

Einfluss von pränatalem Testosteron auf kognitive Leistungen beim Menschen

Semesterarbeit

Fachbereich Psychologie
Justus-Liebig-Universität Giessen

Vorgelegt von
Sabrina Schmidt

Betreuerin:
Dipl. Psych. P. Kempel

Giessen, April 2005

Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
1. Theoretischer Teil	4
1.1 Einleitung	4
1.2 Geschlechtsunterschiede	4
1.3 Geschlechtsunterschiede in der Hirnstruktur	6
1.4 Geschlechtsentwicklung	8
1.5 Organisationale Einflüsse von Steroidhormonen bei Labortieren	9
1.6 Hormonwirkung im menschlichen Gehirn	10
1.7 Hormonelle Krankheitsbilder	11
1.8 Hormonwirkung beim gesunden Menschen	12
1.8.1 Der 2D:4D-Quotient	12
1.8.2 2D:4D-Quotient und kognitive Fähigkeiten	13
1.9 Allgemeine Intelligenz	14
1.10 Zusammenfassung	14
1.11 Ziel und Hypothesen	15
2. Methodik	18
2.1 Versuchspersonen	18
2.2 Unabhängige Variable und abhängige Variablen	18
2.2.1 Unabhängige Variable	18
2.2.2 Abhängige Variablen	19
2.3 Versuchsplan	20
2.4 Versuchsablauf	21
2.5 Statistische Auswertung	23
3. Ergebnisse	24
3.1 Auswertung der Fingerquotienten	24
3.2 Zusammenhang zwischen Geschlecht und Fingerquotient	24
3.3 Zusammenhang zwischen Fingerquotient und kognitiven Fähigkeiten	25
3.3.1 Räumliche Fähigkeiten	25
3.3.2 Verbales Denken	26
3.3.3 Verbale Flüssigkeit	26
3.3.4 Wahrnehmungsgeschwindigkeit	27
3.3.5 Dichotisches Hören	28
3.3.6 Emotionswahrnehmung	28
4. Diskussion	29
Literaturverzeichnis	34
Anhang	36

Abstract

Die vorliegende Studie testete an 73 Versuchspersonen, 51 Frauen und 22 Männern, den Einfluss von pränatalem Testosteron auf kognitive Leistungen, in denen hauptsächlich Geschlechtsunterschiede auftreten. Diese umfassen das räumliche Vorstellungsvermögen, verbales Denken, verbale Flüssigkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Emotionswahrnehmung, wobei gewöhnlich Männer im ersten, Frauen in den übrigen Bereichen bessere Leistungen erzielen. Eine Ausnahme stellt das verbale Denken dar, in dem beide Geschlechter im Allgemeinen gleich gut sind. Des Weiteren wurde die sprachliche Lateralität mittels dichotischen Hörens getestet. Hier sind generell Männer lateralisiert als Frauen. Die Versuche wurden teilweise am Computer durchgeführt und zum anderen mittels Fragebögen.

Um die Frage zu klären, wodurch diese Unterschiede zwischen Männern und Frauen zustande kommen, hat sich die vorliegende Studie einen Aspekt herausgegriffen, der möglicherweise Einfluss auf diese Differenzen hat; der pränatale Testosteronspiegel. Tierstudien und klinische Befunde bei Menschen haben bereits erste Anzeichen für dessen Einfluss auf kognitive Leistungen und den Anlass zu weiteren Untersuchungen gegeben. Als Indikator wurde der Fingerquotient aus Zeige- und Ringfinger der Testpersonen angewendet. Dessen Entwicklung steht durch genetische vorgeburtliche Mechanismen mit der Produktion von Testosteron in Verbindung und zwar besteht eine negative Korrelation zwischen Fingerquotient und pränatalem Testosteron. Männer besitzen generell einen höheren Testosteronspiegel als Frauen und haben somit einen kleineren Fingerquotienten. Unter Berücksichtigung der obengenannten Geschlechtsunterschiede lauten die Hypothesen, dass Testpersonen mit kleinem Fingerquotient bessere räumliche Fähigkeiten besitzen, sprachlich lateralisiert sind, jedoch geringere Leistungen in verbaler Flüssigkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Emotionswahrnehmung aufweisen.

Die Ergebnisse zeigten eine Tendenz für eine bessere Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen bei kleinem Fingerquotienten der Frauen sowie einen signifikanten Wert bei den Männern, bei Betrachtung der Untertests konnten bei Frauen und Männern in einem Bereich signifikante Korrelationen mit den Fingerquotienten beobachtet werden. Wie erwartet ergab sich kein Unterschied in den Leistungen im verbalen Denken. Die verbale Flüssigkeit erbrachte keine Zusammenhänge mit dem Fingerquotienten. In der Wahrnehmungsgeschwindigkeit traten signifikante Korrelationen auf, die allerdings der Hypothese widersprachen. Im dichotischen Hören fanden sich keine signifikanten Ergebnisse. Die Gesamtwerte der Emotionswahrnehmung korrelierten tendenziell mit den linken Fingerquotienten der Frauen.

Die vorliegende Studie konnte somit einen Zusammenhang zwischen Fingerquotient, als Indikator für pränatales Testosteron, und kognitiven Fähigkeiten feststellen.

1.1 Einleitung

Warum können denn nun Frauen so schlecht einparken und warum hören die Männer ihnen einfach nie zu? Warum denken Männer immer nur an Sex während Frauen ständig im Geiste neue Schuhe anprobieren? Fragen über Fragen und Bücher über Bücher, die tagtäglich über die Ladentheke gehen wie warme Semmeln – und die alle das gleiche Ziel verfolgen: Diese großen Rätsel der Menschheit zu lösen! Warum sind diese Bücher so beliebt? Sie behandeln ein Thema, zu dem jeder eine Meinung hat. Jeder ist davon betroffen, jeder beschäftigt sich damit. Wer hat nicht schon unzählige Male den gerühmten Halbsatz verwendet oder ihn gar zu Ohren bekommen: „Typisch Mann“ oder „Typisch Frau“?! Wir haben alle unsere Theorie über das andere sowie das eigene Geschlecht. Und nicht nur wir im Einzelnen sondern ganze Gesellschaften und soziale Strukturen sind davon geprägt. Nicht zuletzt von unzähligen Vorurteilen behaftet.

Aber wie ist es um diese Vorurteile bestellt? Wo kommen sie her, wer hat sie sich ausgedacht- oder liegen sie einfach auf der Hand, weil jeder sie durchlebt? Sicher ist, dass sie eine gewisse Relevanz haben müssen, um so populär zu sein. Aber wie sind sie zu erklären? Jäger und Sammlertheorien sind da sehr beliebt. Auch soziokulturelle Einflüsse sind oft leicht nachzuvollziehen und werden in unzähligen Büchern oft etwas auf die Schippe genommen. Für Mann und Frau sicher von uneingeschränktem Unterhaltungswert mit vielen Fünkchen Wahrheit. Aber wie sieht es nun wirklich wissenschaftlich aus? Was kann man belegen? Welche Geschlechtsunterschiede gibt es wirklich und worauf lassen sie sich zurückführen?

Die vorliegende Studie befasst sich mit einer Erklärungsform für einige der Unterschiede, die es zwischen Männern und Frauen gibt.

Zunächst werden einige belegte kognitive Differenzen zwischen den Geschlechtern angeführt.

1.2 Geschlechtsunterschiede

Bei den folgenden Geschlechtsdifferenzen handelt es sich um kognitive Leistungen, in denen eines der Geschlechter im Mittel besser ist, als das andere. Kimura (1999) hat diese Geschlechtsunterschiede zusammengefasst. So sei mehrfach nachgewiesen

worden, dass Männer im Mittel ein besseres räumliches Vorstellungsvermögen zum Beispiel im Bereich mentaler Rotation haben. Entsprechende Tests zur mentalen Rotation verlangen von Testperson, einen Ursprungsgegenstand in anderer Perspektive aus mehreren Antwortalternativen zu erkennen. Hierbei geben Männer häufiger und schneller die richtige Antwort (Kimura, 1999; S. 43). Dem entsprechend schneiden Männer auch in visuell-räumlichen Tests besser ab. In diesen Tests wird unter anderem verlangt, sich vorzustellen, was passiert, wenn ein Objekt auseinandergefaltet oder zusammengeklappt wird (Kimura, 1999; S. 53-54). Diese unterscheiden sich von den Tests zum mentalen Rotationsvermögen dadurch, dass nicht nur ein statischer Gegenstand rotiert sondern gleichzeitig manipuliert wird.

Frauen hingegen seien in einigen verbalen Fertigkeiten überlegen. Die Annahme, Frauen hätten einen grundlegenden verbalen Vorteil gegenüber Männern, ist so nicht tragbar. Der Trugschluss kommt vermutlich aus der Beobachtung, dass kleine Mädchen häufig früher anfangen zu sprechen und auch früher in der Lage sind, ganze Sätze mit komplexer Grammatik zu sprechen. Die meisten Fähigkeiten holen die Jungen jedoch noch im Kindesalter auf. Frauen besitzen demnach keinen grundlegenden Vorteil im verbalen Denken (Kimura, 1999; S. 91). Dennoch weisen Frauen im Bereich der verbalen Flüssigkeit höhere Fähigkeiten als Männer auf. In entsprechenden Tests wird von den Probanden erwartet, möglichst viele Wörter mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben und gegebenenfalls auch Endbuchstaben aufzuzählen (z. B.: Bund, Band, Brand etc.). Frauen fällt es leichter, in kurzer Zeit viele solcher Worte anzugeben (Kimura, 1999; S. 92). Auch im Bezug auf die sogenannte Wahrnehmungsgeschwindigkeit sind Frauen den Männern überlegen. So sind Frauen in der Lage schneller zwei identische Bilder aus einer Reihe von Bildern zu identifizieren (Kimura, 1999; S. 87-88). Des Weiteren gibt es einen Geschlechtsunterschied im Bereich der Emotionswahrnehmung. Tests, wie die von Hall (1984) belegten, dass Frauen Gesichtsausdrücke und Emotionen eher interpretieren und benennen können. Ein evolutionsbiologischer Ansatz hierzu wäre die Notwendigkeit der Gabe einer Mutter, die Körpersprache eines Kleinkindes zu verstehen, das noch nicht sprechen kann. So sollen die Bedürfnisse des Kindes gestillt und somit dessen Überleben gesichert werden (Hall, 1984, zitiert nach Kimura, 1999; S. 89). Dies sind nur einige und für diese Studie relevante Geschlechtsunterschiede. Weitere Differenzen treten unter anderem in der Motorik, in mathematischen Fähigkeiten, als auch in der Sinneswahrnehmung auf (s. Kimura, 1999).

1.3 Geschlechtsunterschiede in der Hirnstruktur

Die bisher beschriebenen Geschlechtsdifferenzen werden üblicherweise mit sogenannten ‚Papier-und-Stift-Tests‘ untersucht. Wie aber sieht es mit Unterschieden in der Struktur des Gehirns aus, die diese Geschlechtsdifferenzen bewirken? Klinische Befunde geben einen interessanten Einblick in das Gehirn hinsichtlich Strukturunterschiede bei Männern und Frauen. So bemerkte Herbert Lansdell (1962) von den ‚National Institutes of Health‘, als einer der ersten, dass Schädigungen einer Gehirnhälfte, zum Beispiel durch eine Krankheit oder einen Unfall, bei Männern und Frauen unterschiedliche Auswirkungen haben. Er stellte fest, dass nur bei den männlichen Patienten einheitliche Folgen zu beobachten waren. So entstand bei ihnen nach einer Operation an der linken Hemisphäre ein Defizit in sprachlichen Aufgaben, während ein Eingriff an der rechten Hemisphäre Defizite in visuell-räumlichen Aufgaben zur Folge hatte. Bei weiblichen Patienten konnten keine solch klaren Abgrenzungen der Funktionen in den Gehirnhälften gemacht werden. Seine Vermutung war also, dass die physiologischen Mechanismen, die diesen Fähigkeiten zugrunde liegen, sich bei Frauen überlappen, bei Männern jedoch in jeweils einer Hemisphäre lokalisiert sind (Lansdell, 1962, zitiert nach Springer & Deutsch, 1998; S. 121). Lansdell (1962) konnte also eine Asymmetrie in den Funktionen der Hemisphären männlicher Gehirne feststellen, nicht aber in weiblichen. Der Begriff kortikale Lateralität spielt hierbei eine wichtige Rolle. Gemeint ist damit die „funktionelle und strukturelle Differenzierung der Gehirnhälften.“ (Wenninger, 2001). Diese Differenzierung scheint bei Frauen und Männern unterschiedlich zu sein.

Spätere Studien mit modernen Techniken konnten diese Vermutung stützen. So fanden Bennet und Sally Shaywitz und ihre Kollegen 1995, dass sich Frauen und Männer in ihrer Gehirnaktivität während einer kognitiven Aufgabe unterscheiden. Bei einem Test, in dem es um verschiedene Wortlaute und deren Bedeutung ging, erfassten die Forscher mittels Kernspintomographen die Durchblutungsveränderung im Gehirn der Probanden. Es fand sich bei den Männern eine Zunahme der Durchblutung in der linken Hemisphäre, während sich bei dem Großteil der getesteten Frauen die Durchblutung auf beiden Seiten des Gehirns verstärkte. Auch diese Ergebnisse weisen auf eine geringere Lateralität bei Frauen zumindest in gewissen sprachlichen

Funktionen hin (Shaywitz et al. 1995, zitiert nach Springer & Deutsch, 1998; S. 124-125).

Ein Test lässt auf recht einfache Weise Rückschlüsse auf die sprachliche Lateralität eines Menschen ziehen. Beim von Kimura entwickelten Modell des sogenannten dichotischen Hörens werden der Versuchsperson über einen Kopfhörer jeweils auf dem linken und rechten Ohr gleichzeitig unterschiedliche Silben dargeboten. Dabei unterscheiden sich die Silben nur geringfügig in ihrem Klangbild. Zum Beispiel wird einer Person links die Silbe ‚ba‘ dargeboten und gleichzeitig rechts die Silbe ‚ga‘. Die auditive Information der beiden Ohren gelangt dabei prinzipiell in beide Hirnhälften. Jedoch sind die kontralateralen Fasern zahlreicher und stärker myelinisiert als die ipsilateralen, so dass die Weiterleitung in die gegenüberliegende Hemisphäre schneller erfolgt (S. Abbildung 1.1 a und b). Da die Hörbahn gekreuzt ist, gelangt bei gleichzeitiger Stimulation beider Ohren die Information des rechten Ohres über die kontralaterale Verbindung in die linke Hemisphäre, und vom linken Ohr in die rechte (S. Abbildung 1.1 c). Da das Sprachzentrum in der linken Hemisphäre lokalisiert ist, erreicht die Information des rechten Ohres, hier die Silbe ‚ga‘, direkter und schneller das Sprachzentrum (Kimura 1961, Milner, Taylor & Sperry, 1968). Abbildung 1.1 dient der Veranschaulichung des Modells zum dichotischen Hören.

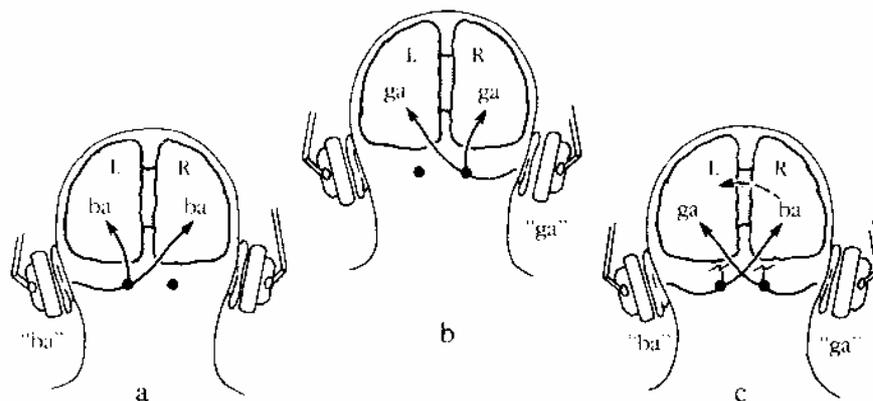


Abbildung 1.1: Modell des Dichotischen Hörens bei normalen Versuchspersonen. (a) zeigt die auditive Informationsverarbeitung über die ipsilateralen sowie kontralateralen Bahnen bei dem akustischen Reiz ‚ba‘ auf dem linken Ohr. In (b) ist die Informationsverarbeitung der Silbe ‚ga‘ über das rechte Ohr abgebildet. (c) zeigt schließlich die Informationsverarbeitung bei beidohriger Stimulation, bei der die ipsilateralen Bahnen gehemmt werden. Die Weiterleitung geschieht ausschließlich über die kontralateralen Bahnen

(entnommen aus: Springer und Deutsch, 1998; S. 83).

Unter anderem zeigte eine Studie Voyer (1996) in der Tat, dass bei beiden Geschlechtern die Silbe auf dem rechten Ohr häufiger richtig genannt wurde. Auffällig war allerdings, dass Männer diese Tendenz signifikant stärker zeigten. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass Männer stärker sprachlich lateralisiert sind, während bei Frauen die Hemisphären mehr miteinander verschaltet sind, da sie auch die Information aus dem linken Ohr häufig richtig benennen konnten (Voyer, 1996, zitiert nach Springer & Deutsch, 1998; S. 125).

1.4 Geschlechtsentwicklung

All diese Untersuchungen weisen darauf hin, dass Geschlechtsunterschiede in kognitiven Leistungsaufgaben unter anderem aus kortikalen Asymmetrie- bzw. Lateralitätsunterschieden zwischen Frauen und Männern hervorgehen können.

Wo aber kommen diese strukturellen Unterschiede her? Um das zu klären, ist es sinnvoll, zu wissen, wie sich Männer und Frauen überhaupt entwickeln.

Grundlegend ist, dass der Fötus zu Beginn der Entwicklung geschlechtlich indifferent ist, also weder männlich noch weiblich. Als undifferenzierte Geschlechtsorgane liegen die Gonaden vor. Ein Gen auf dem Y-Chromosom des männlichen Fötus, das sogenannte SRY, setzt nun eine Kaskade in Gang, die letztlich durch die Wirkung von Sexualhormonen (Androgene) zur männlichen Differenzierung führt. Dabei entwickeln sich die Gonaden zu den Hoden. Werden diese Hormone nicht freigesetzt, kommt es zur weiblichen Entwicklung und aus den Gonaden gehen die Eierstöcke hervor. Demzufolge geschieht die weibliche Entwicklung zeitlich später als die männliche, da sie sich ohne aktive Hormonprozesse entwickelt.

Weiterhin auffällig sind zwei Perioden in der frühen, prä- und postnatalen Entwicklung, in denen das Testosteron, ein wichtiges männliches Sexualhormon, welches aber in unterschiedlichen Mengen in beiden Geschlechtern vorkommt, im männlichen Organismus beträchtlich höher ist als im weiblichen. Die erste Phase ist in der 8.- 24 Woche der Fötusentwicklung, die zweite Phase direkt nach der Geburt bis etwa zum fünften Lebensmonat (Kimura 1999; S. 107).

Es ist möglich, dass hier ein Zusammenhang zu den prä- und postnatalen organisationalen Perioden bei Säugetieren besteht, in denen das Gehirn äußerst

empfänglich ist für hormonale Veränderungen (Kimura, 1999; S. 107). Anders als aktivationale Einflüsse, die kurzfristig auf den Organismus wirken, bedeutet organisational in diesem Kontext ‚langfristig‘ und sagt aus, dass die Einflüsse und Veränderungen in diesen Perioden beständig und stabil sind, also sich dauerhaft auf den Organismus auswirken. Darauf soll im Folgenden kurz eingegangen werden.

1.5 Organisationale Einflüsse von Steroidhormonen bei Labortieren

Die Bedeutung organisationaler Einflüsse von prä- und postnatalem Testosteron auf die geschlechtsspezifische Entwicklung wird deutlich, in dem man Studien mit Labortieren heranzieht. Ein Experiment von Gaulin, Fitzgerald und Wartell (1990) zeigte, dass männliche und weibliche Ratten ein unterschiedliches Orientierungsverhalten zeigen. Die Ratten wurden in ein Labyrinth gesetzt und die Ergebnisse wurden dokumentiert. Resultat der Studie war, dass sich männliche Ratten besser orientieren konnten und zudem geometrische Stützen, wie Winkel und Himmelsrichtungen nutzten. Weibliche Ratten hingegen orientierten sich vielmehr an Gegenständen, die vom Labyrinth aus zu sehen waren. Ermittelt wurde dies durch Verdecken von Winkeln beziehungsweise Gegenständen. Das Verhalten der Tiere veränderte sich dahingehend, dass sich männliche Ratten bei verdeckten Winkeln schlechter orientieren konnten, wohingegen weibliche Ratten ohne Information über Gegenstände im Raum eine schlechtere Orientierung aufwiesen als zuvor (Gaulin, Fitzgerald & Wartell, 1990, zitiert nach Kimura, 1999, S. 105).

Eine anschließende Studie von Williams, Barnett und Meck, ebenfalls aus dem Jahre 1990, untersuchte zudem den Einfluss von Androgenen auf das geschlechtsspezifische Verhalten. So wurden in diesem Experiment männliche Ratten direkt nach der Geburt kastriert, während weibliche Ratten einer Androgentherapie unterzogen wurden. Der Zeitpunkt direkt nach der Geburt wurde hier gewählt, weil neugeborene Ratten in der Entwicklung noch nicht sehr weit fortgeschritten sind. Somit können die Effekte, die Manipulationen in diesem Entwicklungsstadium bei Ratten haben, mit den Einflüssen von Androgenen in der pränatalen (vorgeburtlichen) Entwicklung bei anderen Säugetieren sowie gegebenenfalls beim Menschen verglichen werden. Ergebnis der Studie war, dass die kastrierten Männchen im Erwachsenenalter zunehmend feminines, die behandelten weiblichen Ratten ein eher maskulines Orientierungsverhalten im

Labyrinth zeigten (Williams, Barnett und Meck, 1990, zitiert nach Kimura, 1999; S. 106).

Die Testosteronkonzentration bei den Ratten während dieser sensiblen Phase hatte also einen primären Einfluss auf ihr Orientierungsverhalten und somit vermutlich auch auf ihre Hirnstruktur.

Es liegt also nahe, dass auch beim Menschen die Anwesenheit bzw. Konzentration von Androgenen in der pränatalen Entwicklung Einfluss auf die Entwicklung der Kognition hat.

1.6 Hormonwirkung im menschlichen Gehirn

Zum weiteren Verständnis soll zunächst kurz die allgemeine Wirkungsweise von Hormonen im Gehirn erläutert werden, da diese das Verhalten des Menschen beeinflusst.

Die Hormonentwicklung im menschlichen Körper wird von Kimura (1999) folgendermaßen erläutert: Hormone binden an spezifische Rezeptoren in Zellen im Gehirn. Dieser Hormonrezeptorkomplex ermöglicht die Transkription von DNA und ist somit direkt an der Regulation der Proteinbiosynthese beteiligt. Des Weiteren hat die Lokalisation der Rezeptoren im Gehirn primären Einfluss auf die davon ausgehenden Verhaltensweisen des Organismus. Wichtig ist hierbei, dass besondere Rezeptorkonzentrationen im Hypothalamus, Hippocampus und im zerebralen Kortex zu finden sind. Diese Bereiche im Gehirn sind bei Männern und Frauen unterschiedlich strukturiert und somit möglicherweise Ausgangspunkte für geschlechtsspezifische Unterschiede. Diese strukturellen Unterschiede zwischen Männern und Frauen sind voraussichtlich auf die Wirkung von Sexualhormonen in der prä- und postnatalen Entwicklung, also sogenannten sensiblen Phasen, zurückzuführen (Kimura, 1999; S. 107). Somit ist auch die Wirkung von Hormonen im späteren Leben von der Wirkung der Geschlechtshormone während der frühen Entwicklung des Menschen abhängig. Somit führt demnach die Wirkung von pränatalem Testosteron zu organisationalen Einflüssen auf den Organismus.

Diese Theorie ist dennoch nicht durch vergleichbare Experimente, wie solche mit Labortieren, nachweisbar, da aus ethnischen Gründen in diesem Bereich keine oder kaum Experimente durchführbar sind.

1.7 hormonelle Krankheitsbilder

Der Einfluss vorgeburtlicher Hormone kann jedoch auf andere Weise untersucht werden. Klinische Befunde verschiedener hormonbedingter Krankheiten können Aufschluss über den Einfluss von Geschlechtshormonen beim Menschen geben.

Bei Patienten des sogenannten Androgen-Insensitivitäts-Syndrom handelt es sich um XY-Personen, also genetisch gesehen männliche Personen, die zwar über eine normale Androgenproduktion verfügen, jedoch keine funktionierenden Androgenrezeptoren besitzen. Folglich können ihre Androgene im Körper nicht wirken. Auffällig bei diesen Patienten ist, dass sie ein nach außen hin eher weibliches Verhalten zeigen. Die generelle Akzeptanz für die weibliche Neigung und die somit entsprechende Erziehung sowie die auf das gesamte Leben erstreckte Wirkungslosigkeit von Androgenen lassen jedoch keinen Schluss auf die Wirkung von an- beziehungsweise abwesendem pränatalen Testosteron zu (Kimura, 1999; S. 107-108).

Beim Idiopathischen Hypogonadotropischen Hypogonadismus (IHH) leiden betroffene Männer an einem lebenslangen Mangel an gonadotropischen Hormonen des Hypothalamus, die die Produktion von Androgenen einleiten. Folglich haben diese Patienten ein abnormal geringes Testosteronlevel sowie unterentwickelte Genitalien (Kimura, 1999; S. 108). Hier und Crowley zeigten 1982, dass IHH-Patienten ein geringeres räumliches Vorstellungsvermögen als Männer mit normalem Testosteronlevel aufweisen. Hier kann zum ersten Mal die Wirkungszeit der Androgene eingegrenzt werden, da IHH-Patienten selbst schlechtere Leistungen erbringen als Männer, die im späteren Leben an einem Testosteronmangel leiden (Hier & Crowley, 1982, zitiert nach Kimura, 1999; S. 108). Also kann man sagen, dass der Einfluss von Androgenen nicht in jedem Alter der gleiche ist.

Um nun noch genauere Aussagen über die Wirkungszeit, beziehungsweise eine mögliche sensible Phase von Androgenen aussagen zu können, hat man Studien mit Kindern gemacht, die an dem adrenogenitalen Syndrom (AGS) leiden.

Diese Krankheit geht mit einer gestörten Steroidbiosynthese mit vermehrter Bildung von Androgenen in der Nebennierenrinde einher (Pschyrembel, 2002). Bereits im Fötus werden also enorm hohe Mengen an Androgenen produziert. Da nach der Geburt in der Regel sehr schnell mit einer Hormontherapie diesem Androgenüberschuss entgegengewirkt wird, sind Unterschiede in der Kognition zwischen AGS-Patienten und

Kontrollpersonen auf die frühe, pränatale Entwicklung zurückzuführen (Kimura, 1999; 108).

Tests von Hampson, Rovet und Altmann, (1998) sowie von Resnick, Berenbaum, Gotesmann und Bouchard, (1986), die mit AGS-Patientinnen und nicht betroffenen Schwestern als Kontrollpersonen durchgeführt wurden, zeigten, dass AGS-Mädchen in visuell-räumlichen Test signifikant besser abschnitten als ihre Schwestern. (Hampson, Rovet und Altmann, 1998; Resnick, Berenbaum, Gotesmann und Bouchard, 1986. zitiert nach Kimura, 1999; S. 109)

1.8 Hormonwirkung beim gesunden Menschen

Will man Untersuchungen durchführen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen pränatalem Androgenspiegel und kognitiven Unterschieden gesunder Männer und Frauen befassen, stößt man auf ein grundlegendes Problem. Man müsste aufwendige Längsschnittstudien durchführen, die den Androgenspiegel von Testpersonen im Mutterleib messen. Anschließend müsste man mit diesen Personen im Erwachsenenalter kognitive Tests durchführen.

Neue Studien legen allerdings nahe, dass ein sehr einfach zu erhebender Parameter ein Marker für den pränatalen Androgenspiegel sein könnte; der Fingerquotient aus der Fingerlänge von Zeigefinger (2D; D=Digit, engl. für Finger) und Ringfinger (4D) der Hände. Dieser wird demnach auch 2D:4D-Quotient genannt.

1.8.1 Der 2D:4D-Quotient. Herault, Fradeau, Zakany und Duboule (1997) fanden heraus, dass bei Säugetieren ein Zusammenhang zwischen Hormonkonzentration von männlichen Steroidhormonen und Entwicklung der Hände und Füße besteht. Genauer betrachtet hat sich gezeigt, dass die sogenannten Homeoboxgene (Hox a und Hox d) für die Differenzierung des Urogenitaltraktes verantwortlich sind, aus dem auch die Gonaden hervorgehen. Diese wiederum sind in der weiteren Entwicklung entscheidend für die Produktion von Steroidhormonen. Darüber hinaus aber sind dieselben Gene auch noch für das Wachstum der Finger und Zehen der Tiere verantwortlich (Herault, Fradeau, Zakany und Duboule, 1997, zitiert nach Sanders, Sjodin and Chastelaine, 2002)

Zur Prüfung, ob dieses Prinzip auch auf den Menschen zutrifft, führten Lutchmaya Baron-Cohen, Raggat, Knickmeyer und Manning (2004) eine Längsschnittstudie durch,

um den Zusammenhang von pränatalem Testosteron und Fingerlänge zu untersuchen. Von 33 Versuchspersonen wurden im zweiten Trimester der Schwangerschaft im Mutterleib Fruchtwasserproben entnommen um den Testosteronspiegel zu bestimmen. Diese Entwicklungsstufe wurde deswegen gewählt, da zu diesem Zeitpunkt die differentielle Wirkung unterschiedlicher Hormone zur Differenzierung des Geschlechts und damit auch der Hirnstruktur stattfindet. Die Fingerlänge der gesunden Kinder wurde gemessen, als diese zwei Jahre alt waren. Das Ergebnis war, dass eine signifikante, negative Korrelation bei fast allen Versuchspersonen zwischen dem Fingerquotienten aus Zeigefinger und Ringfinger und dem pränatal gemessenen Testosteronspiegel bestand. Das heißt, je mehr pränatales Testosteron bestand, umso kleiner war der Fingerquotient. Das galt auch innerhalb der Geschlechter (Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggat, Knickmeyer und Manning, 2004).

Allgemein kann man beobachten, dass es im Vergleich der Fingerlänge des Zeige- und Ringfingers geschlechtliche Unterschiede gibt. So ist bei Männern der Ringfinger (4D) tendenziell länger als der Zeigefinger (2D). Bei Frauen hingegen ist der Zeigefinger generell länger als der Ringfinger. Der so entstandene Quotient von Zeigefinger zu Mittelfinger, bezeichnet als 2D:4D, ist also dimorphistisch und zwar bei Männern kleiner als bei Frauen. Das stimmt damit überein, dass Männer einen höheren Testosteronwert haben als Frauen. Die eindeutigen Ergebnisse der Studie von Lutchmaya und Kollegen (2004) ermöglichten die Weiterarbeit auf diesem Gebiet mit dem Fingerquotienten als indirektem Indikator für pränatales Testosteron.

1.8.2 2D:4D-Quotient und kognitive Fähigkeiten. Eine Studie von Csathó, Osphát, Karádi, Biscák, Mannings und Kállai (2003) untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Fingerquotienten von Frauen und ihrer Fähigkeit in räumlicher Orientierung. Dazu wurde das Wissen herangezogen, dass Männer eher dazu tendieren, Himmelsrichtungen und Streckenlängen zur Orientierung heranziehen, während Frauen sich eher an Landmarkierungen orientieren, wie etwa ein Gebäude oder ein Baum. Dies legt nahe, dass Frauen sich weniger gut räumlich orientieren können und stattdessen „Eselsbrücken“ benötigen, um ein Ziel zu erreichen. Das Ergebnis war, dass Frauen mit einem kleinen Fingerquotienten, also höherem pränatalem Testosteron, eine eher männliche Orientierungsform wählten. Die Ergebnisse der Studie deuten also auf einen positiven Zusammenhang zwischen pränatalem Testosteron und räumlichem

Vorstellungsvermögen hin (Csathó, Osphát, Karádi, Biscák, Mannings und Kállai, 2003).

Weitere Studien zeigten, dass ein großer Fingerquotient, und somit ein niedriger pränataler Testosteronwert, einhergeht mit besseren Fähigkeiten in verbaler Flüssigkeit sowie mit emotionalem Verhalten. Diese Fähigkeiten sind bei Frauen generell besser ausgebildet und entsprechen somit den Ergebnissen der Studie von Lutchmaya und Kollegen (Lutchmaya et al, 2004).

1.9 Allgemeine Intelligenz

Eine weitere Variable, die die kognitiven Leistungen beeinflussen könnte, ist die allgemeine Intelligenz der Testpersonen. So haben zum Beispiel Benbow, Boyle und Alexander (1995) die Gehirnaktivität von hochintelligenten sowie normalintelligenten Testpersonen während Aufgaben mit Wortpaaren und Gesichtschimären encephalographisch abgeleitet. Die Resultate zeigten bei den hochintelligenten Testpersonen eine Gehirnaktivität in anderen Hirnregionen als bei den normalintelligenten. Das galt für beide Geschlechter. (Benbow, Boyle & Alexander, 1995 zitiert nach Springer & Deutsch, 1998; S. 131-132). Daher kann vermutet werden, dass Intelligenz ebenfalls mit kognitiven Prozessen in Beziehung steht.

1.10 Zusammenfassung

Einleitend wurden im vorliegenden Text einige interessante und belegte Geschlechtsunterschiede, wie im visuell-räumliches Vorstellungsvermögen und in der verbalen Flüssigkeit, angeführt. Nachfolgend wurde der Frage nach der Herkunft dieser Geschlechtsunterschiede nachgegangen. Es stellte sich heraus, dass bei Männern und Frauen offenbar Unterschiede in der Gehirnstruktur vorliegen, unter anderem dahingehend, dass bei Männern unterschiedliche kognitive Funktionen in den einzelnen Hemisphären verarbeitet werden, während sich bei Frauen die Funktionen mehr über beide Hemisphären verteilen. Somit besäßen Männer demnach eine höhere cerebrale Lateralität als Frauen.

Ein wichtiger Versuch zur Untersuchung der sprachlichen Lateralität stellte das dichotische Hören dar, in dem den Versuchspersonen gleichzeitig links und rechts Silben dargeboten wurden, die dann richtig wiederzugeben waren. Ergebnis solcher

Untersuchungen war, dass Männer eine stärkere sprachliche Lateralität aufwiesen als Frauen.

Um die Frage zu klären, wodurch diese Unterschiede zwischen Männern und Frauen zustande kommen, hat sich die vorliegende Studie einen Aspekt herausgegriffen, der möglicherweise Einfluss auf diese Differenzen hat; der pränatale Testosteronspiegel des Menschen.

So wurde zunächst kurz auf die geschlechtliche Entwicklung des Fötus eingegangen. Dabei spielen Steroidhormone, insbesondere Testosteron, eine wichtige Rolle. Grund, um der Wirkungsweise desselben weiter nachzugehen.

In Studien mit Labortieren konnte man durch entsprechende Experimente feststellen, dass pränatales Testosteron einen Einfluss auf das räumliche Vorstellungsvermögen von Ratten hat.

Klinische Befunde bei Menschen mit hormonalen Störungen lassen den Schluss zu, dass pränatales Testosteron auch beim Menschen Einfluss auf kognitive Funktionen hat und zwar, dass zum Beispiel ein erhöhter Testosteronspiegel mit besseren visuell-räumlichen Fähigkeiten einhergeht.

Aufgrund der Erkenntnisse von Lutchmaya und Kollegen kann nun der Quotient aus Zeige- und Ringfinger (2D:4D) als Indikator für pränatales Testosteron genutzt werden. Demnach steht ein kleiner 2D:4D-Quotient für ein hohes pränatales Testosteronlevel und umgekehrt. Weitere Studien zeigten, dass hingehend der oben beschriebenen Geschlechtsunterschiede, Menschen mit einem kleinen Quotienten bessere Leistungen in visuell-räumlichen Tests erzielten, jedoch unter anderem in Aufgaben zur Verbalen Flüssigkeit den Menschen mit großem Quotienten nachstanden.

Die Frage ist hiermit, ob die Unterschiede in den einzelnen kognitiven Fähigkeiten nun nur auf das Geschlecht als solches zurückzuführen sind, oder ob der pränatale Testosteronwert eines Menschen, egal ob Mann oder Frau, einen primären Einfluss auf die Kognition hat. Die Tatsache, dass Männer generell einen höheren Testosteronwert als Frauen haben, ließe dann erklären, warum die Unterschiede in kognitiven Funktionen so leicht auf Männer und Frauen aufzuteilen sind!

1.11 Fragestellungen und Hypothesen

Ziel dieser Untersuchung ist somit, den Einfluss von Fingerquotient und somit pränatalem Testosteron auf den Grad der sprachlichen Lateralität, des räumlichen

Vorstellungsvermögens sowie des verbalen Denkens, der verbalen Flüssigkeit als auch der Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Emotionswahrnehmung zu untersuchen. Somit sollen die jüngsten Studien zu diesem Thema unterstützt werden und die Hypothese weiter gefestigt werden, dass pränatales Testosteron Einfluss auf kognitive Fähigkeiten nimmt, in denen Geschlechtsunterschiede auftreten.

Der Faktor allgemeine Intelligenz wird in der Untersuchung der kognitiven Fähigkeiten auspartialisiert, um deren Einfluss auf die Leistung auszuschließen.

Um den Effekt der reinen Geschlechtsunterschiede weitgehend zu unterbinden werden die Ergebnisse stets innergeschlechtlich verglichen. Denn auch Frauen und Männer unter sich unterscheiden sich in ihrem Testosteronlevel und falls die Leistungen in kognitiven Funktionen vom pränatalen Testosteron, und nicht nur vom Geschlecht, abhängen, so werden sich auch innerhalb der Geschlechter interessante Unterschiede auffinden lassen.

Die Fragestellungen und Hypothesen lauten somit:

1) Gibt es Unterschiede im Fingerquotienten zwischen Männern und Frauen?

Hypothese: Die männlichen Testpersonen haben einen kleineren Fingerquotienten als die weiblichen.

2) Treten Unterschiede zwischen Testpersonen mit kleinem Fingerquotient und denen mit großem Fingerquotient hinsichtlich ihrer Leistung in visuell-räumlichen Tests auf?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient erzielen bessere Leistungen in visuell-räumlichen Tests als Testpersonen mit einem großen Fingerquotient.

3) Gibt es einen Zusammenhang zwischen Fingerquotienten und verbalem Denken?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient unterscheiden sich in ihren Leistungen im verbalen Denken nicht von Personen mit großem Fingerquotient.

4) Gibt es Unterschiede in den Leistungen der verbalen Flüssigkeit zwischen Testpersonen mit kleinem Fingerquotient und denen mit großem?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient erzielen geringere Leistungen in Tests zur verbalen Flüssigkeit als Testpersonen mit großem Fingerquotienten.

5) Besteht ein Zusammenhang zwischen den Leistungen in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit und dem Fingerquotienten der Testpersonen?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient erzielen geringere Leistungen in Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit als Testpersonen mit großem Fingerquotient

6) Gibt es einen Zusammenhang zwischen Fingerquotienten und den Ergebnissen im dichotischen Hören?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient sind sprachlich lateralisiert, erbringen also häufiger richtige Antworten der Silben auf dem rechten Ohr, verglichen mit Personen mit einem großen Fingerquotienten.

7) Gibt es Unterschiede zwischen Testpersonen mit kleinem Fingerquotient und denen mit großem Fingerquotient hinsichtlich ihrer Leistungen in der Emotionswahrnehmung?

Hypothese: Testpersonen mit kleinem Fingerquotient erzielen geringere Leistungen in Tests zur Emotionswahrnehmung als Personen mit großem Fingerquotienten.

2. Methodik

2.1 Versuchspersonen:

Die vorliegende Untersuchung wurde an 73 Versuchspersonen durchgeführt. Darunter waren 51 weibliche und 22 männliche Personen, die im Rahmen des Grundstudiums der Psychologie gegen Vergabe von vier Versuchspersonenstunden an dem Versuch teilnahmen. Das mittlere Alter betrug 21,9 Jahre (SD= 3,6). Die weiblichen Versuchspersonen wurden entweder während der Menses oder der midlutealen Phase untersucht. Der Aspekt der weiblichen Zyklusphase war für die Untersuchung einer anderen Teilstudie/ Semesterarbeit von Bedeutung, die ihre Versuche an den gleichen Versuchspersonen vornahm. Im Verlauf dieser Studie wird nicht weiter darauf eingegangen. Auf eine gewisse Gleichverteilung der Geschlechter wurde geachtet, die Bedingung konnte jedoch aufgrund des geringen Anteils an männlichen Psychologiestudenten nur bedingt erfüllt werden. Ein Ausschluss von Versuchspersonen durch starke Auffälligkeiten im Audiometrietest, in Bezug auf einen möglichen Hörschaden, der die Untersuchung zum dichotischen Hören verfälscht hätte, war nicht nötig.

Auch wurde mittels Fragebogen die Händigkeit der Versuchspersonen ermittelt. Es ergaben sich so 67 Rechtshänder und 4 Linkshänder (4 weibliche, 2 männliche). Aufgrund der geringen Anzahl an Linkshändern wurde diese Variable nicht weiter beachtet.

2.2 Unabhängige Variablen und abhängige Variablen

2.2.1 Unabhängige Variable.

Die unabhängige Variable stellte in dieser Untersuchung der Fingerquotient von Zeigefinger und Ringfinger dar. Dieser diente als indirekter Indikator für das pränatale Testosteronlevel der Versuchspersonen. Um den Fingerquotienten der Versuchspersonen zu ermitteln, wurden die Zeige- und Ringfinger der eingescannten

Hände mit dem Computerprogramm Corel Draw (Version 12) von jeweils drei unabhängigen Beobachtern gemessen und in eine Excel-Datei eingefügt.

2.2.2 Abhängige Variablen

Kognitive Leistungen

Zu den abhängigen Variablen zählten die kognitiven Leistungen der Testpersonen. Diese wurden durch verschiedene Untertests des WILDE-Intelligenztest erhoben (Jäger & Althoff, 1983). Somit wurden das räumliche Vorstellungsvermögen und das verbale und logische Denken sowie die verbale Flüssigkeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit ermittelt.

Der Anteil der allgemeinen Intelligenz (logisches Denken) wurde aus den anderen Leistungen auspartialisiert.

Abbildung 2.1 dient der Veranschaulichung der Eigenschaften der einzelnen Untertests.

Untertests des WILDE-Intelligenztest	Getestete Fähigkeit	Geschlechtlicher Vorteil
WIT - Analogien (AL)	<i>g-Faktor</i> (allgemeine Intelligenz)	♂ / ♀
WIT - Buchstabenreihen (BR)	WIT - Logisches Denken	
WIT – gleiche Wortbedeutung (GW)	<i>Verbales Denken</i>	(♀)
WIT - Sprichwörter (SW)	WIT - verbal	
WIT - Spiegelbilder (SP)	<i>Räumliches</i> <i>Vorstellungsvermögen</i>	♂
WIT - Abwicklungen (AW)	WIT – räumlich	
WIT - Beobachtungen (BO)	<i>Wahrnehmungsgeschwindigkeit</i>	♀
WIT – Wortgewandtheit (WG)	<i>Verbale Flüssigkeit</i>	♀

Abbildung 2.1: Untertests des WILDE-Intelligenztests, sowie deren Einkategorisierung im Hinblick auf die Hypothesen und der jeweilige geschlechtliche Vorteil in den Fähigkeiten.

Emotionswahrnehmung

Es wurden insgesamt 56 Bilder, die jeweils eine der 7 Grundemotionen (Angst, Freude, Ekel, Trauer, Überraschung, Wut und Verachtung) darstellten, verwendet Merten, J. (2003).

Dichotisches Hören

Dazu wurden den Probanden jeweils alle 30 Kombinationen der 6 Silben ba, da, ga, ka, pa und ta in vier unterschiedlichen Abfolgen in pseudorandomisierter Reihenfolge präsentiert (nie zwei gleiche Silbenpaare hintereinander). Somit ergaben sich 120 Silbenpaare. Es wurde jeweils die prozentuale Trefferquote der im rechten und linken Ohr „richtig gehörten“ Silben gebildet. Der Quotient aus beiden (PCR/PCL) diente als Maß der Lateralität, wobei gilt, je höher der Wert, desto größer die Rechtsohrdominanz.

2.3 Versuchsplan

Die Stichprobe wurde nach männlichen und weiblichen Teilnehmern aufgeteilt. Ihre Fingerquotienten wurden mit den abhängigen Variablen korreliert. Die Untersuchung wurde auf zwei Termine aufgeteilt. Einen groben Überblick über den Ablauf der Untersuchung zeigt die folgende Tabelle (Ausführlicher, vollständiger Versuchsplan von Gruppen- sowie Einzelversuch siehe Anhang A und B).

Tabelle 2.1

Aufteilung der Untersuchung auf zwei Termine

1. Termin (Gruppentermin)	2. Termin (Einzeltermin)
1. Handscanning	1. Audiometrietest
2. Intelligenztest <i>(räumliches Vorstellungsvermögen verbales Denken, verbale Flüssigkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit)</i>	2. Dichotisches Hören
3. Persönlichkeitsfragebogen	3. Emotionswahrnehmung

2.4 Versuchsablauf

Die Versuche fanden an zwei Terminen, einem Gruppen- und einem Einzeltermin, statt. Die Termine wurden mit den Versuchspersonen per E-mail oder Telefon vereinbart. Generell nahmen die Probanden zuerst am Gruppentermin teil, der immer zu zwei Zeitpunkten in der Woche stattfand. Zu Beginn wurden von jeder Versuchsperson zwei Speichelproben entnommen. Diese wurden im Rahmen einer weiteren Semesterarbeit verwendet und sind für die vorliegende Studie nicht weiter von Bedeutung. Anschließend wurden die Hände der Probanden eingescannt und in einer Datei gespeichert, damit später die Fingerquotienten ermittelt werden konnten. Anschließend wurde mit den Probanden ein Test mit den sogenannten Gottschaldtfiguren durchgeführt. Da dieser jedoch keine Relevanz für die vorliegende Studie besitzt und auch nicht in die Auswertung miteinbezogen wird, wird er hier nicht weiter ausgeführt. Als nächstes wurde ein Intelligenztest durchgeführt. Dabei handelte es sich um den WILDE- Intelligenz-Tests von Jäger & Althoff (1983). Die Untertests wurden nach den Maßgaben des Manuals ausgewählt und durchgeführt. Außerdem wurde den Versuchspersonen ein Persönlichkeitsfragebogen mitgegeben, der zu Hause ausgefüllt werden sollte und zum Einzeltermin abzugeben war.

Der Einzeltermin fand möglichst bald nach dem ersten, jedoch selten am selben Tag statt. Nach einer kurzen Begrüßung durch den Versuchsleiter und einer weiteren Speichelprobe wurden die Probanden einem Audiometrietest unterzogen, der der Kontrolle über die Hörtüchtigkeit der Probanden diente. Damit sollte die Unverfälschtheit der Leistung im anschließenden dichotischen Hören gesichert werden. Eine standardisierte Instruktion wurde vom Versuchsleiter vorgelesen und gleichzeitig dem Probanden zum Mitlesen vorgelegt (Vollständige standardisierte Instruktion siehe Anhang C). Der Versuch fand am Computer statt, wobei der Bildschirm für den Probanden nicht sichtbar dem Versuchsleiter zugewandt war. Der Proband erhielt die Tastatur, die als Reaktionspult diente. Die Töne wurden über Kopfhörer dargeboten. Der Versuch begann mit einem Beispielton von 1000Hz. Dieser wurde aufsteigend dargeboten. Anschließend folgten in vorgegebener aber für den Probanden zufällig erscheinender Reihenfolge Töne mit den Frequenzen von 500Hz, 1000Hz, 2000Hz sowie 4000Hz entweder absteigend oder aufsteigend sowie entweder auf dem linken oder rechten Ohr. Insgesamt ergaben sich so 16 Durchgänge. Bei den aufsteigenden

Tönen waren diese erst nach einer Weile zu hören und wurden dann lauter. Die Probanden waren angewiesen, zu reagieren, sobald sie den jeweiligen Ton hören konnten. Dazu sollten sie auf die Leertaste der Tastatur drücken. Die absteigenden Töne waren gleich zu Beginn hörbar und wurden dann leiser. Bei diesen Tönen hatten die Probanden zu reagieren, sobald sie den Ton nicht mehr hören konnten. Der Versuchsleiter dokumentierte den Zeitpunkt der Reaktion mit den Angaben zur Frequenz des Tones, ob dieser absteigend oder aufsteigend dargeboten wurde und auf welchem Ohr dieser zu hören war. Am Ende wurden alle Angaben unter einem persönlichen Code der Probanden in einer Datei abgespeichert.

Anschließend wurde nach einer letzten Speichelprobe ein Test zum dichotischen Hören durchgeführt. Dieser Test fand ebenfalls am Computer statt und auch hier wurden die Reize per Kopfhörer dargeboten. Zur Durchführung des Testes wurde eine angefertigte Power Point Präsentation verwendet. Der Bildschirm war nun dem Probanden zugewandt und die Instruktion sowie das Vorseignal wurden schriftlich auf dem Bildschirm angezeigt (Instruktion siehe Anhang D). Die Probanden erledigten diesen Versuch ohne weiteres Eingreifen des Versuchsleiters. Dieser stand lediglich für Rückfragen zur Verfügung. Der zeitliche Verlauf wurde von den Probanden selbst gelenkt, in dem sie für jeden weiteren Schritt die Leertaste der sich vor ihnen befindlichen Tastatur drückten. Nach der Instruktion folgten acht Beispielsilbenpaare. Dazu wurde den Probanden über Kopfhörer auf dem linken und rechten Ohr zeitgleich jeweils zwei unterschiedliche Silben aus der Silbengruppe „Bi“, „Di“, „Gi“, „Ki“, „Pi“ und „Ti“ dargeboten. Nach jeder Darbietung war das wahrgenommene Silbenpaar in eine Liste einzutragen, die als Papierbogen den Probanden ausgehändigt wurde. Für jede Darbietung gab es eine Liste aller sechs Silben, von denen dann jeweils zwei anzukreuzen waren. Es wurde darauf geachtet, dass die Probanden wirklich zu jedem Vorgang zwei Kreuze machten, auch wenn sie nicht sicher waren. Dabei wurde nicht angegeben, auf welchem Ohr welche Silbe gehört worden war. Nach den Beispielsilben folgten, falls keine Fragen bestanden, die 120 Silbenpaare der Gruppe „Ba“, „Da“, „Ga“, „Ka“, „Pa“ und „Ta“ der Experimentalphase. Nach der Hälfte der Durchgänge (60 Silben) war der Kopfhörer umzudrehen. Dann folgten die weiteren 60 Silben. In die Auswertung der Daten wurden ausschließlich die Silben aus der Experimentalphase verwendet. Die Beispielsilben dienten lediglich der Eingewöhnung und Fehlerreduzierung durch mögliche Missverständnisse während der Instruktion.

Im Anschluss folgte der Versuch zur Emotionswahrnehmung. Dieser wurde wie der vorangegangene Versuch am Computer mittels Power Point Präsentation dargeboten. Die Probanden erhielten eine Instruktion am Bildschirm mit der Präsentation einer Beispiemotion (Instruktion siehe Anhang E). Die Emotionen wurden durch jeweils ein Foto, auf dem ein Gesicht zu sehen war, dargestellt. Die Darbietung umfasste nur einen sehr kurzen Zeitabschnitt von 0,5 sec. So sollte das bewusste Nachdenken über die Emotion vermieden werden, und die direkte Wahrnehmung über das Gesehene dokumentiert. Auch für diesen Versuch erhielten die Versuchspersonen einen Bogen, auf dem für jede dargebotene Emotion eine Liste der möglichen Emotionen dargestellt war. Die Probanden mussten nun bei jeder Emotionsdarbietung ein Kreuz machen.

Nach Beendigung dieses Versuches war die Untersuchung abgeschlossen. Der Proband wurde mit einem dankenden Wort verabschiedet.

2.5 Statistische Auswertung

- 1) Die Beobachterübereinstimmung bzgl. der Messung der Fingerquotienten wurde mittels Cronbachs α errechnet.
- 2) Um festzustellen, ob sich Frauen und Männer signifikant in ihrem Fingerquotienten unterscheiden, wurde ein T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Der Wert für die linke und rechte Hand wurde jeweils einzeln getestet.

Die weitere Auswertung der Daten wurde innerhalb der Geschlechter vorgenommen.

- 3) Um den Zusammenhang zwischen Fingerquotient und den Werten im räumlichen Vorstellungsvermögen, verbalen Denken, der verbalen Flüssigkeit, der Wahrnehmungsgeschwindigkeit sowie des dichotischen Hörens und der Emotionswahrnehmung zu ermitteln, wurden diese mittels Pearson-Produkt-Moment-Korrelation mit den Fingerquotienten der rechten und linken Hände korreliert.

Die Ergebnisse wurden mit dem Statistikprogramm SPSS gerechnet. Die Ausgaben mit den entsprechenden Ergebnissen sind im Anhang angefügt. Sie sind chronologisch geordnet und mit einer Überschrift versehen.

3. Ergebnisse

3.1 Auswertung der Fingerquotienten

Es ergaben sich folgende Beobachterübereinstimmungen für die Fingerquotienten: rechts: $\alpha = .95$, links: $\alpha = .93$.

3.2 Zusammenhang zwischen Geschlecht und Fingerquotient

Der T-Test zeigte, dass sich die Mittelwerte der rechten Hand signifikant unterscheiden ($t(71)=2,78$, $p=.007$).

Die Richtung dieser Unterschiede ist aus Tabelle 3.1 zu erkennen

Tabelle 3.1:

Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Fingerquotienten der linken und rechten Hand von männlichen und weiblichen Vpn und zugehörige Ergebnisse des T-Tests für unabhängige Stichproben

Gemessene Variable (2D:4D)	♀		♂		Ergebnisse der Signifikanztests	
	M	SD	M	SD	t-Wert	p
rechts	.980	.031	.957	.030	2,78	.007
links	.985	.034	.973	.028	1,62	.110

Bei Betrachtung der Mittelwerte ist zu ersehen, dass der Mittelwert der Fingerquotienten der rechten Hand beim männlichen Geschlecht signifikant kleiner ist.

Die Mittelwerte der linken Hände beider Geschlechter unterscheiden sich nicht signifikant ($t(71)=1,62$, $p=.110$). Dennoch ist auch hier der Mittelwert der Männer kleiner als der der Frauen.

3.3 Zusammenhang zwischen Fingerquotienten kognitiven Fähigkeiten

3.3.1 räumliches Vorstellungsvermögen

Der Wert WIT-räumlich ergab sich jeweils aus den Ergebnissen der Testpersonen in den Untertests WIT-Abwicklung und WIT-Spiegelbilder. Es werden zunächst die Gesamtergebnisse korreliert und anschließend gegebenenfalls noch mal differenziert betrachtet, falls sich in einem der Untertests noch ein signifikantes Ergebnis auffinden lässt.

3.3.1.1 Frauen

Bei den rechten Händen der Frauen ergab sich für die Korrelation mit den Ergebnissen aus dem WIT-räumlich ein Wert von $r=-.240$ ($p=.089$). Es besteht somit eine tendenzielle negative Korrelation.

Die Korrelation zwischen den linken Händen und dem räumlichen Vorstellungsvermögen ergab einen Wert von $r=-.158$ und ist somit nicht signifikant ($p=.268$)

Bei Betrachtung des Untertests Abwicklung ist eine tendenzielle negative Korrelation zu den rechten Händen der Frauen zu erkennen ($r=-.267$, $p=.059$).

3.3.1.2 Männer

Die Korrelation zwischen den rechten Händen der männlichen Versuchspersonen und ihrem räumlichen Vorstellungsvermögen ergab einen Wert von $r=-.288$ ($p=.193$)
Der errechnete p-Wert weist keine Signifikanz auf

Auch bei den linken Händen ergab sich bei einer Korrelation von $r=-.053$ keine Signifikanz ($p=.815$)

Betrachtet man allerdings den Untertest WIT-Abwicklungen alleine, so lässt sich eine signifikante Korrelation mit den rechten Händen der männlichen Versuchspersonen

beobachten. Der negative Wert von $r=-.505$ ($p=.016$) weist darauf hin, dass die Leistung in diesem Test mit kleinerem Fingerquotienten zunimmt.

3.3.2 verbales Denken

Der Gesamtwert des verbalen Denkens (WIT-verbal) ergibt sich aus den Untertests WIT-Sprichwörter und WIT-gleiche Wortbedeutung. Auch hier wird zunächst der Gesamtwert genutzt und anschließend werden die Untertests auf mögliche Signifikanzen hin untersucht.

3.3.2.1 Frauen

Bei den rechten Händen der Frauen ergab sich eine Korrelation von $r=-.017$ ($p=.905$). Es besteht somit kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Fingerquotient und der Leistung im Bereich des verbalen Denkens.

Die Korrelation der linken Hände mit den Werten im verbalen Denken ergab $r=.090$. Auch hier ist keine Signifikanz festzustellen ($p=.528$).

Auch bei Betrachtung der einzelnen Untertests lassen sich keine Signifikanzen beobachten.

3.3.2.2 Männer

Die Korrelation der männlichen rechten Hände mit den Leistungen in verbaler Flüssigkeit ergab einen Wert von $r=-.006$ ($p=.979$). Es besteht keine Signifikanz. Auch bei der Berechnung mit den linken Händen war bei einer Korrelation von $r=-.018$ keine Signifikanz aufzuweisen ($p=.936$).

Desgleichen sind hier bei differenzierter Betrachtung der Untertests keine signifikanten Ergebnisse festzustellen.

3.3.3 verbale Flüssigkeit

Die Leistung in der verbalen Flüssigkeit wurde durch den Test WIT - Wortgewandtheit ermittelt

3.3.3.1 Frauen

Die Korrelation mit den Fingerquotienten der rechten Händen der Frauen ergab einen Wert von $r=-.005$ ($p=.971$), mit denen der linken Händen einen Wert von $r=.084$ ($p=.559$)

Beide Ergebnisse weisen keine Signifikanz auf.

3.3.3.2 Männer

Bei den Männern ergab sich bei der Korrelation zwischen verbaler Flüssigkeit und Fingerquotient der rechten Hände ein Wert von $r=-.070$ ($p=.757$)

Die Korrelation mit den linken Händen betrug $r=.087$ ($p=.699$)

Beide Korrelationen sind nicht signifikant.

3.3.4 Wahrnehmungsgeschwindigkeit

3.3.4.1 Frauen

Bei den Frauen ergab sich für die Korrelation zwischen rechter Hand und Wahrnehmungsgeschwindigkeit ein Wert von $r=-.362$ ($p=.009$). Somit besteht eine signifikante Korrelation

Auch bei Betrachtung des Zusammenhangs der linken Hand mit der Wahrnehmungsgeschwindigkeit lässt sich eine signifikante Korrelation aufweisen ($r=-.387$, $p=.005$).

Die negativen Werte der Korrelationen beschreiben zugleich die Richtung des Zusammenhangs. So bedeuteten die Korrelationen von $r=-.362$ und $r=-.387$, dass es einen negativen Zusammenhang gibt und zwar: je kleiner der Fingerquotient ist, umso höher ist die Leistung im Bereich der Wahrnehmungsgeschwindigkeit.

3.3.4.2 Männer

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen rechter Hand der männlichen Testpersonen und der Wahrnehmungsgeschwindigkeit so ergibt sich keine signifikante Korrelation ($r=-.242$, $p=.297$)

Auch die Korrelation zwischen linker Hand und Wahrnehmungsgeschwindigkeit von $r=-.100$ ist nicht signifikant ($p=.658$).

3.3.5 dichotisches Hören

3.3.5.1 Frauen

Die Korrelation von rechter Hand und den Ergebnissen im dichotischen Hören bei den Frauen ergab einen Wert von $r=-.122$ ($p=.394$).

Bei der linken Hand ergab sich eine Korrelation von $r=-.190$ ($p=.183$).

Diese Werte sind somit nicht signifikant.

3.3.5.2 Männer

Bei den männlichen Versuchspersonen beträgt die Korrelation mit dem Fingerquotient der rechten Hand $r=-.097$ ($p=.666$)

Bei der linken Hand ist ebenfalls keine Signifikanz aufzuweisen ($r=-.022$; $p=.922$)

3.3.6 Emotionswahrnehmung

Zur Ermittlung der Emotionswahrnehmung wurden die Fingerquotienten der Probanden mit den Gesamt-Werten im Test zur Emotionswahrnehmung korreliert.

3.3.6.1 Frauen

Die Korrelation zwischen rechter Hand und dem Gesamtwert zur Emotionswahrnehmung bei den Frauen ist nicht signifikant ($r=.146$; $p=.307$).

Der Zusammenhang mit den Fingerquotienten der linken Händen weist eine tendenzielle Korrelation auf ($r=.254$; $p=.073$).

3.3.6.2 Männer

Auch bei den Männern gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Gesamtwert der Emotionswahrnehmung und den Fingerquotienten der rechten und linken Hände (rechts: $r=.057$; $p=.802$; links: $r=-.188$; $p=.403$).

4. Diskussion

Die vorliegende Studie befasste sich mit dem Einfluss von pränatalem Testosteron auf kognitive Leistungen sowie Sprachlateralität. Getestet wurden insbesondere Leistungen, in denen Geschlechtsunterschiede auftreten. Da Männer einen höheren pränatalen Testosteronwert als Frauen besitzen, sollte somit geprüft werden, ob die Höhe des pränatalen Testosterons einen Effekt auf die geschlechtstypisch kognitive Entwicklung eines Menschen hat.

Als Indikator für die Höhe des pränatalen Testosterons wurde der Fingerquotient aus Zeigefinger und Ringfinger verwendet. Als erster Schritt wurde also geprüft, ob sich Männer und Frauen auch tatsächlich in ihrem Fingerquotienten unterscheiden.

Die Ergebnisse zeigten, dass einen signifikanten Unterschied im Fingerquotienten der rechten Hände zwischen Männern und Frauen bestand. Die Mittelwertsbetrachtung machte deutlich, dass der Unterschied dahin geht, dass Männer einen kleineren Fingerquotient als Frauen besitzen ($m=.95$; $w=.98$). Bei den linken Händen der Versuchspersonen war kein signifikanter Geschlechtsunterschied zu vermerken. Dennoch deuten die Mittelwerte auf eine Tendenz in dieselbe Richtung hin, nämlich, dass Männer einen kleineren Fingerquotient haben. Dies entspricht auch den Ergebnissen der Vorgängerstudien und bestätigt nochmals das Bestehen eines Dimorphismus im Bereich der Fingerlänge von Zeige- und Ringfinger zwischen Männern und Frauen.

Die weitere Untersuchung fand jeweils innergeschlechtlich statt. Als erstes wurde der Zusammenhang zwischen Fingerquotient und räumlichem Vorstellungsvermögen geprüft. Bei den Frauen konnte ein tendenzieller Zusammenhang mit den Fingerquotienten der rechten Hände festgestellt werden ($r=-.240$; $p=.089$). Bei Betrachtung der linken Hände sowie bei beiden Händen der männlichen Versuchspersonen ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge. Jedoch ist auffällig, dass alle vier errechneten Korrelationen ein negatives Vorzeichen besitzen. Dies lässt auf die Richtung der Korrelation schließen. Dieser negative Zusammenhang ist so zu verstehen: je höher die Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen, umso kleiner der Fingerquotient. Somit ist eine Tendenz in Richtung der Hypothese zu

erkennen. Bei Betrachtung des Untertests Abwicklungen gibt es sogar deutliche Ergebnisse, die auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen Fingerquotient und diesem Teilgebiet des räumlichen Vorstellungsvermögens hinweisen. So ergab sich bei den Männern ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen den Testleistungen und den Fingerquotienten ihrer rechten Hände ($r=-.505$; $p=.016$). Auch bei den Frauen konnte ein tendenzieller negativer Zusammenhang mit den rechten Händen festgestellt werden ($r=-.267$; $p=.059$). Somit kann die Hypothese zu einem negativen Zusammenhang zwischen Fingerquotient und räumlichem Vorstellungsvermögen zumindest teilweise bestätigt werden.

Punkt 3.3.2 der Ergebnisse beschreibt den Zusammenhang zwischen Fingerquotient und verbalem Denken. Hier ergeben sich keine Signifikanzen bei Männern sowie Frauen. Dieses Ergebnis unterstützt die Hypothese, dass im verbalen Denken keine Unterschiede zwischen Personen mit kleinem Fingerquotient und denen mit großem besteht.

Die Hypothese, dass allerdings in dem speziellen Bereich der verbalen Flüssigkeit Differenzen zu finden sind, konnte nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse weisen auf keinen Zusammenhang zwischen dem Fingerquotient und der Leistung in diesem Gebiet hin.

Im Bereich der Wahrnehmungsgeschwindigkeit ergeben sich indes interessante Ergebnisse. So haben die Korrelationen der Fingerquotienten der rechten und linken Hände der Frauen mit den Leistungen in den Tests zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit r -Werte von $r=-.362$ ($p=.009$) und $r=-.387$ ($p=.005$). Die Korrelationen drücken aus, dass die Leistung in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit mit steigendem Fingerquotient abfällt. Diese Ergebnisse entsprechen somit nicht der Hypothese, die besagte, dass Personen mit größerem Fingerquotient bessere Leistungen erzielen. Diese signifikanten Ergebnisse machen es gegebenenfalls sinnvoll, möglichen Hintergründen für dieses Phänomen weiter nachzugehen.

Im dichotischen Hören ergab sich wiederum keine Signifikanz bei der Berechnung der Korrelation mit dem Fingerquotienten der Testpersonen. Jedoch handelt es sich hierbei um ausschließlich negative Korrelationen, die darauf hinweisen, dass je kleiner der Fingerquotient ist, umso höher der Quotient aus der prozentualen Trefferquote rechts und links. Dies entspricht der Hypothese, dass Personen mit einem kleinen Fingerquotient mehr Silben auf dem rechten Ohr richtig nennen.

Bei Betrachtung des Zusammenhangs von Fingerquotient und den Gesamtwerten der Emotionswahrnehmung, konnte ein tendenzieller positiver Zusammenhang zwischen den Fingerquotienten der linken Hände der Frauen entdeckt werden ($r=.254$; $p=.073$). Die positive Korrelation weist darauf hin, dass ein großer Fingerquotient mit hohen Leistungen im Bereich der Emotionswahrnehmung einhergeht. Ansonsten waren keine nennenswerten Ergebnisse zu verzeichnen, die auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Fingerquotient und Emotionswahrnehmung hindeuten.

Zusammenfassend sei gesagt: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen viele Tendenzen und eine Handvoll Signifikanzen, jedoch auch einige wenig aussagende Resultate auf. Die folgenden Kritikpunkte gelten weniger der Abwertung der vorliegenden Studie, als vielmehr der Vorausschau auf notwendige Erweiterungen der Untersuchungsform, welche in der vorliegenden Studie im Rahmen einer Semesterarbeit aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht erfüllt werden konnten.

So sei zu kritisieren, dass der pränatale Testosteronspiegel nur indirekt gemessen werden konnte. Zwar belegen viele Studien einen Zusammenhang zwischen Fingerquotienten und pränatalem Testosteron, dennoch ist nicht auszuschließen, dass auch noch andere Faktoren zu diesem Dimorphismus beitragen. Ohne diese möglichen Einflussfaktoren auszupartialisieren, ist es nicht uneingeschränkt möglich, den Zusammenhang zwischen Fingerquotient und kognitiven Fähigkeiten auf den Einfluss von pränatalem Testosteron zurückzuführen.

So wäre es von Vorteil, wenn ein direkterer Zugang zum pränatalen Testosteron möglich wäre. Wenn auch aufwendig, sind Längsschnittstudien, in denen der pränatale Testosteronwert direkt gemessen wird, mit Sicherheit genauer. In der oben beschriebenen Studie von Lutchmaya und Kollegen (2004), in der der pränatale Testosteronwert durch eine Fruchtwasserentnahme gemessen wurde, zeigen sich offensichtlich signifikante Korrelationen zwischen pränatalem Testosteron und Fingerquotienten. Dennoch beträgt diese Korrelation nicht $r=1$ und ist somit nicht frei von weiteren Einflüssen. Der Fingerquotient hängt also nicht ausschließlich mit dem pränatalen Testosteron zusammen und ist somit nur bedingt als Indikator brauchbar. Es ist möglich, dass einige Informationen durch diese Ungenauigkeit verloren gegangen sind.

Auch ist nicht sicher, ob beide Hände gleich repräsentativ sind. So zeigte die Studie von Lutchmaya und Kollegen (2004), dass die rechte Hand einen größeren

Zusammenhang zum pränatalen Testosteron zeigt und somit eher als Indikator dient. In der vorliegenden Studie konnte in der Tat ein signifikanter Unterschied zwischen den rechten Händen von Männern und Frauen festgestellt werden, nicht aber zwischen den linken. Ob dieser Unterschied jedoch auf die bessere Repräsentativität der rechten Hand beruht, kann hier nicht geklärt werden. Aus diesem Grund wurde die Untersuchung ohne Berücksichtigung dieser Mittelwertsunterschiede an beiden Händen vorgenommen

Ein weiterer Kritikpunkt stellt die gewissermaßen unrepräsentative Stichprobe dar. So wurden zum Beispiel nur wenige männliche Versuchspersonen untersucht. Daher konnte möglicherweise nicht der gesamte Variationsbereich von pränatalem Testosteron bei Männern abgedeckt werden. Ein weiterer Faktor, der die Stichprobe unrepräsentativ macht, ist die Tatsache, dass nur Psychologiestudenten an der Studie teilnahmen. Es ist denkbar, dass Menschen mit hoher Emotionswahrnehmung eher einen menschenorientierten Beruf wählen, als Menschen mit besonders guten räumlichen Fähigkeiten. Demnach könnte angenommen werden, dass es sich bei den männlichen Testpersonen um Männer mit ähnlichem und vergleichsweise niedrigem Testosteronspiegel handelte. Somit könnte es sein, dass der Variationsbereich des pränatalen Testosterons bei den Versuchspersonen nicht repräsentativ breit ist.

In Bezug auf die Händigkeit sei zu erwähnen, dass in der vorliegenden Studie keine Untersuchungen durchgeführt werden konnten, da sich unter den Versuchspersonen nur sechs Linkshänder befanden. Folglich war die Stichprobe (4 Frauen und 2 Männer) zu klein, um damit Berechnungen durchzuführen. Dennoch ist es möglich, dass sich Rechts- und Linkshänder hinsichtlich einiger kognitiver Leistungen unterscheiden. Zur genaueren Untersuchung der Zusammenhänge mit der Händigkeit sollte man also die Stichprobenauswahl dementsprechend treffen, dass es weitgehend gleich viele Rechts- und Linkshänder gibt. Diese Bedingung konnte hier nicht erfüllt werden, da die Händigkeit erst durch Auswertung der Fragebögen ermittelt wurde und nicht mit in die Stichprobenauswahl miteinbezogen wurde. Aufgrund des geringen Anteils an Linkshändern in der Bevölkerung wäre es mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht gelungen, in der begrenzten zur Verfügung stehenden Zeit ausreichend Linkshänder aufzufinden. Die weitere Bedingung einer Gleichverteilung der Händigkeit hätte den Zeit- und Aufwandsrahmen dieser Studie, aufgrund des geringen Bevölkerungsanteils an Linkshändern, überschritten.

Abschließend sei gesagt, dass die Hypothesen dieser Untersuchung nur bedingt bestätigt werden konnten. Dennoch weisen einige Ergebnisse auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Fingerquotienten einer Person und verschiedenen kognitiven Leistungen hin. Somit wäre es sinnvoll, diesem möglichen Einflussfaktor weiter nachzugehen.

Literaturverzeichnis

- CSATHÓ, Á., OSPHÁT, A., KARÁDI, K., BISCÁK, É., MANNINGS, J. & KÁLLAI, J. (2003): Spatial navigation related to the ratio of second to fourth digit length in women. *Learning and individual differences* 13, 239-249.
- JÄGER, A. O. & ALTHOFF, K. (1983). WIT: *Der Wilde- Intelligenz- Test. Ein Strukturdiagnostikum*. Göttingen: Hogrefe.
- KIMURA, D. (1961): Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology* 15, 166-171.
- KIMURA, D. (1999). *Sex and Cognition*. Cambridge: MIT Press.
- LUTCHMAYA, S., BARON-COHEN, S., RAGGAT, P., KNICKMEYER, R. & MANNING, J. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early human development* 77, 23-28.
- MERTEN, J. (2003). *Einführung in die Emotionspsychologie*. Stuttgart, Kohlhammer.
- MILNER, B., TAYLOR, L. & SPERRY, R.W. (1968): Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. *Science* 161, 184-186.
- PSCHYREMBEL, W. (2001). *Klinisches Wörterbuch*, 259. Edition. Berlin: de Gruyter.
- SANDERS, G., SJODIN, M. & CHASTELAINE de, M. (2002). On the Elusive Nature of Sex Differences in Cignitin: Hormonal Influences Contributing to Wirhin-Sex Variaton. *Archieves of Sexual Behavior* Vol. 31, No 1, 147.
- SPRINGER, S. & DEUTSCH, G. (1998). *Linkes rechtes Gehirn*. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akad. Verl.
- WENNINGER, G. (2001). Lateralität. In G. Wenninger (Hrsg.). *Lexikon der Psychologie*. Bd. 2. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akad. Verl.

Sekundärliteratur:

- BOYLE, M. W., BENBOW, C. P. & ALEXANDER, J. E. (1995). Sex Differences, Hemispheric Laterality, and Associated Brain Activity in the Intellectually Gifted. *Developmental Neuropsychology*, 11, 415-443.
- GAULIN, S. J. C., Fitzgerald, R. W. & WARTELL, M. S. (1990). Sex differences in spatial ability and activity in two vole species. *Journal of comparative Psychology*, 104, 88-93.
- HALL, J. (1984). *Nonverbal Sex Differences*. Baltimore: John Hopkins.
- HAMPSON, E., ROVET, J. F. & ALTMANN, D. (1998). Spatial reasoning in children with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Developmental Neuropsychology*, 14, 299-320.
- HERAULT, Y., FRADEAU, N., ZAKANY, J. und DUBOULE, D. (1997). *Ulnaless (UI)*, a regulatory mutation including both loss-of-function and gain-of-function of posterior Hoxd genes. *Development*, 124, 3493-3500.
- HIER, D. B. & CROWLEY, W. F. (1982). Spatial Ability in adreno-deficient men. *New England Journal of medicine*, 306, 1202-1205.
- LANSDELL, H. (1962). A Sex Difference in Effects of temporal Lobe Neurosurgery on Design Preference. *Nature*, 194, 852-854.
- RESNICK, S. M., BERENBAUM, S. A., GOTTESMANN, I. I. & BAUCHARD, T. J. (1986). Early hormonal influences on cognitive functioning in congenital adrenal hyperplasia. *Developmental Psychology*, 22, 191-198.
- SHAYWITZ, B., SHAYWITZ, S., PUGH, K. R., CONSTABLE, R. T., SKUDLASKI, P., FULBRIGHT, R. K., BRONEN, R. A., FLETCHER, L. M., SHANKWEILER, D. P., KATZ, L. & GORE, J. C. (1995). Sex Differences in the functional Organization of the Brain for Language. *Nature*, 373, 607-609.
- VOYER, D. (1996). On the Magnitude of Laterality Effects and Sex Differences in Functional Laterality. *Laterality*, 1, 51-83.
- WILLIAMS, C. L., BARNETT, A. M. & MECK, W. H. (1990). Organisational effects of early gonadal secretions on sexual differences in spatial memory. *Behavioral Neurosciences*, 104, 84-97.

Anhang

Anhang A

Versuchsablauf Gruppenversuch:

Nr.	Ereignis	Dauer	Zeitpunkt des Beginns	
1	Begrüßung	00:01:00	00:00:00	
2	Speichelprobe 1	00:05:00	00:01:00	Während dessen: Persönlichkeitbogen anfangen Nacheinander Hände einscannen
3	Pause	00:10:00	00:06:00	
4	Speichelprobe 2	00:05:00	00:16:00	
5	Instruktion Gottschaldtfiguren	00:01:00	00:21:00	
	Gottschaldt-Figuren	00:06:00	00:22:00	
5	Instruktion WIT und GW	00:02:00	00:28:00	
	WIT-gleiche Wortbedeutung (GW)	00:02:00	00:30:00	
6	Instruktion AL	00:01:00	00:32:00	
	WIT-Analogien (AL)	00:03:00	00:33:00	
7	Instruktion SW	00:01:00	00:36:00	
	WIT-Sprichwörter (SW)	00:04:30	00:37:00	
8	Instruktion SP	00:04:00	00:41:30	
	WIT-Spiegelbilder (SP)	00:02:30	00:45:30	
9	Instruktion BR	00:02:00	00:48:00	
	WIT-Buchstabenreihen (BR)	00:04:00	00:50:00	
10	Instruktion BO	00:02:00	00:54:00	
	WIT-Beobachtung (BO)	00:03:30	00:56:00	
11	Instruktion AW	00:03:00	00:59:30	
	WIT-Abwicklungen (AW)	00:05:00	01:02:30	
12	Instruktion WG	00:02:00	01:07:30	Gesamt: ca. 1¼ Stunde
	WIT-Wortgewandtheit (WG)	00:05:00	01:09:30	

Anhang B

Versuchsablauf Einzelversuch:

Nr.	Ereignis	Dauer	Zeitpunkt der Beginns
1	Begrüßung	00:01:00	00:00:00
2	Speichelprobe	00:05:00	00:01:00
3	Audiometrie	00:10:00	00:06:00
4	Speichelprobe	00:05:00	00:16:00
5	Instruktion dichotisches Hören	00:01:00	00:21:00
	Beispiele dichotisches Hören	00:01:00	00:22:00
	dichotisches Hören	00:12:00	00:23:00
6	Gesichterwahrnehmung	00:10:00	00:35:00

Gesamt: ca. 45
min

Anhang C

Instruktion Audiometrie

Liebe Versuchsteilnehmerin, lieber Versuchsteilnehmer,

Sie werden nun verschiedene Töne hören. Zunächst wird Ihnen ein Beispielton dargeboten.

Im Folgenden werden Sie ähnliche Töne unterschiedlicher Tonhöhen entweder auf dem linken oder rechten Ohr hören. Dabei wird es in der Hälfte der Durchgänge so sein, dass der Ton erst nach einer Weile zu hören sein wird. Bitte drücken Sie die Leertaste möglichst rasch, sobald Sie sich sicher sind, den Ton zu vernehmen. Bei anderen Versuchsdurchgängen wird der Ton gleich zu Beginn hörbar sein und stetig leiser werden. Ihre Aufgabe ist es dann, die Leertaste zu drücken, sobald Sie den Ton nicht mehr hören können. Die/der Versuchsleiter(in) wird Ihnen jeweils ein Zeichen geben, wenn der nächste Durchgang beginnt.

Anhang D

Instruktion Dichotisches Hören

Liebe(r) Versuchsteilnehmer(in),

Im Folgenden werden Sie gleichzeitig auf dem linken und rechten Ohr Silben hören. Es wird sich dabei jeweils um zwei unterschiedliche Silben handeln.

weiter mit beliebiger Taste

Ihre Aufgabe ist es dann, anzugeben, welche beiden Silben Sie aus einer Auswahl von sechs Silben gehört haben.

weiter mit beliebiger Taste

Bitte machen Sie jeweils genau zwei
Kreuze, auch wenn Sie sich nicht
sicher sind.
Es ist außerdem sehr wichtig, dass Sie
Ihre Bewertung zügig abgeben.

weiter mit beliebiger Taste

Nachdem Sie Ihre Bewertungen
abgegeben haben, drücken Sie bitte
jeweils eine beliebige Taste um
fortzufahren.

weiter mit beliebiger Taste

Haben Sie noch Fragen?

Ansonsten haben Sie nun zunächst die Möglichkeit, den Ablauf an einigen Beispielen zu üben.

Drücken Sie bitte eine beliebige Taste, um mit den Beispieldurchgängen zu beginnen!

Anhang E

Instruktion Emotionswahrnehmung

Liebe(r) Versuchsteilnehmer(in),

im folgenden Versuch geht es um das Erkennen
von Emotionen in Gesichtsausdrücken.

weiter mit beliebiger Taste

Ein Beispiel dafür wäre...



Nach der Darbietung des Gesichts erscheint
folgender Bildschirm:

Bitte geben Sie jetzt Ihr Urteil ab!
weiter mit beliebiger Taste

weiter mit beliebiger Taste

Geben Sie dann bitte möglichst rasch auf Ihrem Antwortbogen an, welche der folgenden Emotionen den gesehenen Gesichtsausdruck am besten beschreibt:

- Freude
- Angst
- Ekel
- Überraschung
- Wut
- Trauer
- Verachtung

weiter mit beliebiger Taste

Nachdem Sie Ihr Urteil abgegeben haben, drücken Sie bitte eine beliebige Taste, um mit dem nächsten Gesicht fortzufahren!

Haben Sie noch Fragen?

Wenn nicht, drücken Sie bitte eine beliebige Taste, um mit der Aufgabe zu beginnen!

Ausgaben aus SPSS

Zusammenhang zwischen Geschlecht und Fingerquotient

Gruppenstatistiken

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Fingerquotient 2D:4D linke Hand	weiblich	51	,9857372	,03007617	,00421151
	männlich	22	,9735661	,02787439	,00594284
Fingerquotient 2D:4D rechte Hand	weiblich	51	,9805465	,03122645	,00437258
	männlich	22	,9578229	,03403787	,00725690

Test bei unabhängigen Stichproben

		Fingerquotient 2D:4D linke Hand		Fingerquotient 2D:4D rechte Hand	
		Varianzen sind gleich	Varianzen sind nicht gleich	Varianzen sind gleich	Varianzen sind nicht gleich
Levene-Test der Varianzgleichheit	F	,006		,077	
	Signifikanz	,937		,783	
T-Test für die Mittelwertgleichheit	T	1,621	1,671	2,777	2,682
	df	71	42,850	71	36,970
	Sig. (2-seitig)	,110	,102	,007	,011
	Mittlere Differenz	,0121711	,0121711	,0227236	,0227236
	Standardfehler der Differenz	,00750989	,00728383	,00818369	,00847243
	95% Untere Konfidenzintervall der Differenz	-,00280323	-,00251965	,00640578	,00555634
	95% Obere Konfidenzintervall der Differenz	,02714537	,02686179	,03904139	,03989082

Zusammenhang zwischen Fingerquotient und räumlichem Vorstellungsvermögen (WIT-räumlich), verbaler Flüssigkeit (WIT-verbal) sowie Wahrnehmungsgeschwindigkeit (WIT-Beobachtung)

Geschlecht weiblich

Korrelationen

	Fingerquotient 2D:4D linke Hand			Fingerquotient 2D:4D rechte Hand		
	Korrelation nach Pearson	Signifikanz (2-seitig)	N	Korrelation nach Pearson	Signifikanz (2-seitig)	N
WIT Gleiche Wortbedeutung Standardwerte (Abiturienten, Form 1, kurz, 17-25 Jahre, S. 100	,118	,409	51	-,011	,938	51
WIT Analogien	-,051	,722	51	-,166	,245	51
WIT Sprichwörter	,049	,734	51	-,019	,897	51
WIT Spiegelbilder	-,101	,483	51	-,111	,438	51
WIT Buchstabenreihen	,034	,812	51	,089	,533	51
WIT Beobachtung	-,387(**)	,005	51	-,362(**)	,009	51
WIT Abwicklungen	-,150	,292	51	-,267	,059	51
WIT Wortgewandheit	,084	,559	51	-,005	,971	51
WIT logisches Denken	-,011	,939	51	-,048	,737	51
WIT verbal	,090	,528	51	-,017	,905	51
WIT räumlich	-,158	,268	51	-,240	,089	51

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

a Geschlecht = weiblich

Geschlecht männlich

korrelationen

	Fingerquotient 2D:4D linke Hand			Fingerquotient 2D:4D rechte Hand		
	Korrelation nach Pearson	Signifikanz (2-seitig)	N	Korrelation nach Pearson	Signifikanz (2-seitig)	N
WIT Gleiche Wortbedeutung Standardwerte (Abiturienten, Form 1, kurz, 17-25 Jahre, S. 100	-,021	,926	22	,092	,683	22
WIT Analogien	-,063	,782	22	,075	,739	22
WIT Sprichwörter	-,009	,967	22	-,088	,697	22
WIT Spiegelbilder	,239	,285	22	,066	,770	22
WIT Buchstabenreihen	-,432(*)	,045	22	-,419	,052	22
WIT Beobachtung	-,100	,658	22	-,242	,279	22
WIT Abwicklungen	-,277	,212	22	-,505(*)	,016	22
WIT Wortgewandheit	,087	,699	22	-,070	,757	22
WIT logisches Denken	-,329	,135	22	-,232	,299	22
WIT verbal	-,018	,936	22	,006	,979	22
WIT räumlich	-,053	,815	22	-,288	,193	22

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

a Geschlecht = männlich

Zusammenhang zwischen Fingerquotient und Emotionswahrnehmung sowie dichotischem Hören

Geschlecht weiblich

Korrelationen

		Fingerquotient 2D:4D linke Hand	Fingerquotient 2D:4D rechte Hand
Freude (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,217	,269
	Signifikanz (2-seitig)	,126	,057
	N	51	51
Trauer (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,047	-,106
	Signifikanz (2-seitig)	,745	,460
	N	51	51
Verachtung (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,136	,041
	Signifikanz (2-seitig)	,343	,774
	N	51	51
Angst (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	-,071	-,132
	Signifikanz (2-seitig)	,619	,356
	N	51	51
Überraschung (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,391(**)	,269
	Signifikanz (2-seitig)	,005	,056
	N	51	51
Wut (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,137	,128
	Signifikanz (2-seitig)	,337	,370
	N	51	51
Ekel (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,158	,239
	Signifikanz (2-seitig)	,269	,091
	N	51	51
Gesamtwert (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max. 56)	Korrelation nach Pearson	,254	,146
	Signifikanz (2-seitig)	,073	,307
	N	51	51
VAR00004	Korrelation nach Pearson	,(a)	,(a)
	Signifikanz (2-seitig)	,	,
	N	0	0
dichotisches Hören: prozentuale Trefferquote rechts	Korrelation nach Pearson	,012	,062
	Signifikanz (2-seitig)	,935	,665
	N	51	51
dichotisches Hören: prozentuale Trefferquote links	Korrelation nach Pearson	,181	,119
	Signifikanz (2-seitig)	,204	,405
	N	51	51
dichotisches Hören: PRC minus PLC (Differenz der prozentualen Treffer; u.a. Mathews et al.)	Korrelation nach Pearson	-,155	-,051
	Signifikanz (2-seitig)	,276	,720
	N	51	51
dichotisches Hören, Treffer (rechts) / Treffer (links)	Korrelation nach Pearson	-,190	-,122
	Signifikanz (2-seitig)	,183	,394
	N	51	51

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

a Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

b Geschlecht = weiblich

Geschlecht männlich

Korrelationen

		Fingerquotient 2D:4D linke Hand	Fingerquotient 2D:4D rechte Hand
Freude (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	-,369	,074
	Signifikanz (2-seitig)	,091	,742
	N	22	22
Trauer (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,027	,250
	Signifikanz (2-seitig)	,906	,263
	N	22	22
Verachtung (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,022	,310
	Signifikanz (2-seitig)	,924	,160
	N	22	22
Angst (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,134	,073
	Signifikanz (2-seitig)	,554	,747
	N	22	22
Überraschung (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	-,197	-,261
	Signifikanz (2-seitig)	,380	,241
	N	22	22
Wut (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	-,464(*)	-,616(**)
	Signifikanz (2-seitig)	,030	,002
	N	22	22
Ekel (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max.8)	Korrelation nach Pearson	,031	,260
	Signifikanz (2-seitig)	,891	,242
	N	22	22
Gesamtwert (Emotionswahrnehmung in Gesichtern, max. 56)	Korrelation nach Pearson	-,188	,057
	Signifikanz (2-seitig)	,403	,802
	N	22	22
VAR00004	Korrelation nach Pearson	,(a)	,(a)
	Signifikanz (2-seitig)	,	,
	N	0	0
dichotisches Hören: prozentuale Trefferquote rechts	Korrelation nach Pearson	-,297	-,395
	Signifikanz (2-seitig)	,179	,069
	N	22	22
dichotisches Hören: prozentuale Trefferquote links	Korrelation nach Pearson	-,163	-,158
	Signifikanz (2-seitig)	,469	,482
	N	22	22
dichotisches Hören: PRC minus PLC (Differenz der prozentualen Treffer; u.a. Mathews et al.)	Korrelation nach Pearson	-,037	-,101
	Signifikanz (2-seitig)	,870	,655
	N	22	22
dichotisches Hören, Treffer (rechts) / Treffer (links)	Korrelation nach Pearson	-,022	-,097
	Signifikanz (2-seitig)	,922	,666
	N	22	22

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

a Kann nicht berechnet werden, da mindestens eine der Variablen konstant ist.

b Geschlecht = männlich