



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Luminometrische Quantifizierung von Testosteron in  
ausgewähltem Kollektiv“

verfasst von / submitted by

Selina Hriza

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

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

A 449

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

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Martin Czejka



## **Danksagung**

Ich möchte mich recht herzlich bei Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. Martin Czejka bedanken, der mir diese Diplomarbeit ermöglichte. Er stand mir stets mit fachkundigem Rat zur Seite.

Vielen Dank an Mag. pharm. Marie Kitzmüller, die mich bei der praktischen Arbeit betreute und unterstützte.

Besonders möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich während meines Studiums immer unterstützten und ermutigten.

Ganz lieben Dank auch an meine Studienkollegen/-innen und vor allem an Patricia Graf für diese gemeinsame lehrreiche und schöne Zeit.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DANKSAGUNG .....</b>                                       | <b>III</b> |
| <b>1 EINLEITUNG .....</b>                                     | <b>1</b>   |
| <b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN .....</b>                        | <b>2</b>   |
| <b>2.1 Testosteron .....</b>                                  | <b>2</b>   |
| 2.1.1 Hormonelle Regulation der Sexualhormone .....           | 2          |
| 2.1.2 Stoffwechsel und Pharmakokinetik.....                   | 3          |
| 2.1.3 Rezeptor .....                                          | 3          |
| 2.1.4 Biosynthese.....                                        | 4          |
| 2.1.5 Metabolisierung.....                                    | 6          |
| 2.1.6 Wirkungen der Androgene .....                           | 8          |
| 2.1.7 Pathophysiologie .....                                  | 9          |
| <b>3 AUFGABENSTELLUNG.....</b>                                | <b>12</b>  |
| <b>4 EXPERIMENTELLER TEIL.....</b>                            | <b>13</b>  |
| <b>4.1 Kollektiv.....</b>                                     | <b>13</b>  |
| 4.1.1 Fragebogen.....                                         | 14         |
| <b>4.2 Quantitative Bestimmung mit einem Immunoassay.....</b> | <b>15</b>  |
| 4.2.1 Kompetitive Immunoassays .....                          | 16         |
| <b>4.3 Ermittlung der Testosteronwerte.....</b>               | <b>18</b>  |
| 4.3.1 Standardkurve .....                                     | 18         |
| 4.3.2 Probenentnahme .....                                    | 19         |
| 4.3.3 Salivaaufbereitung .....                                | 20         |
| 4.3.4 Testablauf .....                                        | 20         |
| <b>5 ERGEBNISSE .....</b>                                     | <b>22</b>  |
| <b>5.1 Speicheltestosteron .....</b>                          | <b>22</b>  |
| 5.1.1 Normwerte.....                                          | 22         |
| 5.1.2 Testosteronwerte des Kollektivs.....                    | 23         |

|            |                                                                            |            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.2</b> | <b>Statistische Methoden</b>                                               | <b>25</b>  |
| 5.2.1      | t-Test                                                                     | 25         |
| 5.2.2      | p-Wert                                                                     | 26         |
| 5.2.3      | Pearson-Korrelation                                                        | 26         |
| 5.2.4      | Regressionsanalyse                                                         | 26         |
| <b>5.3</b> | <b>Vergleich von Speichelkonzentrationen und Diskussion der Auswertung</b> | <b>27</b>  |
| 5.3.1      | Vergleich Testosterongehalt Frauen/Männer                                  | 27         |
| 5.3.2      | Einfluss der Uhrzeit bei der Speichelabnahme                               | 29         |
| 5.3.3      | Vergleich verschiedener Altersgruppen                                      | 34         |
| 5.3.4      | Vergleich Testosterongehalt anhand des BMI                                 | 37         |
| 5.3.5      | Vergleich Testosterongehalt sportlich aktiv/sportlich nicht aktiv          | 40         |
| 5.3.6      | Einfluss der Ernährung auf den Testosteronspiegel                          | 43         |
| 5.3.7      | Einfluss psychischer Überanstrengung                                       | 46         |
| 5.3.8      | Zusammenhang zwischen Testosteronspiegel und Hautunreinheiten              | 49         |
| 5.3.9      | Einfluss von Hormonpräparaten                                              | 52         |
| 5.3.10     | Zusammenhang zwischen Cortisol- und Testosteronspiegel                     | 56         |
| 5.3.11     | Zusammenhang zwischen Progesteron- und Testosteronspiegel                  | 60         |
| 5.3.12     | Zusammenhang zwischen oxidativem Stress und Testosteronspiegel             | 64         |
| <b>6</b>   | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>                                                     | <b>68</b>  |
| <b>7</b>   | <b>CONCLUSIO</b>                                                           | <b>70</b>  |
|            | <b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>                                               | <b>VI</b>  |
|            | <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>                                               | <b>VII</b> |
|            | <b>TABELLENVERZEICHNIS</b>                                                 | <b>IX</b>  |
|            | <b>LITERATURVERZEICHNIS</b>                                                | <b>XI</b>  |
|            | <b>ABSTRACT</b>                                                            | <b>XIV</b> |

# 1 Einleitung

Testosteron ist ein Steroidhormon und zählt zur Gruppe der Androgene, den männlichen Sexualhormonen.

Es veranlasst im Mann die Ausbildung der primären und sekundären Geschlechtsmerkmale. Aber auch im weiblichen Organismus hat dieses Hormon wichtige Aufgaben. Testosteron wirkt anabol, hat unter anderem Einfluss auf die Knochenreifung, Hämatopoese und Muskulatur (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710).

Die Testosteronausschüttung unterliegt einem ausgeklügelten Regelmechanismus, der sensibel aufeinander abgestimmt ist. Gerät der Hormonspiegel aus dem Gleichgewicht, treten die unterschiedlichsten Krankheitsbilder zu Tage.

Eine Bestimmung des Testosteronspiegels wird bei Frauen unter anderem vorgenommen, wenn Symptome der Androgenisierung oder ein Tumor der Ovarien vorliegen. Beim Mann kann die Wirkung einer androgensuppressiven Behandlung bei Prostatakarzinomen verfolgt werden. Messungen des Testosteronwerts werden auch im Zuge der Diagnose eines primären und sekundären Hypogonadismus durchgeführt (IBL International GmbH, 2015, S. 1).

Auch in den Bereichen Sportmedizin und Psychologie könnte der Testosteronlevel eines Patienten/-in interessant sein (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 37).

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird der freie Testosterongehalt im Speichel an einem ausgewählten Kollektiv bestimmt. Es sollen mögliche Einflussfaktoren auf den Testosteronwert aufgedeckt werden. Des Weiteren sollen etwaige Zusammenhänge mit dem Cortisol-, Progesteronwert und den freien Radikalen hinterfragt werden.

## **2 Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Testosteron**

#### **2.1.1 Hormonelle Regulation der Sexualhormone**

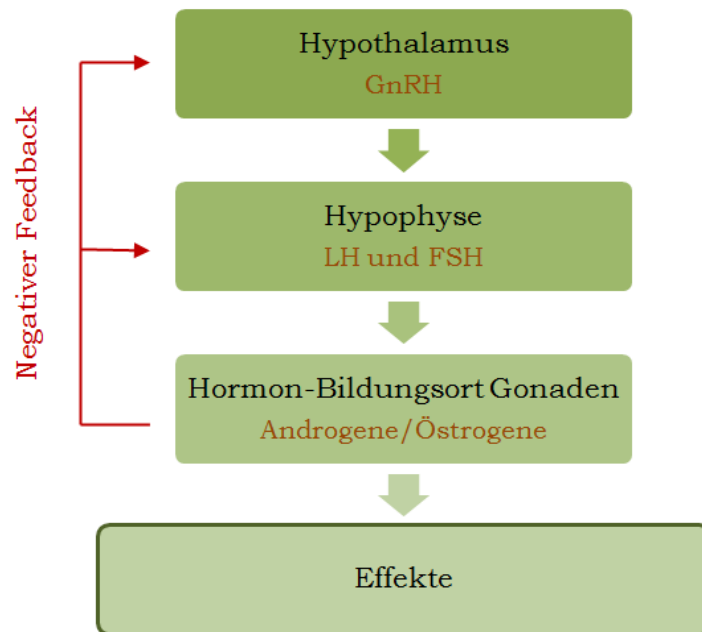
Das Gonadoliberin GnRH (Gonadotropin releasing Hormon) wird aus dem Hypothalamus freigesetzt und stimuliert in der Hypophyse die Abgabe von den Gonadotropinen LH (Luteinisierendes Hormon) und FSH (Follikel-stimulierendes Hormon).

Angeregt durch LH und FSH werden in den Gonaden Androgene und Östrogene synthetisiert und freigesetzt. Die Gonaden sind die Keimdrüsen, beim männlichen Organismus sind es die Hoden und bei der Frau die Eierstöcke. Ein geringer Teil der Sexualhormone wird auch in den Nebennieren gebildet.

Die Gonadotropine binden im Hoden des Mannes an die Leydigzellen und an die Sertolizellen. Dort veranlassen sie die Synthese von Testosteron und Dihydrotesteron. Bei der Frau binden LH und FSH an Thekazellen und Granulosazellen.

Die Sexualhormone gelangen dann über die Blutbahn zu den Zielorganen.

Das hormonelle Regulationssystem verfügt über einen negativen Rückkopplungsmechanismus. Die ausgeschütteten Sexualhormone unterdrücken die Abgabe von GnRH, LH und FSH (Steinhilber, Schubert-Zsilavec, & Roth, 2010, S. 313), (Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 425-426).



**Abbildung 1: Regulation der Sexualhormone (modifiziert nach Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, & Roth, 2010, S. 313; Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 425)**

### 2.1.2 Stoffwechsel und Pharmakokinetik

Ein männlicher Körper produziert jeden Tag ca. 7 mg Testosteron, ein weiblicher nur 10% davon. 1-2% des Testosterons liegt im Blut frei vor und nur dieser Teil ist biologisch wirksam. Beim Mann sind rund 65% an das SHBG (Sexualhormon-bindende-Globulin) gebunden, bei der Frau sogar 99%. Albumin bindet das verbleibende Testosteron.

Die Testosteronkonzentration im Blut unterliegt bei Männern tageszeitlichen Schwankungen, in den Morgenstunden liegen die Werte 20-40% höher als abends. (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709).

### 2.1.3 Rezeptor

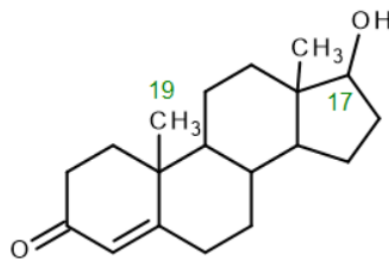
Testosteron und Dihydrotestosteron (DHT) binden an den Androgenrezeptor, der zu den Steroidhormonrezeptoren zählt (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709-710).

Steroidhormone stimulieren durch ihre Bindung an den jeweiligen speziellen Rezeptor die Proteinsynthese. Hormone docken im Zellinneren an Rezeptorproteine



an, diese ändern daraufhin ihre Konformation. Der Komplex aus Steroidhormon und Rezeptor bindet an DNA-Abschnitte, und fungiert dort als Transkriptionsfaktor. Ferner kann der Komplex an andere Transkriptionsfaktoren binden und deren Aufgabe abändern (Lüllmann, Mohr, & Hein, 2010, S. 414).

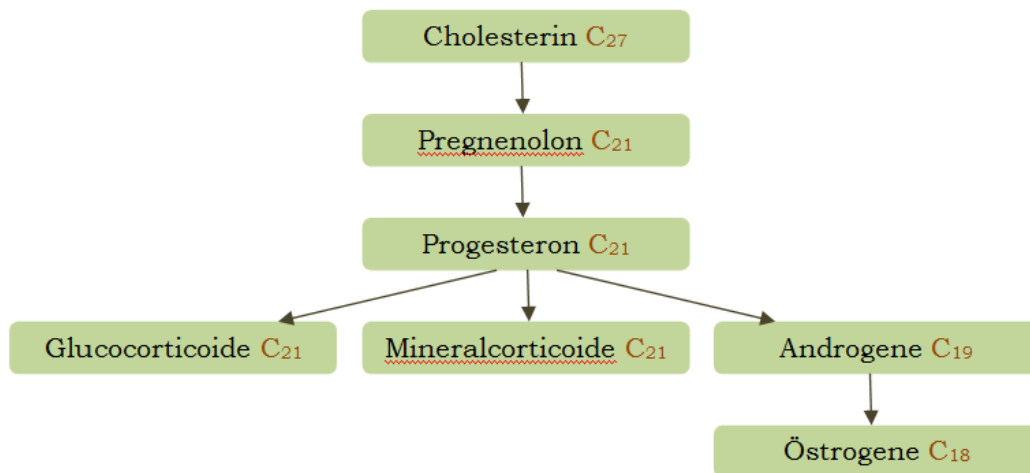
#### 2.1.4 Biosynthese



**Abbildung 2: Strukturformel Testosteron (modifiziert nach Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709)**

Die männlichen Sexualhormone werden als Androgene bezeichnet. Sie werden vor allem in den Leydig-Zwischenzellen des Hodens gebildet, auch in den Nebennieren und im Ovar. (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709)

Androgene bestehen aus 19 Kohlenstoffatomen und gehören zu den Steroidhormonen. Die Steroidhormone lassen sich in fünf große Gruppen einteilen: Gestagene, Glucocorticoide, Mineralcorticoide, Androgene und Östrogene (Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 647).

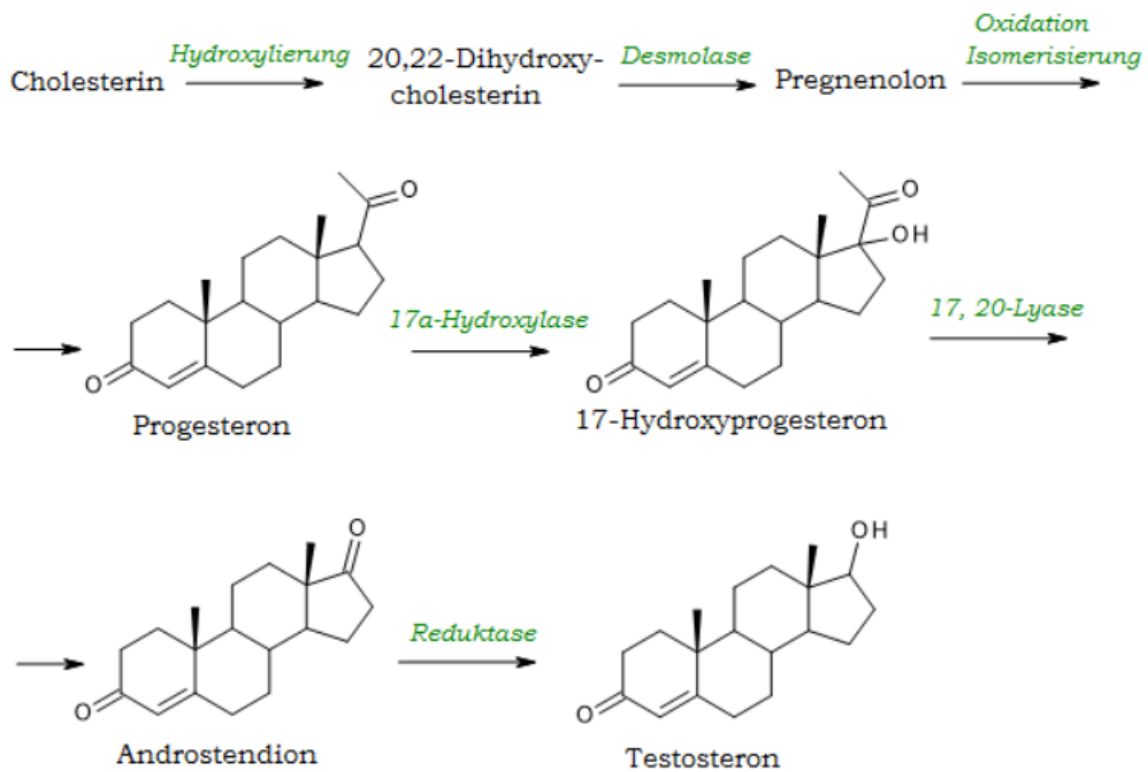


**Abbildung 3: Bildung von Steroidhormonen aus Cholesterin (modifiziert nach Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 647)**

Ausgangssubstanz für die Biosynthese der Steroidhormone ist Cholesterin, welches (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 683) zum 20,22-Dihydroxycholesterin hydroxyliert wird. Anschließend wird Pregnenolon durch eine Desmolase gebildet. Die Desmolase spaltet, unter Bildung einer Ketofunktion an C20, die C20/C22-Verbindung.

Ausgehend vom Pregnenolon wird nun die 3-Hydroxygruppe zu Ketofunktion aufoxidiert und die  $\Delta^5$  in eine  $\Delta^4$ -Doppelbindung umgewandelt. Dies liefert uns nun das Progesteron, aus dem der Körper Cortisol, Aldosteron, die Androgene und die Östrogene synthetisieren kann.

Für die Biosynthese der Sexualhormone findet eine Hydroxylierung an C17 statt und der C2 Rest wird durch eine Lyase abgetrennt. Dies führt zu Androstendion, es hat zwei Ketogruppen an C3 und C17. Testosteron entsteht aus dem Androstendion durch Reduktion der C17-Ketogruppe (Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 648-649).



**Abbildung 4: Biosynthese Testosteron (modifiziert nach Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 648-649)**

### 2.1.5 Metabolisierung

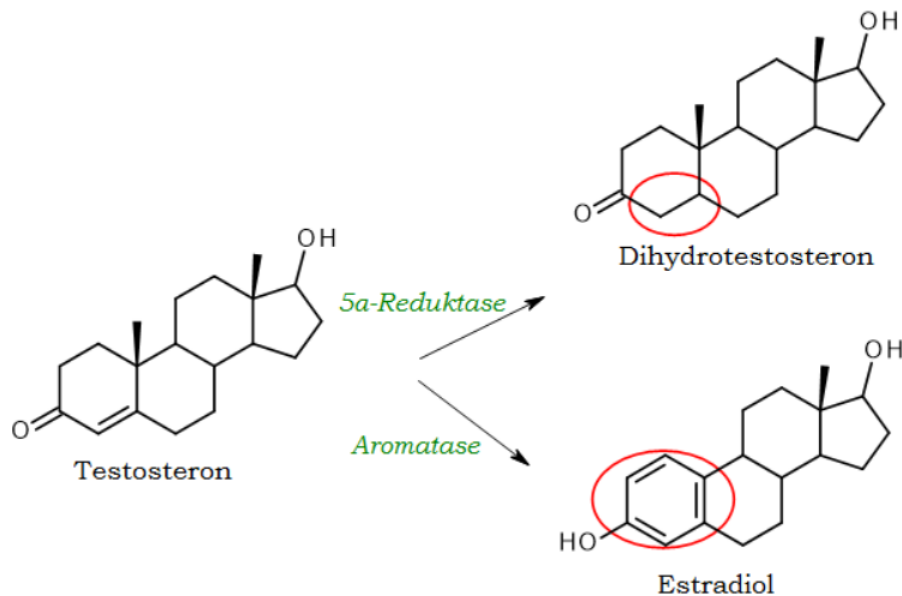
Testosteron wird im Körper des Mannes durch Aromatisierung zu Estradiol und durch Reduktion zu DHT peripher metabolisiert.

Estradiol wirkt additiv zu Testosteron in der Prostata, kann aber auch antagonistische Effekte auf die Testosteronwirkung ausüben. Estradiol stimuliert am Knochen den Verschluss der Epiphysenfugen und beteiligt sich am negativen Feedback auf Hypophysenebene (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710).

Das Enzym 5 $\alpha$ -Reduktase wandelt Testosteron in der Prostata und bestimmten Körperregionen in das aktivere DHT um (Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 647-648).

Durch die Hydrierung der  $\Delta^4$  Doppelbindung wird Testosteron zum DHT reduziert, NADH fungiert hier als Reduktionsmittel. In den androgenabhängigen Geweben wie Genitaltrakt und Prostata findet man vorwiegend 5 $\alpha$ -Reduktase Typ 2. 5 $\alpha$ -Reduktase Typ 1 liegt überwiegend in der Haut, in der Leber und im Gehirn vor.

Die Serumkonzentration an Testosteron ist ca. zehnmal höher als die des DHT. DHT ist das biologisch wirksamste Androgen in den Nebenhoden, im Samenleiter, in der Samenblase und in der Prostata. Die aufbauenden Effekte auf Muskulatur und Knochen und die Stimulation der Hämatopoese werden jedoch größtenteils durch Testosteron hervorgerufen (Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, & Roth, 2010, S. 501), (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710).



**Abbildung 5: Periphere Metabolisierung von Testosteron (modifiziert nach Lüllmann, Mohr, & Hein, 2010, S. 415)**

Wie bereits erwähnt, wird in einigen Körperregionen aus Testosteron, durch die 5α-Reduktase, Dihydrotestosteron gebildet. Bei der Metabolisierung von Testosteron entstehen weitere C19 Steroide, sie besitzen jedoch wesentlich geringe Affinität zum Androgenrezeptor (Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, & Roth, 2010, S. 313).

Der Abbau der Androgene erfolgt in der Leber. Sie werden meist in Position 17 zu Ketonen oxidiert und dann in weiteren Abbauschritten reduziert.

Es kann aber auch zuerst die Doppelbindung in Ring A reduziert werden. Dadurch entstehen 5α-Dihydrotestosteronderivate.

Am Ende der Hauptmetabolisierungswege von Testosteron entstehen Androsteron und 3α-,17β-Androstandiol. Sie werden glucuronidiert oder sulfatiert und anschließend über die Niere ausgeschieden (Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, & Roth, 2010, S. 313-314).

### **2.1.6 Wirkungen der Androgene**

Testosteron entfaltet im männlichen Organismus seine Wirkungen durch das Sexualhormon Testosteron selbst und durch seine aktiven Metaboliten Estradiol und DHT (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710).

Während der Embryogenese bestimmt Testosteron die sexuelle Differenzierung der Geschlechtsorgane. Beim pubertierenden und erwachsenen Mann veranlasst das Hormon die Entwicklung der sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale. Aber auch geschlechterübergreifend hat das Steroidhormon wichtige Aufgaben, wie zum Beispiel eine anabole Wirkung auf den Proteinstoffwechsel. (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710)

Androgene bewirken bei Männern eine tiefere Stimme und männliche Körperbehaarung. Sie regen die Proteinsynthese an, es kommt zum vermehrten Wachstum von Muskel- und Knochenmasse. Der Sexualtrieb wird durch die Androgene verstärkt und die Aggressivität steigt an. (Campbell & Reece, 2011, S. 1206, 1359).

Der anabole Effekt von Testosteron wird oft von Sportlern ausgenutzt, die missbräuchlich Steroide zu sich nehmen.

Wird gesunden Männern das Hormon in supraphysiologischen Dosen verabreicht, vergrößert sich die Muskelmasse und Muskelkraft. Besonders dann, wenn zusätzlich Krafttraining betrieben wird. (Bhasin, et al., 1996)

Die männlichen Sexualhormone haben viele wichtige Funktionen beim Mann. Aber auch im weiblichen Organismus sind Androgene, wenn auch in viel geringerer Konzentration, vorhanden und üben sexualunspezifische Effekte aus.

**Tabelle 1: Physiologische Wirkungen der Androgene (modifiziert nach Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710)**

| <i>Sexualunspezifische Wirkungen</i>                                                                                                                                                                                                                           | <i>Sexualspezifische Wirkungen</i>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Protein-anaboler Effekt</li> <li>○ Fördert Muskel- und Knochenwachstum</li> <li>○ Stimulation auf die Bildung und Entwicklung der Erythrozyten</li> <li>○ Beschaffenheit der Haut, Funktion der Talgdrüsen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Funktion der Geschlechtsdrüsen (Prostata, Samenblase)</li> <li>○ Spermatogenese und Spermiogenese</li> <li>○ Sekundäre männliche Geschlechtsmerkmale (Bart, Stimmbruch)</li> <li>○ Erhöht die Libido</li> <li>○ Ausbildung männlicher Geschlechtsorgane</li> </ul> |

### **2.1.7 Pathophysiologie**

Es werden nachfolgend nur einige wichtige Erkrankungen erläutert, die in Bezug zu den männlichen Sexualhormonen stehen oder aufgrund eines hormonellen Ungleichgewichts entstehen.

#### **2.1.7.1 Androgenetische Alopezie**

Der Hauptgrund für das Auftreten einer Androgenetischen Alopezie ist eine genetische Fehlsteuerung der Haarfollikel. Die Haarfollikel weisen eine verstärkte Empfindlichkeit gegenüber DHT auf. Für den Grad der Alopezie ist allein die genetische Veranlagung entscheidend, die Höhe des Androgenspiegels ist irrelevant. Beim Mann entwickelt sich die androgenetische Alopezie bereits in der Pubertät. Hier verursachen die produzierten männlichen Sexualhormone Haarausfall an der Stirn-Haar-Grenze und auf Scheitelhöhe.

Bei Frauen tritt diese Erkrankung erst in den Wechseljahren auf. Denn zu dieser Zeit sind im Körper mehr freie Androgene vorhanden. Diese verursachen Haarausfall beginnend auf Scheitelhöhe mit einer Verbreiterung des Scheitels.

Tritt diese Form der Alopezie schon vor der Menopause auf, besteht eine relative Hyperandrogenämie. Die Östrogenproduktion und die Bildung von androgentransportierenden Proteinen sind vermindert.

Es zirkuliert mehr freies Testosteron im Plasma und bei Vorliegen der Fehlsteuerung der Haarfollikel kommt es zu Haarausfall im Scheitelbereich (Raab, 2012, S. 68-70).

#### **2.1.7.2 Hypogonadismus**

Beim Hypogonadismus liegt eine Unterfunktion der Testes vor. Die Männer leiden dann häufig an Unfruchtbarkeit, einer gestörten Spermatogenese und/oder einer fehlerhaften Testosteronsynthese. Die Ursache des primären Hypogonadismus liegt an den Testes, entweder sie fehlen von Geburt an oder es liegt ein erworbener Defekt vor. Aufgrund von Kastration, Tumoren oder auch Hodenschädigung können die Testes ihre normale Funktion nicht ausüben.

Wenn eine Störung der Hypophyse vorliegt, spricht man vom sekundären Hypogonadismus. Der tertiäre Hypogonadismus ist auf eine Fehlfunktion des Hypothalamus zurückzuführen. Ein GnRH Mangel liegt vor.

Tritt der Hypogonadismus noch vor der Pubertät auf, kann sich ein Eunuchoidismus entwickeln. Er ist gekennzeichnet durch Entfall des Stimmbruchs, karge Schambehaarung und ein ungesundes Hautbild.

Wenn sich der Hypogonadismus erst nach der Pubertät manifestiert, nehmen Körperbehaarung und Libido ab. Wird der Androgenmangel nicht behoben, kommt es zu einem Verlust an Muskelmasse und Osteoporose entwickelt sich (Mutschler, Schaible, & Vaupel, 2007, S. 618-619, 622).

#### **2.1.7.3 Hypergonadismus**

Ursache für den Hypergonadismus ist meist ein hormonaktiver Hodentumor. Die Androgensynthese ist erhöht und es kommt zu einer verfrühten Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale vor der Pubertät. Beim Mann zeigt sich verringerte Fruchtbarkeit (Mutschler, Schaible, & Vaupel, 2007, S. 619).

#### **2.1.7.4 Adrenogenitales Syndrom**

Es liegt, aufgrund einer gestörten Nebennierenrindenfunktion, eine Androgenüberproduktion vor. Das Syndrom kann angeboren sein, basierend auf Enzymdefekten, oder erworben durch Tumore in der Nebennierenrinde. Bei Mädchen kommt es zu Virilisierungserscheinungen und Amenorrhö. Buben treten verfrüht in die Pubertät ein und es entwickelt sich, durch Hemmung der Gonadotropinausschüttung, ein Hypogonadismus (Mutschler, Schaible, & Vaupel, 2007, S. 571-572).

#### **2.1.7.5 Ovarialinsuffizienz**

Bei der Ovarialinsuffizienz ist die Funktion der Eierstöcke beeinträchtigt. Der Grund für dieses Krankheitsbild kann eine Störung der Ovarien sein oder ein Defekt anderer Systeme, vor allem des Hypothalamus-Hypophysen-Systems. Der Menstruationszyklus ist anormal und/oder es liegt Unfruchtbarkeit vor. Ferner kommt es zu Virilisierungsmerkmalen wegen des Ungleichgewichts zwischen den weiblichen und männlichen Sexualhormonen. Der LDL-Wert erhöht sich und eine Osteoporose wird gefördert (Mutschler, Schaible, & Vaupel, 2007, S. 620).



### 3 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Praktikums „Chemische Diagnostik und Klinische Pharmazie“ Wintersemester 2015 wurde von Probanden/-innen Speichelproben abgenommen und der freie Testosterongehalt mittels kompetitiven Lumineszenz Immunoassay bestimmt. Es soll die Zuverlässigkeit und die Praktikabilität eines solchen Tests eruiert werden. Ferner sollen mögliche Einflussfaktoren auf den Testosteronwert und Korrelationen zu anderen Parameter aufgedeckt werden.

Diese wären unter anderem das Alter und Körpergewicht der Personen, sowie deren sportliche Aktivität und Ernährungsgewohnheiten.

Außerdem wurden Fragen zu dem Hautbild, Stress und die Einnahme hormonhaltiger Medikamente gestellt. Diese Faktoren könnten, wie später noch erläutert wird, in Zusammenhang mit veränderten Testosteronwerten stehen.

Geschlechtsspezifische Unterschiede sollen hinterfragt werden und ob die Messwerte repräsentativ für das untersuchte Kollektiv sind.

Im Zuge des Praktikums wurden ebenfalls der Cortisol- und Progesteronspiegel der Teilnehmer/-innen ermittelt und auch die freien Radikale. Hier möchte ich mögliche Verbindungen zwischen diesen Daten und dem Testosteronspiegel hinterfragen.

## 4 Experimenteller Teil

### 4.1 Kollektiv

Das Kollektiv umfasst 76 Personen und setzt sich aus 48 Frauen und 28 Männern zusammen. Es handelt sich vorwiegend um Pharmaziestudenteninnen und -studenten, es wurden aber auch einige Speichelproben aus dem Bekanntenkreis vermessen.

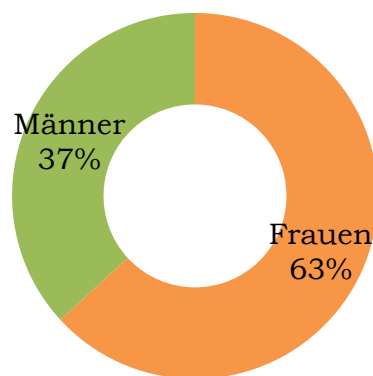


Abbildung 6: Zusammensetzung des Kollektivs

In der nachfolgenden Grafik soll die Altersverteilung des Kollektivs veranschaulicht werden. Der größte Anteil der analysierten Speichelproben stammte von Probanden/-innen die jünger als 25 Jahre waren.

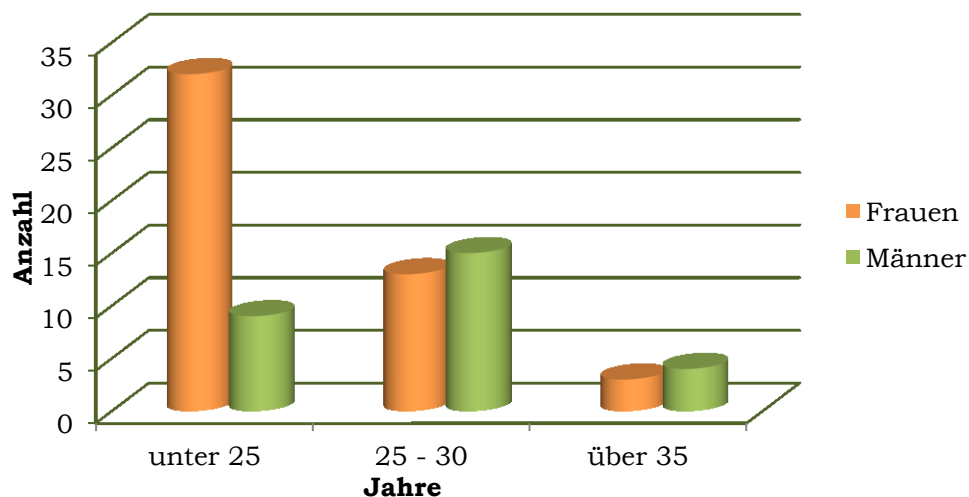


Abbildung 7: Altersverteilung des Kollektivs

#### **4.1.1 Fragebogen**

Nach der Speichelprobenabgabe wurden die Probanden/-innen gebeten einen Fragebogen für die Erhebung der Daten auszufüllen. Der Fragebogen wurde auf anonymer und freiwilliger Basis beantwortet.

Es wurden Datum, Uhrzeit und eine Nummer notiert, mit der die zugehörige Speichelprobe gekennzeichnet wurde.

Die Teilnehmer/innen sollten allgemeine Daten wie Geschlecht, Alter und die Wohngegend angeben. Um den body mass index (BMI) zu ermitteln, wurde nach Gewicht und Körpergröße gefragt. Ferner wurden gesundheitsbezogene Fragen gestellt, zum Beispiel bezüglich der Ernährung, der sportlichen Aktivität und zu den Schlafgewohnheiten. Die Personen sollten angeben, ob sie sich derzeit in einer stressreichen Situation befinden. Außerdem wurde sich erkundigt, welche Hormonpräparate seit wann eingenommen werden.

Fragebogen Hormonbestimmung

Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_ Protokollnr.: \_\_\_\_\_

|                                                                                                                        |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Geschlecht: <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich                                        | Alter: _____ Jahre    |
| Gewicht: _____ kg                                                                                                      | Körpergröße: _____ cm |
| Wohngegend: <input type="checkbox"/> Stadt <input type="checkbox"/> Stadtrand <input type="checkbox"/> ländlicher Raum |                       |

- Betreiben Sie regelmäßig (mindestens zwei Mal pro Woche) Sport? ☐ ja ☐ nein
- Wie sieht Ihre Ernährung aus? ☐ fleischhaltig: ☐ mind. 1 x pro Tag  
☐ mind. 1 x pro Woche  
☐ seltener  
☐ pescetarisch  
☐ vegetarisch  
☐ vegan
- Befinden Sie sich momentan in einer besonders stressreichen Situation? ☐ ja ☐ nein
- Haben Sie einen ausgewogenen, tiefen Schlaf? ☐ ja ☐ nein
- Hatten Sie schon einmal Probleme mit unreiner Haut (Akne etc.)? ☐ ja ☐ nein
- Nehmen Sie Hormonpräparate?  
Wenn ja, bitte ankreuzen: ☐ Östrogene / Gestagene  
☐ Gestagene  
☐ Schilddrüsenhormone  
Seit wann nehmen Sie diese Hormonpräparate? \_\_\_\_\_
- Haben Sie innerhalb des letzten Jahres regelmäßig andere Medikamente eingenommen?  
☐ ja ☐ nein

|                                          |
|------------------------------------------|
| Messergebnis: Testosteron: _____ pg / ml |
| Progesteron: _____ pg / ml               |

Abbildung 8: Fragebogen

## 4.2 Quantitative Bestimmung mit einem Immunoassay

Der Testosteron Lumineszenz Immunoassay dient zur quantitativen in-vitro-Bestimmung von Testosteron in humanem Speichel und Serum.

Die Bestimmung im Speichel bietet einige Vorteile, daher eignete sie sich sehr gut für die Bestimmung der Testosteronkonzentration. Die Methode ist komfortabel für die Patienten, denn sie ist nicht invasiv und schmerzfrei (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 4). Die Probenentnahme geht schnell und ist einfach durchzuführen.

Quantifiziert wird das freie, aktive Testosteron, da nur dieses über die Speicheldrüsen in den Speichel gelangt. In deren Zellen findet teilweise eine Umwandlung von Testosteron zu 5-alpha-Dihydrotestosteron statt. Trotzdem spiegelt die Speichel-Testosteron-Konzentration annähernd die des Plasmas wieder (IBL International GmbH, 2015, S. 1).

#### **4.2.1 Kompetitive Immunoassays**

Der Immunoassay ist ein Verfahren aus der modernen Bioanalytik welches einen Analyten in einer flüssigen Phase nachweist. Der Nachweise erfolgt durch die Bindung des Antigens an einen Antikörper (Gey, 2008, S. 351).

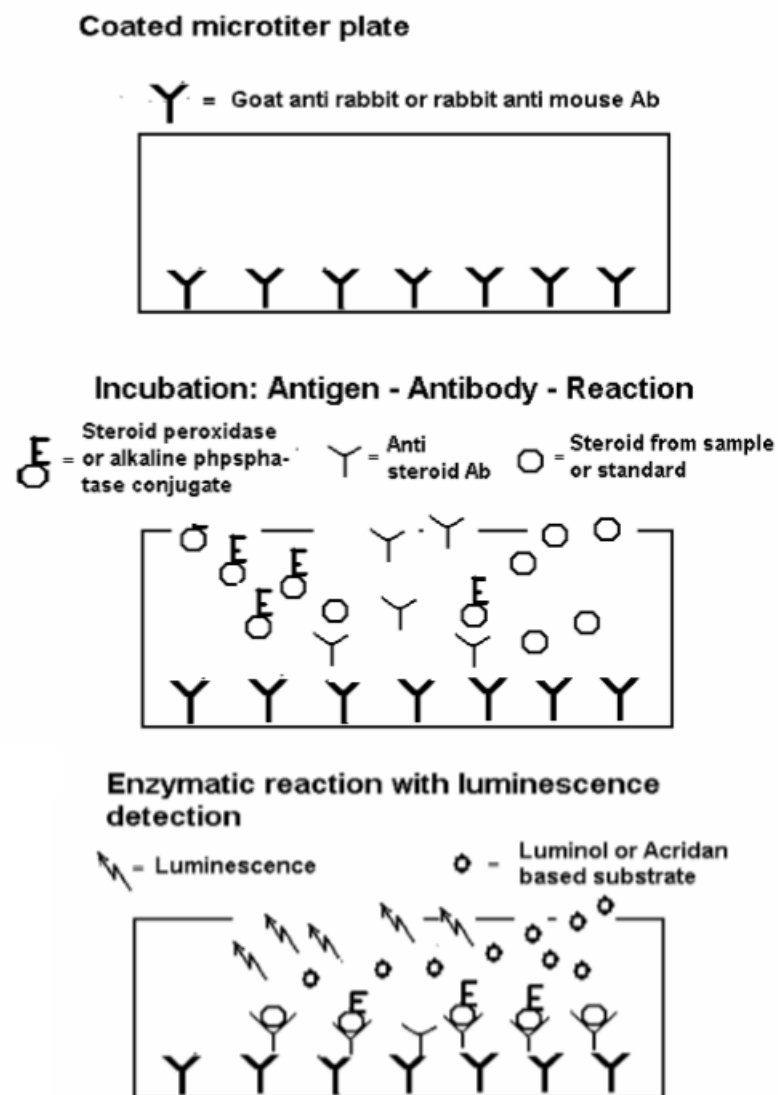
Bei einem kompetitiven Assay konkurrieren der Analyt, das Antigen aus der Patientenprobe, und ein markiertes Antigen um Antikörperbindungsstellen. Die spezifischen Antikörper sind an einer Festphase fixiert. Befindet sich wenig Analyt in der Probe, kann viel markiertes Antigen binden. Man detektiert ein hohes Signal. Enthält die Patientenprobe eine hohe Antigenkonzentration, bindet wenig markiertes Antigen. Das gemessene Signal ist somit indirekt proportional der Analytkonzentration in der Probe (Raem & Rauch, 2007, S. 53), (Bruch, Junker, Schäfer, & Schreiber, 2011, S. 41).

##### **4.2.1.1 Lumineszenz Immunoassay**

Ein kompetitiver Lumineszenz Immunoassay, auch LIA genannt, dient der Bestimmung von Peptid-, Steroid- und Schilddrüsenhormonen. Arzneimittelspiegel können damit gemessen werden und auch Tumormarker (Bruch, Junker, Schäfer, & Schreiber, 2011, S. 41).

Wenn ein Molekül in einen angeregten Zustand gebracht wird und eine Leuchterscheinung eintritt, spricht man von Lumineszenz (Raem & Rauch, 2007, S. 197). Diese Leuchterscheinung kann dann mit einem Luminometer gemessen werden. Bei einem LIA wird ein mit einem Luminogen markiertes Antigen verwendet.

Ich möchte nun genauer auf den Ablauf des verwendeten Test-Kits von der Firma IBL eingehen, der in der folgenden Abbildung dargestellt ist.



**Abbildung 9: Bestimmung von Steroiden im Speichel in IBL-Assays (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 16)**

Auf der Mikrotiterplatte befinden sich gebundene Antikörper, es handelt sich hierbei um Kaninchen-anti-Maus-Antikörper. Während der Inkubation binden Maus-Anti-Testosteron-Antikörper an die fixierten Antikörper.

Das Testosteron aus der Speichelprobe konkurriert mit dem alkalischen Phosphatase-Konjugat um die Bindungsstellen. Durch die Waschschr tte wird nicht gebundenes Testosteron und Konjugat entfernt. Im letzten Schritt wird durch Zugabe der Lumineszenzsubstratl sung eine enzymatische Reaktion ausgelöst, bei der das Substrat durch  $\text{H}_2\text{O}_2$ /Alkali aktiviert wird. Dadurch werden über einen längeren Zeitraum Photonen freigesetzt (glow) (Lottspeich & Engels, 2012, S. 812). Man detektiert die RLU (relative light units) bei 450 nm mit einem Luminometer, wobei die gemessene Lumineszenz umgekehrt proportional zur Testosteron-Konzentration in der Speichelprobe ist.

### **4.3 Ermittlung der Testosteronwerte**

Zuerst erfolgte die Erstellung einer Standardkurve, mit der die Testosteronkonzentrationen anhand der gemessenen RLU ermittelt wurden. Danach fand die Vermessung der Speichelproben des Kollektivs statt.

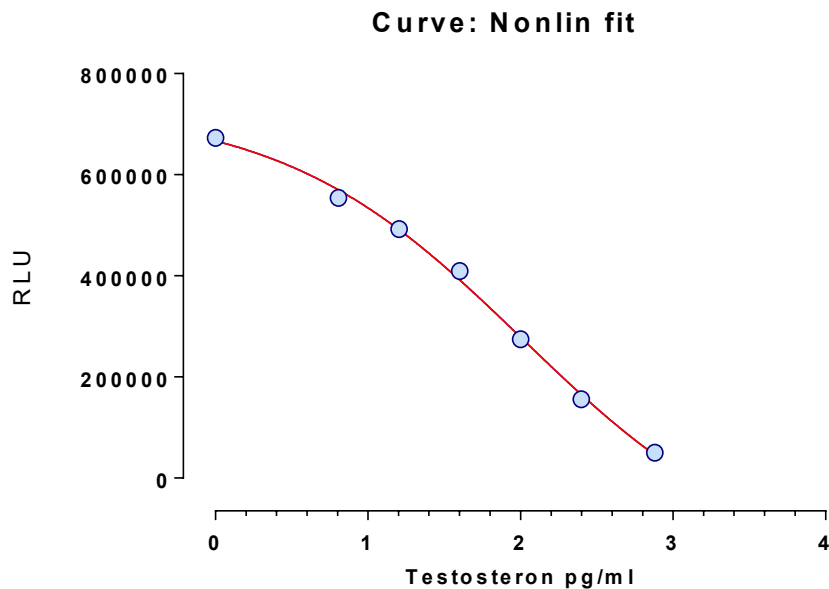
#### **4.3.1 Standardkurve**

Die erhaltenen RLU Einheiten der Speichelproben können direkt anhand der Standardkurve bestimmt werden. Für die Erstellung der Standardkurve liegen dem Test-Kit gebrauchsfertige Standards bei.

- Standard A: 0 pg/ml Testosteron
- Standard B: 6,4 pg/ml Testosteron
- Standard C: 16 pg/ml Testosteron
- Standard D: 40 pg/ml Testosteron
- Standard E: 100 pg/ml Testosteron
- Standard F: 250 pg/ml Testosteron
- Standard G: 760 pg/ml Testosteron

Es wurde eine Doppelbestimmung der Standards A-G durchgeführt und mit allen generierten Werten die Standardkurve berechnet. Mit den Standards wurden alle Arbeitsschritte durchlaufen wie im Testablauf beschrieben.

Mittels einer 4-Parameter-Analyse im Graphpad Prism® wurden die RLU der Standards gegen deren Konzentration aufgetragen. Die X-Achse gibt die Konzentrationen in pg/ml logarithmisch wieder, und auf der y-Achse wurden linear die RLU aufgetragen (IBL International GmbH, 2015, S. 5).



**Abbildung 10: Standardkurve**

#### **4.3.2 Probenentnahme**

Die Speichelproben wurden folgendermaßen entnommen: Die Probanden/-innen haben sich den Mund gut mit Leitungswasser ausgespült, 5 Minuten gewartet und dann durch einen kurzen Strohhalm in ein 1ml Eppendorfgefäß gespuckt. Die Personen wurden darauf hingewiesen, dass eine Mindestmenge von 0,5 mL Flüssigkeit gesammelt werden sollte.

Die Proben wurden auf optische Verunreinigungen wie Essensrückstände und Blutkontamination überprüft und teilweise aussortiert. Die Salivaproben wurden anschließend bei -20°C eingefroren (IBL International GmbH, 2015, S. 2).



### **4.3.3 Salivaaufbereitung**

Die eingefrorenen Speichelproben wurden bei Raumtemperatur aufgetaut. Dies dauerte im Durchschnitt 1,5 Stunden. Die Proben wurden mit dem Vortexer durchmischt und anschließend bei  $2,3 \cdot 1000g$  10 Minuten lang zentrifugiert um Partikel abzutrennen. Beim Pipettieren musste darauf geachtet werden, dass man nur den klaren Überstand des Speichels mit der Pipettenspitze aufsog.

### **4.3.4 Testablauf**

Das Test-Kit mit den Reagenzien wurde im Kühlschrank gelagert. Damit sie Raumtemperatur erlangen, wurden alle Materialien 1,5 Stunden vor der Durchführung aus dem Kühlschrank genommen.

Es wurden je 50 µl der Salivaproben in die Wells der Mikrotiterplatte pipettiert.

Das Enzymkonjugat wurde kurz vor der Testdurchführung frisch hergestellt und je 50 µl hinzugefügt. Anschließend wurde je 50 µl Testosteron-Antiserum zugegeben. Das Pipettieren des Enzymkonjugat und des Testosteron-Antiserum wurden mit einer elektronischen Multipette durchgeführt.

Die Platte wurde mit einer Haftklebefolie abgeklebt, um das Spritzen von Flüssigkeit und dadurch eine mögliche Verfälschung der Messwerte zu vermeiden, und 4 Stunden bei Raumtemperatur auf einem Orbitalschüttler (500 rpm) inkubiert. Während der Inkubation war die Mikrotiterplatte mit einem Karton bedeckt. So sollte eine mögliche Einwirkung von Licht vermieden werden.

Nach den 4 Stunden wurde die Folie entfernt, die Lösung verworfen und 4-mal mit je 250 µl verdünnten Waschpuffer gewaschen. Hier wurde wieder die Multipette verwendet. Nach den einzelnen Waschschritten wurde die Platte fest auf Papiertücher ausgeklopft, um alle Flüssigkeitsrückstände zu entfernen.

Nun wurde je 50 µl Chemilumineszenz-Reagenz AP in jedes Well mit der Multipette pipettiert. In der gleichen zeitlichen Verzögerung wurde von links nach rechts das Reagenz zugegeben wie der verwendete Luminometer vermisst (2 Sekunden/Well).

Nach 10 Minuten wurden mit einem Luminometer die relativen Lumineszenzeinheiten bestimmt (IBL International GmbH, 2015, S. 4).

#### **4.3.4.1 Reagenzien des Test-Kits**

- Mikrotiterplatte: 96-Well-Platte (12 Spalten zu je 8 Wells), beschichtet mit Kaninchen-anti-Maus-Antikörper
- Enzymkonjugat Konzentrat: Enthält alkalische Phosphatase-Konjugat
- Testosteron Antiserum: Enthält Maus anti-Testosteron-Antikörper
- Assaypuffer: Enthält Trispuffer, BSA,  $\text{NaN}_3$
- Chemilumineszenzreagenz AP: Enthält Acridiumester-Substrat
- Waschpuffer Konzentrat: Enthält Trispuffer, Tween,  $\text{NaN}_3$
- Gebrauchsfertige Standards zur Erstellung der Standardkurve (IBL International GmbH, 2015, S. 3)

Verdünnen der Reagenzien für die Testdurchführung mit einem Lauf von 4 Streifen (32 Bestimmungen):

- Verdünnter Waschpuffer: 10 mL Waschpuffer Konzentrat auf 100 mL mit Wasser bidest verdünnen
- Frisch hergestelltes Enzymkonjugat: 20  $\mu\text{L}$  Enzymkonjugat Konzentrat mit 2 mL Assaypuffer mischen (IBL International GmbH, 2015, S. 4)

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Speicheltestosteron

Die gemessenen RLU der Speichelproben können in GraphPad Prism® mittels erstellter Standardkurve in den entsprechenden Testosterongehalt (pg/ml) umgerechnet werden.

#### 5.1.1 Normwerte

Normwerte laut Arbeitsanleitung Testosterone Luminescence Immunoassay (IBL International GmbH, 2015, S. 6).

**Tabelle 2: Normwerte der Frauen (modifiziert nach IBL International GmbH, 2015, S. 6)**

| Alter in Jahren | Median (pg/ml) | Bereich (5-95%) |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 20-29           | 19,0           | 5,5-49,0        |
| 30-39           | 17,3           | 5,2-49,0        |
| 40-49           | 13,8           | 4,5-49,0        |
| 50-59           | 13,2           | 3,6-49,0        |
| 60-69           | 15,8           | 2,9-38,8        |

**Tabelle 3: Normwerte der Männer (modifiziert nach IBL International GmbH, 2015, S. 6)**

| Alter in Jahren | Median (pg/ml) | Bereich (5-95%) |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 20-29           | 78,9           | 41,4-142,5      |
| 30-39           | 58,8           | 31,8-100,4      |
| 40-49           | 54,4           | 30,1-97,8       |
| 50-59           | 54,8           | 30,0-92,0       |
| 60-69           | 42,9           | 23,2-86,9       |

### 5.1.2 Testosteronwerte des Kollektivs

Die ermittelten Werte liegen bei den Frauen als auch bei den Männern größtenteils außerhalb der Normwerte laut Arbeitsanleitung. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass jedes Labor eigene Normalwertbereiche definiert sollte (IBL International GmbH, 2015, S. 6).

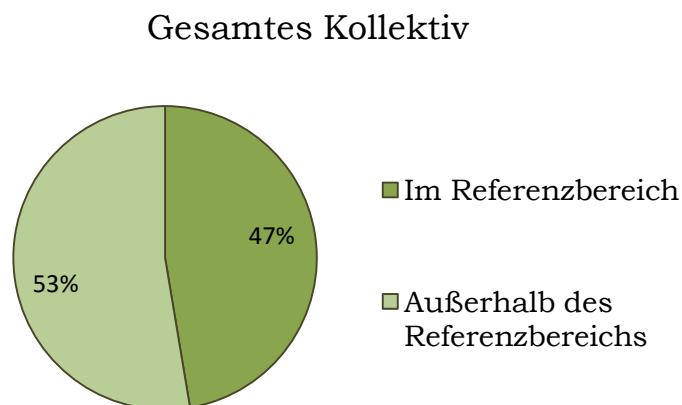
Bei den Frauen wurden:

- 48 Speichelproben vermessen
- der Mittelwert des Testosterongehalts liegt bei 63,8 pg/ml
- 21 Werte befinden sich außerhalb des Referenzbereichs, rund 43,8%

Bei den Männern wurden:

- 28 Speichelproben vermessen
- der Mittelwert des Testosterongehalts liegt bei 227,9 pg/ml
- 19 Werte befinden sich außerhalb des Referenzbereichs, rund 67,9%

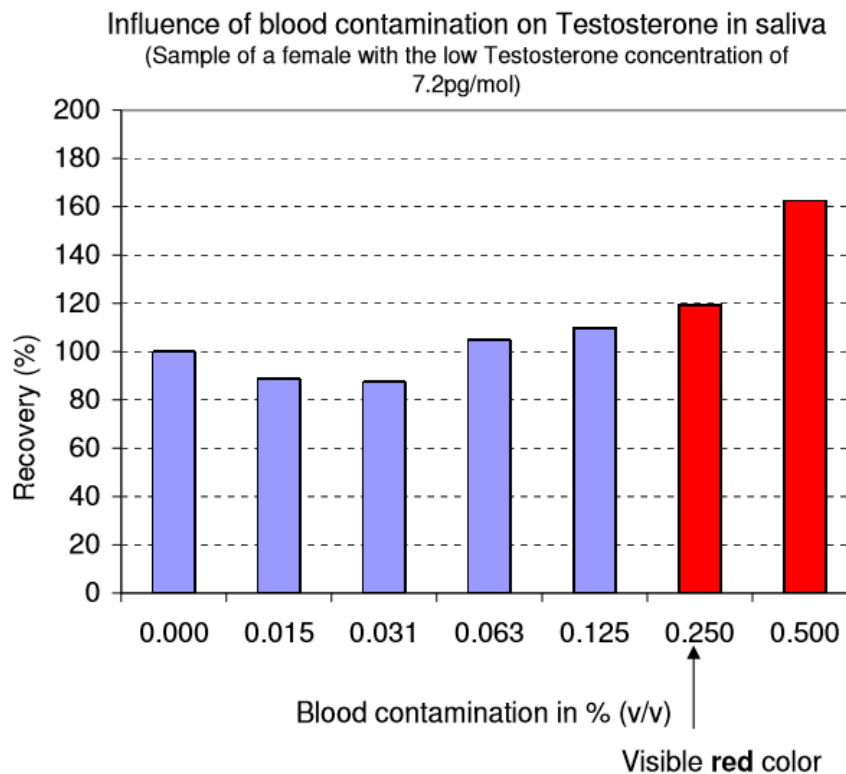
Fasst man nun beide Geschlechter zusammen, liegen bei 53% der analysierten Speichelproben die Testosteronwerte nicht innerhalb des Referenzbereichs.



**Abbildung 11: Testosteronwerte des Kollektivs**

Eine mögliche Fehlerquelle könnte die Probenabgabe sein, denn Verunreinigungen wie Blut, Milch, Essensrückstände können den Messwert verändern.

Vor allem Blutkontaminationen muss unbedingt vermieden werden, denn die Konzentration an Steroidhormonen im Blut kann bis 100fach höher sein als im Speichel. In der folgenden Grafik wird veranschaulicht, wie stark Blutbeimengungen in den Speichelproben, die Testosteronkonzentration erhöhen. Dazu wurden den Proben Blut derselben Person in unterschiedlichen Konzentrationen beigemischt (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 10-11).



**Abbildung 12: Einfluss von Blutkontamination auf den Testosteronwert im Speichel (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 11)**

Die nüchterne Speichelabgabe wäre ideal, doch dies war leider nicht immer der Fall. Denn die Speichelproben wurden im Zuge des Praktikums „Chemische Diagnostik und klinische Pharmazie“ von den Studenten/-innen zu unterschiedlichen Uhrzeiten abgegeben. Die Probanden/-innen spülten sich vor der Abgabe den Mund mit Leitungswasser aus, um Essensreste zu entfernen. Teilweise konnte man jedoch Verunreinigungen in den Salivaproben erkennen. Auch Blutkontamination war in manchen Proben vorhanden. Der Speichel sollte möglichst ohne Schaum ins Eppendorf gespuckt werden, dies stellte sich in der Praxis als schwierig heraus. Und auch die abgegeben Speichelmenge variierte sehr stark. Einige Probanden/-innen hatten Probleme die Mindestmenge an Speichel (mind. 0,5 mL) abzugeben.

Optisch sehr stark verunreinigte Proben wurden aussortiert und nicht ausgewertet.

Obwohl die Konzentration des freien Testosterons in etwa die im Blut widerspiegelt, können sich Unterschiede ergeben verursacht durch den Stoffwechsel der Speicheldrüse. Es werden mehrere Proben pro Person benötigt, um eine korrekte Aussage zu tätigen (Wood, 2009).

## **5.2 Statistische Methoden**

Mittels GraphPad Prism® Version 6 wurde die Standardkurve erstellt und die Testosteronwerte ermittelt. In Excel® wurden die Fragebögen ausgewertet und die entsprechenden Messwerte eingetragen. Außerdem wurde hier auch eine Anordnung der Datenreihen, die dann analysiert wurden, durchgeführt.

Die Erstellung der Graphen und die statistische Evaluierung erfolgten in GraphPad Prism®.

Mithilfe der ROUT method wurden die Ausreißer definiert und diese dann für die jeweilige Auswertung ausgeschlossen (GraphPad Software Inc., 2015).

### **5.2.1 t-Test**

Der t-test überprüft ob sich die Mittelwerte der beiden Datensätze unterscheiden. Man will die Glaubwürdigkeit einer Nullhypothese beurteilen. Die Nullhypothese besagt, es gibt keinen realen Effekt. Der Unterschied entsteht nur durch Stichprobenfehler, die Differenz der Mittelwerte beträgt Null.

Der t-test gibt ein 95%- Konfidenzintervall für den Unterschied zwischen den beiden Datensätzen an.

Schließt das Konfidenzintervall die Null mit ein, dann kann man die Nullhypothese annehmen. Das heißt es besteht keine signifikante Differenz.

Wenn die Null nicht im Konfidenzintervall vorhanden ist, dann gibt es tatsächlich einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Rowe, 2012, S. 67-74).

Mit der ANOVA (analysis of variance) lassen sich mehr als zwei Datensätze miteinander vergleichen (Rowe, 2012, S. 143).

### **5.2.2 p-Wert**

Das p steht für probability – die Wahrscheinlichkeit. Je kleiner der p-Wert, desto unwahrscheinlicher ist das Ergebnis nur durch reinen Zufall entstanden. Das Ergebnis wird als signifikant angesehen, wenn der p-Wert weniger als 5% (0,05) beträgt. Im 95% Konfidenzintervall ist dann auch keine Null enthalten.

Das Resultat ist somit immer nach beiden Merkmalen signifikant oder eben nicht signifikant (Rowe, 2012, S. 81-83).

### **5.2.3 Pearson-Korrelation**

Hier betrachtet man die Wechselwirkung zwischen Variablen. Es stellt sich die Frage, ob und wie stark die zwei gemessenen Datensätze zusammenhängen. Der Korrelationskoeffizient  $r$  beschreibt die Richtung und Stärke der Korrelation, er kann zwischen -1 und +1 liegen. Zeigt sich eine positive Korrelation hat der Korrelationskoeffizient einen positiven Wert. Das bedeutet, wenn der eine Parameter zunimmt, steigt auch der andere. Gibt es einen negativen Zusammenhang, hat  $r$  einen negativen Wert. Hier nehmen beide Parameter ab.

Je näher der  $r$  Wert bei -1 oder +1 liegt, desto stärker liegt eine signifikante Korrelation vor (Rowe, 2012, S. 167-171).

Die Pearson-Korrelation nimmt an, dass die Datensätze normal verteilt sind. Möchte man eine parameterfreie Korrelation, kommt die Spearman-Korrelation zur Anwendung (Rowe, 2012, S. 237-238).

### **5.2.4 Regressionsanalyse**

Die Regressionsanalyse ermittelt wie die zwei Datensätze miteinander zusammenhängen. Dafür wird das Bestimmtheitsmaß  $r^2$  herangezogen, es ist das Quadrat des Korrelationskoeffizienten.

$R^2$  gibt an, wie gut die Datenpunkte auf der Geraden liegen. Diese Gerade wird so ermittelt, dass möglichst viele Datenpunkte mit ihr übereinstimmen (Rowe, 2012, S. 176-179).

### **5.3 Vergleich von Speichelkonzentrationen und Diskussion der Auswertung**

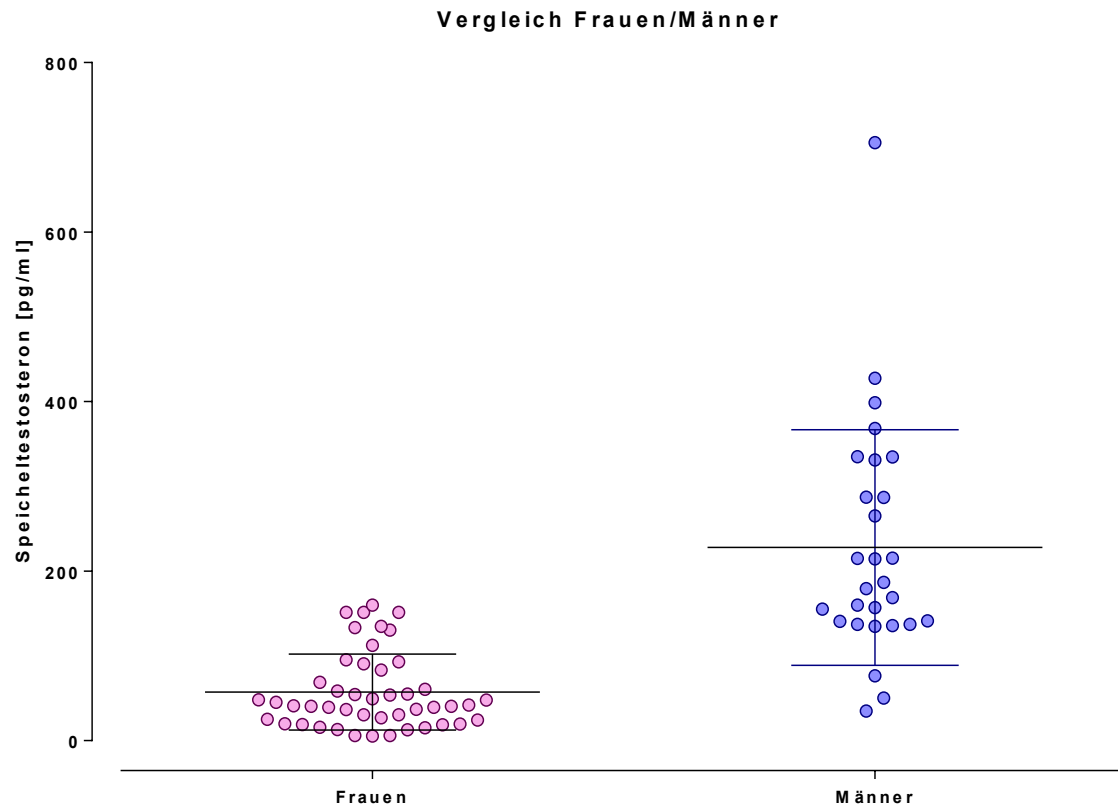
Die zwei Gruppen, Männer und Frauen, werden getrennt analysiert und etwaige Zusammenhänge zwischen Testosteron und Progesteron/Cortisol/oxidativen Stress Werten dargestellt. Auch der Fragebogen wird ausgewertet und potentielle Auswirkungen auf den Testosterongehalt im Speichel ergründet. Bei der Auswertung finden die oben angeführten statistischen Methoden Anwendung.

#### **5.3.1 Vergleich Testosterongehalt Frauen/Männer**

Die Speicheltestosteronkonzentration ist bei Frauen 3- bis 5-mal niedriger als bei Männern (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 32).

Es soll ermittelt werden, ob sich die beiden Geschlechter anhand des Messwertes auch bei dem untersuchten Kollektiv signifikant unterscheiden.





**Abbildung 13: Vergleich Frauen/Männer**

**Tabelle 4: Statistische Daten zu Vergleich Frauen/Männer**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Table Analyzed                      | Weiblich/Männlich   |
| Column B                            | Männer              |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Frauen              |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | < 0,0001            |
| P value summary                     | ****                |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                 |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=7,716 df=72       |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 57,26 ± 6,614, n=46 |
| Mean ± SEM of column B              | 227,9 ± 26,28, n=28 |
| Difference between means            | 170,6 ± 22,11       |
| 95% confidence interval             | 126,5 to 214,7      |
| R squared                           | 0,4526              |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 9,612, 27, 45       |
| P value                             | < 0,0001            |
| P value summary                     | ****                |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                 |

Anhand der Grafik sieht man sehr gut, dass die Männer die höheren Messwerte aufweisen. Die Testosteronkonzentrationen im Speichel unterschieden sich signifikant zwischen Frauen und Männern mit einem p-Wert von  $<0,0001$ . Der männliche Organismus produziert und benötigt mehr Androgene als der weibliche.

### **5.3.2 Einfluss der Uhrzeit bei der Speichelabnahme**

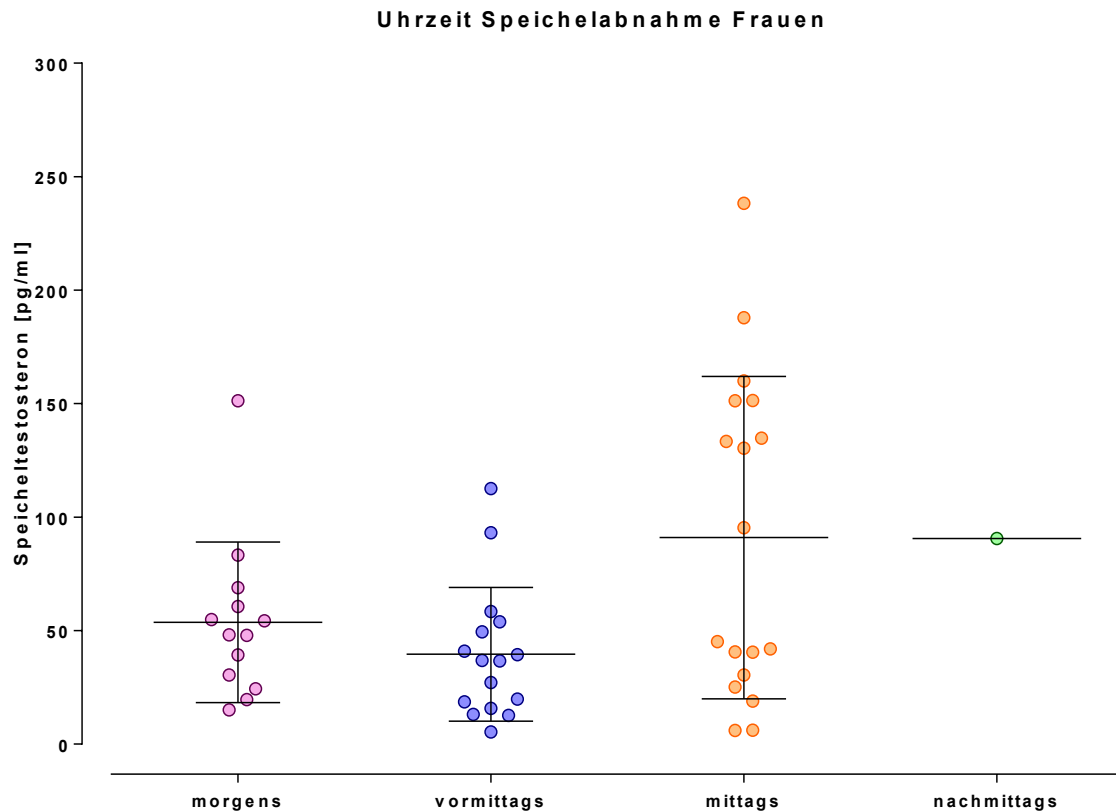
Bei Männern ist morgens der Testosteronspiegel deutlich höher als am Abend (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709).

Messungen zeigten, dass die morgendlichen hohen Konzentrationen stark von den Schlafgewohnheiten abhängen. Vor allem bei jungen Männern ergeben sich beträchtliche tageszeitliche Schwankungen, bedingt durch die Freisetzung von LH und GnRH aus dem Hypothalamus. (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 33).

Die Speichelprobenabnahme erfolgte zu unterschiedlichen Uhrzeiten. Die Teilnehmer/-innen wurden gebeten, die genaue Uhrzeit auf dem Fragebogen zu notieren. Es wurden dann jeweils bei Männern und Frauen 4 Kollektive gebildet:

- morgens (7:30-9:30)
- vormittags (9:30-11:30)
- mittags (11:30-13:30)
- nachmittags (ab 13:30)

Es soll eruiert werden, ob sich die Messwerte anhand der Zeitpunkte der Probenentnahme deutlich voneinander unterscheiden.

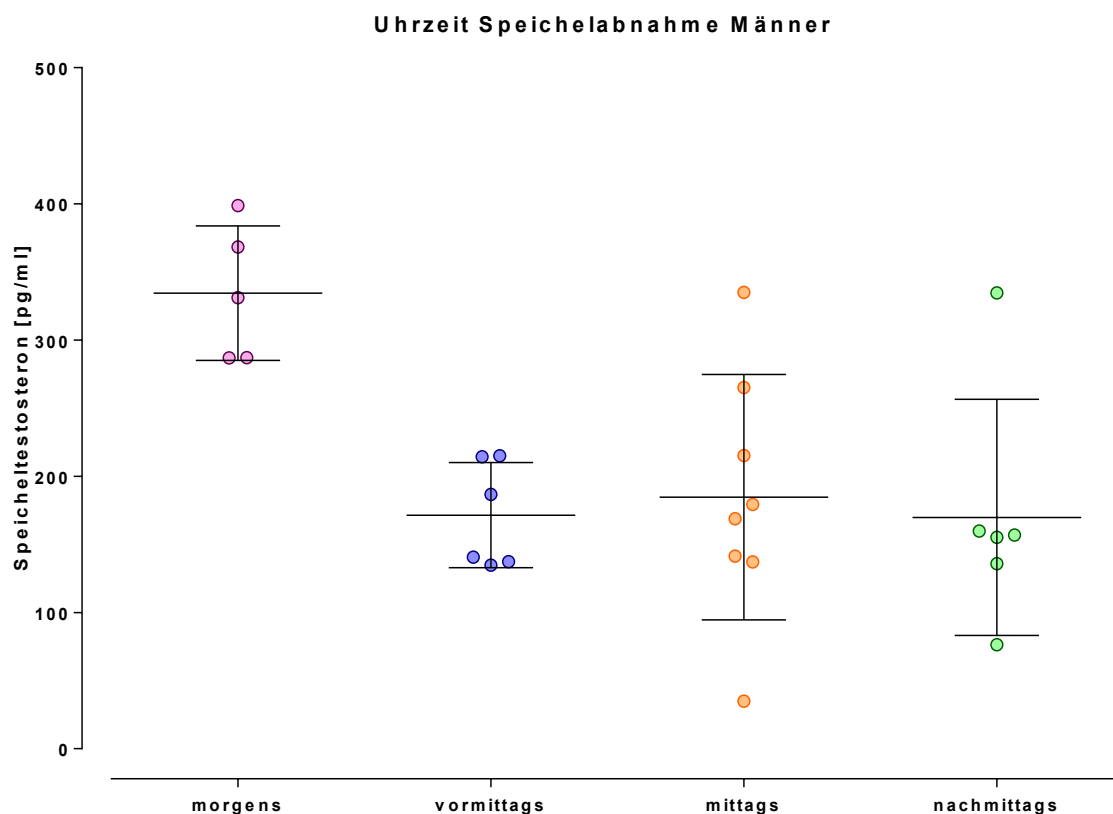


**Abbildung 14: Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Frauen**

**Tabelle 5: : Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Frauen**

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Column C                            | mittags                 |
| vs.                                 | vs.                     |
| Column B                            | vormittags              |
| Unpaired t test                     |                         |
| P value                             | 0,0112                  |
| P value summary                     | *                       |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                     |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed              |
| t, df                               | t=2,692 df=32           |
| How big is the difference?          |                         |
| Mean $\pm$ SEM of column B          | 39,62 $\pm$ 7,365, n=16 |
| Mean $\pm$ SEM of column C          | 90,98 $\pm$ 16,73, n=18 |
| Difference between means            | 51,36 $\pm$ 19,08       |
| 95% confidence interval             | 12,50 to 90,22          |
| R squared                           | 0,1846                  |
| F test to compare variances         |                         |
| F,DFn, Dfd                          | 5,806, 17, 15           |
| P value                             | 0,0013                  |
| P value summary                     | **                      |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                     |

Bei den Damen konnte keine ANOVA durchgeführt werden, da zu wenig Datenpunkt in der Nachmittagsgruppe vorhanden waren. Vergleicht man jedoch das Kollektiv mittags mit dem Kollektiv vormittags ergibt sich ein signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von 0,01. Die gemessenen Testosteronwerte sind in um die Mittagszeit höher. Hier wäre es wichtig zu wissen, ob die Frauen die Probe nüchtern abgaben oder kurz vorher eine Mahlzeit zu sich nahmen. Bei künftigen Messungen sollte man näher hinterfragen, warum bei den Frauen um diese Tageszeit die Testosteronwerte erhöht sind. Kritisch zu betrachten ist jedoch, dass die Zeiten nicht weit auseinander liegen.



**Abbildung 15: Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer**

**Tabelle 6: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer**

|                                                               |                |  |  |
|---------------------------------------------------------------|----------------|--|--|
| ANOVA summary                                                 |                |  |  |
| F                                                             | 6,341          |  |  |
| P value                                                       | 0,0031         |  |  |
| P value summary                                               | **             |  |  |
| Are differences among means statistically signif.? (P < 0.05) | Yes            |  |  |
| R square                                                      | 0,4753         |  |  |
| Brown-Forsythe test                                           |                |  |  |
| F (DFn, DFd)                                                  | 0,4847 (3, 21) |  |  |

|                                                   |        |    |       |
|---------------------------------------------------|--------|----|-------|
| P value                                           | 0,6965 |    |       |
| P value summary                                   | ns     |    |       |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05) | No     |    |       |
| Bartlett's test                                   |        |    |       |
| Bartlett's statistic (corrected)                  | 4,416  |    |       |
| P value                                           | 0,2199 |    |       |
| P value summary                                   | ns     |    |       |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05) | No     |    |       |
| ANOVA table                                       | SS     | DF | MS    |
| Treatment (between columns)                       | 101117 | 3  | 33706 |
| Residual (within columns)                         | 111625 | 21 | 5315  |
| Total                                             | 212742 | 24 |       |

**Tabelle 7: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer**

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| Column B                            | vormittags             |
| vs.                                 | vs,                    |
| Column A                            | morgens                |
| Unpaired t test                     |                        |
| P value                             | 0,0002                 |
| P value summary                     | ***                    |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                    |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed             |
| t, df                               | t=6,156 df=9           |
| How big is the difference?          |                        |
| Mean $\pm$ SEM of column A          | 334,5 $\pm$ 22,11, n=5 |
| Mean $\pm$ SEM of column B          | 171,5 $\pm$ 15,74, n=6 |
| Difference between means            | -163,0 $\pm$ 26,48     |
| 95% confidence interval             | -222,9 to -103,1       |
| R squared                           | 0,8081                 |
| F test to compare variances         |                        |
| F,DFn, Dfd                          | 1,644, 4, 5            |
| P value                             | 0,5934                 |
| P value summary                     | ns                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                     |

**Tabelle 8: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer**

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| Column C                            | mittags                |
| vs.                                 | vs,                    |
| Column A                            | morgens                |
| Unpaired t test                     |                        |
| P value                             | 0,0062                 |
| P value summary                     | **                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                    |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed             |
| t, df                               | t=3,377 df=11          |
| How big is the difference?          |                        |
| Mean $\pm$ SEM of column A          | 334,5 $\pm$ 22,11, n=5 |
| Mean $\pm$ SEM of column C          | 184,7 $\pm$ 31,87, n=8 |
| Difference between means            | -149,8 $\pm$ 44,37     |
| 95% confidence interval             | -247,5 to -52,17       |
| R squared                           | 0,5090                 |
| F test to compare variances         |                        |
| F,DFn, Dfd                          | 3,324, 7, 4            |

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| P value                             | 0,2627 |
| P value summary                     | ns     |
| Significantly different? (P < 0.05) | No     |

**Tabelle 9: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer**

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| Column D                            | nachmittags            |
| vs.                                 | vs,                    |
| Column A                            | morgens                |
| Unpaired t test                     |                        |
| P value                             | 0,0045                 |
| P value summary                     | **                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                    |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed             |
| t, df                               | t=3,751 df=9           |
| How big is the difference?          |                        |
| Mean $\pm$ SEM of column A          | 334,5 $\pm$ 22,11, n=5 |
| Mean $\pm$ SEM of column D          | 169,8 $\pm$ 35,38, n=6 |
| Difference between means            | -164,7 $\pm$ 43,91     |
| 95% confidence interval             | -264,0 to -65,37       |
| R squared                           | 0,6099                 |
| F test to compare variances         |                        |
| F,DFn, Dfd                          | 3,073, 5, 4            |
| P value                             | 0,2993                 |
| P value summary                     | ns                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                     |

Man erkennt in der Grafik, dass morgens der Testosteronspiegel bei den Männern deutlich am höchsten ist und im Laufe des Tages abnimmt. Auch laut statistischen Parametern unterscheidet sich das Kollektiv morgens signifikant von den anderen drei.

Die Uhrzeit der Probenentnahme wirkt sich beim männlichen Geschlecht sehr stark auf den gemessenen Testosteronwert aus. Umso früher die Speichelabnahme erfolgte, umso höhere Hormonkonzentrationen wurden gemessen.

### **5.3.3 Vergleich verschiedener Altersgruppen**

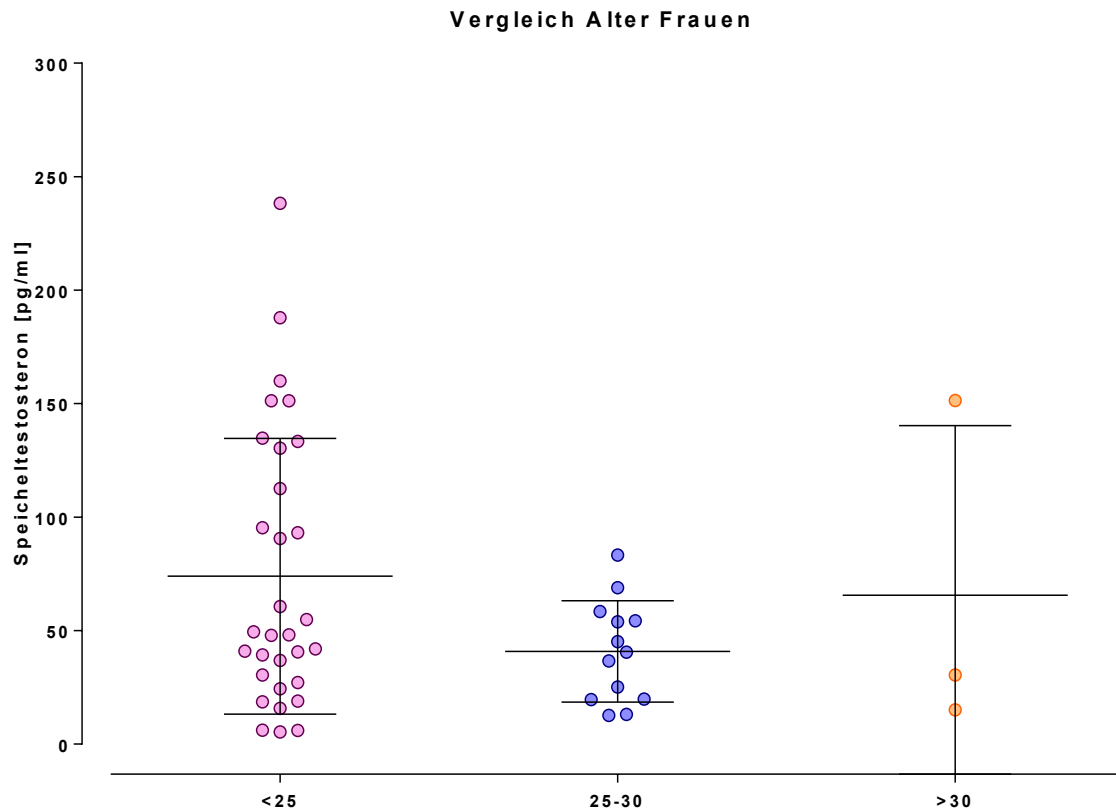
Besonders in der westlichen Hemisphäre sieht man bei Männern eine Abnahme des männlichen Sexualhormons mit zunehmendem Alter. (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 31).

Bei den Frauen sinkt der Testosteronspiegel nach der Menopause, der weibliche Körper produziert dann nur mehr die Hälfte an Testosteron. Es wird vor allem weniger Hormon durch periphere Konversion im Fett- und Muskelgewebe erzeugt, die Hauptsynthese findet dann in den Ovarien statt. Der Androgenspiegel erreicht in den Zwanzigern seinen Höchststand und nimmt dann immer mehr ab (Ahrendt & Friedrich, 2015, S. 125-126).

Die Testosteron-Referenzwerte des Test-Kits wurden dementsprechenden in den verschiedenen Altersklassen anders definiert.

Die Frauen und Männer wurden in je drei Altersgruppen eingeteilt:

- Unter 25 Jahre
- 25-30 Jahre
- Über 30 Jahre



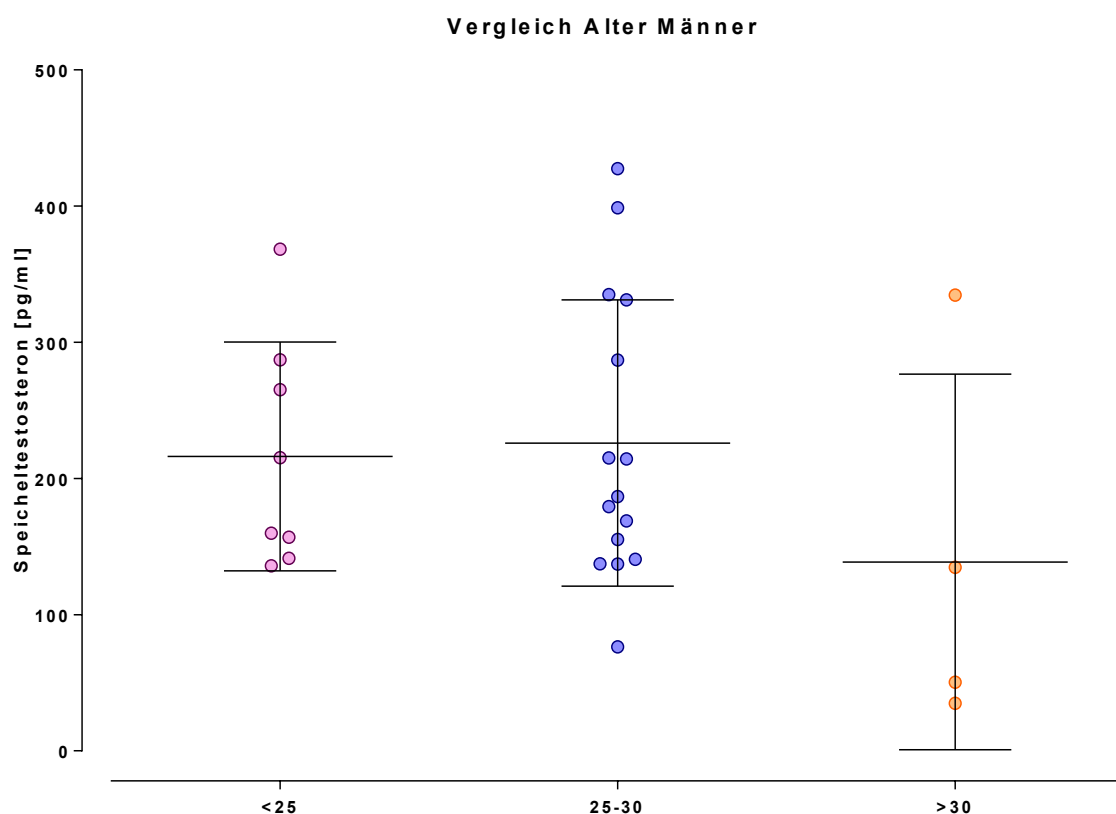
**Abbildung 16: Vergleich Alter Frauen**

**Tabelle 10: Statistische Daten zu Vergleich Alter Frauen**

|                                                               |               |    |      |
|---------------------------------------------------------------|---------------|----|------|
| ANOVA summary                                                 |               |    |      |
| F                                                             | 1,728         |    |      |
| P value                                                       | 0,1895        |    |      |
| P value summary                                               | ns            |    |      |
| Are differences among means statistically signif.? (P < 0.05) | No            |    |      |
| R square                                                      | 0,07282       |    |      |
| Brown-Forsythe test                                           |               |    |      |
| F (DFn, DFd)                                                  | 2,216 (2, 44) |    |      |
| P value                                                       | 0,1210        |    |      |
| P value summary                                               | ns            |    |      |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05)             | No            |    |      |
| Bartlett's test                                               |               |    |      |
| Bartlett's statistic (corrected)                              |               |    |      |
| P value                                                       |               |    |      |
| P value summary                                               |               |    |      |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05)             |               |    |      |
| ANOVA table                                                   | SS            | DF | MS   |
| Treatment (between columns)                                   | 10032         | 2  | 5016 |
| Residual (within columns)                                     | 127730        | 44 | 2903 |
| Total                                                         | 137763        | 46 |      |



Das Alter hat bei den weiblichen Testpersonen keinen Einfluss auf die gemessene Speichelkonzentration. Bei den über 30 Jährigen liegen allerdings nur drei Messwerte vor, was eine konkrete Aussage erschwert. Die meisten Datenpunkte weist die Gruppe der unter 25 Jährigen auf, und hier finden sich auch die Höchstwerte. Um den Abfall des Testosteronspiegels im Laufe des Älterwerdens besser zu beurteilen, bedarf es mehr Probandinnen über 30 Jahren. Auch wären Messungen an postmenopausalen Frauen interessant, um sie mit fertilen zu vergleichen.



**Abbildung 17: Vergleich Alter Männer**

**Tabelle 11: Statistische Daten zu Vergleich Alter Männer**

|                                                               |                |  |  |
|---------------------------------------------------------------|----------------|--|--|
| ANOVA summary                                                 |                |  |  |
| F                                                             | 1,126          |  |  |
| P value                                                       | 0,3409         |  |  |
| P value summary                                               | ns             |  |  |
| Are differences among means statistically signif.? (P < 0.05) | No             |  |  |
| R square                                                      | 0,08578        |  |  |
| Brown-Forsythe test                                           |                |  |  |
| F (DFn, DFd)                                                  | 0,2095 (2, 24) |  |  |
| P value                                                       | 0,8125         |  |  |

|                                                   |        |    |       |
|---------------------------------------------------|--------|----|-------|
| P value summary                                   | ns     |    |       |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05) | No     |    |       |
| Bartlett's test                                   |        |    |       |
| Bartlett's statistic (corrected)                  | 1,052  |    |       |
| P value                                           | 0,5910 |    |       |
| P value summary                                   | ns     |    |       |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05) | No     |    |       |
| ANOVA table                                       | SS     | DF | MS    |
| Treatment (between columns)                       | 24505  | 2  | 12253 |
| Residual (within columns)                         | 261155 | 24 | 10881 |
| Total                                             | 285661 | 26 |       |

Bei den Männern über 30 Jahren erkennt man in der Grafik, dass die Testosteronwerte niedriger sind. Jedoch liegt mit einem p-Wert von 0,34 hier kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Alterskollektiven vor. Man bräuchte wahrscheinlich eine größere Anzahl männlicher Probanden um die Fragestellung zu klären.

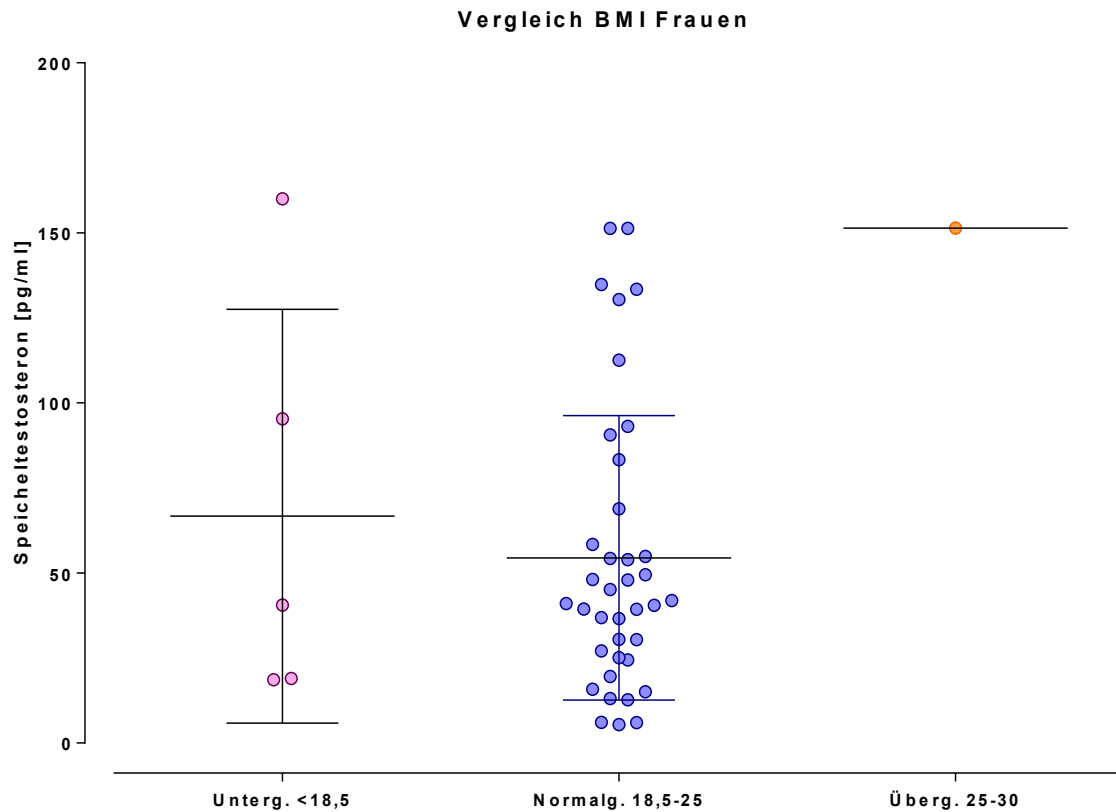
#### 5.3.4 Vergleich Testosterongehalt anhand des BMI

Bei älteren Männern konnte man einen niedrigen Testosteronspiegel mit dem metabolischen Syndrom in Verbindung bringen. Die Lipidwerte, der BMI und eine Insulinresistenz scheinen als wichtige Faktoren Einfluss auf den Testosteronwert zu haben (Chrysohoou, et al., 2013).

Während der fruchtbaren Lebensphase der Frau wird etwa die Hälfte des männlichen Sexualhormons im Fett- und Muskelgewebe durch Umwandlung gebildet (Ahrendt & Friedrich, 2015, S. 126).

Dies legt die Vermutung nahe, dass mit steigendem Körpergewicht auch der Messwert ansteigt. Im Fragebogen wurden Gewicht und Körpergröße der Probanden/-innen abgefragt. Daraus wurde der body mass index, kurz BMI, abgeleitet. Der BMI ist der Quotient von Körpergewicht in kg und Körpergröße in m zum Quadrat. Normalgewichtige weisen einen BMI von 20-25 auf, Übergewichtige einen zwischen 25-30. Ab einem Wert von 30 leidet die Person an Adipositas (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 579).

Bei dem vorliegenden jungen Kollektiv wird ab einem Wert von unter 18,5 Untergewicht angenommen.



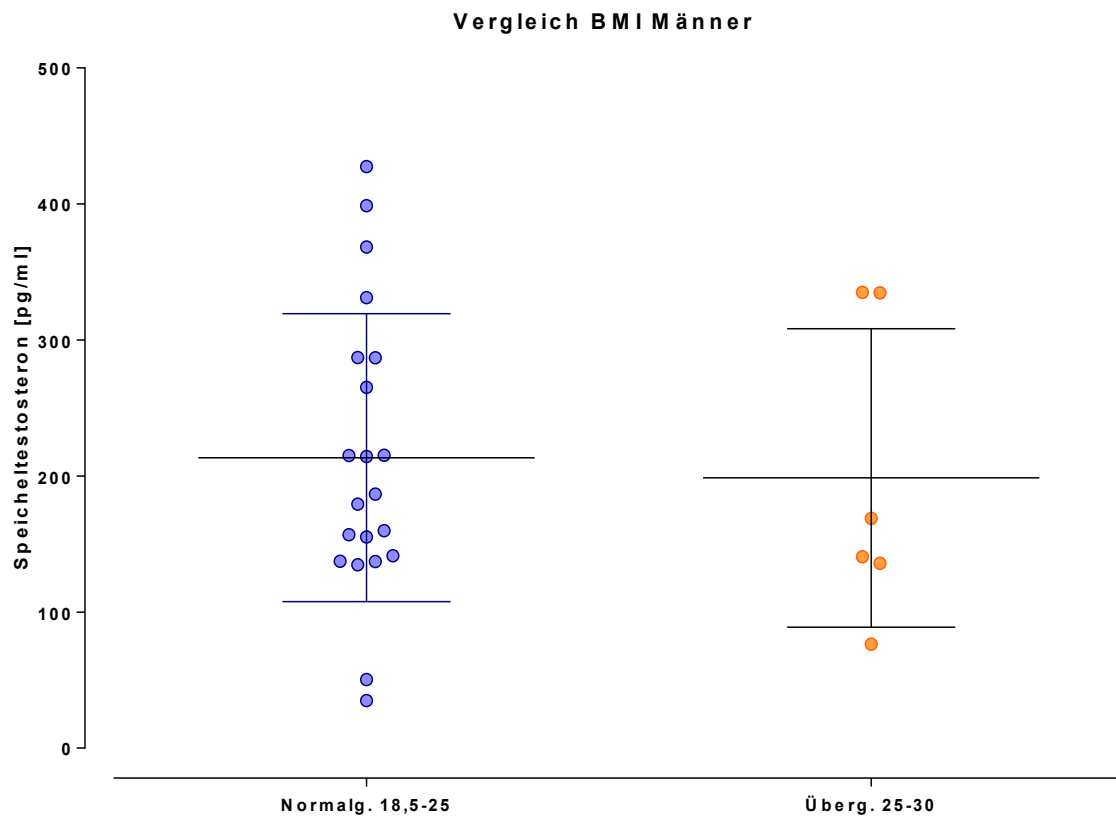
**Abbildung 18: Vergleich BMI Frauen**

**Tabelle 12: Statistische Daten zu Vergleich BMI Frauen**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | Normalg, 18,5-25    |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Unterg, <18,5       |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,5616              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=0,5852 df=41      |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 66,70 ± 27,20, n=5  |
| Mean ± SEM of column B              | 54,44 ± 6,785, n=38 |
| Difference between means            | -12,26 ± 20,95      |
| 95% confidence interval             | -54,57 to 30,05     |
| R squared                           | 0,008283            |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 2,114, 4, 37        |
| P value                             | 0,1972              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |

Es gibt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Kollektiven. Somit kann kein Einfluss des BMI auf den Testosterongehalt im Speichel nachgewiesen werden.

Jedoch muss angemerkt werden, dass bei den Frauen nur ein Datenpunkt im Kollektiv Übergewicht vorhanden ist. Und dieser zeigt einen eher hohen Wert des Steroidhormons an. Mehr Messwerte im Kollektiv BMI über 25 werden benötigt um die Auswirkung des BMI genauer zu ergründen.



**Abbildung 19: Vergleich BMI Männer**

**Tabelle 13: Statistische Daten zu Vergleich BMI Männer**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | Überg, 25-30        |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Normalg, 18,5-25    |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,7652              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=0,3020 df=25      |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 213,5 ± 23,11, n=21 |
| Mean ± SEM of column B              | 198,6 ± 44,82, n=6  |
| Difference between means            | -14,91 ± 49,39      |
| 95% confidence interval             | -116,6 to 86,81     |
| R squared                           | 0,003634            |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 1,074, 5, 20        |

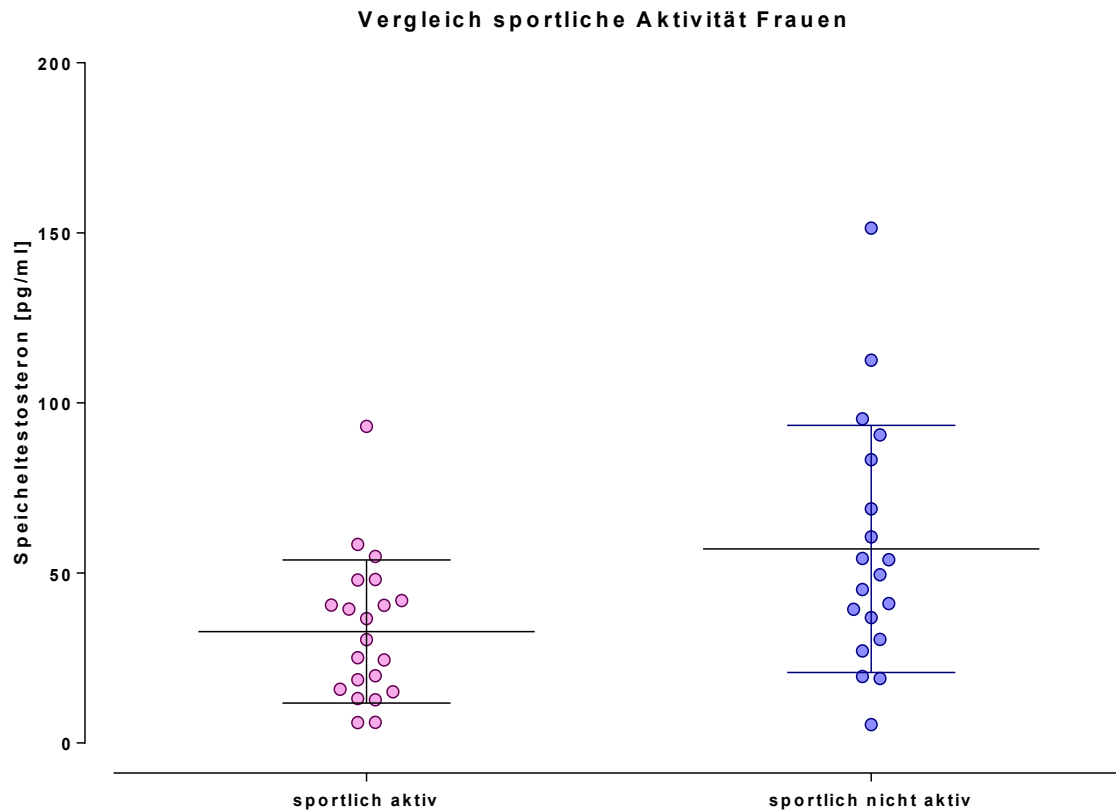
|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| P value                             | 0,8079 |
| P value summary                     | ns     |
| Significantly different? (P < 0.05) | No     |

Bei den Männern gab es keine untergewichtigen Probanden. Es wurden daher die zwei Kollektive BMI bis 25 mit BMI über 25 verglichen. Hier ergab der t-test keinen Unterschied der beiden Gruppen bezüglich der Konzentration laut einem p-Wert von 0,77.

### **5.3.5 Vergleich Testosterongehalt sportlich aktiv/sportlich nicht aktiv**

Studien zeigten, dass Leistungssportler wie Schwimmer und Läufer einen niedrigeren Testosteronspiegel haben als Männer, die nur gelegentlich oder gar keinen Sport betreiben. Lang andauernde starke körperliche Belastung, wie zum Beispiel ein Marathonlauf, lässt den Testosteronwert abfallen (Böhm, Jockenhövel, & Weidner, 2004, S. 325).

Die Probanden wurden befragt, ob sie mindestens zweimal pro Woche Sport betreiben. Sie bilden das Kollektiv „sportlich aktiv“.

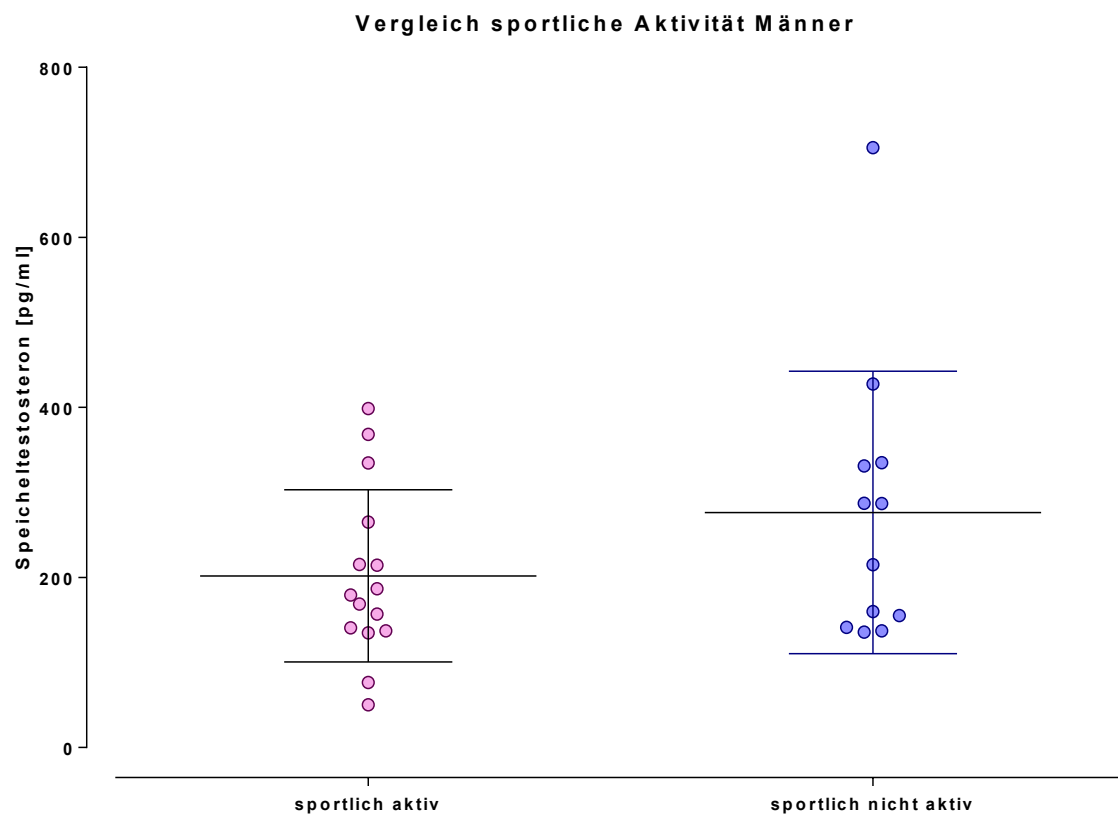


**Abbildung 20: Vergleich sportliche Aktivität Frauen**

**Tabelle 14: Statistische Daten zu Vergleich sportliche Aktivität Frauen**

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Column B                            | sportlich nicht aktiv |
| vs.                                 | vs,                   |
| Column A                            | sportlich aktiv       |
| Unpaired t test                     |                       |
| P value                             | 0,0126                |
| P value summary                     | *                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                   |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed            |
| t, df                               | t=2,620 df=38         |
| How big is the difference?          |                       |
| Mean ± SEM of column A              | 32,79 ± 4,586, n=21   |
| Mean ± SEM of column B              | 57,07 ± 8,331, n=19   |
| Difference between means            | 24,28 ± 9,269         |
| 95% confidence interval             | 5,518 to 43,05        |
| R squared                           | 0,1530                |
| F test to compare variances         |                       |
| F,DFn, Dfd                          | 2,985, 18, 20         |
| P value                             | 0,0201                |
| P value summary                     | *                     |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                   |

Bei den Frauen gibt es mit einem p-Wert von 0,01 einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Kollektiven. Frauen, die öfter als zweimal pro Woche Sport betreiben haben einen niedrigeren Speicheltestosteron. Es liegen jedoch keine Informationen vor, wie häufig die Damen Sport betreiben. Und auch zur ausgeübten Sportart liegen keine Daten vor, um Rückschlüsse auf die Intensität der körperlichen Belastung zu ziehen.



**Abbildung 21: Vergleich sportliche Aktivität Männer**

**Tabelle 15: Statistische Daten zu Vergleich sportliche Aktivität Männer**

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Column B                            | sportlich nicht aktiv |
| vs.                                 | vs,                   |
| Column A                            | sportlich aktiv       |
| Unpaired t test                     |                       |
| P value                             | 0,1619                |
| P value summary                     | ns                    |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                    |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed            |
| t, df                               | t=1,441 df=25         |
| How big is the difference?          |                       |
| Mean ± SEM of column A              | 201,9 ± 26,13, n=15   |
| Mean ± SEM of column B              | 276,5 ± 47,92, n=12   |
| Difference between means            | 74,61 ± 51,76         |
| 95% confidence interval             | -31,99 to 181,2       |

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| R squared                           | 0,07673       |
| F test to compare variances         |               |
| F,DFn, Dfd                          | 2,689, 11, 14 |
| P value                             | 0,0846        |
| P value summary                     | ns            |
| Significantly different? (P < 0.05) | No            |

Bei den Männern lässt sich hingegen kein Zusammenhang zwischen häufiger sportlicher Betätigung und dem männlichen Sexualhormons erkennen.

### 5.3.6 Einfluss der Ernährung auf den Testosteronspiegel

Nach Eiweißkonsum erhöht sich der Testosteronspiegel und durch vegetarische Ernährung fällt der Spiegel ab (Böhm, Jockenhövel, & Weidner, 2004, S. 325).

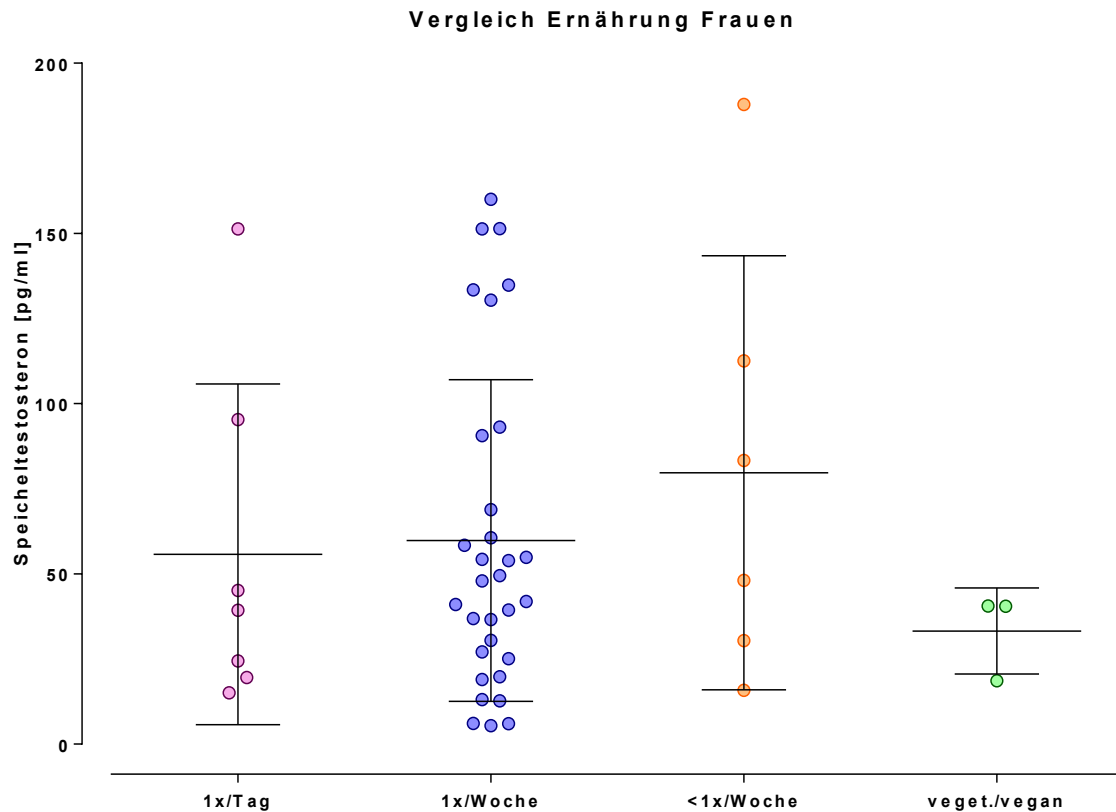
Unterzieht man Ausdauersportler einer 6-wöchigen fleischlosen Ernährungsweise, sinkt die Konzentration des männlichen Sexualhormons geringfügig ab. Die körperliche Leistungsfähigkeit bleibt allerdings erhalten (Raben, et al., 1992).

Nun soll eruiert werden, ob sich die Testosteronwerte der Vegetarier/Veganer von Nicht-Vegetariern unterscheiden, und ob die Menge des Fleischkonsums die Speicheltestosteronkonzentration beeinflusst.

Es wurde nach den Essgewohnheiten gefragt und die Probanden/-innen wurden anhand des Fragebogens in vier Kollektive eingeteilt:

- Mind. einmal pro Tag Fleisch
- Mind. einmal pro Woche Fleisch
- Seltener als einmal pro Woche Fleisch
- Vegetarisch und Vegan (wurde in eine Gruppe zusammengefasst)





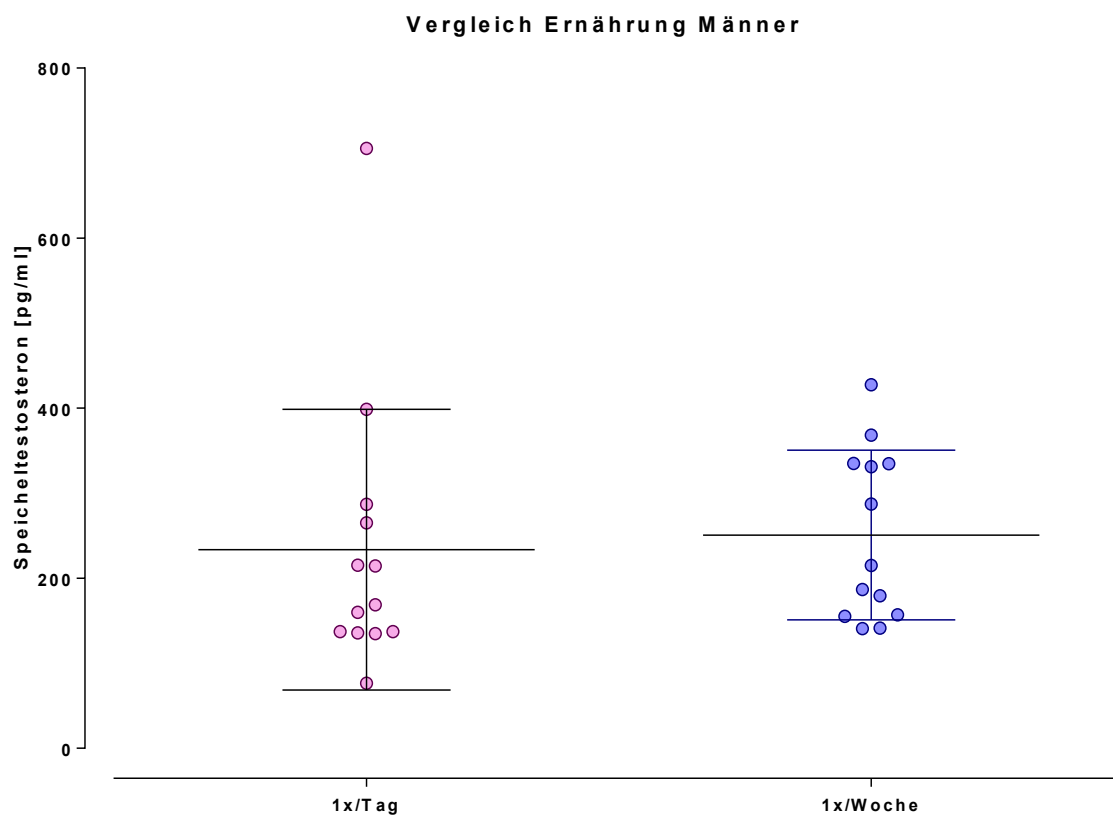
**Abbildung 22: Vergleich Ernährung Frauen**

**Tabelle 16: Statistische Daten zu Vergleich Ernährung Frauen**

|                                                               |                |    |      |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------------|----|------|--------------------|
| ANOVA summary                                                 |                |    |      |                    |
| F                                                             | 0,6427         |    |      |                    |
| P value                                                       | 0,5918         |    |      |                    |
| P value summary                                               | ns             |    |      |                    |
| Are differences among means statistically signif.? (P < 0.05) | No             |    |      |                    |
| R square                                                      | 0,04291        |    |      |                    |
| Brown-Forsythe test                                           |                |    |      |                    |
| F (DFn, DFd)                                                  | 0,9566 (3, 43) |    |      |                    |
| P value                                                       | 0,4219         |    |      |                    |
| P value summary                                               | ns             |    |      |                    |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05)             | No             |    |      |                    |
| ANOVA table                                                   |                |    |      |                    |
| Treatment (between columns)                                   | 4603           | 3  | 1534 | F (DFn, DFd)       |
| Residual (within columns)                                     | 102651         | 43 | 2387 | F (3, 43) = 0,6427 |
| Total                                                         | 107254         | 46 |      |                    |

Der p-Wert beträgt 0,59, es lässt sich kein Unterschied zwischen den vier Kollektiven nachweisen. Das Kollektiv Vegetarier/Veganer umfasst allerdings nur drei Datenpunkte. Man würde mehr Messwerte benötigen um eine endgültige Aussage zu treffen. Bei den Männern ergaben sich laut Fragebögen nur die zwei Gruppen: einmal pro Tag und einmal pro Woche Fleischkonsum. Daher kann kein Vergleich zwischen Vegetariern/Veganern und Fleischessern durchgeführt werden.

Es soll geklärt werden, ob die Häufigkeit fleischhaltiger Mahlzeiten den Testosteronwert beeinflusst.



**Abbildung 23: Vergleich Ernährung Männer**

**Tabelle 17: Statistische Daten zu Vergleich Ernährung Männer**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | 1x/Woche            |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | 1x/Tag              |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,7510              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=0,3210 df=24      |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 233,6 ± 45,77, n=13 |
| Mean ± SEM of column B              | 250,7 ± 27,68, n=13 |
| Difference between means            | 17,17 ± 53,49       |
| 95% confidence interval             | -93,22 to 127,6     |
| R squared                           | 0,004275            |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 2,734, 12, 12       |
| P value                             | 0,0944              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |

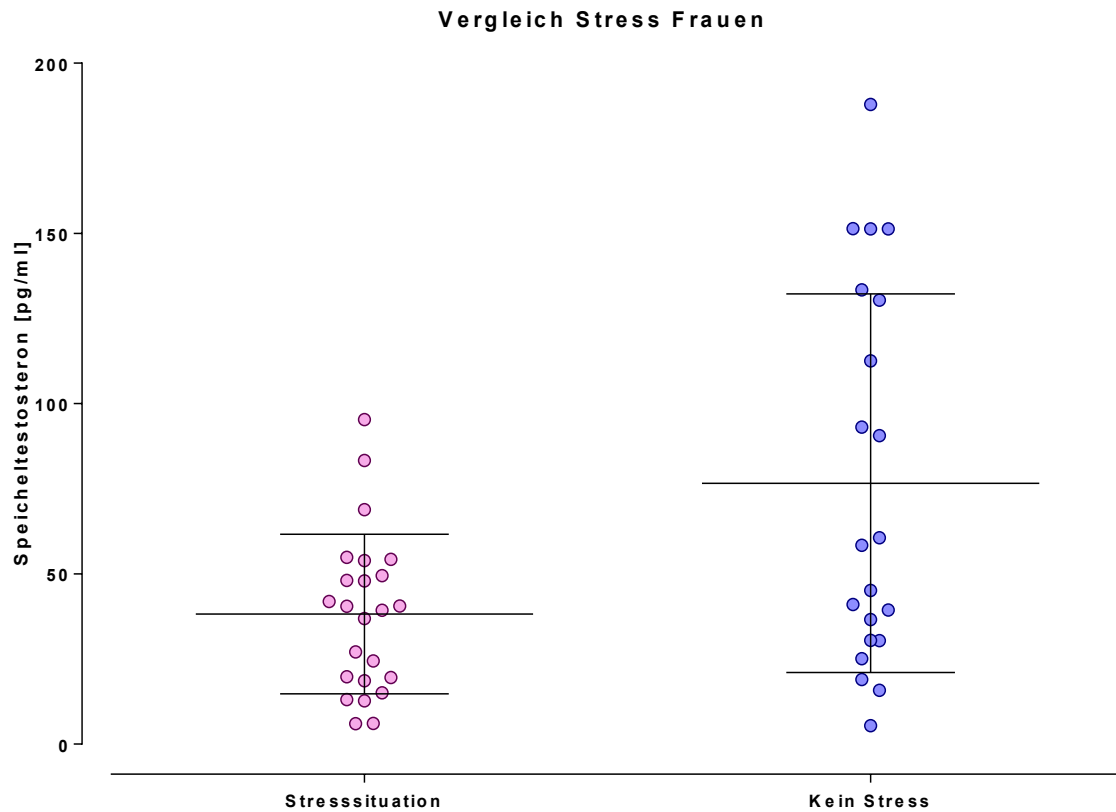
Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Wie häufig Fleisch konsumiert wird, scheint keinen Effekt auf den Testosteronspiegel bei den Männern zu haben. Ein Vergleich zwischen Vegetarier und Nicht-Vegetarier könnte für künftige Analysen vielleicht interessante Ergebnisse liefern.

### **5.3.7 Einfluss psychischer Überanstrengung**

Die Lebensweise eines Mannes und psychischer Stress können den Testosteronwert verändern. Andererseits beeinflusst wiederum das Sexualhormon das Verhalten. Körpereigenes Testosteron und eine Androgentherapie wirkt sich auf die kognitiven Fähigkeiten, auf die Aggressivität und die Gemütslage eines Mannes aus (Böhm, Jockenhövel, & Weidner, 2004, S. 324-325).

Bei Frauen und Männern zeigt sich ein Zusammenhang zwischen Stresslevel und Testosteronspiegel. Während beim männlichen Geschlecht ein Schwellenwerteffekt zwischen diesen beiden Parametern eintritt, besteht bei den Frauen ein kontinuierlicher linearer Zusammenhang (King, Rosal, Ma, & Reed, 2005).

Um eine etwaige Beziehung zwischen psychischer Belastung und dem Steroidhormon aufzudecken, wurden die Probanden gefragt, ob sie sich derzeit in einer Stresssituation befinden.



**Abbildung 24: Vergleich Stress Frauen**

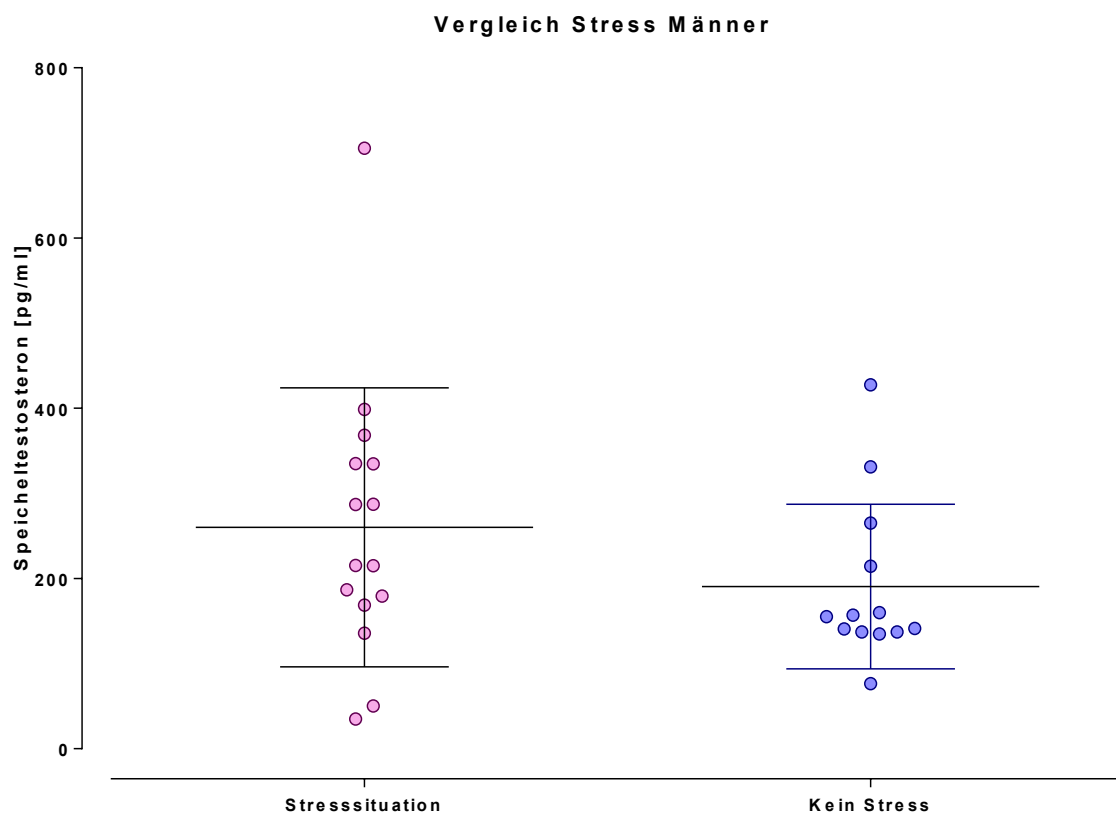
**Tabelle 18: Statistische Daten zu Vergleich Stress Frauen**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | Kein Stress         |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Stresssituation     |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,0035              |
| P value summary                     | **                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                 |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=3,087 df=43       |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 38,24 ± 4,784, n=24 |
| Mean ± SEM of column B              | 76,63 ± 12,14, n=21 |
| Difference between means            | 38,39 ± 12,44       |
| 95% confidence interval             | 13,31 to 63,47      |
| R squared                           | 0,1814              |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 5,631, 20, 23       |
| P value                             | 0,0001              |
| P value summary                     | ***                 |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes                 |

In der Grafik erkennt man sehr gut, dass die Spitzenwerte in dem Kollektiv „kein Stress“ vorhanden sind. Der t-test ergibt einen p-Wert von 0,004.

Frauen die sich momentan gestresst fühlen, weisen einen signifikant niedrigeren Messwert auf. Stress wirkt sich bei den untersuchten Frauen auf den Testosteronspiegel aus.

Da es sich bei Stress um ein subjektives Befinden handelt, ist die Auswertung dieser Fragestellung eher schwierig. Man könnte Stress-Skalen anwenden, um den Stresspegel genauer zu definieren.



**Abbildung 25: Vergleich Stress Männer**

**Tabelle 19: Statistische Daten zu Vergleich Stress Männer**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | Kein Stress         |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Stresssituation     |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,1919              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=1,340 df=26       |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 260,2 ± 42,33, n=15 |
| Mean ± SEM of column B              | 190,6 ± 26,81, n=13 |
| Difference between means            | -69,59 ± 51,94      |
| 95% confidence interval             | -176,4 to 37,17     |

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| R squared                           | 0,06459       |
| F test to compare variances         |               |
| F,DFn, Dfd                          | 2,877, 14, 12 |
| P value                             | 0,0741        |
| P value summary                     | ns            |
| Significantly different? (P < 0.05) | No            |

Bei den Männern kann der Einfluss einer momentanen Stresssituation nicht bestätigt werden.

### **5.3.8 Zusammenhang zwischen Testosteronspiegel und Hautunreinheiten**

Wie bereits erwähnt beeinflussen Androgene die Beschaffenheit der Haut und die Funktion der Talgdrüsen.

Die männlichen Sexualhormone stimulieren die Talgproduktion, diese spielt eine wichtige Rolle in der Entstehung von Akne. Erhöhte Spiegel im Serum korrelieren mit dem Auftreten der schweren Form der knotigen Akne. Bei mildereren Akneformen liegen die Androgenwerte allerdings im Normbereich (Khondker & Khan, 2014).

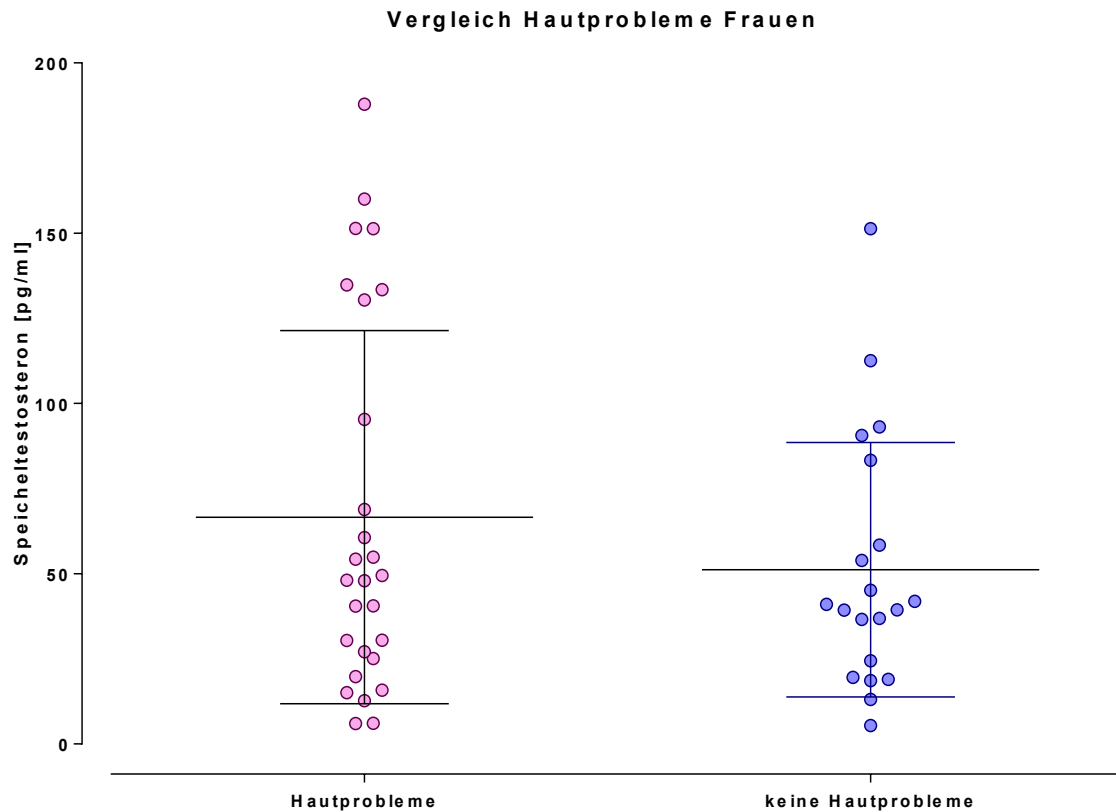
Bei erwachsenen Frauen konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Stärkegrad einer Akne und der Androgenproduktion nachgewiesen werden. (Cibula, Hill, Vohradnikova, Kuzel, Fanta, & Zivny, 2000).

Generell kann man sagen, dass die meisten Aknepatienten normale Hormonkonzentrationen aufzeigen. Es ist allerdings möglich, dass die Konzentrationen an der oberen Grenze des Referenzbereichs liegen. Ausnahmefälle bilden Frauen, die Zeichen einer Hyperandrogenämie wie Hypertrichose, Alopezie zeigen. Hier könnte die Akne durch pathologische Androgenproduktion verursacht werden. Ovarielle, adrenale und hypophysäre Ursachen müssen dann ausgeschlossen werden (Cunliffe & Gollnick, 2004, S. 66-67).

Es soll nun geprüft werden, ob bei dem untersuchten Kollektiv der Speicheltestosteron mit Hautproblemen in Verbindung steht.

Frauen und Männer wurden in zwei Kollektive geteilt:

- Personen, die schon einmal Hautunreinheiten haben/hatten
- Personen, die noch nie Hautprobleme hatten

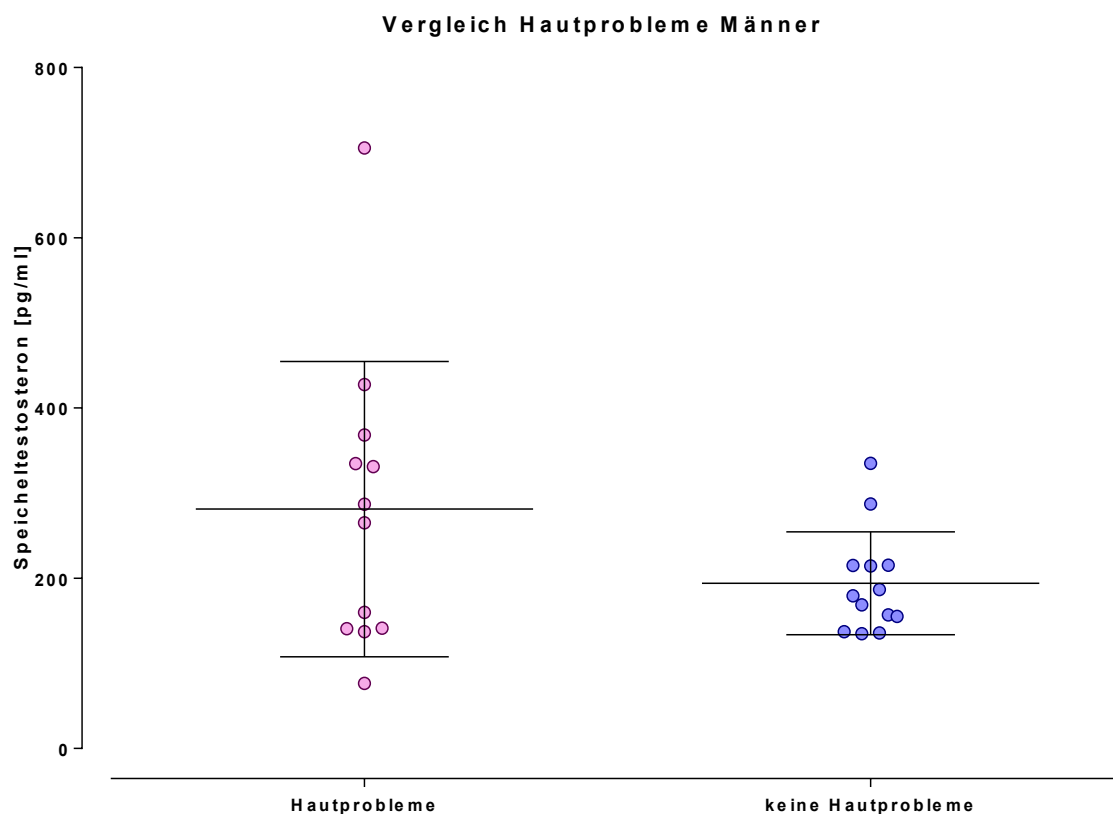


**Abbildung 26: Vergleich Hautprobleme Frauen**

**Tabelle 20: Statistische Daten zu Vergleich Hautprobleme Frauen**

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Column B                            | keine Hautprobleme  |
| vs.                                 | vs,                 |
| Column A                            | Hautprobleme        |
| Unpaired t test                     |                     |
| P value                             | 0,2835              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed          |
| t, df                               | t=1,085 df=45       |
| How big is the difference?          |                     |
| Mean ± SEM of column A              | 66,61 ± 10,54, n=27 |
| Mean ± SEM of column B              | 51,18 ± 8,348, n=20 |
| Difference between means            | -15,43 ± 14,22      |
| 95% confidence interval             | -44,07 to 13,20     |
| R squared                           | 0,02551             |
| F test to compare variances         |                     |
| F,DFn, Dfd                          | 2,154, 26, 19       |
| P value                             | 0,0888              |
| P value summary                     | ns                  |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                  |

Laut einem p-Wert von 0,28 besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Somit scheint der Testosteronspiegel keinen Einfluss auf Hautprobleme bei den weiblichen Probandinnen zu haben.



**Abbildung 27: Vergleich Hautprobleme Männer**

**Tabelle 21: Statistische Daten zu Vergleich Hautprobleme Männer**

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Column B                            | keine Hautprobleme      |
| vs.                                 | vs,                     |
| Column A                            | Hautprobleme            |
| Unpaired t test                     |                         |
| P value                             | 0,1013                  |
| P value summary                     | ns                      |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                      |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed              |
| t, df                               | t=1,707 df=23           |
| How big is the difference?          |                         |
| Mean $\pm$ SEM of column A          | 281,3 $\pm$ 50,10, n=12 |
| Mean $\pm$ SEM of column B          | 194,0 $\pm$ 16,76, n=13 |
| Difference between means            | -87,27 $\pm$ 51,13      |
| 95% confidence interval             | -193,0 to 18,49         |
| R squared                           | 0,1124                  |
| F test to compare variances         |                         |
| F,DFn, Dfd                          | 8,250, 11, 12           |
| P value                             | 0,0010                  |



|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| P value summary                     | *** |
| Significantly different? (P < 0.05) | Yes |

Man erkennt in der Grafik, dass die höchsten Messwerte in dem Kollektiv Hautprobleme vorkommen. Dennoch besteht bei den männlichen Testpersonen kein relevanter Zusammenhang zwischen Hautunreinheiten und dem Testosterongehalt im Speichel.

Problematisch ist allerdings, dass man keinerlei Information darüber hat, ob die Hautprobleme derzeit noch vorhanden sind oder ob sie schon Jahre zurückliegen. Des Weiteren könnte eine Unterteilung nach dem genauen Hautbildtyp oder der Akneform nützliche Erkenntnisse liefern.

### **5.3.9 Einfluss von Hormonpräparaten**

Die Androgensynthese in den Ovarien und in der Niere wird durch kombinierte orale Kontrazeptiva (KOK) gehemmt und die SHBG Konzentration wird erhöht. Frauen, die mit Östrogen-Gestagen-Kombinationspräparaten verhüten, zeigen signifikant niedrigere Testosteronwerte.

Es wurden verschiedene KOK Präparate mit unterschiedlichen Östrogendosen und Gestagenkomponenten verglichen. Sie hatten alle gleich starke Auswirkungen auf die Senkung des Testosteronspiegels. Die KOK unterscheiden sich jedoch darin, wie stark sie die SHBK Konzentration der Frauen steigern (Zimmerman, Eijkemans, Coelingh Bennink, Blankenstein, & Fauser, 2014).

Es soll nun analysiert werden, ob die Teilnehmerinnen, die hormonell verhüten, signifikant niedrigere Werte haben.



Um zu klären, ob die verschiedenen Hormonpräparate unterschiedlichen Einfluss auf den Messwert ausüben, wurden die Frauen weiter unterteilt.

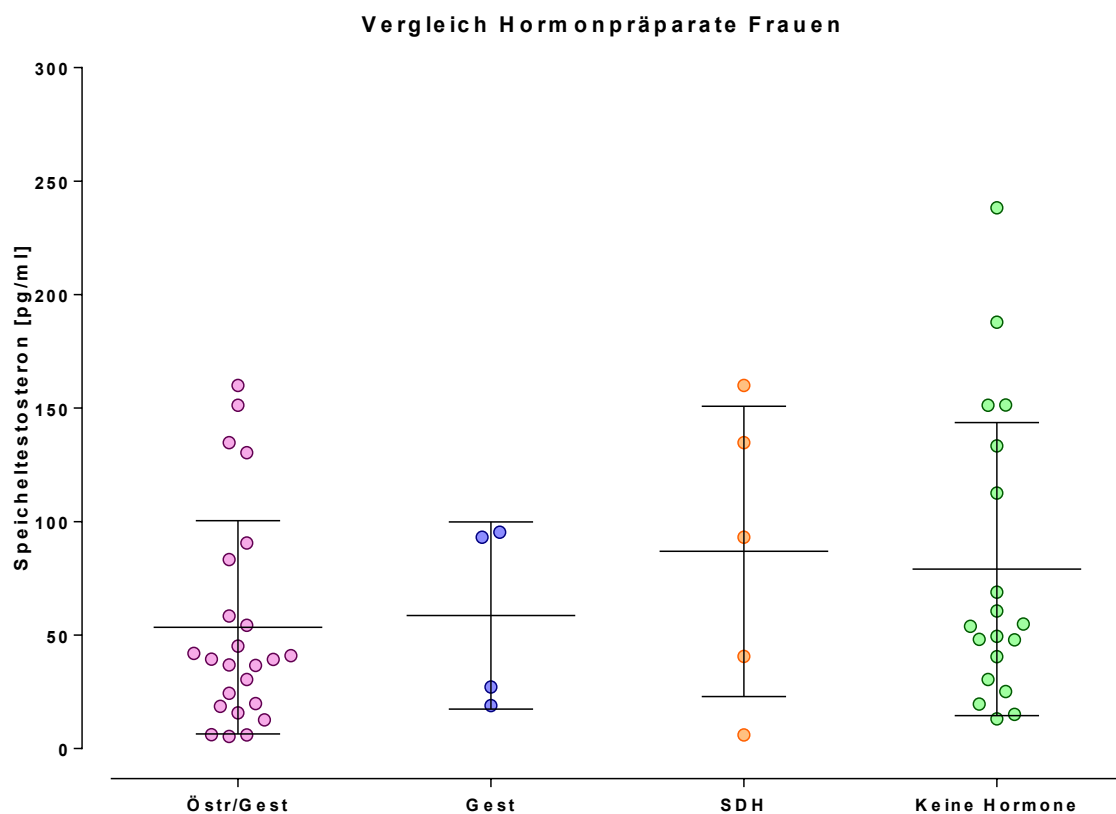
Im Fragebogen wurde nach der Einnahme hormonhaltiger Medikamente gefragt.

Zur Ankreuzmöglichkeit standen:

- Östrogen-Gestagen-Kombinationspräparat zur Verhütung
- Gestagenpräparat zur Verhütung
- Schilddrüsenhormone
- Keine Einnahme hormonhaltiger Präparate

Die Probandinnen wurden den entsprechenden Kollektiven zugeordnet. Wurden zwei Punkte angekreuzt, wurde der Testosteronwert beiden zugewiesen.

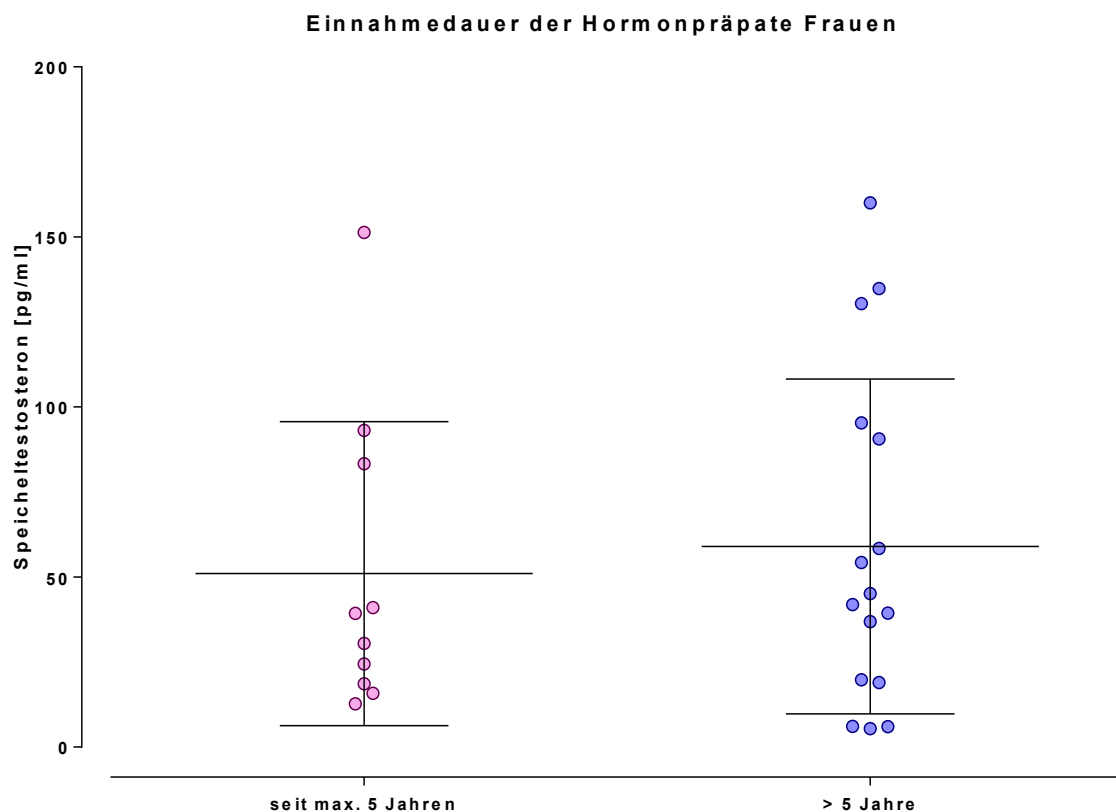
Ferner wurde nach der Einnahmedauer der Medikamente gefragt. Es wurde in zwei Gruppen eingeteilt: Einnahme der Medikament seit maximal 5 Jahren, und seit über 5 Jahren.



**Abbildung 29: Vergleich Hormonpräparate Frauen**

**Tabelle 23: Statistische Daten zu Vergleich Hormonpräparate Frauen**

|                                                               |                |    |      |
|---------------------------------------------------------------|----------------|----|------|
| ANOVA summary                                                 |                |    |      |
| F                                                             | 1,026          |    |      |
| P value                                                       | 0,3897         |    |      |
| P value summary                                               | ns             |    |      |
| Are differences among means statistically signif.? (P < 0.05) | No             |    |      |
| R square                                                      | 0,06024        |    |      |
| Brown-Forsythe test                                           |                |    |      |
| F (DFn, DFd)                                                  | 0,4943 (3, 48) |    |      |
| P value                                                       | 0,6880         |    |      |
| P value summary                                               | ns             |    |      |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05)             | No             |    |      |
| Bartlett's test                                               |                |    |      |
| Bartlett's statistic (corrected)                              | 2,497          |    |      |
| P value                                                       | 0,4759         |    |      |
| P value summary                                               | ns             |    |      |
| Signif. different standard deviations? (P < 0.05)             | No             |    |      |
| ANOVA table                                                   | SS             | DF | MS   |
| Treatment (between columns)                                   | 9427           | 3  | 3142 |
| Residual (within columns)                                     | 147077         | 48 | 3064 |
| Total                                                         | 156505         | 51 |      |



**Abbildung 30: Einnahmedauer Hormonpräparate Frauen**

**Tabelle 24: Statistische Daten zu Einnahmedauer Hormonpräparate Frauen**

|                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Column B                            | > 5 Jahre               |
| vs.                                 | vs,                     |
| Column A                            | seit max, 5 Jahren      |
| Unpaired t test                     |                         |
| P value                             | 0,6818                  |
| P value summary                     | ns                      |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                      |
| One- or two-tailed P value?         | Two-tailed              |
| t, df                               | t=0,4151 df=24          |
| How big is the difference?          |                         |
| Mean $\pm$ SEM of column A          | 51,00 $\pm$ 14,14, n=10 |
| Mean $\pm$ SEM of column B          | 58,96 $\pm$ 12,31, n=16 |
| Difference between means            | 7,963 $\pm$ 19,18       |
| 95% confidence interval             | -31,63 to 47,56         |
| R squared                           | 0,007127                |
| F test to compare variances         |                         |
| F,DFn, Dfd                          | 1,212, 15, 9            |
| P value                             | 0,7926                  |
| P value summary                     | ns                      |
| Significantly different? (P < 0.05) | No                      |

Die vier Kollektive unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Somit scheint die Einnahme hormonhaltiger Medikamente keinen Einfluss auf das männliche Sexualhormon bei den vermessenen Frauen zu haben. Auch wie lange diese Hormonpräparate eingenommen werden, wirkt sich nicht erkennbar aus.

### 5.3.10 Zusammenhang zwischen Cortisol- und Testosteronspiegel

Cortisol zählt zu den Glucocorticoiden, die auf zwei Arten ausgeschüttet werden. Es gibt die basale Sekretion, die einem circadianem Rhythmus unterliegt, und eine stark erhöhte Ausschüttung, die durch Stresssituationen ausgelöst wird. Diese können psychischer und physischer Natur sein wie etwa Infektionen, Erkrankungen oder Traumen. Glucocorticoide helfen dem Körper diesen Stresszustand zu bewältigen, sie wirken immunsuppressiv und entzündungshemmend. Ferner spielen sie eine wichtige Rolle im Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel.

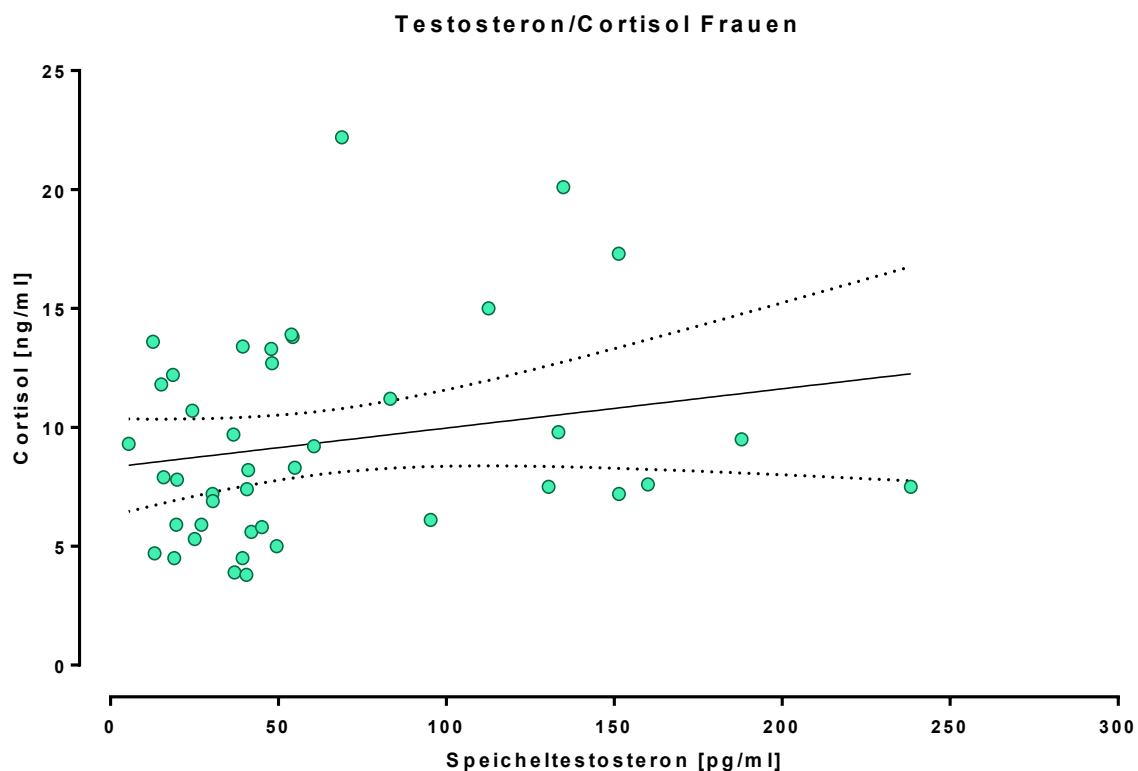
Die Cortisolkonzentration im Blut unterliegt tageszeitlichen Schwankungen. Zwischen 3 und 10 Uhr gibt es einen starken Anstieg des Cortisolwertes.

Nachmittags fällt der Cortisolspiegel allmählich wieder ab. (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 660-661).

Bei starker körperlicher Anstrengung, wie zum Beispiel beim intensiven Lauftraining, steigt die Cortisol- und Testosteronkonzentration im Speichel an (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 40).

Hier liegt die Vermutung nahe, dass auch in Ruhesituationen eine Korrelation zwischen diesen beiden Hormonen gegeben ist.

Der Cortisolwert der Teilnehmern/-innen wurde im Speichel mittels Enzym-linked Immunosorbant Assay (ELISA) bestimmt.



**Abbildung 31: Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen**

**Tabelle 25: Statistische Daten zur Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen**

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| Spearman r                    |                    |
| r                             | 0,2585             |
| 95% confidence interval       | -0,05852 to 0,5282 |
| P value                       |                    |
| P (two-tailed)                | 0,0983             |
| P value summary               | ns                 |
| Exact or approximate P value? | Approximate        |
| Significant? (alpha = 0.05)   | No                 |
| Number of XY Pairs            | 42                 |

**Tabelle 26: Statistische Daten zur Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen**

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Best-fit values                  |                               |
| Slope                            | 0,01651 ± 0,01217             |
| Y-intercept when X=0.0           | 8,318 ± 1,012                 |
| X-intercept when Y=0.0           | -503,7                        |
| 1/slope                          | 60,56                         |
| 95% Confidence Intervals         |                               |
| Slope                            | -0,008085 to 0,04111          |
| Y-intercept when X=0.0           | 6,273 to 10,36                |
| X-intercept when Y=0.0           | -infinity to -160,7           |
| Goodness of Fit                  |                               |
| R square                         | 0,04399                       |
| Sy.x                             | 4,258                         |
| Is slope significantly non-zero? |                               |
| F                                | 1,841                         |
| DFn, DFd                         | 1,000, 40,00                  |
| P value                          | 0,1825                        |
| Deviation from zero?             | Not Significant               |
| Data                             |                               |
| Number of X values               | 42                            |
| Maximum number of Y replicates   | 1                             |
| Total number of values           | 42                            |
| Number of missing values         | 0                             |
| Equation                         | $Y = 0,01651 \cdot X + 8,318$ |

Der r-Wert beträgt 0,26, daher besteht bei den Frauen keine signifikante Korrelation zwischen den gemessenen Cortisolwerten und dem Testosteronspiegel. Aufgrund des Bestimmtheitsmaßes von 0,04 liegt auch keine lineare Beziehung vor.



**Abbildung 32: Korrelationsanalyse Testostern/Cortisol Männer**

**Tabelle 27: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Männer**

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Spearman r                    |                   |
| r                             | 0,1311            |
| 95% confidence interval       | -0,3707 to 0,5736 |
| P value                       |                   |
| P (two-tailed)                | 0,6042            |
| P value summary               | ns                |
| Exact or approximate P value? | Approximate       |
| Significant? (alpha = 0.05)   | No                |
| Number of XY Pairs            | 18                |

**Tabelle 28: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Männer**

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Best-fit values                  |                     |
| Slope                            | 0,007352 ± 0,01111  |
| Y-intercept when X=0.0           | 9,766 ± 3,346       |
| X-intercept when Y=0.0           | -1328               |
| 1/slope                          | 136,0               |
| 95% Confidence Intervals         |                     |
| Slope                            | -0,01620 to 0,03090 |
| Y-intercept when X=0.0           | 2,672 to 16,86      |
| X-intercept when Y=0.0           | -infinity to -93,02 |
| Goodness of Fit                  |                     |
| R square                         | 0,02665             |
| Sy.x                             | 6,728               |
| Is slope significantly non-zero? |                     |
| F                                | 0,4381              |
| DFn, DFd                         | 1,000, 16,00        |



|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| P value                        | 0,5175                         |
| Deviation from zero?           | Not Significant                |
| Data                           |                                |
| Number of X values             | 18                             |
| Maximum number of Y replicates | 1                              |
| Total number of values         | 18                             |
| Number of missing values       | 0                              |
| Equation                       | $Y = 0,007352 \cdot X + 9,766$ |

Bei den männlichen Probanden besteht keine Korrelation zwischen dem Cortisol- und Testosteronwert ( $r=0,13$ ), und auch kein linearer Zusammenhang ( $r^2=0,03$ ). Der Cortisolspiegel steht daher in keiner Verbindung zu dem Androgen.

Es sei erwähnt, dass die Messungen des Speichelcortisols zu unterschiedlichen Uhrzeiten und Tagen durchgeführt wurden. Aufgrund des circadianen Rhythmus des Cortisols ergeben sich dadurch verschieden hohen Messwerte.

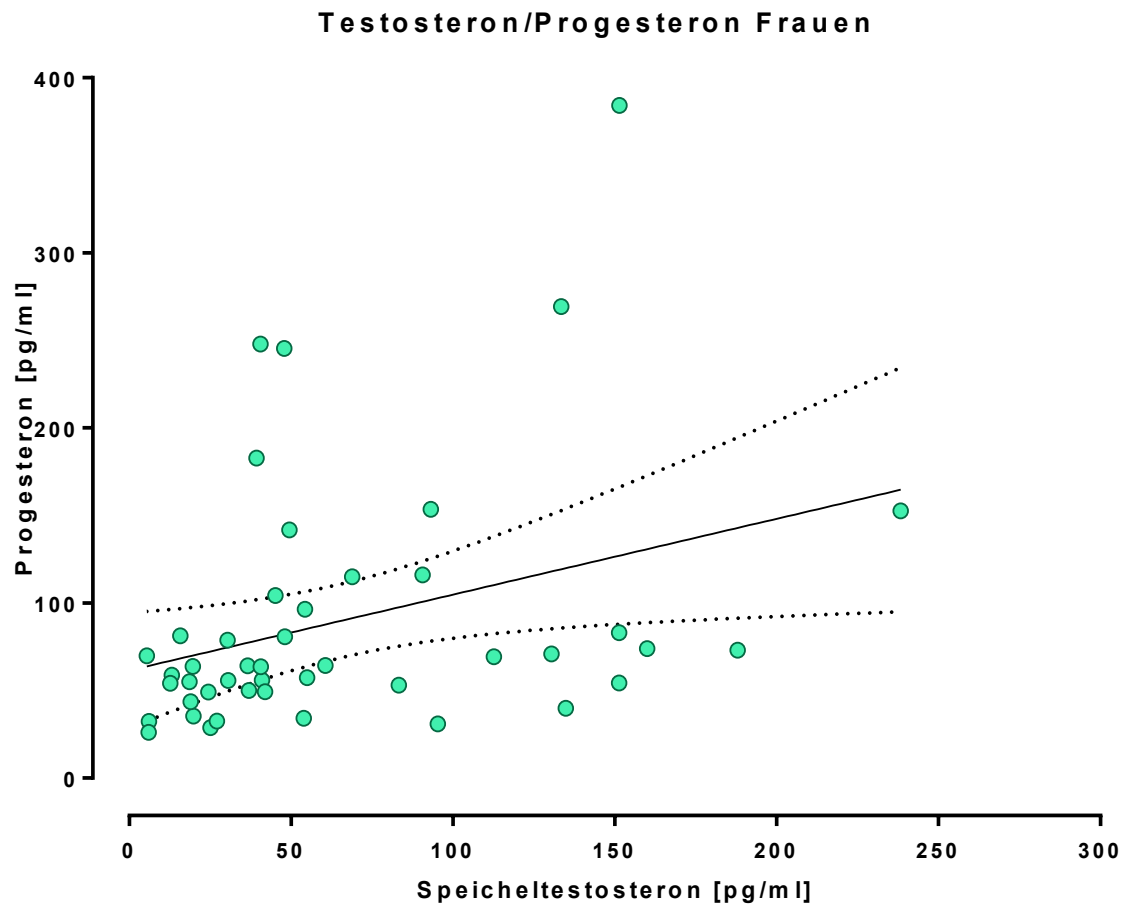
Um eine korrekte Aussage bezüglich des Zusammenhangs zwischen den beiden Parametern zu treffen, sollten beide Speichelabnahmen zum selben Zeitpunkt durchgeführt werden.

### **5.3.11 Zusammenhang zwischen Progesteron- und Testosteronspiegel**

Das Sexualhormon Progesteron ist das physiologische Gelbkörperhormon und eine Vorstufe der anderen Steroidhormone. Bei der Frau wird es vor allem im Corpus luteum des Ovars synthetisiert, und auch in der Placenta und Nebenniere. Im männlichen Organismus ist Progesteron ebenfalls vorhanden, als Zwischenprodukt in der Androgensynthese. Beim Mann wird Progesteron auch in der Nebennierenrinde hergestellt und kleine Mengen in den Hoden (Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 698), (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 48)

Die Ermittlung der Progesteronkonzentration im Speichel wurde mittels ELISA durchgeführt. Die Speichelproben wurden zur selben Zeit abgenommen wie für die Testosteronbestimmung.

Es soll nun überprüft werden, ob der Progesteronspiegel mit dem Speicheltestosteron korreliert. Dies liegt nahe, da Progesteron eine Vorstufe in der Synthese der Androgene und Östrogene darstellt.



**Abbildung 33: Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen**

**Tabelle 29: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen**

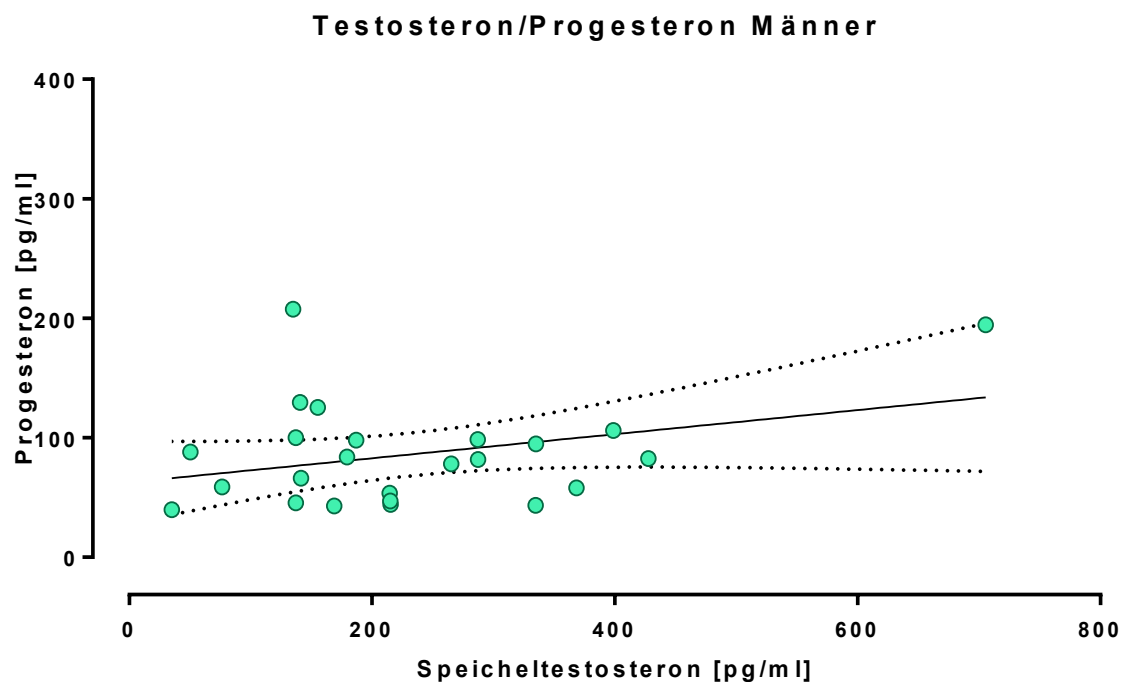
|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Spearman r                    |                  |
| r                             | 0,4224           |
| 95% confidence interval       | 0,1384 to 0,6422 |
| P value                       |                  |
| P (two-tailed)                | 0,0038           |
| P value summary               | **               |
| Exact or approximate P value? | Approximate      |
| Significant? (alpha = 0.05)   | Yes              |
| Number of XY Pairs            | 45               |

**Tabelle 30: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen**

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| Best-fit values          |                   |
| Slope                    | 0,4331 ± 0,1905   |
| Y-intercept when X=0.0   | 61,49 ± 16,27     |
| X-intercept when Y=0.0   | -142,0            |
| 1/slope                  | 2,309             |
| 95% Confidence Intervals |                   |
| Slope                    | 0,04863 to 0,8175 |
| Y-intercept when X=0.0   | 28,65 to 94,32    |
| X-intercept when Y=0.0   | -1789 to -38,01   |

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Goodness of Fit                  |                              |
| R square                         | 0,1073                       |
| Sy.x                             | 70,06                        |
| Is slope significantly non-zero? |                              |
| F                                | 5,167                        |
| DFn, DFd                         | 1,000, 43,00                 |
| P value                          | 0,0281                       |
| Deviation from zero?             | Significant                  |
| Data                             |                              |
| Number of X values               | 45                           |
| Maximum number of Y replicates   | 1                            |
| Total number of values           | 45                           |
| Number of missing values         | 3                            |
| Equation                         | $Y = 0,4331 \cdot X + 61,49$ |

Im Kollektiv Frauen besteht ein positiver Zusammenhang ( $r=0,42$ ) zwischen den beiden Sexualhormonen und auch eine lineare Verbindung liegt mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,11 vor. Das bedeutet, dass mit steigendem Testosteronspiegel auch die Gelbkörperkonzentration ansteigt.



**Abbildung 34: Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer**

**Tabelle 31: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer**

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Spearman r                    |                   |
| r                             | 0,09826           |
| 95% confidence interval       | -0,3291 to 0,4922 |
| P value                       |                   |
| P (two-tailed)                | 0,6478            |
| P value summary               | ns                |
| Exact or approximate P value? | Approximate       |
| Significant? (alpha = 0.05)   | No                |
| Number of XY Pairs            | 24                |

**Tabelle 32: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer**

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Best-fit values                  |                              |
| Slope                            | 0,1008 ± 0,06054             |
| Y-intercept when X=0.0           | 62,68 ± 16,57                |
| X-intercept when Y=0.0           | -622,0                       |
| 1/slope                          | 9,924                        |
| 95% Confidence Intervals         |                              |
| Slope                            | -0,02478 to 0,2263           |
| Y-intercept when X=0.0           | 28,31 to 97,04               |
| X-intercept when Y=0.0           | -infinity to -132,6          |
| Goodness of Fit                  |                              |
| R square                         | 0,1119                       |
| Sy.x                             | 42,49                        |
| Is slope significantly non-zero? |                              |
| F                                | 2,771                        |
| DFn, DFd                         | 1,000, 22,00                 |
| P value                          | 0,1102                       |
| Deviation from zero?             | Not Significant              |
| Data                             |                              |
| Number of X values               | 24                           |
| Maximum number of Y replicates   | 1                            |
| Total number of values           | 24                           |
| Number of missing values         | 4                            |
| Equation                         | $Y = 0,1008 \cdot X + 62,68$ |

Bei den Männern hingegen lässt sich keine Korrelation zwischen den beiden Hormonen feststellen ( $r=0,1$ ). Die meisten männlichen Probanden weisen, unabhängig von der Höhe des Testosteronwerts, einen ähnlichen Progesteronwert auf.

### **5.3.12 Zusammenhang zwischen oxidativem Stress und Testosteronspiegel**

Ausgehend vom Sauerstoff werden durch Ein-Elektronenreduktion reaktive Sauerstoffspezies erschaffen. Meist bedingt durch energiereiche Strahlung oder im Zuge von Nebenreaktionen der Oxidoreduktasen.

Die reaktionsfreudigen Radikale können unter anderem Proteine und Membranlipide angreifen und stark beschädigen. In der DNA verursachen sie Strangbrüche, Fehlpaarungen und Mutationen.

Diesem oxidativem Stress können alle aeroben Zellen durch enzymatische und nichtenzymatische Abläufe entgegenwirken. Antioxidantien und Enzyme wie Superoxid-Dismutase, Katalase und Glutathionperoxidase kommen hier zum Einsatz (Löffler, Petrides, & Heinrich, 2007, S. 509-512).

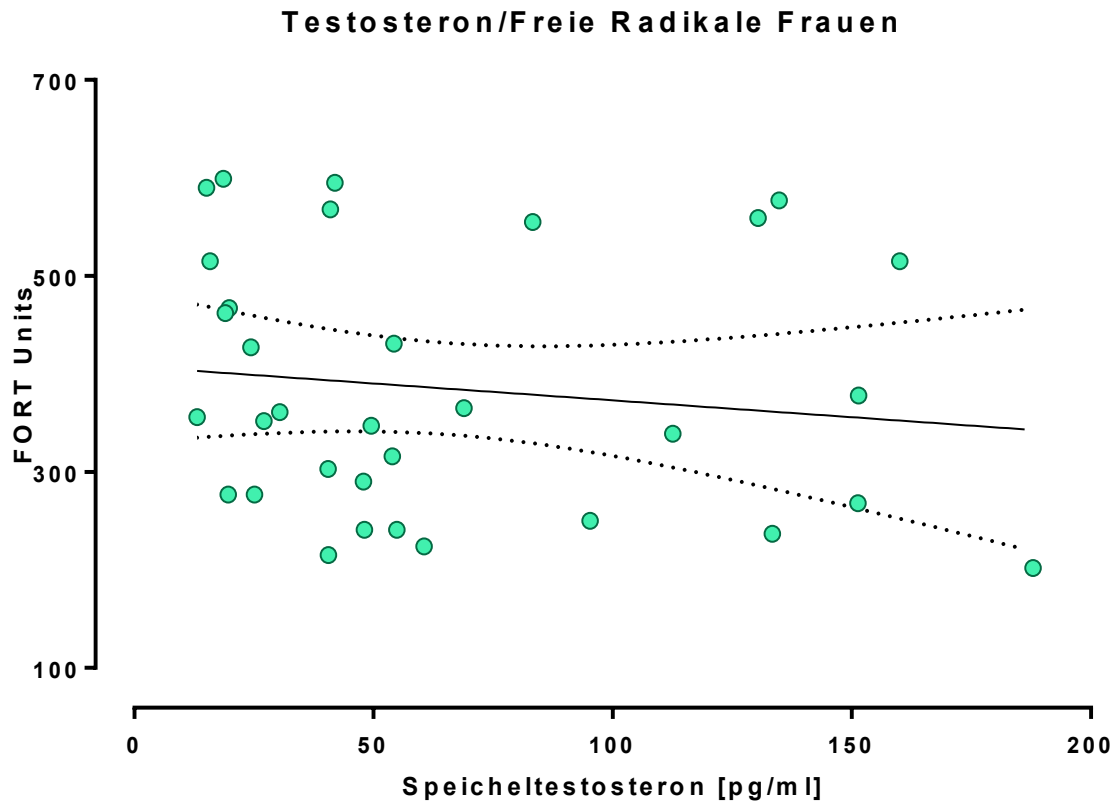
Androgene und/oder Umweltfaktoren wie die Ernährung haben große Bedeutung in Zusammenhang mit der Entstehung von Prostatakrebs.

Studien zeigten, dass die männlichen Sexualhormone den oxidativen Stress in Zelllinien von menschlichem Prostatakrebs erhöhen. In gutartigen Epithelzellen von Männern mit Prostatakrebs ist der oxidative Stress höher als in Zellen von Männern ohne diese Krebserkrankung (Fleshner & Klotz, 1998-1999).

Die freien Radikale wurden im Blut der Teilnehmer/-innen mit dem free oxygen radicals Test (FORT) ermittelt und werden angegeben von 160-600 FORT-Einheiten. Alle Messwerte außerhalb dieses Bereichs kann der Test nicht exakt wiedergeben und diese Werte werden in die Analyse nicht mit einbezogen.

Ab 310 FORT-Einheiten ist der Körper über das Normalmaß hinaus durch oxidativen Stress belastet. (MICRO-MEDICAL Instrumente GmbH, 2009, S. 15).

Es soll nun ein etwaiger Zusammenhang zwischen Testosteronspiegel und den freien Radikalen mit einer Korrelations- und Regressionsanalyse erforscht werden.



**Abbildung 35: Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen**

**Tabelle 33: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen**

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Spearman r                    |                   |
| r                             | -0,2551           |
| 95% confidence interval       | -0,5575 to 0,1072 |
| P value                       |                   |
| P (two-tailed)                | 0,1520            |
| P value summary               | ns                |
| Exact or approximate P value? | Approximate       |
| Significant? (alpha = 0.05)   | No                |
| Number of XY Pairs            | 33                |

**Tabelle 34: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen**

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| Best-fit values          |                    |
| Slope                    | -0,3443 ± 0,4600   |
| Y-intercept when X=0.0   | 407,5 ± 37,94      |
| X-intercept when Y=0.0   | 1183               |
| 1/slope                  | -2,904             |
| 95% Confidence Intervals |                    |
| Slope                    | -1,283 to 0,5940   |
| Y-intercept when X=0.0   | 330,1 to 484,9     |
| X-intercept when Y=0.0   | 362,7 to +infinity |
| Goodness of Fit          |                    |
| R square                 | 0,01776            |

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Sy.x                             | 131,5                         |
| Is slope significantly non-zero? |                               |
| F                                | 0,5604                        |
| DFn, DFd                         | 1,000, 31,00                  |
| P value                          | 0,4598                        |
| Deviation from zero?             | Not Significant               |
| Data                             |                               |
| Number of X values               | 33                            |
| Maximum number of Y replicates   | 1                             |
| Total number of values           | 33                            |
| Number of missing values         | 9                             |
| Equation                         | $Y = -0,3443 \cdot X + 407,5$ |

### Testosteron/ Freie Radikale Männer

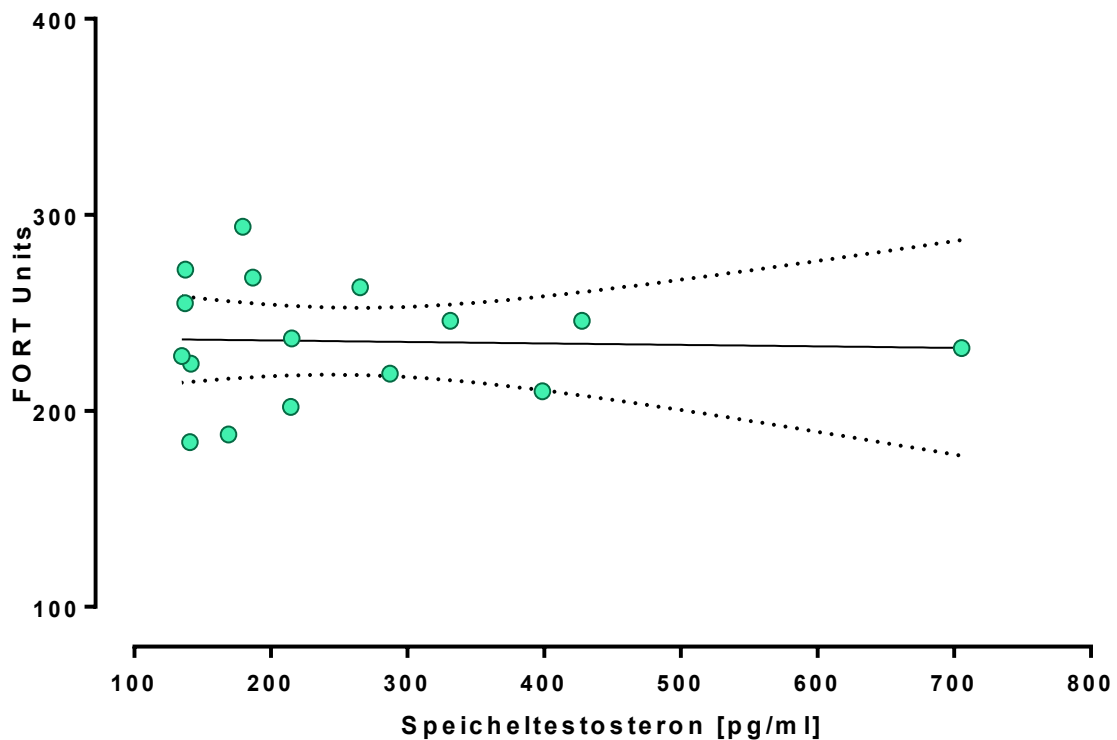


Abbildung 36: Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer

Tabelle 35: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Spearman r                    |                   |
| r                             | -0,03532          |
| 95% confidence interval       | -0,5335 to 0,4810 |
| P value                       |                   |
| P (two-tailed)                | 0,8973            |
| P value summary               | ns                |
| Exact or approximate P value? | Exact             |
| Significant? (alpha = 0.05)   | No                |
| Number of XY Pairs            | 16                |

**Tabelle 36: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer**

|                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Best-fit values                  |                                 |
| Slope                            | -0,007533 ± 0,05407             |
| Y-intercept when X=0.0           | 237,4 ± 15,91                   |
| X-intercept when Y=0.0           | 31516                           |
| 1/slope                          | -132,7                          |
| 95% Confidence Intervals         |                                 |
| Slope                            | -0,1235 to 0,1084               |
| Y-intercept when X=0.0           | 203,3 to 271,5                  |
| X-intercept when Y=0.0           | 2156 to +infinity               |
| Goodness of Fit                  |                                 |
| R square                         | 0,001385                        |
| Sy.x                             | 31,96                           |
| Is slope significantly non-zero? |                                 |
| F                                | 0,01941                         |
| DFn, DFd                         | 1,000, 14,00                    |
| P value                          | 0,8912                          |
| Deviation from zero?             | Not Significant                 |
| Data                             |                                 |
| Number of X values               | 16                              |
| Maximum number of Y replicates   | 1                               |
| Total number of values           | 16                              |
| Number of missing values         | 0                               |
| Equation                         | $Y = -0,007533 \cdot X + 237,4$ |

Bei beiden Geschlechtern besteht kein signifikanter Zusammenhang oder eine lineare Korrelation zwischen den freien Radikalen und dem Steroidhormon. Jedoch kann man sagen, dass mit steigendem Testosteronspiegel der oxidative Stress eher abnimmt, laut negativen Korrelationskoeffizienten.

Man sollte allerdings berücksichtigen, dass nur die Probanden/-innen analysiert wurden, deren Wert zwischen 160-600 FORT-Einheiten lag.



## 6 Zusammenfassung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde eine quantitative Messung von Testosteron in ausgewähltem Kollektiv durchgeführt. Es wurde hierfür ein kompetitiver Lumineszenz Immunoassay verwendet.

Die Probanden/-innen füllten anonym einen Fragebogen aus, dieser lieferte wichtige Daten für die Auswertung der Messwerte. Hier sollten Parameter erläutert werden, von denen man annimmt, sie könnten Einfluss auf den Testosteronspiegel haben.

Von den Personen wurden auch der Cortisol- und Progesteronwert und FORT-Einheiten ermittelt. Der gemessene Testosteronwert wurde dann mit diesen Werten in Korrelation gebracht, um eventuelle Zusammenhänge aufzuklären.

Die zwei Kollektive Frauen und Männer unterscheiden sich anhand ihres Messwertes signifikant voneinander. Die Frauen hatten wesentlich niedrigere Testosteronkonzentrationen. Die höchst gemessenen Werte fanden sich bei den Männern.

Es konnte aufgezeigt werden, dass die männlichen Probanden morgens einen höheren Testosteronspiegel aufweisen. Die Ausschüttung des Hormons unterliegt im männlichen Organismus tageszeitlichen Schwankungen

In Bezug auf das Alter konnten keine Unterschiede zwischen den Altersgruppen festgestellt werden. Dies dürfte aber vor allem an dem sehr jungen Probanden/-innen liegen. Hier bedarf es einem größeren Kollektiv, in dem alle Altersklassen vertreten sind.

Bei der Auswertung wurde kein Einfluss des BMI auf den Testosteronspiegel erörtert. Es mangelte auch hier, in den Gruppen der übergewichtigen Frauen und bei den untergewichtigen Männern, an Messdaten.

Frauen, die öfter als zweimal pro Woche Sport betreiben, haben einen signifikant niedrigeren Testosteronwert, der p-Wert beträgt 0,01. Es sollte noch näher hinterfragt werden, welche Sportart betrieben wird und mit welcher Intensität diese ausgeübt wird.

Der Fleischkonsum zeigte bei beiden Geschlechtern keinen Einfluss auf den Testosteronspiegel. Hier lagen allerdings in den Untergruppen, vor allem bei den Vegetariern/Veganern, zu wenige bzw. bei den Männern keine Datenpunkte vor.

Eine stressige Phase scheint sich nur bei den weiblichen Probandinnen auf den Testosteronwert auszuwirken. Gestresste Frauen weisen niedrigere Messwerte auf. Man bedenke aber, dass Stress als subjektives Befinden schwer zu definieren ist.

Im Zuge dieser Diplomarbeit konnte kein Zusammenhang zwischen Hautproblemen und dem Sexualhormon erfasst werden.

Kombinierte orale Kontrazeptiva bedingen einen niedrigen Testosteronspiegel durch die Suppression der Androgensynthese in den Ovarien (Zimmerman, Eijkemans, Coelingh Bennink, Blankenstein, & Fauser, 2014). Dieser Umstand kann jedoch in dem untersuchten Kollektiv nicht bestätigt werden.

Der Cortisolwert im Speichel scheint weder bei den Frauen, noch bei den Männern mit dem Testosteronwert zu korrelieren. Hier wurde jedoch der circadiane Rhythmus des Cortisols nicht berücksichtigt.

Die Korrelationsanalyse mit Progesteron bei Frauen ergab einen Korrelationskoeffizienten von 0,42 und ein Bestimmtheitsmaß von 0,11. Somit ist ein Zusammenhang zwischen den beiden Steroidhormonen gegeben.

Eine Verbindung zwischen den FORT Einheiten und dem Speicheltestosteron konnte bei keinem der beiden Kollektive aufgezeigt werden. Die Probennahmen für die Messungen fanden allerdings an unterschiedlichen Tagen statt.

Die Vermessung der Speichelproben hat teils vom Referenzbereich abweichende Testosteronwerte geliefert. Ein möglicher Grund hierfür könnten verunreinigte Proben sein. Um dies zu vermeiden, sollten die Probanden/-innen vor der Abgabe der Salivaprobe nüchtern sein wie vom Hersteller empfohlen. Die Speichelabnahme des gesamten Kollektivs sollte zur selben Uhrzeit erfolgen, da Hormone oft tagesabhängigen Schwankungen unterliegen.

## 7 Conclusio

Das Sexualhormon Testosteron und seine Metaboliten haben im Körper beider Geschlechter bedeutsame Aufgaben. Es wurden ausgewählte Daten analysiert, die einen möglichen Einfluss auf den Hormonhaushalt ausüben.

Im Zuge dieser Diplomarbeit konnten die circadianen Schwankungen des Testosteronspiegels beim Mann aufgezeigt werden. Die Abnahme des Sexualhormons mit zunehmendem Alter konnte jedoch bei den männlichen Probanden nicht bestätigt werden.

Bei den Frauen konnte ein Zusammenhang zwischen Testosteron- und Progesteronkonzentration im Speichel festgestellt werden. Die Beeinflussung des Messwertes durch kombinierte orale Kontrazeptiva konnte in diesem Kollektiv nicht nachgewiesen werden.

Für zukünftige Analysen des Testosteronspiegels wäre ein größeres Kollektiv sinnvoll, in dem alle Altersklassen vorhanden sind. Ferner sollte eine umfangreiche Befragung der Probanden/-innen erfolgen, um möglichst viele Information für die Erörterung der Fragestellungen zu sammeln. Bei Korrelationsanalysen mit diversen Parametern sollten die Probenentnahmen zum selben Zeitpunkt stattfinden, um tageszeitliche Schwankungen auszuschließen.

Die Quantifizierung von Testosteron mittels Lumineszenz Immunoassay im Speichel ist eine praktikable Möglichkeit um schnell Messwerte zu erhalten. Die Probenentnahme ist nicht invasiv und sehr angenehm für die Patienten. Bei der Speichelabnahme ist besonders auf Verunreinigungen durch Blut und Essensreste zu achten. Es empfiehlt sich mehrere Proben pro Person zu analysieren, um wirklich eine genaue Aussage über den Hormonstatus treffen zu können.

## Abkürzungsverzeichnis

|                  |                                            |
|------------------|--------------------------------------------|
| ANOVA            | analysis of variance                       |
| AP               | Alkalische Phosphatase                     |
| BSA              | bovine serum albumin                       |
| BMI              | body mass index                            |
| DHT              | Dihydrotestosteron                         |
| DNA              | Desoxyribonukleinsäure                     |
| ELISA            | Enzyme-linked Immunosorbant Assay          |
| FSH              | Follikelstimulierendes Hormon, Follitropin |
| FORT             | free oxygen radicals test                  |
| g                | Erdbeschleunigung                          |
| GnRH             | Gonadotropin-Releasing-Hormon              |
| KOK              | Kombiniertes orales Kontrazeptivum         |
| LDL              | Low Density Lipoprotein                    |
| LH               | Luteinisierendes Hormon, Lutropin          |
| LIA              | Lumineszenz-Immunoassay                    |
| NADH             | Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid             |
| NaN <sub>3</sub> | Natriumazid                                |
| nm               | Nanometer                                  |
| r                | Korrelationskoeffizient                    |
| r <sup>2</sup>   | Bestimmtheitsmaß                           |
| RLU              | relative light units                       |
| rpm              | revolutions per minute                     |
| SDH              | Schilddrüsenhormon                         |
| SHBG             | Sexualhormon-bindendes-Globulin            |

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Regulation der Sexualhormone (modifiziert nach Steinhilber, Schubert-Zsilavecz, & Roth, 2010, S. 313; Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 425)..... | 3  |
| Abbildung 3: Strukturformel Testosteron (modifiziert nach Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 709) .....                                                           | 4  |
| Abbildung 4: Bildung von Steroidhormonen aus Cholesterin (modifiziert nach Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 647).....                                         | 5  |
| Abbildung 5: Biosynthese Testosteron (modifiziert nach Müller-Esterl, Brandt, Anderka, & Kerscher, 2010, S. 648-649).....                                                         | 6  |
| Abbildung 6: Periphere Metabolisierung von Testosteron (modifiziert nach Lüllmann, Mohr, & Hein, 2010, S. 415) .....                                                              | 7  |
| Abbildung 7: Zusammensetzung des Kollektivs.....                                                                                                                                  | 13 |
| Abbildung 8: Altersverteilung des Kollektivs.....                                                                                                                                 | 13 |
| Abbildung 9: Fragebogen.....                                                                                                                                                      | 15 |
| Abbildung 10: Bestimmung von Steroiden im Speichel in IBL-Assays (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 16) .....                                                          | 17 |
| Abbildung 11: Standardkurve .....                                                                                                                                                 | 19 |
| Abbildung 12: Testosteronwerte des Kollektivs.....                                                                                                                                | 23 |
| Abbildung 13: Einfluss von Blutkontamination auf den Testosteronwert im Speichel (IBL Immuno-Biological Laboratories, 2006, S. 11).....                                           | 24 |
| Abbildung 14: Vergleich Frauen/Männer .....                                                                                                                                       | 28 |
| Abbildung 15: Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Frauen .....                                                                                                                      | 30 |
| Abbildung 16: Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer.....                                                                                                                       | 31 |
| Abbildung 17: Vergleich Alter Frauen.....                                                                                                                                         | 35 |
| Abbildung 18: Vergleich Alter Männer.....                                                                                                                                         | 36 |
| Abbildung 19: Vergleich BMI Frauen.....                                                                                                                                           | 38 |
| Abbildung 20: Vergleich BMI Männer.....                                                                                                                                           | 39 |
| Abbildung 21: Vergleich sportliche Aktivität Frauen.....                                                                                                                          | 41 |
| Abbildung 22: Vergleich sportliche Aktivität Männer.....                                                                                                                          | 42 |
| Abbildung 23: Vergleich Ernährung Frauen .....                                                                                                                                    | 44 |
| Abbildung 24: Vergleich Ernährung Männer .....                                                                                                                                    | 45 |
| Abbildung 25: Vergleich Stress Frauen .....                                                                                                                                       | 47 |
| Abbildung 26: Vergleich Stress Männer.....                                                                                                                                        | 48 |
| Abbildung 27: Vergleich Hautprobleme Frauen .....                                                                                                                                 | 50 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 28: Vergleich Hautprobleme Männer .....                         | 51 |
| Abbildung 29: Vergleich orale Kontrazeptive Frauen .....                  | 53 |
| Abbildung 30: Vergleich Hormonpräparate Frauen .....                      | 54 |
| Abbildung 31: Einnahmedauer Hormonpräparate Frauen.....                   | 55 |
| Abbildung 32: Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen.....        | 57 |
| Abbildung 33: Korrelationsanalyse Testostern/Cortisol Männer.....         | 59 |
| Abbildung 34: Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen.....     | 61 |
| Abbildung 35: Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer.....     | 62 |
| Abbildung 36: Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen.....  | 65 |
| Abbildung 37: Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer ..... | 66 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Physiologische Wirkungen der Androgene (modifiziert nach Aktories, Försermann, Hoffmann, & Starke, 2009, S. 710)..... | 9  |
| Tabelle 2: Normwerte der Frauen (modifiziert nach IBL International GmbH, 2015, S. 6) .....                                      | 22 |
| Tabelle 3: Normwerte der Männer (modifiziert nach IBL International GmbH, 2015, S. 6) .....                                      | 22 |
| Tabelle 4: Statistische Daten zu Vergleich Frauen/Männer .....                                                                   | 28 |
| Tabelle 5: : Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Frauen .....                                                | 30 |
| Tabelle 6: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer .....                                                  | 31 |
| Tabelle 7: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer .....                                                  | 32 |
| Tabelle 8: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer .....                                                  | 32 |
| Tabelle 9: Statistische Daten zu Vergleich Uhrzeit Speichelabnahme Männer .....                                                  | 33 |
| Tabelle 10: Statistische Daten zu Vergleich Alter Frauen .....                                                                   | 35 |
| Tabelle 11: Statistische Daten zu Vergleich Alter Männer.....                                                                    | 36 |
| Tabelle 12: Statistische Daten zu Vergleich BMI Frauen .....                                                                     | 38 |
| Tabelle 13: Statistische Daten zu Vergleich BMI Männer.....                                                                      | 39 |
| Tabelle 14: Statistische Daten zu Vergleich sportliche Aktivität Frauen .....                                                    | 41 |
| Tabelle 15: Statistische Daten zu Vergleich sportliche Aktivität Männer.....                                                     | 42 |
| Tabelle 16: Statistische Daten zu Vergleich Ernährung Frauen.....                                                                | 44 |
| Tabelle 17: Statistische Daten zu Vergleich Ernährung Männer .....                                                               | 45 |
| Tabelle 18: Statistische Daten zu Vergleich Stress Frauen .....                                                                  | 47 |
| Tabelle 19: Statistische Daten zu Vergleich Stress Männer .....                                                                  | 48 |
| Tabelle 20: Statistische Daten zu Vergleich Hautprobleme Frauen.....                                                             | 50 |
| Tabelle 21: Statistische Daten zu Vergleich Hautprobleme Männer .....                                                            | 51 |
| Tabelle 22: Statistische Daten zu Vergleich orale Kontrazeptiva Frauen.....                                                      | 53 |
| Tabelle 23: Statistische Daten zu Vergleich Hormonpräparate Frauen .....                                                         | 55 |
| Tabelle 24: Statistische Daten zu Einnahmedauer Hormonpräparate Frauen.....                                                      | 56 |
| Tabelle 25: Statistische Daten zur Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen .....                                         | 57 |
| Tabelle 26: Statistische Daten zur Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Frauen .....                                         | 58 |
| Tabelle 27: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Männer .....                                          | 59 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 28: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Cortisol Männer .....       | 59 |
| Tabelle 29: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen .....    | 61 |
| Tabelle 30: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Frauen .....    | 61 |
| Tabelle 31: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer .....    | 63 |
| Tabelle 32: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Progesteron Männer .....    | 63 |
| Tabelle 33: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen ..... | 65 |
| Tabelle 34: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Frauen ..... | 65 |
| Tabelle 35: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer ..... | 66 |
| Tabelle 36: Statistische Daten zu Korrelationsanalyse Testosteron/Freie Radikale Männer ..... | 67 |



## Literaturverzeichnis

- Ahrendt, H.-J., & Friedrich, C. (2015). *Sexualmedizin in der Gynäkologie*. Berlin Heidelberg: Springer Science+Business Media.
- Aktories, K., Försermann, U., Hoffmann, B., & Starke, K. (2009). *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Bhasin, S., Storer, T., Berman, N., Callegari, C., Clevenger, B., Phillips, J., et al. (4. Jul 1996). The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *The New England Journal of Medicine* , S. 1-7.
- Böhm, M., Jockenhövel, F., & Weidner, W. (2004). *Männersprechstunde: Das Praxishandbuch zu Beratung, Prävention und Therapie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bruch, H. D., Junker, R., Schäfer, H., & Schreiber, S. (2011). *LaborMedizin: Indikationen, Methodik und Laborwerte, Pathophysiologie und Klinik*. Stuttgart: Schattauer GmbH.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2011). *Biologie*. München: Pearson Studium.
- Chrysohoou, C., Panagiotakos, D., Pitsavos, C., Siasos, G., Oikonomou, E., Varlas, J., et al. (Frühjahr 2013). Low total testosterone levels are associated with the metabolic syndrome in elderly men: the role of body weight, lipids, insulin resistance, and inflammation; the Ikaria study. *The Review of Diabetic Studies* , S. 27-38.
- Cibula, D., Hill, M., Vohradnikova, O., Kuzel, D., Fanta, M., & Zivny, J. (August 2000). The role of androgens in determining acne severity in adult women. *The British Journal of Dermatology* , S. 399-404.
- Cunliffe, W. J., & Gollnick, H. (2004). *Akne: Diagnose und Therapie*. London: Martin Dunitz.
- Fleshner, N., & Klotz, L. (1998-1999). Diet, androgens, oxidative stress and prostate cancer susceptibility. *Cancer Metastasis Reviews* , S. 325-330.
- Gey, M. H. (2008). *Instrumentelle Analytik und Bioanalytik*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- GraphPad Software Inc. (2015). *GraphPad*. Abgerufen am 15. Februar 2015 von [http://www.graphpad.com/guides/prism/6/statistics/index.htm?stat\\_how\\_it\\_works\\_rout\\_method.htm](http://www.graphpad.com/guides/prism/6/statistics/index.htm?stat_how_it_works_rout_method.htm)
- IBL Immuno-Biological Laboratories. (Mai 2006). Abgerufen am 13. Februar 2016 von medicine-shoppe : <http://www.medicine-shoppe.ca/wp-content/uploads/2010/06/Saliva-Diagnostics-Booklet.pdf>
- IBL International GmbH. (1. Januar 2015). IBL International. *Arbeitsanleitung Testosterone Luminescence Immunoassay* . Hamburg, Deutschland.

Khondker, L., & Khan, S. (23. Januar 2014). Acne vulgaris related to androgens - a review. *Mymensingh Medical Journal* , S. 181-185.

King, J., Rosal, M., Ma, Y., & Reed, G. (26. August 2005). Association of stress, hostility and plasma testosterone levels. *Neuro Endocrinology Letters* , S. 355-360.

Löffler, G., Petrides, P. E., & Heinrich, P. C. (2007). *Biochemie und Pathobiochemie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Lottspeich, F., & Engels, J. W. (2012). *Bioanalytik*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Lüllmann, H., Mohr, K., & Hein, L. (2010). *Pharmakologie und Toxikologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.

MICRO-MEDICAL Instrumente GmbH. (1. Juli 2009). FORM Free Oxygen Radicals Monitors. Königstein.

Müller-Esterl, W., Brandt, U., Anderka, O., & Kerscher, S. (2010). *Biochemie - Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Mutschler, E., Schaible, H.-G., & Vaupel, P. (2007). *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.

Raab, W. (2012). *Haarerkrankungen in der dermatologischen Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Raben, A., Kiens, B., Richter, E., Rasmussen, L., Svenstrup, B., Micic, S., et al. (24. November 1992). Serum sex hormones and endurance performance after a lacto-ovo vegetarian and a mixed diet. *Medicine and Science in Sports Exercise* , S. 1290-1297.

Raem, A. M., & Rauch, P. (2007). *Immunoassays*. München: Spektrum Akademischer Verlag.

Rowe, P. (2012). *Statistik für Mediziner und Pharmazeuten*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag & Co.KGaA.

Steinhilber, D., Schubert-Zsilavecz, M., & Roth, H. J. (2010). *Medizinische Chemie*. Stuttgart: Deutsch Apotheker Verlag Stuttgart.

Wood, P. (Mai 2009). Salivary steroid assays - research or routine? *Annals of Clinical Biochemistry* , S. 183-196.

Zimmerman, Y., Eijkemans, M., Coelingh Bennink, H., Blankenstein, M., & Fauser, B. (Januar 2014). The effect of combined oral contraception on testosterone levels in healthy women: a systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction Update* , S. 76-105.

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

## Abstract

In the course of this thesis, a quantitative measurement of testosterone in saliva was performed in selected population. For this purpose, a competitive luminescence immunoassay has been used. The reliability and practicality of such a test should be monitored. In addition possible factors influencing testosterone levels and correlations to other parameters should be investigated.

Men and women differ significantly from each other based on their data points. It could be shown that, the secretion of the hormone in the male organism is controlled by daily fluctuations. In terms of age, no differences between the age groups were observed and also the BMI seems to have no influence on the sex hormone.

Women who are sportily active have a lower testosterone level and also stress seems to decrease the measured value in female organism.

Diet in both sexes showed no effect on the height of the steroidhormone. Besides no correlation between skin problems and the hormone was detected.

That combined oral contraceptives cause a low testosterone level cannot be approved in the investigated collective.

A correspondence between cortisol or FORT-units and the testosterone value couldn't be confirmed. Thus, a relationship between progesterone and male sexual hormone is given in women but not in men.

To avoid contamination of the saliva, the test persons should be sober at the delivery. If correlations with different parameters are performed, the sampling should take place at the same time to eliminate circadian variations.

For future investigations of testosterone values a larger collective with all age groups should be analyzed. It is advisable to measure more samples per person in order to really make an exact statement of the hormone status.

Quantification of testosterone by luminescence immunoassay in saliva is a practicable way, and also pleasant for the patient, to receive quick results.