE WENDEN</b>			
	Ich bin nicht an Erfahrungen um ihrer selbst willen interessiert.	Ich liebe neue und aufregende Erfahrungen, auch wenn sie manchmal etwas unkonventionell oder illegal sind.	
	Gute Kunst ist klar, symmetrisch in der Form und harmonisch in den Farben.	Ich entdecke oft Schönheit in den kontrastreichen Farben und ausgefallenen Formen der modernen Malerei.	
	Ich verbringe gern Zeit in der vertrauten Umgebung zu Hause.	Ich werde sehr unruhig, wenn ich für bestimmte Zeit zu Hause bleiben muss.	
	Ich würde gern einmal von einem hohen Sprungturm springen.	Ich habe Angst, von hohen Sprungtürmen zu springen.	
	Ich verabrede mich gern mit Menschen des anderen Geschlechts, die ich körperlich attraktiv finde.	Ich treffe mich gern mit Menschen des anderen Geschlechts, die meine Wertvorstellungen teilen.	
	Exzessives Trinken ruiniert gewöhnlich eine Party, weil einige Leute laut und lärmend werden.	Gefüllte Gläser garantieren ein gelungenes Fest.	
	Überdrehte Menschen nerven mich.	Ich kann Langeweiler nicht ausstehen.	
	Jeder Mensch sollte möglichst viele sexuelle Erfahrungen sammeln.	Ich finde, man kann mit einem oder wenigen Partnern ausreichend sexuelle Erfahrungen machen.	
	Selbst wenn ich genug Geld hätte, würde ich mich nicht mit Leuten zusammen tun, die das Leben eines Jetsetters führen.	Ich könnte mir vorstellen, dass mir das Leben eines Jetsetters Spaß machen würde.	
	Ich mag witzige und geistreiche Menschen, auch wenn sie manchmal auf Kosten anderer Witze machen.	Ich mag Leute nicht, die ihren Spaß auf Kosten der Gefühle anderer haben.	
	Es ist mir unangenehm so viele Sexszenen in Filmen zu sehen.	Ich kann von Sexszenen gar nicht genug bekommen.	
	Ich fühle mich nach einigen Gläschen Alkohol am wohlsten.	Bei Leuten, die Alkohol brauchen, um sich wohl zu fühlen, ist etwas nicht in Ordnung.	
	Menschen sollten sich entsprechend gewissen Standards bezüglich Geschmack und Stil kleiden.	Jeder Mensch sollte sich so anziehen, wie es ihm gefällt.	
	Weite Entfernungen in einem Segelboot zu segeln, ist großer Leichtsinn.	Ich würde gern mit einem kleinen, aber seetüchtigen Boot über eine weite Strecke segeln.	
	Ich habe mit dummen und langweiligen Menschen keine Geduld.	Ich finde an fast allen Personen etwas interessant.	
	Einen hohen Berg mit Skiern hinunter zu fahren, ist ein guter Weg, um auf Krücken zu enden.	Es macht mir Spaß, eine schnelle Skiabfahrt von einem hohen Berg zu machen.	

ANHANG

PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

Bitte machen Sie nun ein paar Angaben zu ihrer Person! Füllen sie dazu die Fragen aus. Sollte bei diesen etwas unklar sein, so fragen sie bitte nach. Die Fragebögen werden anonym behandelt.

- 1) Alter: \_\_\_\_\_
- 2) Geschlecht: \_\_\_\_\_
- 3) Geburtsland: \_\_\_\_\_
- 4) Herkunftsland der Eltern: \_\_\_\_\_
- 5) Sind Sie  Bisexuell  Heterosexuell  Homosexuell  Keine der Möglichkeiten
- 6) Familienstand:  Verheiratet  Alleinstehend  Partnerschaft  Getrennt / Geschieden  
 Verwitwet  Verwitwet, verheiratet  Geschieden, verheiratet
- 7) Haben sie Kinder  Ja  Nein wenn Ja, wie viele: \_\_\_\_\_
- 8) Haben sie Enkelkinder  Ja  Nein wenn Ja, wie viele: \_\_\_\_\_
- 9) Höchste **abgeschlossene** Ausbildung:  Pflichtschule  Lehre/Berufsausbildung  
 Allgemein-/Berufsbildende höhere Schule mit Matura  
 Fachhochschulstudium  
 Universitätsstudium
- 10) Derzeitiger Beruf: \_\_\_\_\_
- 11) Gibt es Linkshänder in ihrer Familie:  Ja  Nein  
Wenn Ja, wie viele und in welchem Verwandtschaftsverhältnis stehen sie zu diesen:  
\_\_\_\_\_
- 12) Sind Sie früher umgelernt worden:  Ja  Nein

**BITTE WENDEN**

ANHANG

13) Hatten Sie Verletzungen (Brüche, Verstauchungen) oder Operationen an ihren Armen?

Ja

Nein

Wenn Ja, wo genau und welche Art der Verletzung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14) Hatten Sie Verletzungen (Brüche, Verstauchungen) oder Operationen an ihren Beinen?

Ja

Nein

Wenn Ja, wo genau und welche Art der Verletzung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15) Ihre Religionszugehörigkeit: \_\_\_\_\_

Wie wichtig ist Ihnen diese:

sehr wichtig

wichtig

eher wichtig

eher unwichtig

unwichtig

sehr unwichtig

16) Nehmen Sie regelmäßig Hormonpräparate ein?

Ja

Nein

Wenn Ja, welche: \_\_\_\_\_

17) Haben Sie Arthrose an Armen oder Beinen?

Ja

Nein

Wenn Ja, wo genau: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ANHANG

SOMATOMETRIE

<b>Maße</b>	<b>Messwert 1</b>	<b>Messwert 2</b>
Körperhöhe		
Handlänge rechts		
Handlänge links		
Handbreite rechts		
Handbreite links		
Ellenbogenbreite rechts		
Ellenbogenbreite links		
Gr. Umfang Unterarm rechts		
Gr. Umfang Unterarm links		
Gr. Umfang Oberarm rechts hängend angespannt		
Gr. Umfang Oberarm links hängend angespannt		
Handgelenksumfang rechts		
Handgelenksumfang links		
Halsumfang		
Bauchumfang		
Taillenumfang		
Hüftumfang		
2D links 2D rechts		
4D links 4D rechts		
Handkraft rechts		
Handkraft links		

ANHANG

LISTE DER BERUFE

Schreibhand links

Beruf <sup>a</sup>				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Angestellter	4	8,3	8,3	8,3
Arbeitslos	3	6,3	6,3	14,6
Arzt	1	2,1	2,1	16,7
Bankangestellter	1	2,1	2,1	18,8
Bautechniker	1	2,1	2,1	20,8
Beamter	1	2,1	2,1	22,9
Betreuerin	1	2,1	2,1	25,0
Buchbinderin	1	2,1	2,1	27,1
Buchhalter	1	2,1	2,1	29,2
Buchhalterin	1	2,1	2,1	31,3
Developer	1	2,1	2,1	33,3
Doktorandin	1	2,1	2,1	35,4
IT	1	2,1	2,1	37,5
Küchengehilfe	1	2,1	2,1	39,6
Kunsttherapeut	1	2,1	2,1	41,7
Lagerarbeiter	1	2,1	2,1	43,8
Lehrende	2	4,2	4,2	47,9
Psychologin	3	6,3	6,3	54,2
Student	18	37,5	37,5	91,7
Techniker	1	2,1	2,1	93,8
TechnischerZeichner	2	4,2	4,2	97,9
Unternehmensberater	1	2,1	2,1	100,0
Gesamt	48	100,0	100,0	

ANHANG

**Schreibhand rechts**

**Beruf<sup>a</sup>**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Angestellter	2	4,4	4,4	4,4
Beamter	6	13,3	13,3	17,8
Behindertenbetreuer	1	2,2	2,2	20,0
Bibliothekar/in	1	2,2	2,2	22,2
Buchhalter	1	2,2	2,2	24,4
Buchhalterin	1	2,2	2,2	26,7
ITTrainerin	1	2,2	2,2	28,9
Kunsttherapeut	1	2,2	2,2	31,1
Lehrende	1	2,2	2,2	33,3
Nachrichtenelektronik	1	2,2	2,2	35,6
Pensionist	4	8,9	8,9	44,4
Projektmanagerin	1	2,2	2,2	46,7
Redakteur	2	4,4	4,4	51,1
Researcher	1	2,2	2,2	53,3
Revisionsassistent	1	2,2	2,2	55,6
Sachbearbeiterin	1	2,2	2,2	57,8
Selbstständig	1	2,2	2,2	60,0
Sicherheitsdienst	1	2,2	2,2	62,2
Softwareentwickler	1	2,2	2,2	64,4
Sozialpädagogin	1	2,2	2,2	66,7
Student	11	24,4	24,4	91,1
Techniker	1	2,2	2,2	93,3
Verkäuferin	1	2,2	2,2	95,6
WissenschMitarbeit	2	4,4	4,4	100,0
Gesamt	45	100,0	100,0	

## ANHANG

**Händigkeits-Index links**

<b>Beruf<sup>a</sup></b>				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Angestellter	1	2,9	2,9	2,9
Arbeitslos	3	8,6	8,6	11,4
Arzt	1	2,9	2,9	14,3
Bautechniker	1	2,9	2,9	17,1
Beamter	1	2,9	2,9	20,0
Betreuerin	1	2,9	2,9	22,9
Buchhalterin	1	2,9	2,9	25,7
Developer	1	2,9	2,9	28,6
Doktorandin	1	2,9	2,9	31,4
Kunsttherapeut	1	2,9	2,9	34,3
Lagerarbeiter	1	2,9	2,9	37,1
Lehrende	2	5,7	5,7	42,9
Psychologin	2	5,7	5,7	48,6
Student	15	42,9	42,9	91,4
Techniker	1	2,9	2,9	94,3
TechnischerZeichner	1	2,9	2,9	97,1
Unternehmensberater	1	2,9	2,9	100,0
Gesamt	35	100,0	100,0	

## ANHANG

**Händigkeits-Index rechts**

Beruf <sup>a</sup>				
	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Angestellter	3	6,7	6,7	6,7
Bankangestellter	1	2,2	2,2	8,9
Beamter	6	13,3	13,3	22,2
Behindertenbetreuer	1	2,2	2,2	24,4
Bibliothekarin	1	2,2	2,2	26,7
Buchhalter	1	2,2	2,2	28,9
Buchhalterin	1	2,2	2,2	31,1
ITTrainerin	1	2,2	2,2	33,3
Kunsttherapeut	1	2,2	2,2	35,6
Lehrende	1	2,2	2,2	37,8
Nachrichtenelektronik	1	2,2	2,2	40,0
Pensionist	3	6,7	6,7	46,7
Projektmanagerin	1	2,2	2,2	48,9
Redakteur	2	4,4	4,4	53,3
Researcher	1	2,2	2,2	55,6
Revisionsassistent	1	2,2	2,2	57,8
Sachbearbeiterin	1	2,2	2,2	60,0
Selbstständig	1	2,2	2,2	62,2
Sicherheitsdienst	1	2,2	2,2	64,4
Softwareentwickler	1	2,2	2,2	66,7
Sozialpädagogin	1	2,2	2,2	68,9
Student	10	22,2	22,2	91,1
Techniker	1	2,2	2,2	93,3
Verkäuferin	1	2,2	2,2	95,6
WissenschMitarbeit	2	4,4	4,4	100,0
Gesamt	45	100,0	100,0	

# CURRICULUM VITAE

## Angaben zur Person

Akademische Titel	Mag. <sup>a</sup> rer. nat., BSc.
Vor- und Zuname	Sonja Kuderer
E-Mail Adresse	a0605621@unet.univie.ac.at

## Schul- und Berufsbildung

2011	Beginn des Master - Studiums Anthropologie
2009 – 2010	Fertigstellung des Bachelor - Studiums Biologie
2006-2013	Diplomstudium der Molekularen Biologie mit den Schwerpunkten Immunologie, Molekulare Medizin und Zellbiologie; Abschluss zur Mag. <sup>a</sup> rer. nat.

## Persönliche Kenntnisse

Muttersprache	Deutsch
weitere Sprachen	Englisch fließend, Spanisch Basiswissen
Computerkenntnisse	ECDL (European Computer Driving License) SPSS, Mathematica
Zusatzausbildung	Arbeit als Tutorin Absolvierung von Seminaren zur Präsentationstechnik und zum wissenschaftlichen Arbeiten