



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

## **Einfluss von ätherischen Ölen auf physiologische Parameter und Speichelcortisol**

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Verfasserin:	Sandra Bichl
Matrikel-Nummer:	0304873
Studienrichtung:	Pharmazie
Betreuer:	Univ. Prof. Dr. Gerhard Buchbauer

Wien, im April 2009



*„Nichts ist weniger wissenschaftlich,  
als etwas zu verneinen,  
weil man es nicht erklären kann.“*

**Dr. Jean Valnet**



# **DANKSAGUNG**

---

---

Zuallererst möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Gerhard Buchbauer für das Ermöglichen der Durchführung dieser Diplomarbeit und für die wissenschaftliche Betreuung bedanken.

Besonderer Dank gebührt meiner Betreuerin, Frau Dr. Iris Stappen, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand und mich mit großer Geduld und Kompetenz in die Thematik einführte.

Ebenso danke ich Frau Dr. Martina Höferl für die fachliche Unterstützung bezüglich des Themas Cortisol sowie für die Bestimmung des Cortisolspiegels.

Ein herzliches Dankeschön gilt weiters Frau Mag. Dr. Eva Heuberger, die trotz Karenzierung als Ansprechperson für statistische und technische Fragen zur Verfügung stand.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kolleginnen Monika Angerer und Theresa Rameder, für die nette und problemlose Zusammenarbeit bei der Studiendurchführung und Datenauswertung.

Mein Dank gilt auch allen freiwilligen Versuchspersonen, deren Teilnahme diese Studie erst ermöglicht hat.

Ebenso danke ich meinen Eltern und meinem Bruder für die Unterstützung während des gesamten Studiums.

Ein Dankeschön gilt auch Ronald Jerson, der mich durch die Studienzeit begleitete und mir eine wertvolle Hilfe bei der Erstellung der Diplomarbeit war.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei all jenen, durch die ich die Zeit als Studentin in schöner Erinnerung halten werde.

# ZUSAMMENFASSUNG

---

---

Die hier vorliegende Arbeit befasst sich mit der Wirkung von ätherischen Ölen – Neukaledonischem Sandelholzöl und Geraniumöl – auf den Speichelcortisolspiegel und auf physiologische Parameter.

Für die der Arbeit zugrunde liegende Studie wurden 50 Probanden – 25 Frauen und 25 Männer – zwischen 18 und 35 Jahren ausgewählt. Jede Versuchsperson musste drei Testsitzungen durchlaufen, dabei wurde in randomisierter Reihenfolge Sandelholzöl oder Geraniumöl im Raum versprüht oder eine geruchsfreie Testsituation geschaffen. Die Probanden wussten bis zum Ende des letzten Termins nichts von den im Raum versprühten Duftstoffen, damit es zu keiner Beeinflussung der Erwartungshaltung hinsichtlich der Wirkung der ätherischen Öle kommen konnte. Bei jedem Termin durchliefen die Probanden zwei Durchgänge mit Attraktivitätsbewertungen von randomisierten Bildern von Gesichtern am Computer. Dabei kam es zur Aufzeichnung der Vitalparameter Lidschlag, Atem- und Herzfrequenz, Aktivität der Nackenmuskulatur, Hauttemperatur und Hauleitfähigkeit. Am Anfang und am Ende der Sitzung wurde der Blutdruck gemessen und die subjektive Befindlichkeit mittels Fragebogen festgestellt. Die Gewinnung der Speichelproben erfolgte ebenfalls zu Beginn, dann nach der ersten Bilderbewertung am Computer und am Ende des Termins.

Bei der statistischen Auswertung mittels ANOVA können für die Parameter des peripheren Nervensystems und für das Cortisol keine signifikanten Resultate festgestellt werden. Aus diesem Grund wurden die Daten etwas genauer mittels gepaarten t-Tests betrachtet. Hierfür können bei den Parametern systolischer und diastolischer Blutdruck, Hauleitfähigkeit und elektrische Muskelaktivität ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse präsentiert werden. Bezüglich der Atmung ist es möglich, Unterschiede bei den drei Bedingungen aufzuzeigen. Unter dem Einfluss von Sandelholzöl sinkt die Atemfrequenz nicht signifikant. Bei der Anwesenheit von Geraniumöl und in der geruchsfreien Testsituation kommt es zu einem signifikanten Abfall der Atemfrequenz. Hinsichtlich der Anzahl der Lidschläge kann bei Sandelholzöl ein signifikanter Anstieg festgestellt werden. Im Gegensatz dazu ist bei der Anwesenheit von Geraniumöl und geruchsloser Raumluft keine signifikante Erhöhung der Anzahl der Lidschläge zu erkennen. In Bezug auf die Hauttemperatur

können folgende Resultate präsentiert werden: Unter dem Einfluss von Sandelholzöl ist ein signifikanter Anstieg der Temperatur der Haut zu beobachten. Nach dem Kontakt mit Geraniumöl und geruchloser Luft, kann keine signifikante Erhöhung der Hauttemperatur aufgezeigt werden.

Der Cortisolspiegel sollte hinsichtlich des zircadianen Rhythmus (siehe Kapitel 1.3.1 Cortisol) während der Kontrollbedingungen sinken (Mutschler 2008). So ist der Cortisolspiegel in der geruchsfreien Testsituation und bei Geraniumöl erwartungsgemäß signifikant gefallen. Im Gegensatz dazu, wird bei Anwesenheit von Sandelholzöl kein signifikantes Sinken beobachtet. Wenn man die weiblichen Probanden alleine betrachtet, kann man erkennen, dass es ebenfalls beim Einatmen von geruchloser Luft zu einem signifikanten Abfall, bei Geraniumöl zu einem abnehmenden Trend bei der Bestimmung des Cortisolspiegels kommt, während der Cortisolspiegel bei der Anwesenheit von Sandelholzöl nicht signifikant sinkt. Bei den Männern, fällt auf, dass nur in der geruchsfreien Testsituation ein signifikanter Abfall aufzuzeigen ist. Diese Ergebnisse lassen den erregenden Effekt von Sandelholzöl durch die nicht signifikante Senkung des Cortisolspiegels vermuten.

Hinsichtlich der statistischen Auswertung mit ANOVA wird bei der Hedonik der beiden ätherischen Öle ein schwacher Trend festgestellt, da die Probanden das Geraniumöl angenehmer als das Sandelholzöl empfinden. Bei der Auswertung des Fragebogens über die Bekanntheit der zwei Öle kommt es zu einem signifikanten Ergebnis. Geraniumöl wird im Vergleich zu Sandelholzöl als deutlich bekannter beurteilt.

# **ABSTRACT**

---

---

The following diploma thesis deals with the effects of the essential oils – New Caledonian sandalwood oil and geranium oil – on salivary cortisol and physiological parameters. 50 persons – 25 women and 25 men – aged 18 to 35 years, were chosen for the study. Sandalwood oil, geranium oil or odorless air were vaporized in the experimental room in a randomized order. The subjects were not told about being exposed to the odorants to obviate influences of their subjective expectations. During two trials of evaluation, randomized pictures of faces were shown to the participants on the computer screen. At that time, vital parameters such as the blink rate, breathing and heart rate, muscle activity, skin temperature and skin conductance level were measured. Blood pressure and the emotional status were checked twice, saliva samples were collected three times in each session.

ANOVA analysis demonstrated no significant results concerning the parameters of the peripheral nervous system and cortisol. Using paired t-tests no significant results regarding blood pressure, skin conductance level and muscle activity were found. In terms of skin temperature, there was a significant increase in sandalwood oil session compared to geranium oil and odorless air. In the presence of sandalwood oil, the test persons blinked significantly more often, whereas under the condition of odorless air and geranium oil, the increase in blink rate was not significant. Under the influence of sandalwood oil, the breathing rate didn't decrease significantly. When there was odorless air or geranium oil in the room, a significant decline could be detected. The cortisol level decreased significantly under odorless air and geranium conditions, whereas there is no significant decrease in using sandalwood oil. Female subjects show a significant decline during an odorless test situation and when there was geranium oil in the room a diminishing trend was found. Smelling sandalwood oil, females indicate a significant decrease. Male participants demonstrate only a significant decline in cortisol level when odorless air was in the room. In case of the statistical analysis via ANOVA, subjects perceive geranium oil as more pleasant than sandalwood oil. Finally, the results present a significant outcome: the participants evaluated geranium oil more familiar compared to sandalwood oil.

# INHALTSVERZEICHNIS

---

---

<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ALLGEMEINER TEIL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. EINFÜHRUNG IN DIE GERUCHSWELT .....</b>	<b>2</b>
1.1.1. <i>Der Geruchssinn .....</i>	2
1.1.2. <i>Das vomeronasale Organ (VNO).....</i>	6
<b>1.2. STUDIENRELEVANTE ÖLE.....</b>	<b>11</b>
1.2.1. <i>Sandelholzöl .....</i>	11
1.2.2. <i>Geraniumöl .....</i>	16
<b>1.3. IN DER STUDIE UNTERSUCHTE PARAMETER .....</b>	<b>19</b>
1.3.1. <i>Cortisol.....</i>	19
1.3.2. <i>Physiologische Parameter .....</i>	24
1.3.2.1. <i>Der Blutdruck.....</i>	24
1.3.2.2. <i>Die Hautleitfähigkeit - EDA .....</i>	24
1.3.2.3. <i>Die Hauttemperatur .....</i>	25
1.3.2.4. <i>Der Lidschlag - EOG .....</i>	25
1.3.2.5. <i>Die elektrische Muskelaktivität - EMG .....</i>	26
1.3.2.6. <i>Die Herzfrequenz - EKG.....</i>	26
1.3.2.7. <i>Die Atemfrequenz.....</i>	27
<b>2. EXPERIMENTELLER TEIL.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. ZIEL DER STUDIE .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. RÄUMLICHKEITEN .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. PROBANDEN .....</b>	<b>29</b>
2.3.1. <i>Kriterien zur Teilnahme.....</i>	29
2.3.2. <i>Ausschlusskriterien.....</i>	29
2.3.3. <i>Verhaltensbestimmungen zur Studienteilnahme.....</i>	30
<b>2.4. GERÄTE UND SOFTWARE .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5. ABLAUF DER STUDIE.....</b>	<b>32</b>
<b>2.6. VERWENDETE ÄTHERISCHE ÖLE .....</b>	<b>35</b>
2.6.1. <i>Sandelholzöl .....</i>	35
2.6.2. <i>Geraniumöl .....</i>	35

<b>2.7. ERHEBUNG DER ZIELPARAMETER .....</b>	<b>36</b>
2.7.1. <i>Speichelcortisol</i> .....	36
2.7.2. <i>Physiologische Parameter</i> .....	36
2.7.2.1. Der Blutdruck.....	36
2.7.2.2. Die Hautleitfähigkeit - EDA .....	37
2.7.2.3. Die Hauttemperatur .....	38
2.7.2.4. Die elektrische Muskelaktivität – EMG .....	38
2.7.2.5. Die Atemfrequenz.....	38
2.7.2.6. Der Lidschlag – EOG .....	39
2.7.2.7. Die Herzfrequenz - EKG.....	39
<b>2.8. DATENAUSWERTUNG .....</b>	<b>40</b>
2.8.1. <i>Speichelcortisol</i> .....	40
2.8.1.1. Prinzip des Assays .....	40
2.8.1.2. Durchführung des Assays .....	41
2.8.2. <i>Physiologische Parameter</i> .....	44
2.8.3. <i>Hedonik und Bekanntheit der Öle</i> .....	44
<b>2.9. STATISTISCHE ANALYSE .....</b>	<b>44</b>
2.9.1. <i>Speichelcortisol</i> .....	44
2.9.2. <i>Physiologische Parameter</i> .....	46
2.9.3. <i>Hedonik und Bekanntheit der Öle</i> .....	46
<b>3. ERGEBNISSE .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1. DATENANALYSE MIT ANOVA .....</b>	<b>47</b>
3.1.1. <i>Speichelcortisol</i> .....	47
3.1.2. <i>Speichelcortisol mit Geschlechterdifferenzierung</i> .....	47
3.1.3. <i>Physiologische Parameter</i> .....	48
3.1.4. <i>Ölbewertung</i> .....	50
3.1.4.1. Hedonik der Öle .....	50
3.1.4.2. Bekanntheit der Öle.....	51
<b>3.2. STATISTISCHE AUSWERTUNG MIT T-TESTS .....</b>	<b>52</b>
3.2.1. <i>Speichelcortisol</i> .....	52
3.2.2. <i>Speichelcortisol bei den Frauen</i> .....	53
3.2.3. <i>Speichelcortisol bei den Männern</i> .....	54
3.2.4. <i>Physiologische Parameter</i> .....	55
3.2.4.1. Die Hauttemperatur .....	57
3.2.4.2. Der Lidschlag .....	58



3.2.4.3. Die Atemfrequenz.....	59
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>60</b>
<b>5. VERZEICHNISSE.....</b>	<b>65</b>
5.1. LITERATURVERZEICHNIS.....	65
5.2. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	71
5.3. TABELLENVERZEICHNIS.....	73
5.4. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	74
<b>6. ANHANG.....</b>	<b>75</b>
6.1. FRAGEBOGEN ZUR <i>ERFASSUNG DER HÄNDIGKEIT</i> .....	75
6.2. FRAGEBOGEN ZUR <i>BEWERTUNG DER ÖLE</i> .....	76
6.3. PROBANDENINFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG.....	77
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>84</b>

# ***EINLEITUNG***

---

---

Die Arbeit „Die Wirkung von ätherischen Ölen auf physiologische Parameter und Speichelcortisol“ zeigt auf, wie die im Raum versprühten Duftstoffe – Sandelholzöl und Geraniumöl – sowie reine Raumluft, auf den Menschen wirken.

Im allgemeinen Teil wird Wichtiges über den Geruchssinn, die Riechbahn, sowie über Einflüsse der Geruchswahrnehmung zusammengefasst. Außerdem wird über das vomeronasale Organ (VNO), das laut Schandry als zweites olfaktorisches System beim Menschen für die Verarbeitung von Pheromonen angelegt ist, berichtet. Dabei kommt es zur Vorstellung von wichtigen Beispielen von Pheromonkommunikation beim Menschen. Die in der Studie verwendeten Duftstoffe Sandelholzöl und Geraniumöl werden anschließend beschrieben. Ferner kommt es zur Darstellung der im Versuch erhobenen Parameter – wie Cortisol und der Vitalfunktionen (Blutdruck, Hautleitfähigkeit, Hauttemperatur, Lidschlag, elektrische Muskelaktivität, Herzfrequenz und Atemfrequenz).

Der zweite Teil der Arbeit stellt die experimentelle Durchführung der Studie dar. Darin werden unter anderem die Auswahl der Probanden, die Geräte und Software und der zeitliche Ablauf des Versuches beschrieben. Außerdem kommt es zur Erklärung der Erhebung der Zielparameter, deren Auswertung und statistische Analyse.

Die Ergebnisse werden im dritten Abschnitt anhand von Grafiken und Tabellen präsentiert.

Den Abschluss der Arbeit bildet eine ausführliche Diskussion.

# **1. ALLGEMEINER TEIL**

---

---

## **1.1. EINFÜHRUNG IN DIE GERUCHSWELT**

---

### *1.1.1. Der Geruchssinn*

Der Geruchssinn ist – gefolgt vom taktilen Sinn – der älteste Sinn des Menschen und war schon in der Vergangenheit sehr bedeutsam, u.a. für religiöse und kulturelle Angelegenheiten, bei der sozialen Kommunikation, für die Nahrungssuche und zur Erkennung von art- oder clanfremden Individuen (Eisenbrand & Schreier, 2006).

Aber auch in der heutigen Zeit ist der Geruchssinn von höchster Wichtigkeit. Er steuert unser Verhalten, beispielsweise indem der Appetit durch wohlriechende Speisen gefördert wird, und ist ein Warnsystem für verdorbene Lebensmittel, ausströmendes Gas oder Rauch. Sowohl Antipathie und Sympathie gegenüber anderen, als auch das Kaufverhalten werden durch Duftsignale bestimmt. Ebenso reagiert ein Neugeborenes positiv auf den Körpergeruch der Mutter und Ehepartner besitzen unbewusst füreinander einen vertrauten Körpergeruch (Eisenbrand & Schreier, 2006).

Olfaktorische Reize werden durch Geruchsmoleküle, d.h. in der Luft enthaltene Moleküle eines Geruchsstoffes, hervorgerufen (Schandry, 2006). Die voraussetzenden Eigenschaften eines solchen Moleküls, um als Riechstoff wirken zu können, sind:

- niedrige Molmasse (max. 300) mit entsprechend hohem Dampfdruck,
- Oberflächenaktivität,
- geringe Wasserlöslichkeit,
- hohe Lipidlöslichkeit,
- schwache Polarität.

Die geringste geruchlich noch erkennbare Konzentration eines Stoffes wird als „Geruchsschwelle“ (Erkennungsschwelle) bezeichnet. Die „Wahrnehmungsschwelle“, welche niedriger als die Geruchsschwelle liegt, ist die Konzentration, bei der eine Verbindung zwar wahrzunehmen ist, die Aromaqualität jedoch nicht eindeutig festgestellt werden kann (Eisenbrand & Schreier, 2006).

Die Perzeption der Geruchsreize erfolgt in der Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*), einem circa 2 x 2.5 cm<sup>2</sup> großen Feld an der oberen Nasenmuschel und im oberen Teil des Nasenseptums. Das Riechepithel (Abbildung 1), setzt sich aus drei Zelltypen zusammen, den Sinnes-, Stütz- und Basalzellen (Mutschler et al., 2007). Der Mensch besitzt zwischen 10 und 100 Millionen olfaktorische Sensoren, die als Riechzellen bezeichnet werden und in das Riechepithel eingebettet sind. Diese Riechzellen sind bipolare Nervenzellen, deren kurze dendritische Fortsätze in der Riechschleimhaut enden, wohingegen die langen axonalen Fortsätze zentral in den *Bulbus olfactorius* ziehen. Außerdem enthält das Riechepithel zahlreiche kleine Schleimdrüsen, deren Sekret die Riechschleimhaut als dünner Film bedeckt. In der Schleimschicht kommt es zur Bindung der Riechstoffmoleküle an spezielle Rezeptormoleküle der Zilienmembran (Bierbaumer & Schmidt, 2006). Dadurch wird eine Signalkaskade ausgelöst, die über ein G-Protein-vermitteltes System zu einer Steigerung der cAMP-Produktion führt. Das wiederum bewirkt eine Öffnung von Na<sup>+</sup>- und Ca<sup>2+</sup>-Kanälen, sowie ein Ausströmen von Cl<sup>-</sup>-Ionen. Dies führt zu einer Depolarisation der Membran und zur Weiterleitung von Aktionspotentialen zum *Bulbus olfactorius* (Schandry, 2006).

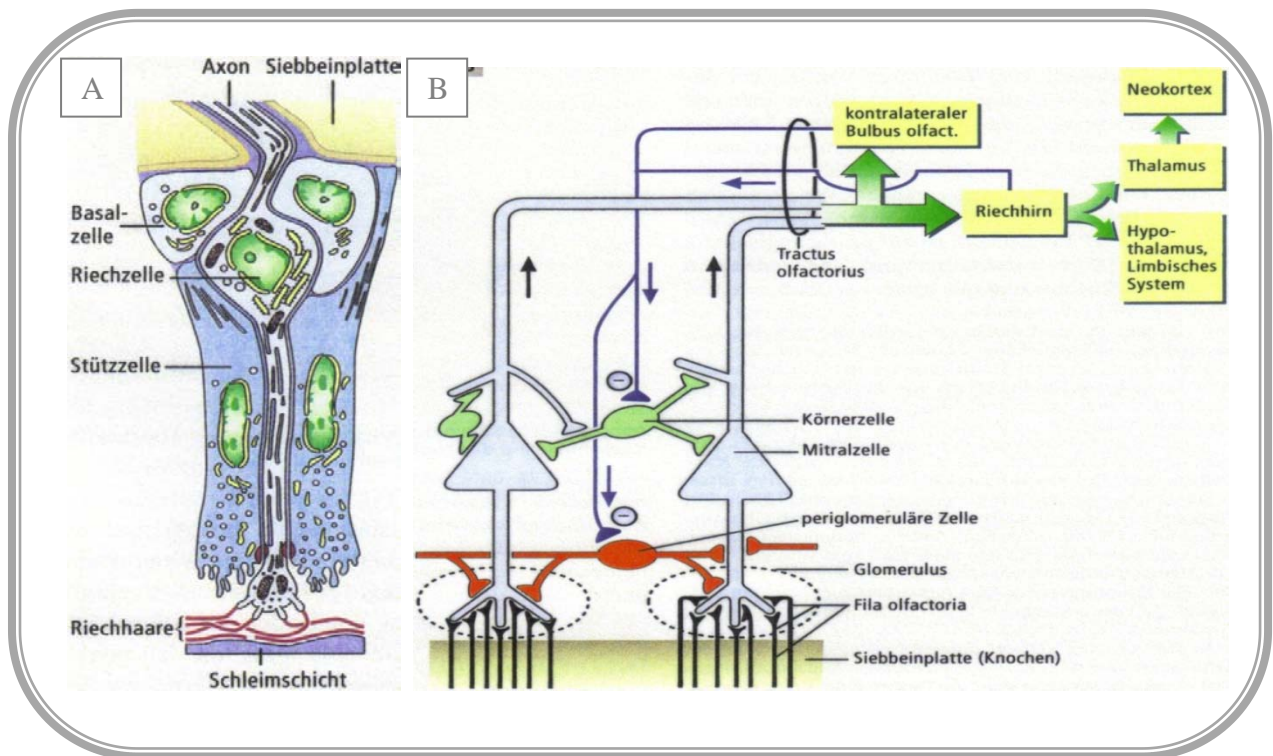


Abbildung 1: A Abschnitt aus dem Riechepithel. B schematische Darstellung der Riechbahn (Mutschler et al., 2007)

Im *Bulbus olfactorius* bilden die Axone der Riechzellen in den Glomeruli (kugelige synaptische Kontaktzonen) Verzweigungen und treten so in Kontakt zu den Ästen der Hauptdendriten der Mitralzellen (Gauer et al., 1972). Periglomeruläre Zellen stellen im Bereich der Glomeruli Querverbindungen zwischen Dendriten und Mitralzellen her, und damit ist eine lokale Hemmung möglich. Die Körnerzellen, die sich in tieferen Bulbusschichten in der Höhe der Zellkörper der Mitralzellen befinden, können eine weitere lokale Hemmung bewirken. Die Axone der Mitralzellen bilden den *Tractus olfactorius*. Kollateralen dieses Faserzuges ziehen zum kontralateralen Bulbus und hemmen diesen, während der Hauptteil der Fasern im Riechhirn – dem Paleocortex – endet (Mutschler et al., 2007). Zur weiteren Informationsverarbeitung werden Geruchsinformationen über wenige Schaltstationen zum Neocortex, zum limbischen System, zum Hypothalamus, sowie zur *Formatio reticularis* des Hirnstammes weitergeleitet (Bierbaumer & Schmidt, 2006).

Der orbitofrontale Cortex dürfte sich mit der sensorischen Geruchsdiskrimination befassen. Die Zuflüsse zum limbischen System, die nur durch zwei Synapsen zwischen Riechepithel und Amygdala zustande kommen, erklären die enge Verbindung von Gerüchen und Gedächtnisprozessen und somit die emotionale Komponente der Duftstoffwahrnehmung. So können vergessene Erinnerungen durch die Wahrnehmung bestimmter Gerüche wieder ins Gedächtnis gerufen werden (Schandry, 2006). Im limbischen System kommt es nach einem Duftreiz zur Ausschüttung folgender Neurotransmitter:

- Endorphine sind schmerzstillend, sexuell stimulierend und führen zu Wohlbehagen.
- Enkephaline wirken schmerzstillend, bewirken Wohlbehagen und heitere bis euphorische Zustände.
- Serotonin führt zu Beruhigung und Entspannung. Noradrenalin regt an und macht wach (Stachowiak, 2001).

Es gibt zahlreiche Faktoren, die die Wahrnehmung eines Geruchs beeinflussen:

- *Temperatur und Feuchtigkeit:* Bei niedriger Temperatur und trockener Luft kommt es zu einer starken Beeinträchtigung der Geruchswahrnehmung.
- *Zeitliche Faktoren:* Es gibt eine Wahrnehmungsschwelle für Gerüche, d.h. bei Reizen unter 0.1 bis 0.2 Sekunden wird eine höhere Reizintensität – mehr Moleküle pro Zeit – benötigt (Gauer et al., 1972). Bei Angebot eines Duftstoffes über mehrere Minuten, kommt es anfangs zu einem langsamen Sinken der subjektiv wahrgenommenen Intensität, und diese bleibt schließlich bei 25 bis 40% der anfänglich erfahrenen Reizstärke (Schandry, 2006).
- *Luftstrom in der Nase:* Mit einer Erhöhung der Luftstromgeschwindigkeit, z.B. durch vertieftes Einatmen, Schnüffeln und Vergrößerung des Zugangs zum Geruchsepithel, wird auch die Duftmenge pro Zeiteinheit erhöht (Sobel et al., 1998).
- *Chemische Faktoren:* Kommt es zur Daueradaption bestimmter Stoffe, ändert sich die Riechschwelle, z.B. ist der Geruchssinn starker Raucher beeinträchtigt.
- *Physiologische Faktoren:* Für Hungrige riechen manche Substanzen intensiver, denn bei Hunger sinkt die Schwelle für bestimmte Duftstoffe. Der Einfluss auf die Empfindlichkeit der Geruchswahrnehmung wird auch durch die Lebensgewohnheiten beeinflusst. Beispielsweise trainieren Parfumeure die Geruchswahrnehmung und reagieren dementsprechend sensibler. Ebenso verändert sich bei Kanalarbeitern aufgrund der Daueradaption eines widerlichen Geruchs die Wahrnehmungsschwelle.

Es gibt zahlreiche Störungen bei der Geruchsempfindung (Dysosmien). Man bezeichnet den Verlust des Geruchssinnes (Geruchsblindheit) als Anosmie (Gauer et al., 1972). Menschen, die unter so einer Geruchsblindheit leiden, beschreiben das Gefühl einer großen Leere. Der Geruchssinn ist überlebenswichtig und das Riechen ist im Alltag wichtiger, als die meisten Menschen glauben (Goldstein, 2008).

### 1.1.2. Das vomeronasale Organ (VNO)

Das vomeronasale Organ dient vielen Säugetieren als zweites, vom olfaktorischen System unabhängiges, Geruchsorgan. Laut Schandry ist das vomeronasale Organ speziell für die Aufnahme von Pheromonen angelegt (Schandry, 2006). Pheromone sind per Definition Geruchsstoffe, die der innerartlichen Kommunikation dienen (Birbaumer & Schmidt, 2006). Laut Gower und Ruparelia zeigt das Pheromon Androstenol, welches im männlichen Schweiß enthalten ist, eine stimulierende Wirkung auf das sexuelle Verhalten von Frauen (Gower & Ruparelia, 1993). Aufgrund der speziellen Faltung der  $\beta$ -Santalol-Seitenkette des Sandelholzöles ähnelt die Struktur dem Steroidhormon Androstenol (Brunke & Klein, 1981, 1982). Somit kann das potentiell aphrodisierend wirkende Sandelholzöl möglicherweise als Pheromon über das vomeronasale Organ verarbeitet werden (Rätsch, 2007).

In wissenschaftlichen Arbeiten gibt es kontroverse Ergebnisse über die Aufgaben bzw. das Vorhandensein des vomeronasalen Organs beim Menschen. So wird in einigen Studien behauptet, dass das VNO nur in früheren Lebensstadien eine Rolle spielt und beim erwachsenen Menschen fehlt bzw. verkümmert ist (Witt & Hummel, 2006). Andere vertreten die Meinung, dass es unter anderem im menschlichen Gehirn keinen AOB (accessory olfactory bulb – zusätzlicher Riechkolben) gäbe (Wang et al., 2007) und dass bestimmte Gene, die Rezeptorproteine codieren, Pseudogene beim Menschen seien (Keverne, 2004). Erst seit dem Jahre 1991 gilt das vomeronasale Organ beim Menschen als nachgewiesen (Moran et al., 1991). Rezeptorzellen des VNO leiten die Signale weiter an den Hypothalamus (Berliner et al., 1996). Etwa zur gleichen Zeit wurden verschiedene Steroide isoliert, welche die Rezeptorzellen des menschlichen VNO stimulieren (Elektrovomerogramm). Es traten ebenfalls Veränderungen in Herzschlag und Hautwiderstand auf (Grosser et al., 2000).

Das VNO wird auch als Jacobsonsche Organ bezeichnet, nach dem gleichnamigen dänischen Anatom, der Untersuchungen an vielen Säugetieren durchführte; aber niemals am Menschen (Knecht et al., 2003).

Erste Hinweise auf die Existenz des vomeronasalen Organes stammen aus dem Jahre 1730, in dem der holländische Chirurg Ruysch bei einem verwundeten Soldaten den *Ductus vomeronasalis* (VND) entdeckte. Das VNO setzt sich im Wesentlichen aus einer Ansammlung von Epithelzellen zusammen, die sich in der Nähe der Riechschleimhaut befinden (Schandry, 2006). Mikroskopisch betrachtet, besteht das VNO aus dem VND, den assoziierten Drüsen, den *Venae vomeronasales* (als Pumpmechanismus fungierend), dem *Nervus vomeronasalis* und dem akzessorischen *Bulbus olfactorius*. Der *Ductus vomeronasalis* stellt eine millimetergroße Vertiefung in der Septumschleimhaut im vorderen Septumdrittel dar und ist mit Rezeptorzellen besetzt, deren Axone sich zum *Nervus vomeronasalis* vereinigen, der zum akzessorischen Bulbus zieht (Knecht et al., 2003).

Viele Studien haben sich mit den anatomischen und funktionellen Unterschieden zwischen dem menschlichen VNO und jenem von Säugetieren befasst. Hier sind einige Ergebnisse zusammengefasst:

- Das embryonale VNO-System ist vergleichbar mit dem der meisten Säugetiere, später verschwinden aber typische Strukturen wie die vomeronasalen Nerven, der zusätzliche Riechkolben und möglicherweise ein Großteil der Chemorezeptorzellen um den noch vorhandenen vomeronasalen Kanal (Witt & Hummel, 2006).
- Das menschliche VNO-Epithelium ähnelt eher dem olfaktorischen Epithelium anderer Spezies mit funktionierendem VNO, als dem VNO-Neuroepithelium (Witt et al., 2002).
- Das Olfaktorische Marker Protein (OMP), das ein zuverlässiger Faktor für voll entwickelte VNO-Neuronen ist, konnte beim Menschen nicht gefunden werden (Dennis et al., 2004).
- Im menschlichen Gehirn ist kein AOB angelegt, während in allen anderen Spezies, bei denen das VNO funktioniert, diese Struktur für die Verarbeitung von pheromonalen Signalen verantwortlich ist (Wang et al., 2007).



- Säugetiere besitzen funktionstüchtige Rezeptoren in den Membranen der bipolaren Rezeptorzellen des VNO, die für die sensorische Weiterleitung von Bedeutung sind. Während diese beim sich entwickelnden menschlichen Fötus noch vorhanden sind, fehlen die bipolaren Rezeptorzellen beim Erwachsenen (siehe Abbildung 2) (Wysocki & Preti, 2004). Für die Codierung ebendieser Rezeptorproteine sind Gene wie das TRPC2, ein Mitglied einer TRP (transmittant receptor potential) - Ionenkanalfamilie, verantwortlich. Beim VNO von Mäusen sind diese Gene vorhanden, beim Menschen konnten sie jedoch nur als Pseudogene identifiziert werden (Keverne, 2004).

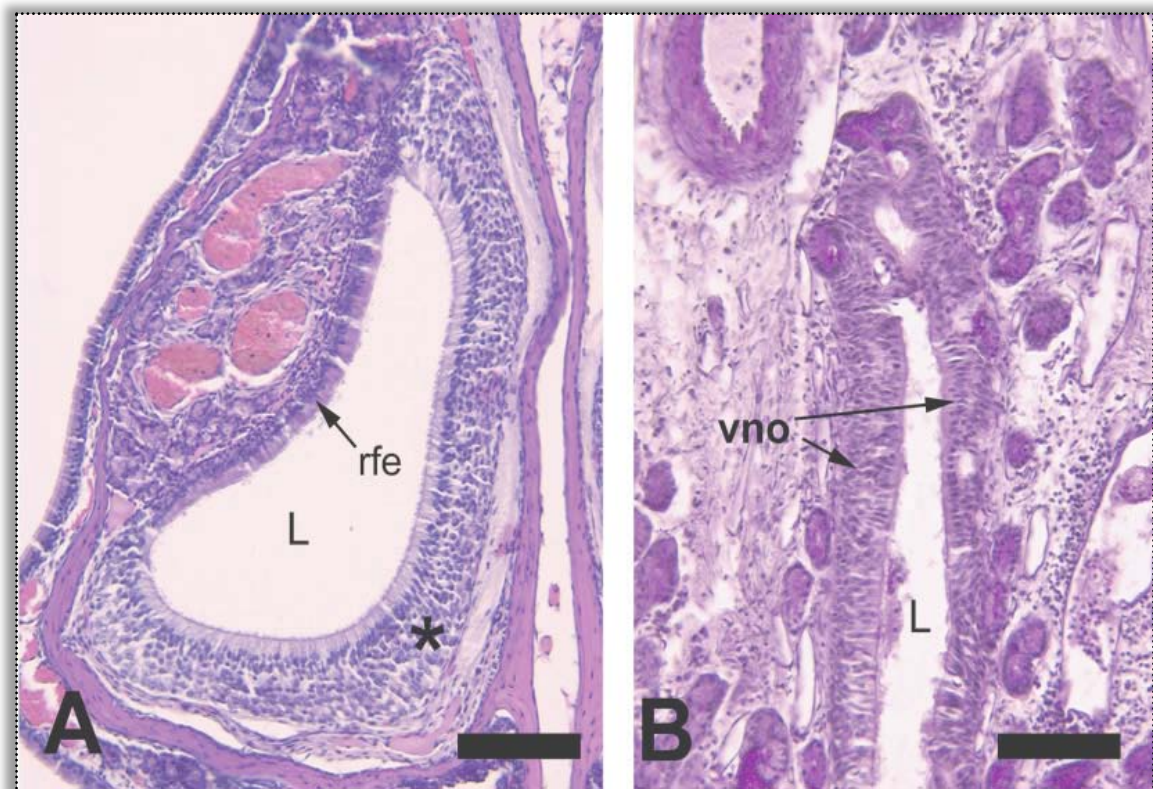


Abbildung 2: Gefäße durch das VNO A: einer erwachsenen Wiesenwühlmaus B: eines erwachsenen Menschen L = Lumen, rfe = rezeptor-freies-Epithelium (bipolare Zelle), Stern = Neuroepithelium, Maßstabsbalken = 100  $\mu$ m (Wysocki & Preti, 2004)

- Fünf potentiell funktionierende vomeronasale Rezeptor Gene (V1RL s) wurden im Menschen gefunden und nur eines davon (V1RL1) auch in anderen Spezies. Welche Gene die pheromonale Kommunikation determinieren, ist noch unklar (Mundy, 2006).

Ob die Menschen möglicherweise auch riechende Substanzen absondern, welche andere Menschen – auf unbewusster Ebene – beeinflussen, ist noch immer sehr umstritten (Heuberger, 2007). Trotzdem gibt es einige Ergebnisse auf diesem Gebiet, die über pheromonale Effekte beim Menschen berichten. So scheinen pheromonale chemische Stoffe, u.a. flüchtige Steroide wie Androstenon, Androstenol und 4,16-Androstadien-3-on, die aus der menschlichen Achsel ausgeschiedenen werden, sowie deren Effekte auf die Artgenossen, vergleichbar mit den Pheromonsystemen anderer Säugetiere zu sein (Wysocki & Preti, 2004). Die Region der menschlichen Achsel, wo es zu Interaktionen zwischen der Mikroflora der Haut und der Achselsekretion kommt, ist ebenfalls analog mit Duftdrüsen bei anderen Primaten. Als Rezeptororgan pheromonaler Kommunikation dürfte das olfaktorische Neuroepithelium am plausibelsten sein, da es zu wenige aussagekräftige Hinweise für ein funktionierendes menschliches VNO gibt. Außerdem werden einige gute Beweise über pheromonale Kommunikation beim Menschen beobachtet: Primer, Signaler, Modulator und Releaser (Wysocki & Preti, 2004).

- *Primer-Pheromone* beeinflussen den physiologischen Zustand des Empfängers. Es gibt gute Beispiele den weiblichen Zyklus betreffend. Bei Frauen mit gemeinsamem Umfeld lässt sich ein synchroner Zyklus erkennen. Je nachdem, in welcher Phase des Zyklus die empfängnisbereiten Frauen sind, wird die Ovulation vorverlegt oder verzögert. So kann der Duft einer stillenden Mutterbrust bei anderen Frauen, die noch kein Kind geboren haben, die normale homöostatische Regulation der Zykluslänge unterbrechen. Dieser Effekt ist sehr ausgeprägt und spielt eine große Rolle bei der Fertilität der weiblichen Population (Wysocki & Preti, 2004).
- *Signaler-Pheromone* stellen im Vergleich zu Releaser-Pheromonen nur Information bereit. Mütter können damit ihr Neugeborenes allein am Geruch erkennen. Den Vätern bleibt diese Erfahrung jedoch vorenthalten. Eine mögliche Erklärung dafür kann ein frühes Einwirken von chemischen Signalen sein, die in der Blutbahn der Mutter zirkulieren. Der „Duftabdruck“ kann durch Diät, Krankheit oder andere Umweltfaktoren beeinflusst werden. Dieser wird alleine durch das Riechen diskriminiert und ist verwickelt in die Auswahl des Partners bei einigen Spezies, die Menschen eingeschlossen (Wysocki & Preti, 2004).

- In einigen Publikationen wird berichtet, dass *Modulator-Pheromone* die Launen oder Emotionen beeinflussen und dass sich laut Witt der Duft eines Menschen mit dem jeweiligen emotionalen Zustand verändert. So kam es bei Menschen, denen angstmachende Filme gezeigt wurden, zu einer Veränderung ihres Körpergeruchs. Schweiß – extrahiert aus Wattepad, die von männlichen Probanden unter der Achselhöhle getragen wurden – konnte die Laune von Frauen, denen der Schweiß gelöst in Alkohol über die Oberlippe gestrichen wurde, ändern. Die Frauen waren entspannter und weniger nervös während sie 6 Stunden lang dem Schweiß an der Lippe ausgesetzt waren, im Vergleich zu den Frauen, bei denen sich nur Alkohol ohne Schweiß an den Lippen befand (Wysocki & Preti, 2004). Der Achselschweiß von weiblichen Spenderinnen, platziert an der Oberlippe der Probandinnen, führte je nach Phase des Menstruationszyklus zu einer verkürzten oder verlängerten Zyklusphase der Empfängerinnen (Birbaumer & Schmidt, 2006). Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Pheromone zu einer chemischen Kommunikation führen, ohne dass Gerüche bewusst wahrgenommen werden (Goldstein, 2008).
- *Releaser-Pheromone* können bei der innerartlichen Kommunikation eine spezifische Antwort hervorrufen. Von allen vier Gruppen wird der Releaser am meisten mit sexueller Anziehungskraft in Verbindung gebracht. Beim Menschen gibt es eine einzige dokumentierte Releaser-Antwort: Neugeborene werden vom Duft der Mutterbrust angezogen (Wysocki & Preti, 2004).

Bisher konnten keine Bioassay-Studien zu einer Isolierung von menschlichen Pheromonen führen, was für eine Aufklärung der spezifischen funktionellen Antwort in menschlichen chemischen Signalen von großer Bedeutung wäre (Wysocki & Preti, 2004).

## **1.2. STUDIENRELEVANTE ÖLE**

---

### *1.2.1. Sandelholzöl*

Der Name Santalum hat seinen Ursprung von dem alten Sanskritnamen „Chandan“ und wird über das persische „sandul“ sowie das arabische „sandal“ abgeleitet. Zum ersten Mal wurde es in Indien als „Chandan“ in der Nirukta, dem ältesten Kommentar der Veda im 5./6. Jh. v. Chr. erwähnt (Madaus, 1938).

Das Sandelholz ist schon seit Jahrtausenden in menschlichem Gebrauch und zählt zu den ältesten Rohstoffen der Parfümerie. Es wird als hochwertige Grundlage für viele Kreationen der feinen Parfümerie geschätzt (Ohloff, 1990). In China und Indien erfreute sich das Sandelholzöl wegen seines aromatischen Geruchs und seines spezifischen Duftcharakters großer Wertschätzung. Es findet bis heute als Räucherwerk bei Religions- oder Totenkult seinen Einsatz. Sandelholz, Sandelholzöl und sandelhaltige Räucherungen sind bei den Hindus, Buddhisten und Moslems zur Meditation häufig in Verwendung (Rätsch, 2007).

In Indien stellt man eine Paste aus dem Sandelholz her, die für Brandwunden, Ausschläge und juckender Haut eingesetzt wird. Außerdem verwendet man das gepulverte Holz bei Entzündungen der Haut. Das bakterizid und antiseptisch wirkende Öl findet seinen Einsatz bei der Behandlung von Gonorrhoe (Ohloff, 1990), wird aber heute weitgehend durch Antibiotika ersetzt (van Wyk et al, 2004). In Kerala wird ein Aufguss des getrockneten Sandelholzes mit Honig versetzt und findet Anwendung bei Hitzeschlag, Sonnenstich und dem dabei entstehenden Fieber (Hiller & Melzig, 2006). In der chinesischen Medizin wird Sandelholz vorwiegend bei Schmerzen im Oberbauch oder in der Brust und bei Erbrechen eingesetzt (Gruenwald et al., 2004). Es findet auch Anwendung in der Homöopathie bei Harnröhreninfektionen (Gruenwald et al., 2004). Bei Lungenerkrankungen wird es in Form von Inhalationen, bei Harnwegsentzündungen als Massageöl oder Badezusatz verwendet (Hiller & Melzig, 2006).

Viele Studien berichten über die verschiedensten Anwendungen von Sandelholzöl. Hier sind einige interessante Wirkungen zusammengefasst:

- Besonders die Inhaltsstoffe  $\alpha$ -Santalol und  $\beta$ -Santalol (siehe Abbildung 3) besitzen eine starke *Anti-Helicobacter-pylori*-Wirkung, v.a. gegen den Clarithromycin-resistenten Stamm TS281 (Ochi et al., 2005).
- Das Sandelholzöl hat antivirale Aktivität gegen Herpes-Simplex-Virus 1 und 2 (Benencia & Courrèges, 1999).
- Anhand von Messungen des zerebralen Blutflusses mittels Xenon-Positronen-Emissions-Tomographie zeigt Sandelholzöl nach Inhalation einen sedierenden Effekt auf den menschlichen bzw. den tierischen Organismus (Sugano, 1989).
- In Tierversuchen wurde dessen chemoprotektive Wirkung bei promovierten und induzierten Hautpapillomen untersucht. Es konnte ein signifikantes Sinken der Papillominzidenz um 67 % und der Multiplizität um 96 % festgestellt werden (Dwivedi & Abu-Ghazakh, 1997).
- In einer Studie von Jirovetz et al. wurde aufgezeigt, dass die im Sandelholz enthaltenen Santalole – egal ob in mittlerer oder hoher Konzentration – einen signifikanten Einfluss auf das antimikrobielle Potential gegen den Hefepilz *Candida albicans*, gegen die Gram-positiven Bakterien *Staphylococcus aureus*, die Gram-negativen Bakterien *Escherichia coli*, sowie gegen *Pseudomonas aeruginosa* und *Klebsiella pneumoniae* (Jirovetz et al., 2007).
- Topisch appliziert findet das Sandelholzöl als Repellent gegen Stechmücken seinen Einsatz (Ritchie et al., 2006).
- In einer Studie von Heuberger et al. wurde das Sandelholzöl aufgrund der potentiellen Wirkung bei physischen und psychischen Störungen untersucht. Verglichen mit einem geruchlosen Placebo und  $\alpha$ -Santalol, führte Sandelholzöl zu einer Erhöhung der Atemfrequenz, der Hautleitfähigkeit und der Anzahl der Lidschläge. Während  $\beta$ -Santalol die Attraktivität und Laune mehr steigerte als Sandelholzöl oder das Placebo (Heuberger et al., 2006).

In der ayurvedischen Medizin spielt das Sandelholzöl als Aphrodisiakum eine große Rolle (Hiller & Melzig, 2006). Die aphrodisierende Wirkung des Sandelholzöles ist auf die darin enthaltene Substanz  $\beta$ -Santalol (siehe Abbildung 3) zurückzuführen. Durch die spezielle Faltung der  $\beta$ -Santalol-Seitenkette ähnelt die Struktur dem Steroidhormon Androstenol (Brunke & Klein, 1981, 1982). Gower und Ruparella zeigten in ihrer Studie auf, dass durch das menschliche Pheromon Androstenol die Stimmungslage von Frauen beeinflusst und ihr sexuelles Verlangen stimuliert wird (Gower & Ruparella, 1993). Sandelholzöl kann auch dabei helfen, sexuelle Energien umzuwandeln und wird daher bei der Behandlung von Impotenz und Geschlechtskrankheiten eingesetzt (Rätsch & Müller-Ebeling, 2003).

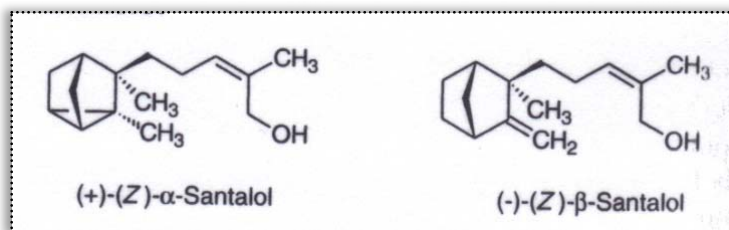


Abbildung 3: Strukturformel von  $\beta$ -Santalol (Steglich et al., 1997)

Bei korrekter Anwendung in therapeutischen Dosen ist kein Gesundheitsrisiko bekannt. Tägliche Dosen: 10 g der Droge, 1 bis 1.5 g des Öles (Gruenwald et al., 2004). Als mögliche unerwünschte Wirkungen können Übelkeit oder Hautjucken auftreten, bei höheren Dosierungen kann als Folge eine Nierenreizung entstehen (Frohne, 2006). Die Santalole können bei sensiblen Menschen Dermatitis auslösen (James & Duke, 1985). Sandelholz ist kontraindiziert bei Krankheiten der Niere (Gruenwald et al., 2004).

Die Gattung *Santalum* umfasst viele verschiedene Arten. *Lignum santali* bildet das Kernholz von *Santalum album*, aus dem durch Wasserdampfdestillation das ätherische Öl gewonnen wird. Die wichtigsten Stammpflanzen sind:

- ***Santalum album* L. - Ostindisches Sandelholz**

Vorkommen: Indien (in Höhen von 700-1200 m), Indonesien

Der halbparasitische Baum erreicht eine Höhe von 10 m, der Umfang beträgt 1 bis 2 m (Hiller & Melzig, 2006). Man gewinnt aus dem besten Kernholz 3 bis 5 % des etwas dickflüssigen, hellgelben Öles, das einen intensiven, sehr spezifischen süß-holzigen Geruch mit animalischer Beinote besitzt (Ohloff, 1990). Die Sandelholzbäume müssen mehrere Jahrzehnte wachsen, bis sich die Holz- und Ölgewinnung lohnt und die Destillation ist mit viel Aufwand verbunden. (Steglich et al., 1997). Ebenso befindet sich *Santalum album* seit dem Jahre 1998 auf der Roten Liste der bedrohten Arten. Feuer, Abgrasen durch Tiere und Raubbau des Holzes zur Herstellung hochwertiger Bretter und Möbel, als auch die weitreichende Verwendung des Öles gefährden die Arten des Sandelholzes. Dadurch sind die auf dem Markt zur Verfügung stehenden Ölmengen begrenzt und entsprechend teuer (2008 IUCN Rote Liste der bedrohten Arten. <http://www.iucnredlist.org>, abgerufen am 27.03.2009).

- ***Santalum spicatum* R.Br. - Westaustralisches Sandelholzöl**

Vorkommen: Süd- und Westaustralien

Die Höhe des Baumes beträgt 3 bis 8 m. Man erhält 2 % ätherisches Öl, welches einen nussigen, holzigen und leicht süßen Geruch besitzt.

- ***Santalum austrocaledonium* Vieillard – Neukaledonisches Sandelholzöl**

Vorkommen: Neukaledonien

Der Baum bekommt eine Höhe von 5 bis 12 m, die Ausbeute beträgt 1.7 bis 3.5 % ätherisches Öl (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).

Die Inhaltsstoffe der drei erwähnten Arten von Sandelholzölen, sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

<b>Komponenten</b>	<b>Santalum album</b>	<b>Santalum Spicatum</b>	<b>Santalum austrocaledonium</b>
<i>β-Bisabolol</i>		3.0	0.5
<i>cis-α-Santalol</i>	50.0	25.0	41.0
<i>α-Bisabolol</i>		4.0	1.0
<i>t-α-Bergamotol</i>	3.0	5.0	7.0
<i>epi-β-Santalol</i>	4.0	2.0	4.0
<i>(E,E)-Farnesol</i>		5.0	2.0
<i>cis-Nuciferol</i>	1.0	11.0	
<i>cis-β-Santalol</i>	22.0	11.0	17.0
<i>(E)-Nuciferol</i>	1.0	5.0	1.0
<i>t-β-Santalol</i>	1.0	1.0	
<i>cis-Lanceol</i>	2.0	2.0	18.0
<b>Total:</b>	<b>84.0</b>	<b>74.0</b>	<b>91.5</b>
<b>Total Santalole:</b>	<b>ca. 77 %</b>	<b>ca. 40 %</b>	<b>ca. 62%</b>

Tabelle 1: Zusammensetzung Sandelholzöl in %, je nach Herkunft (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland)

Die Qualität des Öles lässt sich durch die Höhe des Santalolgehaltes feststellen. Demnach ist das ostindische Sandelholzöl (90 %) am hochwertigsten, gefolgt vom neukaledonischen (56 bis 65 %) und schließlich dem westaustralischen Sandelholzöl (40 %) (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland). Neukaledonisches Sandelholzöl hat keine typische Kopfnote, es hat einen lang anhaltenden, süßholzigen, nussigen Geruch und ist weicher und weniger auffallend als das ostindische Sandelholzöl (Braun et al., 2005).



*Santalum spicatum* und *Santalum austrocaledonium* enthalten  $\beta$ -Bisabolol, epi- $\alpha$ -Bisabolol und (E,E)-Farnesol, während diese Inhaltsstoffe in *Santalum album* nicht erscheinen. Ferner enthält das australische Sandelholzöl 11 % cis-Nuciferol, das neukaledonische Öl kann jedoch nur 0.5 bis 3 % aufweisen. Andererseits enthält *Santalum austrocaledonium* 10 bis 18 % cis-Lanceol, wohingegen in den Arten *Santalum spicatum* und *album* nur 2 % nachzuweisen sind (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).

Neukaledonisches Sandelholzöl ist dem ostindischen Sandelholzöl näher verwandt als dem westaustralischen Vertreter (Braun et al., 2005). Das Öl von *Santalum austrocaledonium* kann somit als möglicher Ersatz für das teurere Öl des *Santalum album* (USD 1500,- bis 2500,- je Kilogramm laut Angaben der Fa. Kurtz Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland) in Betracht gezogen werden (Braun et al., 2005). Dadurch, dass sich *Santalum album* seit dem Jahre 1998 auf der Roten Liste der gefährdeten Arten befindet, die Bäume mehrere Jahrzehnte wachsen müssen bis sich die Gewinnung von Öl und Holz lohnt und dass die Destillation mit viel Aufwand verbunden ist, wurde für diese Studie Neukaledonisches Sandelholzöl verwendet (Steglich et al., 1997), (2008 IUCN Rote Liste von bedrohten Arten. <http://www.iucnredlist.org>, abgerufen am 27.03.2009).

### 1.2.2. Geraniumöl

Geraniumöl ist farblos oder grünlich bis bräunlich mit einem rosenähnlichen Geruch mit minziger Note, der nach Herkunft variiert (Roth & Kormann, 1997).

Oleum Geranii wird aus der Gattung der Pelargonium (Geraniaceae) durch Wasserdampfdestillation der frischen oder leicht getrockneten Blätter und krautigen Teile der Pflanze gewonnen. Die Ölgewinnung beschränkt sich hauptsächlich auf Pflanzen aus den Inseln Réunion und Madagaskar (Bourbon Typ), aus Algerien, Marokko und Ägypten (Nordafrikanischer Typ) und China (Bauer et al., 1990). Die Ausbeute beträgt ungefähr 0.13 bis 0.5 % (Ohloff, 1990).

Je nach Herkunft unterscheidet man verschiedene Arten von Geraniumölen, deren Inhaltsstoffe der Tabelle 2 zu entnehmen sind.

Komponente	Bourbon Öl	Chinesisches Öl	Algerisches Öl	Ägyptisches Öl	Marokkan. Öl
(-)- <i>Citronellol</i>	21.28	40.23	22.90	27.40	19.28
<i>Geraniol</i>	17.45	6.45	17.07	18.00	18.40
(-)- <i>Linalool</i>	12.90	3.96	5.26	9.47	6.80
<i>Citronellyl formiat</i>	8.37	11.35	7.57	6.74	6.02
<i>Geranyl formiat</i>	7.55	1.92	5.90	4.75	6.55
(+)- <i>Iso- menthon</i>	7.20	5.70	5.38	5.39	5.20

Tabelle 2: Zusammensetzung Geraniumöl in %, je nach Herkunft - ohne Spurenstoffe (Husain et al, 1988)

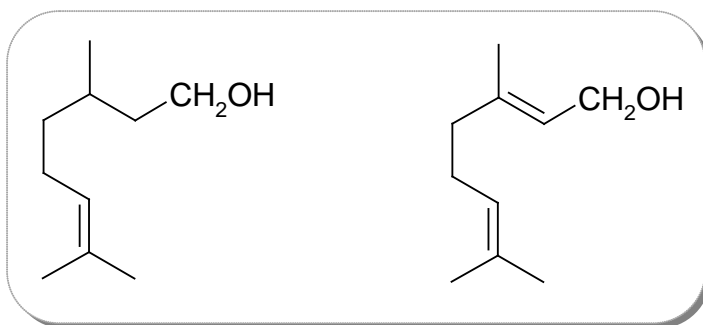


Abbildung 4: Strukturformel von Citronellol und Geraniol (Grafik erstellt mit MDL ISIS™ DRAW 2.5)

Bourbon-Öl und nordafrikanisches Öl enthalten einen unüblich hohen Anteil von (-) - Citronellol, (+)-Isomenthon, begleitet von geringen Mengen ihrer Formiate und Tiglate, welche in ätherischen Ölen selten zu finden sind. Diese beiden Öle können durch zwei charakteristische, in geringer Menge enthaltene Inhaltsstoffe

unterschieden werden: Der Bourbon-Typ beinhaltet (-)-6,9-Guaiadien, der afrikanische Typ hingegen 10-epi- $\gamma$ -Eudesmol.

Wie der Tabelle 2 zu entnehmen ist, ähneln sich das chinesisches Öl und Bourbon-Öl stark, ersteres enthält aber mehr (-)-Citronellol und weniger Geraniol (siehe Abbildung 4) sowie (-)-Linalool (Husain et al., 1988). Als Spurenstoffe lassen sich mehr als 100 Verbindungen nachweisen (Ohloff, 1990).

Geraniumöl wirkt antimikrobiell. Die spasmolytische Wirkung auf die glatte Muskulatur – z.B. auf den Uterus von Ratten oder auf das Ileum von Meerschweinchen – als auch auf die gestreiften Muskelgruppen wird über cAMP als second messenger vermittelt (Lis-Balchin, 2002). In der Aromatherapie wirkt das Öl blutstillend, fördert den Heilungsprozess von Wunden und hilft bei Hauterkrankungen wie Flechten, trockenen Ekzemen und Akne. Ferner hat Geraniumöl eine heilende Wirkung bei Erkältungen, Mundschleimhautentzündungen, bei der Regulierung der Hormone, bei Zyklusstörungen und im Klimakterium. Aromatherapeuten setzen es auch zur Behandlung von Angst und Depressionen ein (Stix, 2003). Das enthaltene Geraniol hat eine hemmende Wirkung auf das Entstehen von bösartigem Gewebe in allen Abschnitten des Darmes (Buchbauer, 2003).

In der Parfümerie kann es aufgrund seines frischen blumigen Duftes als Ersatz von Rosenöl aus *Rosa damascena* Miller verwendet werden (Hiller & Melzig, 2006). Dabei stehen besonders die sogenannten „Rosen-Pelargonien“ im Vordergrund z.B. die Sorte Rose, die von *P. capitatum* L. und *P. radens* H. E. Moore abstammt (van Wyk et al., 2004).

Bei sehr empfindlichen Personen kann eine Kontaktdermatitis, besonders beim Kontakt mit dem Bourbon-Typ, entstehen.

Als Verfälschungen können Terpentin-, Zedernholz-, Gurjunbalsam-, Gingergras- und Citronellöl, Glycerinacetat und Phthalsäureester enthalten sein (Roth & Kormann, 1997).

## 1.3. IN DER STUDIE UNTERSUCHTE PARAMETER

---

### 1.3.1. Cortisol

Cortisol (11 $\beta$ ,17 $\alpha$ ,21-Trihydroxy-4-pregnen-3,20-dion) (siehe Abbildung 5) ist ein Glucocorticoid, das in der Nebennierenrinde produziert wird (Kuhlmann & Straub, 1986).

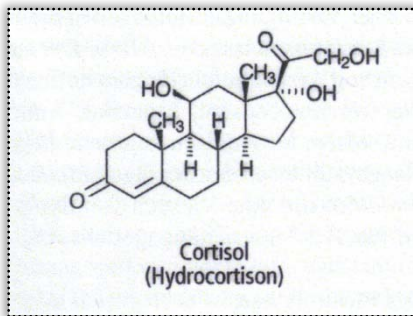


Abbildung 5: Strukturformel von Cortisol (Mutschler, 2008)

Die Biosynthese der Glucocorticoide findet in der mittleren Schicht der Nebennierenrinde (NNR), der *Zona fasciculata* (siehe Abbildung 6), statt und beginnt mit der Oxidation von Cholesterol über Pregnenolon zu Progesteron. Danach folgen die Schritte der Hydroxylierung, wobei mehrere Enzyme involviert sind (Aktories et al., 2005).

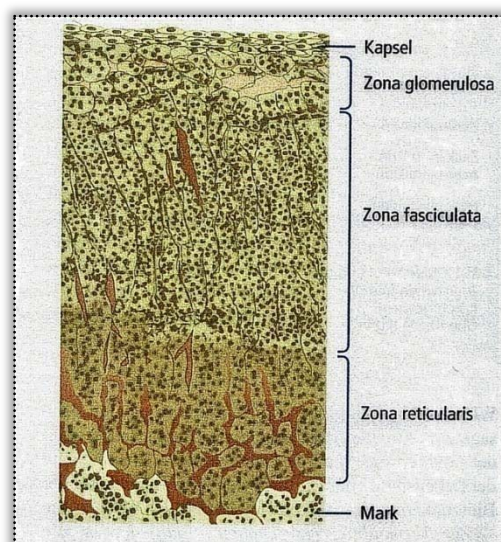


Abbildung 6: Histologischer Schnitt durch eine menschliche Nebenniere (Mutschler, 2008)

Die Bildung und Freisetzung des Cortisols stehen unter Kontrolle des hypophysären adrenocorticotropen Hormones (ACTH oder Corticotropin), das wiederum durch das Corticoliberin (Corticotropin-Releasing-Hormon - CRH) aus dem Hypothalamus durch Neurotransmitter reguliert wird. Cortisol besitzt eine hemmende Wirkung auf diese beiden Hormone im Sinne einer Feedback-Inhibition (siehe Abbildung 7) (Kleine & Rossmanith, 2007).

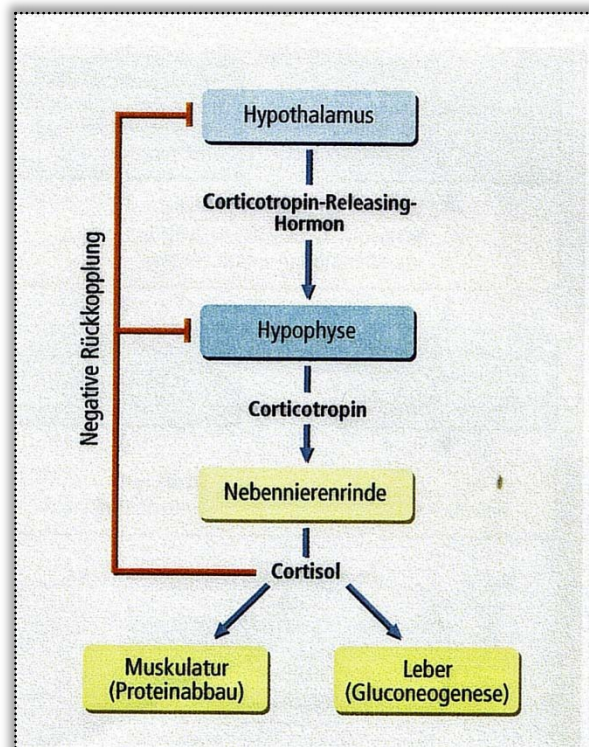


Abbildung 7: Stoffwechselwirkungen von Cortisol und Regulation der Cortisol-Ausschüttung (Mutschler, 2008)

Aufgrund des Einwirkens der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HHNA) kann man zwei Sekretionsmechanismen unterscheiden:

- Der zircadiane Rhythmus der basalen Sekretion (Abbildung 8) führt zwischen 8 und 9 Uhr zu einem Anstieg der Cortisolkonzentration auf ein Tagesmaximum, um im Verlauf des Tages abzunehmen. Gegen Mitternacht wird der Tiefstand erreicht. Die Sekretionsrate beträgt unter dem Einfluss von Corticotropin beim erwachsenen Menschen 12 bis 30 mg Cortisol und 1 bis 4 mg Corticosteron pro Tag (Mutschler, 2008).

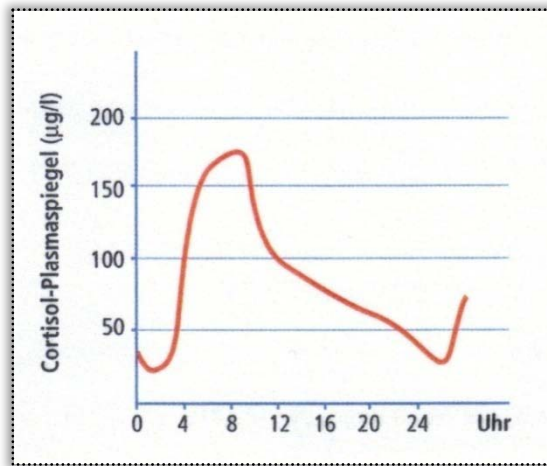


Abbildung 8: Abhängigkeit der Cortisol-Plasmaspiegel von der Tageszeit (zirkadianer Rhythmus) (Mutschler, 2008)

- Durch Stress wie psychische Belastungen, schwere Infektionen, Traumata, Operationen, schwere körperliche Arbeit und Erkrankungen, kommt es zu einer gesteigerten Sekretion von ACTH und Corticoiden, da der verzögerte Rückkopplungsmechanismus gehemmt wird. Dabei können bis zu 240 mg Cortisol pro Tag ausgeschüttet werden und es wird die Bildung von Cytokinen, wie Interleukin-1, Interleukin-6 und Tumornekrosefaktor (TNF)- $\alpha$  angeregt. Dieser Vorgang führt über die HHNA zu einer gesteigerten Freisetzung von CRH und ACTH. Glucocorticoide können dann ihre immunsuppressive und entzündungshemmende Wirkung zum Einsatz bringen (Aktories et al., 2005). Corticoide sind für die Stressreaktion unentbehrlich, da sie einerseits die Catecholaminwirkung verstärken und andererseits die Schädigung des Organismus durch übermäßige Bildung von Zytokinen hemmen (Mutschler, 2008).

Nach der Freisetzung aus den NNR gelangt das Cortisol in die Blutbahn, wo es größtenteils an das Glykoprotein Transcortin (Corticosteroid-bindendes Globulin, CBG) gebunden wird (Kirschbaum, 1991). Ab einer Plasmakonzentration von 20  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$  kommt es zur niedrigaffinen Bindung des Cortisols an Albumin. Freies Cortisol, das in einer Konzentration von ca. 5 bis 10 % vorkommt, wird vor allem in der Leber metabolisiert und die Abbauprodukte mit dem Urin ausgeschieden. Die Plasmahalbwertszeit beträgt ungefähr 1.7 Stunden (Mutschler, 2008). Nur das frei zirkulierende Cortisol kann in Körperzellen eindringen und seine Wirkung entfalten. Das gebundene Hormon hingegen dient dem Körper als Corticosteroid-Vorrat

(Kirschbaum, 1991). Nachdem das Cortisol durch Diffusion in die Zielzelle aufgenommen wurde, erfolgt seine Bindung an den Cortisolrezeptor, der zur Großfamilie der Steroid/Schilddrüsenhormonrezeptoren gehört. Durch die Bindung löst sich der Rezeptor von den Hitzeschock-Proteinen HSP70 und 90, wird in den Zellkern transloziert und ist nach Dimerisierung für die Transkription bestimmter Gene zuständig (Löffler & Petrides, 2007).

Cortisol hat sehr viele spezifische Funktionen im Körper. Es hat eine antiphlogistische (antirheumatische), antiallergische und immunsuppressive Wirkung, es stimuliert die Gluconeogenese, fördert den Proteinabbau und die lipolytische Wirkung von Catecholaminen und Wachstumshormonen. Bei hoher Konzentration kommt es zur Umverteilung des Fettgewebes (Cushing-Syndrom) (Aktories et al., 2005). Das Cortisol ist ein wirksamer Regulator im Immunsystem bzw. von Entzündungsreaktionen und kann somit bei überschießenden Abwehrreaktionen des Körpers vor Schädigung des Organismus schützen. Glucocorticoide können durch ihre antiproliferative Wirkung Wundheilungsstörungen bewirken; im Knochen wirken sie störend auf die Osteocalcinsynthese (Löffler & Petrides, 2007). Über den Mineralocorticoidrezeptor führt Cortisol zu einer Reabsorption von  $\text{Na}^{2+}$  im distalen Tubulus und an den Sammelröhren der Niere und fördert dabei gleichzeitig die renale Ausscheidung von  $\text{K}^+$  und  $\text{H}^+$ . Die Steigerung der glomerulären Filtration und die erhöhte Ausscheidung von Wasser wird über den Glucocorticoidrezeptor bewirkt (Kleine & Rossmanith, 2007). Depressive Personen neigen dazu, vermehrt das hypothalamische Corticotropin-Releasing-Hormon (CRH), sowie adrenocorticotropes Hormon (ACTH) aus dem Hypophysenvorderlappen auszuschütten und die Glucocorticoidsekretion aus der Nebennierenrinde zu erhöhen (Pinel & Pauli, 2007). Höferl et al. führten eine Studie durch, bei der in einer induzierten Stresssituation – basierend auf dem psychosozialen Stressor TSST – die unbewussten Wirkungen von Duftstoffen auf physiologische Parameter und den Speichelcortisolspiegel untersucht wurden. Bei der Inhalation einer Lösung von L-(+)-Linalool, R-(-)-Linalool und bei reinem Lösungsmittel kam es in den ersten 40 Minuten wie erwartet zu einem Anstieg des Cortisolspiegels. Nach dieser Phase konnte in der Gruppe mit den beiden Düften gegenüber der Kontrollgruppe ein Abfall des Cortisolspiegels festgestellt werden. Insgesamt wurde aufgezeigt, dass S-(+)-Linalool einen

signifikanten Einfluss auf die Reaktion der HHNA auf den Stressor hat, während bei L-(-)-Linalool kaum eine Wirkung auf den Cortisolspiegel im Speichel aufgewiesen werden konnte (Höferl et al., 2006). Gemäß einer Studie von Hosoi et al. können Duftstoffe ebenfalls zu Veränderungen in der hypothalamisch-hypophysären-adrenocorticalen Achse führen. Weibliche Probanden trugen entweder einen Wattepad getränkt mit Duftstoffen, die eine 2%ige Lösung von 1,3-Dimethoxy-5-methylbenzol beinhalten, oder einen Wattepad mit dem Lösungsmittel alleine und wurden einer Stresssituation ausgesetzt. Die Frauen reagierten bei Angebot des sedativ wirkenden Geruchs mit einer reduzierten stressinduzierten Antwort, bzw. mit einem geringeren Anstieg des Blut- und Speichelcortisolspiegels. Beim Riechen des Lösungsmittels alleine kann ein höherer Speichel- und Plasmacortisolanstieg aufgezeichnet werden (Hosoi et al., 2002). Der steroidalen Komponente 4,16-Androstadien-3-on (AND), die in menschlichem Schweiß, Samen und Speichel vorkommt, wird eine vermeintlich pheromonale Wirkung zugeschrieben. AND kann geschlechtsspezifisch die Stimmungslage, die physiologische Erregung und die Gehirnaktivität beeinflussen. Dabei erfolgt die Regulation durch spezifische Hormone. Die weiblichen Probanden erreichten bei einer Studie von Wyart et al. beim Riechen von AND signifikant höhere Cortisolspiegel, im Vergleich zum Riechen einer Kontrollsubstanz, die nicht im Schweiß enthalten ist. Die Ergebnisse aus Abbildung 9 lassen den großen Einfluss von Geruchssignalen auf die hormonelle Balance deutlich erkennen (Wyart et al., 2007).

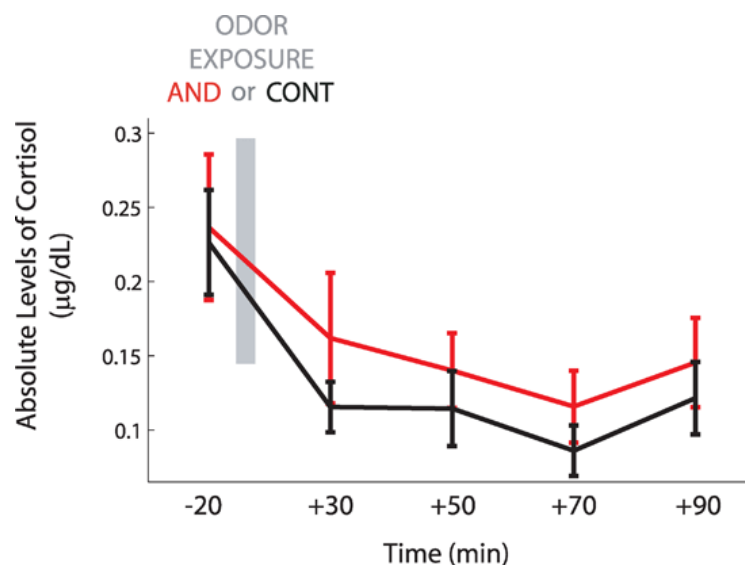


Abbildung 9: Absoluter Cortisolspiegel: AND = 4,16-Androstadien-3-on, CONT = Kontrollsubstanz mit ähnlichem Geruch, aber nicht anwesend in Schweiß (Wyart et al., 2007)



### *1.3.2. Physiologische Parameter*

#### *1.3.2.1. Der Blutdruck*

Der Blutdruck hängt vom Herzzeitvolumen und vom peripheren Gefäßwiderstand ab und ist eine wichtige Regelgröße im Kreislaufsystem (Fahrenberg et al., 1979). Er wird definiert als der Druck, den die linke Kammer beim Auswerfen des Blutes in die Aorta aufbaut. Durch jeden Herzschlag wird er auf seinen systolischen Wert erhöht, um dann zwischen den Herzschlägen auf den diastolischen Wert abzufallen. Der systolische Blutdruck liegt bei jungen Erwachsenen durchschnittlich bei 120 mmHg, der diastolische hat einen Wert von 80 mmHg (Birbaumer & Schmidt, 2006). Bei psychischen Belastungen reagiert der Blutdruck sehr sensibel und schnell mit einem Anstieg, dabei kann er sich innerhalb weniger Sekunden um 30 mmHg erhöhen. Die im medizinischen Alltag am häufigsten verwendete Messmethode ist das Manschettendruckverfahren, benannt nach Riva-Rocci, der es 1896 entwickelte (Schandry, 2006).

#### *1.3.2.2. Die Hautleitfähigkeit - EDA*

Widerstand- und Spannungsänderungen der Haut, die im Zusammenhang mit psychischen Prozessen auftreten, werden als elektrodermale Aktivität (EDA) bezeichnet. Als bevorzugter Indikator wird die Hautleitfähigkeit gewählt. Die Elektroden mit einer Spannung von ca. 0.5 V werden üblicherweise an der Handinnenflächen bzw. den Fingerinnenseiten angelegt, da hier mit der höchsten Leitfähigkeit zu rechnen ist. Aus den Stromschwankungen zwischen den Elektroden errechnet man die Leitfähigkeitswerte, die in Mikro-Siemens ( $\mu\text{S}$ ) angegeben werden. Normalerweise gibt es beträchtliche interindividuelle Schwankungen, die zwischen 2 und 100  $\mu\text{S}$  liegen können (Schandry, 2006).

Die Haut wird anatomisch in drei Schichten unterteilt, die Epidermis (Oberhaut), die Dermis (Corium, Lederhaut) und die Subcutis (Unterhaut). Bezogen auf die EDA ist die Epidermis die wichtigste Hautschicht. Je höher der Füllungsstatus der Ausführungsgänge der Schweißdrüsen, desto höher ist die Hautleitfähigkeit (Schandry, 2006). Die Verteilung der Schweißdrüsen über die Körperfläche ist inhomogen. Während die Drüsen am Rumpf und den Extremitäten dünn gestreut

sind ( $100\text{-}200/\text{cm}^2$ ), kann man an den Hand- und Fußinnenflächen die dichteste Verteilung (über  $200/\text{cm}^2$ ) und somit die höchste Leitfähigkeit feststellen (Schandry, 1996). Emotionale Gedanken und Erlebnisse führen zu einer gesteigerten Fähigkeit der Haut, Strom zu leiten (Pinel & Pauli, 2007).

#### *1.3.2.3. Die Hauttemperatur*

Die Temperatur an der Oberfläche des Körpers, die Hauttemperatur, ist im großen Ausmaß von der Umgebungstemperatur abhängig und daher als Biosignal schwer interpretierbar. Da man bei der Ermittlung der Hauttemperatur darauf achten muss, dass sich kein Wärmestau unter der Elektrode einstellt, ist diese Messung nicht ganz unkritisch. Außerdem ist darauf Bedacht zu nehmen, dass der Beitrag der Umgebungstemperatur zur gemessenen Temperatur minimiert wird (Schandry, 1996). In der Psychophysiologie des Schlafes und in der Verhaltensmedizin wird über biologische Rückmeldung (Biofeedback) der Hauttemperatur – insbesondere der Handtemperatur – der psychische Spannungs- und Entspannungszustand des Patienten selbst beeinflusst (Birbaumer & Schmidt, 2006).

#### *1.3.2.4. Der Lidschlag - EOG*

Augenbewegungen, die sogenannte Okulomotorik, lassen sich als Elektrookulogramm (EOG) aufzeichnen (Schandry, 2006). Die Elektrookulographie beruht auf dem Prinzip der Potentialdifferenz zwischen der Hornhaut und der Netzhaut des Auges und beträgt ungefähr  $1\text{mV}$  (Pinel & Pauli, 2007). Diese Spannung ist von leichten Tagesschwankungen und im geringen Ausmaß vom Adaptionszustand des Auges abhängig. Wenn sich das Auge vertikal bewegt, kommt es zu einer Potentialverschiebung von ca.  $10$  bis  $40\ \mu\text{V}$  pro Grad, die an den Elektroden, die parallel über und unter dem Auge positioniert werden, registriert wird (Schandry, 1996). Damit ist es möglich, selbst kleine Winkelbewegungen des Augapfels aufzuzeichnen (Schandry, 2006).

### *1.3.2.5. Die elektrische Muskelaktivität - EMG*

Bei der Elektromyographie wird die Muskelaktivität der quergestreiften Muskulatur, im Allgemeinen die isometrische Aktivität, d.h. die Aktivität ohne Längenänderung des Muskels, gemessen. Als Basis des Elektromyogramms (EMG) wird die Aufzeichnung von Muskelaktionspotentialen längs muskulärer Membranen gesehen. Kommt es zu einer erhöhten Muskelspannung, wächst sowohl die Anzahl der beteiligten Muskelfasern, als auch die Entladungsfrequenz der motorischen Nervenzellen. Das Resultat daraus ist eine Erhöhung der EMG-Amplituden und eine Frequenzsteigerung des EMG-Signals (Schandry, 2006). Eine gesteigerte Anspannung (Zunahme der Aktionspotentialfrequenz) in einem bestimmten Muskel kann aber zu keiner gesicherten Aussage über die Anspannung der übrigen Muskeln führen, da auch in psychischen Belastungssituationen (Stress) einzelne Muskelgruppen mehr als andere angespannt werden (Reaktionsstereotypie) (Birbaumer & Schmidt, 2006).

Für psychophysiologische Untersuchungen werden fast ausschließlich Oberflächenelektroden verwendet. Als Ableitorte eignen sich besonders Muskeln im Kopfbereich (Stirn, Nacken, Kinn) sowie die Unterarm- und Fingermuskeln. Um möglichst große Potentialunterschiede zu erlangen, sollte eine Elektrode am Muskelbauch und die andere am Muskelende liegen (Schandry, 1996).

### *1.3.2.6. Die Herzfrequenz - EKG*

Einer der wichtigsten Indikatoren für kardiovaskuläres Geschehen ist die Anzahl der Herzschläge in einer Minute, die Herzfrequenz, die in Ruhe bei einem gesunden Erwachsenen bei 70 Schlägen pro Minute liegt (Pinel & Pauli, 2007). Man kann die Herzfrequenz mit verschiedenen Methoden erfassen, u.a. durch Pulsfühlen, Elektrokardiographie und die Aufzeichnung von Blutvolumenänderung in bestimmten Körpergebieten, wie z.B. dem Finger (Schandry, 2006). Das am häufigsten verwendete Verfahren zur Erhebung kardiovaskulärer Prozesse ist das Elektrokardiogramm (EKG), bei dem das elektrische Signal, das durch den Herzschlag entsteht, aufgezeichnet wird (Pinel & Pauli, 2007). Die entstandene Kurve des Elektrokardiogramms besteht aus einer Reihe typischer aufeinanderfolgender Wellenformen, deren Abfolge sich mit jedem Herzzyklus

wiederholt. Die Summe der Aktionspotentiale in den Muskelzellen des Herzens führen zu Potentialschwankungen, die im EKG registriert werden. Durch die elektrisch gut leitenden Körperflüssigkeiten werden diese Potentialschwankungen bis zur Körperoberfläche übertragen. Dort können Elektroden das Biopotential aufzeichnen. Die Lage der Elektroden relativ zum Herzen ist bestimmend für die Form der Signale. Das EKG besteht normalerweise aus fünf Wellen oder Zacken, deren Bezeichnung mit alphabetisch aufeinander folgenden Buchstaben P, Q, R, S, T auf den Pionier in der Elektrokardiographie, Willem Einthoven (1860-1927), zurückgeht (Schandry, 1996).

Alle Veränderungen der physischen und psychischen Anforderungen im Körper werden von Herzfrequenzreaktionen begleitet. Psychische Einflussgrößen z.B. Schmerz- und Angstreize, wie der Klang oder der Gedanke an einen Zahnarztbohrer, führen zu einer Steigerung der Herzfrequenz. Eine Pulsfrequenzabnahme tritt bei Entspannung, Orientierung auf neue Reize und Aufmerksamkeitsprozessen auf. Somit stellt die Herzfrequenz einen empfindlichen Indikator für eine große Anzahl von psychophysiologischen Zustandsänderungen dar (Schandry, 2006).

#### *1.3.2.7. Die Atemfrequenz*

In der Psychophysiologie kann die Atemtätigkeit über Atemgürtel, mit denen Brustumfangsänderungen aufgezeichnet werden (Pneumogramm) oder über Temperaturfühler, die so angebracht sind, dass sie sich im Strom der Atemluft befinden. Beim Respirationsband wandeln Dehnungsmessstreifen im Inneren des Gürtels die Längenänderungen des Brustkorbs direkt in ein elektrisches Signal um (Schandry, 1996). Jedoch lassen sich mit dem Atemband kaum Aussagen über die Atemtiefe machen, da es beim Gürtel während einer Messung ständig zu einer Änderung der Grundspannung kommt. Die Werte der Atemtiefe sind nur für intraindividuelle Vergleiche nützlich (Birbaumer & Schmidt, 2006). Trotzdem ist es möglich, zuverlässige Werte für die Atemfrequenz, Inspirations- und Expirationsdauer zu erlangen. Je nachdem ob Brust- oder Bauchatmung registriert werden soll, wird die Position des Atemgürtels verändert. Damit es während der Untersuchung zu keiner Verfälschung der Amplitudenwerte kommt, ist eine korrekte Anbringung des Atemgürtels, um ein Verrutschen zu vermeiden, von höchster Wichtigkeit (Schandry, 1996).

## **2. EXPERIMENTELLER TEIL**

---

### **2.1. ZIEL DER STUDIE**

---

Grundsätzliches Ziel der Studie war es, die Auswirkungen von ätherischen Ölen auf physiologische Parameter und Speichelcortisol aufzuzeigen. Insbesondere soll die potentiell aphrodisierende Wirkung von Neukaledonischem Sandelholzöl untersucht werden.

Die Öle von Sandelholz und Geranium wurden mittels Venta® Raumbedufter im Raum versprüht; außerdem kam Raumluft zum Einsatz. Die Probanden wussten bis zum Ende des letzten Termins nichts von den im Raum versprühten Duftstoffen, damit es zu keiner Beeinflussung der Erwartungshaltung hinsichtlich der olfaktorischen Stimulation kommen konnte. Die Teilnehmer bewerteten in zwei nacheinander folgenden Durchgängen die Attraktivität anhand von Gesichtern von Männern und Frauen, die in randomisierter Abfolge am Computerbildschirm präsentiert wurden. Während der Attraktivitätsbewertung wurden verschiedene Vitalparameter wie Hautleitfähigkeit, Hauttemperatur, Aktivität der Nackenmuskulatur, Herzfrequenz, Lidschlagfrequenz sowie Atemfrequenz aufgezeichnet. Die Messung des Blutdrucks erfolgte am Anfang und am Ende der Durchgänge. Außerdem wurden am Beginn der Studie, nach dem ersten Durchgang und am Ende der Untersuchung Speichelproben gewonnen.

Die Studienergebnisse hinsichtlich Verhaltensindikatoren, wie subjektive Befindlichkeit und Attraktivitätsbewertungen, wurden in den Diplomarbeiten von Monika Angerer und Theresa Rameder abgehandelt.

### **2.2. RÄUMLICHKEITEN**

---

Die Studie wurde in den Räumlichkeiten des Departments für Klinische Pharmazie und Diagnostik der Universität Wien durchgeführt. Der büroähnliche Untersuchungsraum wurde unabhängig von der Wetterlage abgedunkelt und mit künstlichem Licht erhellt. Somit konnten analoge Lichtverhältnisse bei allen Studienteilnehmern gewährleistet werden.

## **2.3. PROBANDEN**

---

An der Studie nahmen 50 Personen – 25 Männer und 25 Frauen – teil. Freiwillige Probanden meldeten sich aufgrund von Aushängen in diversen Universitätsgebäuden Wiens, sowie auf Anzeigen im Internet. Jeder Teilnehmer erhielt nach erfolgreicher Absolvierung aller drei Termine eine Aufwandsentschädigung.

### *2.3.1. Kriterien zur Teilnahme*

- ✓ Altersklasse zwischen 18 und 35
- ✓ Heterosexuell
- ✓ BMI zwischen 18 und 25
- ✓ Nichtraucher seit mindestens sechs Monaten
- ✓ Frauen mussten während des kompletten Studienablaufs mit hormonellen Kontrazeptiva verhüten

### *2.3.2. Ausschlusskriterien*

- ✓ Nacht- oder Schichtarbeiter, Profisportler
- ✓ Erkrankungen hormonellen oder neurologischen Ursprungs, die eine Dauermedikation erfordern
- ✓ Krankheiten wie Asthma oder Bluthochdruck
- ✓ Frauen, die schwanger oder in der Stillphase sind
- ✓ Zahnfleischbluter oder Piercings im Mund

Bei Vorhandensein von Allergien wurden die Probanden um Rücksprache mit den Studienmitarbeitern gebeten.

### 2.3.3. Verhaltensbestimmungen zur Studienteilnahme

- Pünktliches Erscheinen zu den jeweiligen Sitzungen
- Ausreichende Nachtruhe (mindestens 7-8 Stunden Schlaf) vor dem Studientag
- Vermeidung von körperlichem oder psychischem Stress (Sport, Zeitnot, Termindruck, Prüfungen) unmittelbar vor bzw. nach den Untersuchungen
- Keine Konsumation von Alkohol, koffeinhaltigen Getränken (Tee, Kaffee, Cola, Energydrinks) am Studientag bis zum Ende der Sitzung
- Vermeidung von Verzehr von Speisen oder Getränken eine halbe Stunde vor Beginn der Sitzung, damit eine Verunreinigung und Acidifizierung des Speichels und somit eine Verfälschung der Cortisolbestimmung vermieden wird
- Keine Verwendung von farbigen Lippenstiften, Parfums oder stark riechenden Deodorants

## 2.4. GERÄTE UND SOFTWARE

---

- Die Fotos für die Attraktivitätsbewertung am Computer stammten aus dem frei zugänglichen VidTIMIT Dataset (Sanderson & Paliwal, 2004) und wurden mit der Software „Presentation Version 0.71“ abgespielt.
- Zur Aufzeichnung der physiologischen Parameter war das MP 100-Messsystem von Biopac Systems Inc. (Santa Barbara, CA, USA) und die Software ACQ-Knowledge<sup>®</sup> im Einsatz.
- Für die Blutdruckmessung wurde ein vollautomatisches Messgerät, Tensoval<sup>®</sup> comfort, verwendet (Hersteller: Paul Hartmann AG, 89522 Heidenheim, Deutschland).
- Zur Auswertung der physiologischen Parameter waren folgende Programme in Verwendung: SPSS 16.0 (Version 16.0.2, SPSS Inc., Chicago, USA, 1987-2007), Sigma Plot<sup>®</sup> 2000 (SPSS Inc., Chicago, USA, 1987-2007) und Microsoft<sup>®</sup> Excel 2007 (2005 Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA).

- Mit dem Venta-Raumbedufter® RB 10 wurden die beiden Däfte während den Studienversuchen gleichmäßig, kontinuierlich und unverfälscht im Raum verteilt (Venta-Duft GmbH, 88250 Weingarten, Deutschland). Durch die drei Leistungsstufen war es möglich, die Verbreitung des Duftstoffes in der Luft je nach Intensität der verwendeten Öle frei zu wählen (Abbildung 10).

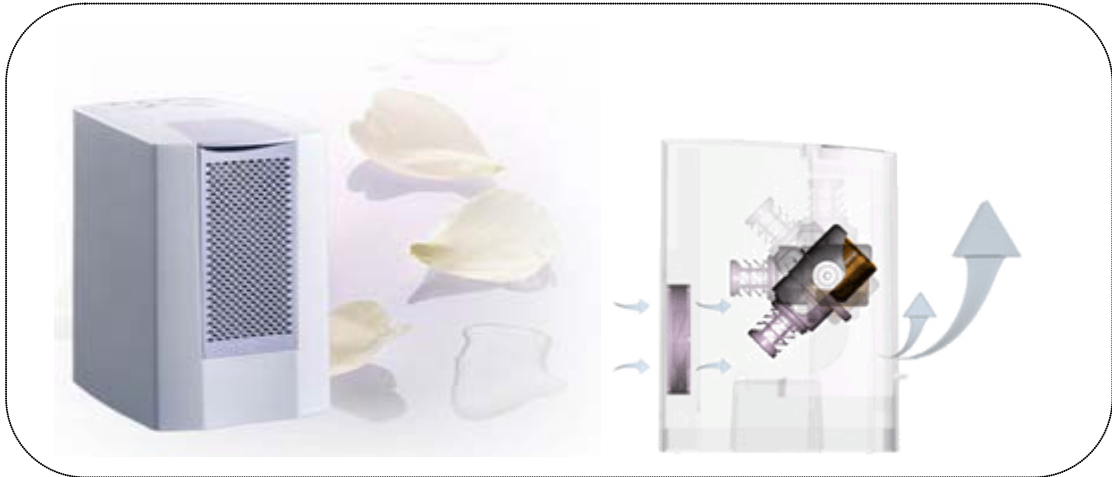


Abbildung 10: Venta® Raumbedufter (<http://www.venta-duft.de/index.html> und <http://www.venta-duft.de/html/funktionsweise.html> abgerufen am 12.03.2009)

- Der Raum wurde bei Bedarf zwischen den einzelnen Sitzungen mit einer Klimaanlage von DeLonghi (PAC C80) gekühlt.

### Weiteres Zubehör

- Befindlichkeitsfragebogen (POMS, Profil of Mood States, deutsche Version, McNair et al., 2003)
- Elektrodengel Synapse®, Firma MED-Tek.
- Kleberinge für GE Medical Systems-Klebeelektroden 217 178 02.
- Leukosilk® bei Bedarf zur Fixierung der Elektroden und des Thermistors.
- Cortisol ELISA – Enzymimmunoassay, (Firma NovaTec Immundiagnostica GmbH, 63128 Dietzenbach, Deutschland).
- Brutschrank Memmert (Memmert GmbH und Co KG, 91107 Schwabach, Deutschland).
- Platerader Victor® Multi-label Reader (Wallac Oy, Turku, Finland).
- Eppendorf Multipette® pro 4985 (Eppendorf AG, 22339 Hamburg, Deutschland).



## **2.5. ABLAUF DER STUDIE**

---

Der genaue zeitliche Ablauf des Versuchs ist in Abbildung 11 graphisch dargestellt. Die Studie umfasste drei Sitzungen jedes Probanden, wobei die Termine immer zur selben Tageszeit erfolgten (entweder 8:30, 11:30 oder 15:00 Uhr). Zwischen den einzelnen Terminen mussten mindestens zwei Tage liegen, um eine Beeinflussung der vorherigen Sitzung auf die nächste zu vermeiden. Bei jedem der drei Termine wurde entweder Sandelholz- oder Geraniumöl mit dem Venta® Raumbedufter im Raum versprüht oder Luft verwendet. Die Abfolge war randomisiert. Zwischen den Teilnehmersitzungen wurde die Zeit zum Lüften des Raumes genutzt. Die Probanden wussten bis zum Ende des letzten Termins nichts von den im Raum versprühten Duftstoffen, damit es zu keiner Beeinflussung der Erwartungshaltung hinsichtlich der Wirkung der ätherischen Öle kommen konnte (Heuberger, 2007).

Nach dem Eintreffen am Studienort wurden die Teilnehmer gebeten, sich die Hände zu waschen. Danach wurden sie aufgefordert, vor einem Computerbildschirm Platz zu nehmen. Während die Probanden einige Minuten Zeit hatten zur Ruhe zu kommen, wurde ihnen der Studienablauf erklärt. Bei der ersten Sitzung mussten die Probanden eine Einverständniserklärung bezüglich der Teilnahme an der Studie unterschreiben. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Probanden während der gesamten Sitzungsdauer von etwa einer Stunde aufgrund der angelegten Elektroden auf ihrem Platz sitzen bleiben müssen.

In den folgenden 10 Minuten wurden den Teilnehmern verschiedene Elektroden zur Messung der Vitalparameter wie Hautleitfähigkeit, Herzschlagfrequenz, Lidschlagfrequenz etc. angelegt und deren Funktion erklärt. Während die Probanden zum ersten Mal den Befindlichkeitsfragebogen POMS ausfüllten, kam es zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Geräte. Außerdem wurde ihr Blutdruck am Oberarm mit einem vollautomatischen Gerät gemessen. Schließlich gaben die Teilnehmer die erste Speichelprobe durch Ausspucken in ein Glasröhrchen ab.

Anschließend wurden den Probanden ungefähr 20 Minuten lang verschiedene Bilder von Menschen am Bildschirm in randomisierter Form gezeigt. Die Fotos stammten

aus dem frei zugänglichen VidTIMIT Dataset. Die Bewertung der Attraktivität sollte nach subjektivem Befinden auf einer Skala von 1-5 per Tastendruck erfolgen.

In einer fünfminütigen Pause wurden die Probanden gebeten, eine weitere Speichelprobe abzugeben und sich kurze Zeit zu entspannen.

Dann folgte der zweite Durchgang der Bilderbewertung mit der ungefähren Dauer von 20 Minuten.

Daraufhin wurde nochmals der Blutdruck gemessen, eine dritte Speichelprobe gewonnen und der Gemütszustand der Probanden am Fragebogen erhoben. Nach der dritten Sitzung durften die Teilnehmer die in der Studie verwendeten ätherischen Öle, Sandelholz- und Geraniumöl riechen. Sie erhielten dazu einen Fragebogen, auf dem sie anhand von zwei Skalen bewerteten, wie angenehm bzw. wie bekannt ihnen die Gerüche waren. Außerdem wurden die Probanden am Ende des letzten Termins für ihren Zeitaufwand entschädigt.

**Während der Studie wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:**

- Messung physiologischer Parameter (Blutdruck, Lidschlag-, Atem- und Herzfrequenz, Aktivität der Nackenmuskulatur, Hauttemperatur und Hauleitfähigkeit)
- Gewinnung von Speichelproben
- Erfassung der Attraktivitätsbewertung von Bildern
- Erhebung der Stimmungslage mit Hilfe eines Fragebogens (POMS)
- Bewertung der Hedonik und der Bekanntheit der verwendeten Öle am Ende der dritten Sitzung

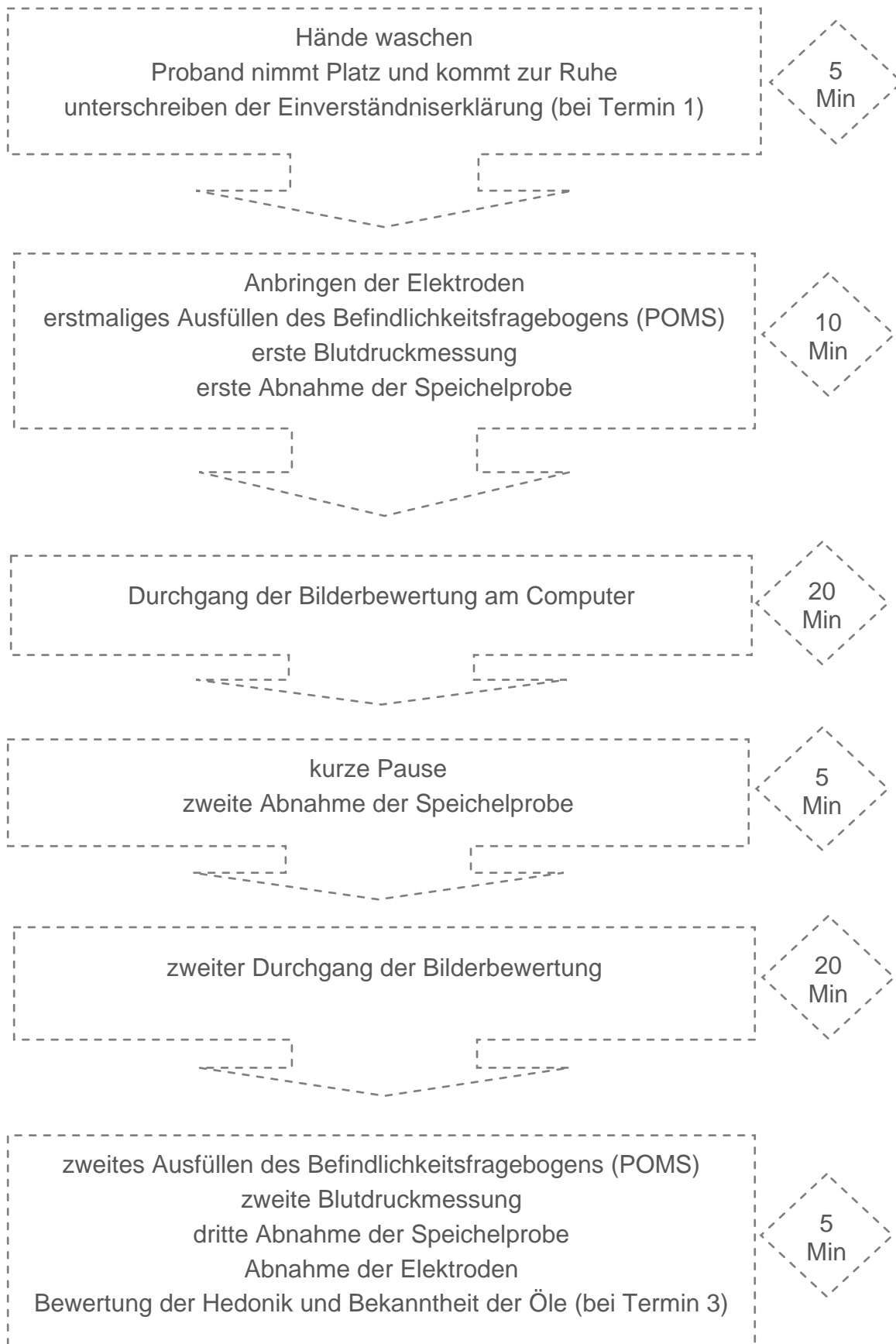


Abbildung 11: Zeitlicher Ablauf des Versuches

## 2.6. VERWENDETE ÄTHERISCHE ÖLE

---

### 2.6.1. Sandelholzöl

Den höchsten Gehalt an  $\beta$ -Santalol, das für die aphrodisierende Wirkung von Bedeutung ist (Brunke & Klein, 1981, 1982), weist das Öl des ostindischen Sandelholzbaumes auf (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland). Es wurde dennoch das ätherische Öl von *Santalum austrocaledonium* für diese Studie verwendet. Gründe dafür sind:

- Die Verfügbarkeit des ostindischen Sandelholzöles am Markt ist sehr gering, da Kulturen mit mindestens 27 Jahre alten Bäumen den höchsten Ertrag bringen (Roth & Kormann, 1997).
- Die Destillation ist mit viel Aufwand verbunden (Roth & Kormann, 1997).
- Der Preis des ostindischen Sandelholzöles übersteigt mit \$ 1500,- bis 2500,- je Kilogramm den des neukaledonischen Öles bei Weitem (FA Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).
- *Santalum album* L. seit dem Jahre 1998 auf der Roten Liste der bedrohten Arten. Feuer, Abgrasen durch Tiere und Raubbau des Holzes zur Herstellung hochwertiger Bretter und Möbel, als auch die weitreichende Verwendung des Öles gefährden die Arten des Sandelholzes (2008 IUCN Rote Liste der bedrohten Arten. <http://www.iucnredlist.org>, abgerufen am 27.03.2009).
- Das neukaledonische ist dem ostindischen Sandelholzöl näher verwandt als das westaustralische – siehe Kapitel 1.2.1 (Braun et al., 2005).

### 2.6.2. Geraniumöl

Bei der Studie von Demattè und Mitarbeitern bewerteten 16 weibliche Probanden die Attraktivität von männlichen Gesichtern an Computermonitoren auf einer 9 Punkte Skala. Das unter anderen Stoffen verwendete Geraniumöl erhöhte im Vergleich zu Luft die bewertete Attraktivität der männlichen Gesichter nicht (Demattè et al., 2007). Deshalb wurde Geraniumöl als Vergleichssubstanz für diese Studie eingesetzt. Es stammt von der Firma Firmenich (Genf, Schweiz. Nr. 576013/T).

## **2.7. ERHEBUNG DER ZIELPARAMETER**

---

### *2.7.1. Speichelcortisol*

Bei jeder der drei Sitzungen wurden drei Speichelproben gewonnen, insgesamt erhielt man neun Proben von jedem Teilnehmer. Die Versuchspersonen sollten den Speichel im Mund sammeln und in Glaseprouvetten abgeben. Die Proben durften möglichst wenig Schaum enthalten. Dies kann durch einmaliges Ausspucken und Vermeiden von zu heftigem Spucken erreicht werden.

Die Speichelproben werden beschriftet und mit Parafilm<sup>®</sup> verschlossen. Um einem eventuellen Abbau des Cortisols entgegenzuwirken und eine Geruchsentwicklung durch mikrobielles Wachstum zu vermeiden, wurden die Proben bis zur Analyse bei -20°C eingefroren.

Am Ende der Versuchsreihe wurden die Proben langsam aufgetaut und bei 3500 Umdrehungen/min 15 Minuten lang zentrifugiert. Durch Zentrifugation kommt es zur Sedimentation von festen Bestandteilen, wodurch die klaren Speichelproben abgesaugt werden können und eine einfachere Weiterverarbeitung gewährleistet ist.

### *2.7.2. Physiologische Parameter*

#### *2.7.2.1. Der Blutdruck*

In der Studie wurde der Blutdruck zweimal gemessen, am Beginn der Sitzung nach Befestigen der Elektroden und am Ende der Sitzung nach Beendigung der Attraktivitätsbewertung am Computer. Dabei kam das in Abbildung 12 abgebildete vollautomatische Oberarm-Blutdruckmessgerät mit oszillometrischem Messverfahren zum Einsatz. Das Messgerät Tensoval<sup>®</sup> comfort misst automatisch Systole, Diastole und Pulsfrequenz und zeigt die Daten digital an. Um ein korrektes Messergebnis zu erhalten, ist es wichtig, die Manschettengröße dem Oberarmumfang anzupassen.



Abbildung 12: Blutdruckmessgeräte Tensoval® comfort  
(Quelle: [http://rkes.dot.at/WS/popup\\_image.php?plD=73966&osCsid=8ce22f225d71e84815792c7905f00cb0](http://rkes.dot.at/WS/popup_image.php?plD=73966&osCsid=8ce22f225d71e84815792c7905f00cb0), abgerufen am 12.03.09)

### 2.7.2.2. Die Hautleitfähigkeit - EDA

Die Messung der Hautleitfähigkeit wird üblicherweise an der Handinnenseite durchgeführt. Als Ableitort die nicht dominante Hand zu verwenden, kann von Vorteil sein, da hier mit großer Wahrscheinlichkeit eine dünnere Hornhautschicht aufzufinden ist. Die Elektroden werden – wie durch die schwarz gekennzeichneten Punkte in Abbildung 13 zu erkennen ist – an den beiden mittleren Gliedern des Zeige- und Mittelfingers befestigt (Schandry, 1996).

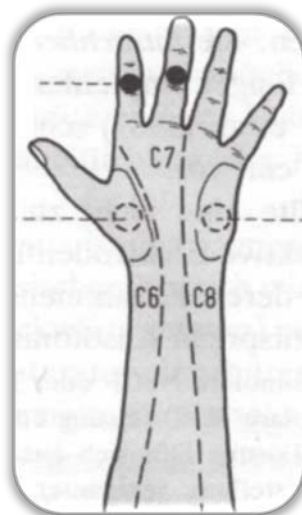


Abbildung 13: Ableitorte für die Hautleitfähigkeitsmessung (Schandry, 1996)

### 2.7.2.3. Die Hauttemperatur

Die Messung erfolgt mit Thermistoren, temperaturabhängigen elektrischen Widerständen, die am Handrücken der nicht dominanten Hand mit Leukosilk<sup>®</sup> befestigt werden (Schandry, 1996).

### 2.7.2.4. Die elektrische Muskelaktivität – EMG

Als Ableitorte erweisen sich Muskeln im Kopfbereich und des Nackens als besonders günstig. Um möglichst große Potentialunterschiede zwischen den beiden Elektroden zu erhalten, sollte eine Elektrode am Muskelbauch und die andere am Muskelende befestigt werden. Wie in der Abbildung 14 dargestellt, liegt der Ausgangspunkt für die erste Elektrode am zweiten Halswirbel. Man geht horizontal etwa 3 cm nach außen zur nicht dominanten Seite und setzt die Elektrode fest. Für die zweite Elektrode bewegt man sich wieder vom zweiten Halswirbel aus, 4.5 cm nach unten, markiert diesen Punkt und geht von dort 2 cm nach außen zur nicht dominanten Seite (Schandry, 1996).

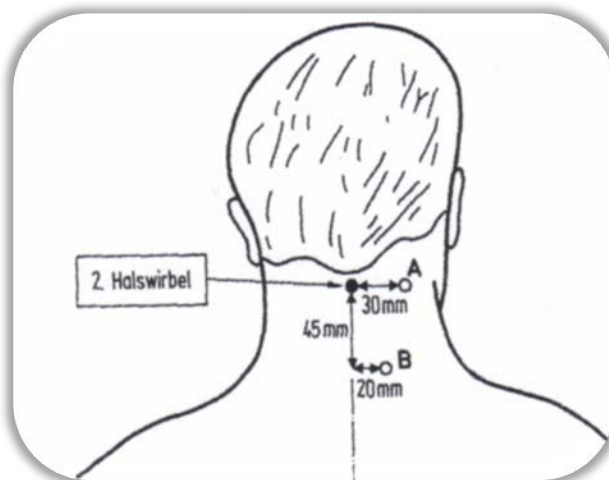


Abbildung 14: Standardposition der Elektroden am Nacken (Schandry, 1996)

### 2.7.2.5. Die Atemfrequenz

Je nach Sitz der Atmung (Brust/Bauch) wird das Respirationsband zwischen Schwertfortsatz des Brustbeins und des Bauchnabels angelegt.

### 2.7.2.6. *Der Lidschlag – EOG*

Die Elektroden werden am Auge der nicht dominanten Seite, eine oberhalb, die zweite parallel dazu unterhalb des Auges befestigt. Die genaue Abbildung der Platzierung der Elektroden erfolgt in Abbildung 15.

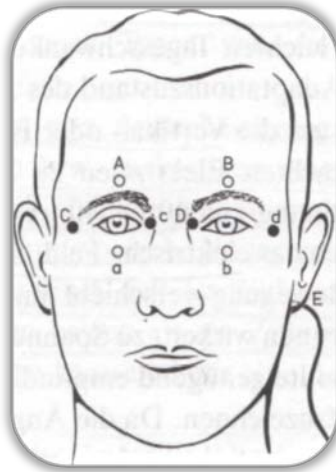


Abbildung 15: Platzierung der EOG-Elektroden an den Stellen Bb bzw. Aa (Schandry, 1996)

### 2.7.2.7. *Die Herzfrequenz - EKG*

Das Anlegen der Elektroden erfolgt - wie der Abbildung 16 zu entnehmen ist, nach der seitlichen Ableitung. Die Elektroden werden dabei auf die untersten Rippenbogen gesetzt.

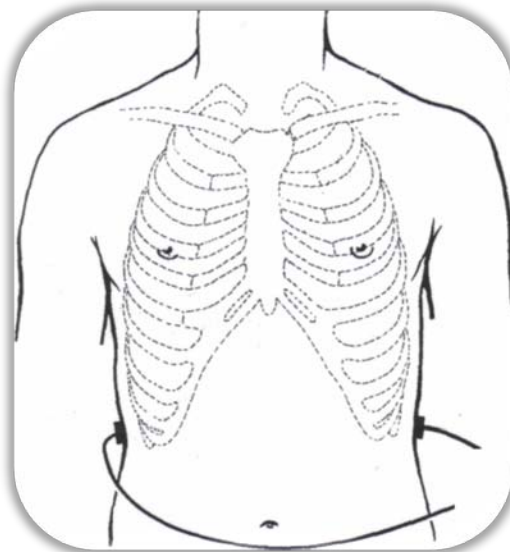


Abbildung 16: Seitliche Ableitung der Elektroden (Schandry, 1996)



## 2.8. DATENAUSWERTUNG

---

### 2.8.1. Speichelcortisol

#### 2.8.1.1. Prinzip des Assays

Für die quantitative Auswertung des Speichelcortisols wird basierend auf der ELISA Technik eine kolorimetrische Methode auf Basis eines Enzym-Immunoassays durchgeführt.

Die 96 Nöpfchen der Mikrotiterplatte sind mit einem Anti-Cortisol-Antikörper vorbeschichtet (feste Phase). Das Cortisol der Speichelprobe (= flüssige Phase) konkurriert mit dem zugesetzten Cortisol-HRP-Konjugat (enzymmarkiertes Antigen) um die Bindungsstellen am Antikörper. Nach der Inkubation zeichnet sich durch Waschen der flüssigen Phase eine Teilung in eine gebundene bzw. eine freie Phase ab. Der durch das enzymmarkierte Antigen entstandene Immunkomplex visualisiert sich nach Hinzufügen des TMB-Substrates durch ein blaues Reaktionsprodukt. Die Farbintensität des Produktes ist umgekehrt proportional zu der Menge an Cortisol in der Probe. Mit der Zugabe von Schwefelsäure wird die Reaktion gestoppt, wodurch eine gelbe Farbe entsteht (siehe Abbildung 17). Danach wird die Absorption bei 450 nm mit Hilfe des Messgerätes Platerader Victor<sup>®</sup> gemessen (Firma NovaTec Immundiagnostica GmbH, 63128 Dietzenbach, Deutschland).

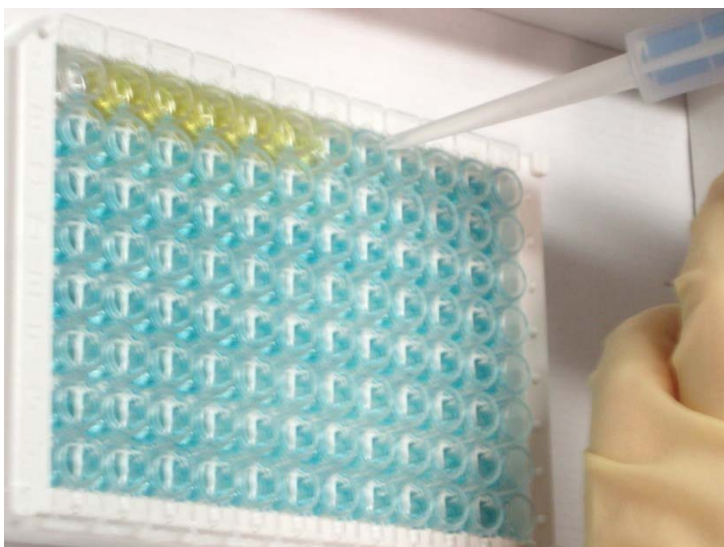


Abbildung 17: Durch Hinzufügen der Stopplösung zur Reaktionslösung entsteht eine gelbe Lösung (eigenes Bild)

### 2.8.1.2. Durchführung des Assays

Der genaue Ablauf des Speichelcortisol-Immunoassays wird in der Abbildung 19 graphisch dargestellt. Den ersten Schritt des Assays stellt die Zugabe von 25 µl der Standardlösungen 0, 2, 3, 4 und 5 – in die hellblau markierten Felder der Mikrotiterplatte 1A bis 11A – mittels der Multipette® pro 4985 dar. Die gleiche Menge der sechs Probelösungen jedes Probanden – beschriftet mit aufsteigenden Nummern des Probanden (z.B. 01), Sitzung 1,2 oder 3, sowie Anfang (a) oder Ende der Sitzung (c) – werden nach aufsteigenden Nummern den folgenden Feldern zugesetzt. Aus Gründen der Datensicherheit wurden Doppelbestimmungen durchgeführt. Die genaue Reihenfolge der Zugabe der Proben ist der Abbildung 18 zu entnehmen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	-	St 0	St 2	St 2	St 3	St 3	St 4	St 4	St 5	St 5	08 1a	08 1a
B	01 1a	01 1a	01 1c	01 1c	01 2a	01 2a	01 2c	01 2c	01 3a	01 3a	01 3c	01 3c
C	02 1a	02 1a	02 1c	02 1c	02 2a	02 2a	02 2c	02 2c	02 3a	02 3a	02 3c	02 3c
D	03 1a	03 1a	03 1c	03 1c	03 2a	03 2a	03 2c	03 2c	03 3a	03 3a	03 3c	03 3c
E	04 1a	04 1a	04 1c	04 1c	04 2a	04 2a	04 2c	04 2c	04 3a	04 3a	04 3c	04 3c
F	05 1a	05 1a	05 1c	05 1c	05 2a	05 2a	05 2c	05 2c	05 3a	05 3a	05 3c	05 3c
G	06 1a	06 1a	06 1c	06 1c	06 2a	06 2a	06 2c	06 2c	06 3a	06 3a	06 3c	06 3c
H	07 1a	07 1a	07 1c	07 1c	07 2a	07 2a	07 2c	07 2c	07 3a	07 3a	07 3c	07 3c

Abbildung 18: Plan zum Auftragen der Standardlösungen und der Probelösungen

Danach werden 200 µl Inkubations-Puffer zugesetzt. Die Platte wird mit einer Folie versiegelt und es folgt eine einstündige Inkubation bei 37°C im Brutschrank Memmert. Anschließend werden die Felder der Mikrotiterplatte zweimal mit je 300 µl destilliertem Wasser gewaschen. Nach Zusatz von 100 µl TMB-Substrat wird die Platte exakt 15 Minuten lang im Dunkeln bei Raumtemperatur inkubiert.

Die Zugabe von 100 µl der Stopplösung führt zum Abbruch der Reaktion und stellt somit den letzten Schritt beim Immunoassay dar.

Anschließend wird die Absorption mittels des Messgerätes Platerader Victor® bei 450nm gemessen.

*Folgende Materialien wurden eingesetzt:*

- ✓ Cortisol Standards: Standard 0: 0 ng/ml, Standard 2: 1 ng/ml, Standard 3: 5 ng/ml, Standard 4: 10 ng/ml, Standard 5: 20 ng/ml
- ✓ Inkubations-Puffer: Phosphatpuffer (50 mM, pH 7.4)
- ✓ Cortisol-HRP-Konjugat: meerrettichperoxidase markiertes Cortisol
- ✓ Destilliertes Wasser
- ✓ TMB-Substrat-Lösung: 3,3',5,5' - Tetramethylbenzidin (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-TMB 0.25 g/l)
- ✓ Stopp-Lösung: Schwefelsäure 0.15 mol/l

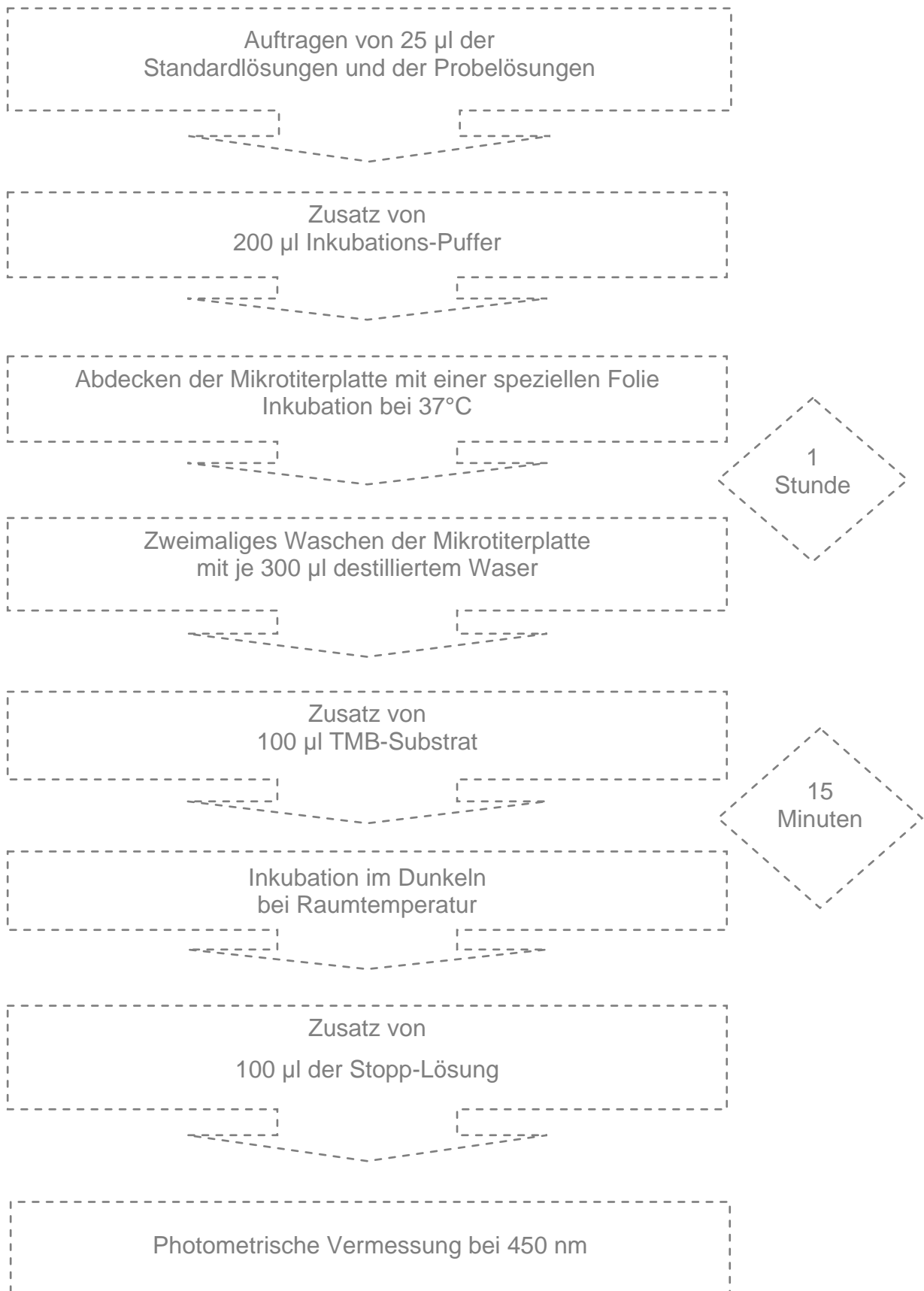


Abbildung 19: Durchführung des Cortisol-Immunoassays

### 2.8.2. Physiologische Parameter

Die Auszählung der Atem- und Lidschlagfrequenz erfolgte manuell. Pro Bildbewertungsdurchgang wurden je vier Mittelwerte über Fünf-Minutenabschnitte errechnet und danach ein Mittelwert über die gesamte Dauer der Messung für jeden der beiden Durchgänge pro Sitzung gebildet. Die Auswertung der anderen Vitalparameter erfolgte mit der Funktion der ACQ-Knowledge<sup>®</sup>-Software, womit ebenfalls Mittelwerte über dieselben Zeitabschnitte gezogen wurden.

### 2.8.3. Hedonik und Bekanntheit der Öle

Die Auswertung der Fragebögen über Hedonik und Bekanntheit von Sandelholzöl und Geraniumöl erfolgte durch Ausmessung der zehn Zentimeter langen horizontalen Linie. Der Mittelpunkt dieser Linie wurde als neutrale Bewertung mit 0 angesetzt und bei einer negativen Bewertung bzw. bei einem unbekanntem Öl wurde die Zahl mit einem negativen Vorzeichen versehen. Je bekannter und je angenehmer die Öle bewertet wurden, desto höher war der positive Zahlenwert.

## 2.9. STATISTISCHE ANALYSE

---

### 2.9.1. Speichelcortisol

Zur Auswertung der Speichelcortisolwerte wurde das Programm SigmaPlot<sup>®</sup> 2000 herangezogen. Damit wurde eine Standardkurve mit den Standardwerten eines jeden Assays interpoliert. Als Regressionsmodell wurde das *vier-parametrische logistische Modell (four-parameter logistic model)* genutzt, das aus den Koeffizienten der Regressionsgerade die Messergebnisse von *counts per seconds (cps)* in  $\text{nmol}^{-1}$  umrechnet. Danach erfolgte für jedes Duplikat die Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes und der Standardabweichung. Anschließend kam das Programm SPSS 16.0 zum Einsatz. Es berechnete die Differenz der Werte des Speichelcortisols am Ende der Sitzung und der Werte am Anfang der Sitzung bei jeder Versuchsperson. Schließlich wurden für die Differenzen der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung errechnet.

Da es sich bei den Daten um Mittelwerte handelt, wurden zur statistischen Auswertung t-Tests mit gepaarten Stichproben verwendet. Bei dieser Art von Test können zwei Messungen miteinander verglichen werden. Außerdem wurde eine ANOVA durchgeführt, eine zwei-faktorielle, univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung. Ein wichtiger Grund dafür, statt mehrerer Zwei-Gruppen-Untersuchungen mit Hilfe von t-Tests auch die ANOVA zu verwenden, besteht darin, dass die ANOVA das effizientere Verfahren ist und aus wenigen Beobachtungen mehr Informationen gewonnen werden können.

Bei der Datenbeurteilung wird die statistische Signifikanz (p-Niveau) als geschätztes Maß dafür eingesetzt, inwieweit ein gefundenes Ergebnis „wahr“ (im Sinne von der Grundgesamtheit) ist. Je höher der p-Wert ist, desto weniger kann man annehmen, dass die Beziehung zwischen den Variablen in der Stichprobe ein zuverlässiger Indikator für den Zusammenhang der entsprechenden Variablen in der Grundgesamtheit ist. Von einem Trend wird gesprochen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 5% und 10% liegt, d.h. wenn  $0.05 \leq p \leq 0.1$  ist. Ein p-Niveau von  $p \leq 0.05$  (oder  $1/20$ ) wird als signifikant bezeichnet und besagt, dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines „scheinbaren“ oder „falschen“ Zusammenhangs in einer Stichprobe 5 % beträgt. Falls eine Irrtumswahrscheinlichkeit über 10% ( $p > 0.1$ ) errechnet wird, sollte man die Alternativhypothese zugunsten der Nullhypothese verwerfen (Bortz, 2005).

Die Programme SigmaPlot<sup>®</sup> 2000 und Microsoft<sup>®</sup> Excel 2007 wurden für die graphischen Darstellungen der Ergebnisse herangezogen.

### *2.9.2. Physiologische Parameter*

Mithilfe des Programmes SPSS 16.0 konnten die folgenden Berechnungen durchgeführt werden: Die ermittelten Blutdruckwerte am Anfang der Sitzung wurden von denen am Ende der Sitzung subtrahiert. Bei den gemessenen physiologischen Parametern wurden die Differenzen zwischen den ersten fünf Minuten des ersten Durchganges und den letzten fünf Minuten des zweiten Durchganges einer Sitzung berechnet. Positive Differenzwerte konnten mit einem Anstieg, die negativen mit einem Abfall des jeweiligen Zahlenwertes bewertet werden.

Anschließend wurde die Auswertung mittels einer zwei-faktoriellen, univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung, ANOVA, durchgeführt. Außerdem kamen Analysen mit gepaarten t-Tests zum Einsatz.

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse wurden die Programme Systat und Microsoft® Excel 2007 herangezogen.

### *2.9.3. Hedonik und Bekanntheit der Öle*

Die Daten des Fragebogens zur Bewertung der Hedonik und Bekanntheit der Öle wurden ebenfalls mit dem Programm SPSS 16.0 bearbeitet, dabei wurden Mittelwerte gebildet. Mittels ANOVA kam es zur Errechnung der Standardfehler und p-Werte. Abschließend erfolgt die graphische Darstellung mit den Programmen Systat und Microsoft® Excel 2007.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1. DATENANALYSE MIT ANOVA

##### 3.1.1. Speichelcortisol

Die bei der statistischen Analyse mittels ANOVA ermittelten Werte für Cortisol sind in der Tabelle 3 dargestellt. Der p-Wert von Cortisol liegt mit 0.290 über dem für die Datenbeurteilung zu Grunde liegendem 5 % Signifikanzniveau.

<b>Cortisol</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-2.019	1.283	} 0.290
<i>Geraniumöl</i>	-2.319	0.957	
<i>Luft</i>	-4.021	0.952	

Tabelle 3: Cortisol: Mittelwerte der Differenzen (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte

##### 3.1.2. Speichelcortisol mit Geschlechterdifferenzierung

Wenn man zusätzlich den Faktor des Geschlechtes miteinbezieht, zeigt sich bei  $p=0.847$  ebenfalls kein signifikantes Ergebnis. Differenzen, p-Wert und Standardfehler des Cortisols bei Männer und Frauen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

<b>Cortisol</b>	<i>Frauen</i>			<i>Männer</i>	
	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-1.506	1.773	} 0.847	-2.605	1.896
<i>Geraniumöl</i>	-2.246	1.325		-2.403	1.416
<i>Luft</i>	-4.170	1.318		-3.850	1.409

Tabelle 4: Cortisol mit Geschlechterdifferenzierung: Mittelwerte der Differenzen (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte



### 3.1.3. Physiologische Parameter

Mittels ANOVA können keine signifikanten Ergebnisse und auch keine Trends bei den drei Duftkonditionen in Bezug auf die Vitalparameter – diastolischer Blutdruck ( $p=0.976$ ), systolischer Blutdruck ( $p=0.395$ ), die elektrodermale Aktivität ( $p=0.528$ ), die Hauttemperatur ( $p=0.727$ ), den Lidschlag ( $p=0.494$ ), die Aktivität der Nackenmuskulatur ( $p=0.324$ ), die Herzfrequenz ( $p=0.834$ ) und die Atmung ( $p=0.813$ ) – festgestellt werden. Die Ergebnisse werden in der Tabelle 5 abgebildet.

<b>Diastolischer Blutdruck</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-3.140	1.074	} 0.976
<i>Geraniumöl</i>	-3.120	0.829	
<i>Luft</i>	-2.920	0.960	
<b>Systolischer Blutdruck</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-5.400	1.339	} 0.395
<i>Geraniumöl</i>	-3.760	1.487	
<i>Luft</i>	-6.380	1.340	
<b>EDA</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	0.032	0.086	} 0.528
<i>Geraniumöl</i>	0.054	0.090	
<i>Luft</i>	0.135	0.090	

<b>Hauttemperatur</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	0.841	0.924	} 0.727
<i>Geraniumöl</i>	1.356	0.490	
<i>Luft</i>	0.907	0.147	
<b>Lidschlag</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	2.450	1.127	} 0.494
<i>Geraniumöl</i>	1.434	0.947	
<i>Luft</i>	1.109	0.770	
<b>EMG</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-1.023	0.918	} 0.324
<i>Geraniumöl</i>	-0.679	0.722	
<i>Luft</i>	1.464	1.905	
<b>Herzfrequenz</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	1.376	0.548	} 0.834
<i>Geraniumöl</i>	1.089	0.667	
<i>Luft</i>	0.792	1.181	
<b>Atmung</b>	<i>Differenz</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Sandelholzöl</i>	-1.035	0.661	} 0.813
<i>Geraniumöl</i>	-1.440	0.403	
<i>Luft</i>	-0.999	0.470	

Tabelle 5: Physiologische Parameter: Mittelwerte der Differenzen (Durchgang 2 - Durchgang 1), Standardfehler und p-Werte

### 3.1.4. Ölbewertung

#### 3.1.4.1. Hedonik der Öle

Bei der Bewertung der Hedonik der Öle stellt der p-Wert von 0.082 (siehe Tabelle 6) einen schwachen Trend dar, da die Probanden, wie in Abbildung 20 zu erkennen ist, das Geraniumöl angenehmer als das Sandelholzöl finden.

<b>Hedonik</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>Standardfehler</b>	<b>p-Werte</b>
<i>Sandelholzöl</i>	0.421	0.306	} 0.082
<i>Geraniumöl</i>	1.138	0.297	

Tabelle 6: Bewertung der Hedonik der beiden ätherischen Öle: Mittelwerte, Standardfehler und p-Wert

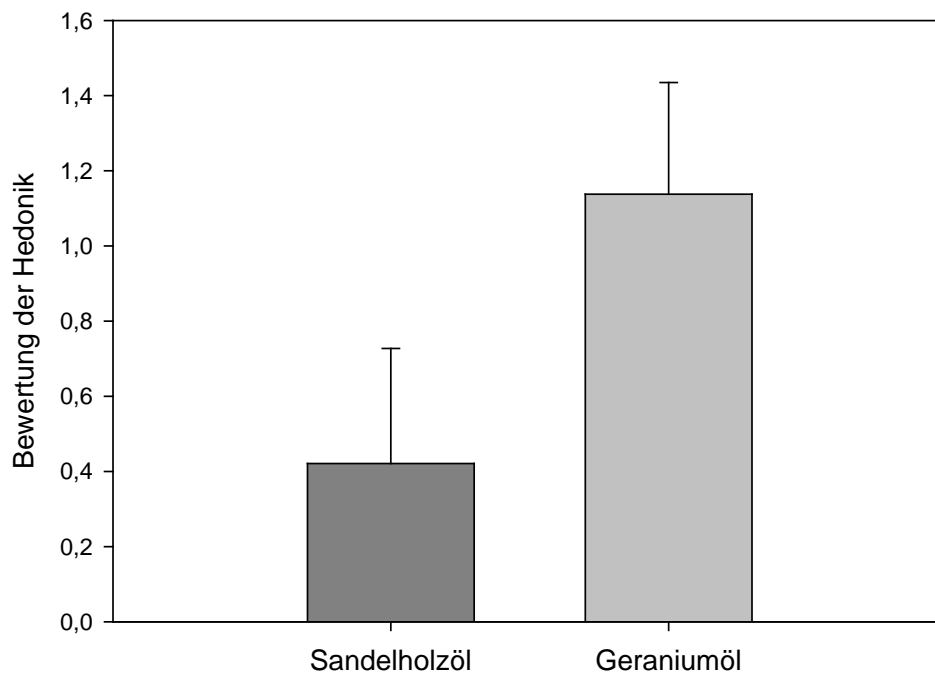


Abbildung 20: Bewertung der Hedonik der beiden ätherischen Öle

### 3.1.4.2. Bekanntheit der Öle

Hinsichtlich der Bekanntheit kann ein signifikanter Unterschied ( $p=0.000$ ) bei der Bewertung der beiden ätherischen Öle festgestellt werden. Wie in Abbildung 21 zu erkennen ist, war den Probanden das Geraniumöl deutlich bekannter als das Sandelholzöl.

<b>Bekanntheit</b>	<i>Mittelwerte</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Werte</i>
<i>Sandelholzöl</i>	0.290	0.420	} 0.000
<i>Geraniumöl</i>	2.199	0.373	

Tabelle 7: Bewertung der Bekanntheit der beiden ätherischen Öle: Mittelwerte, Standardfehler und p-Wert

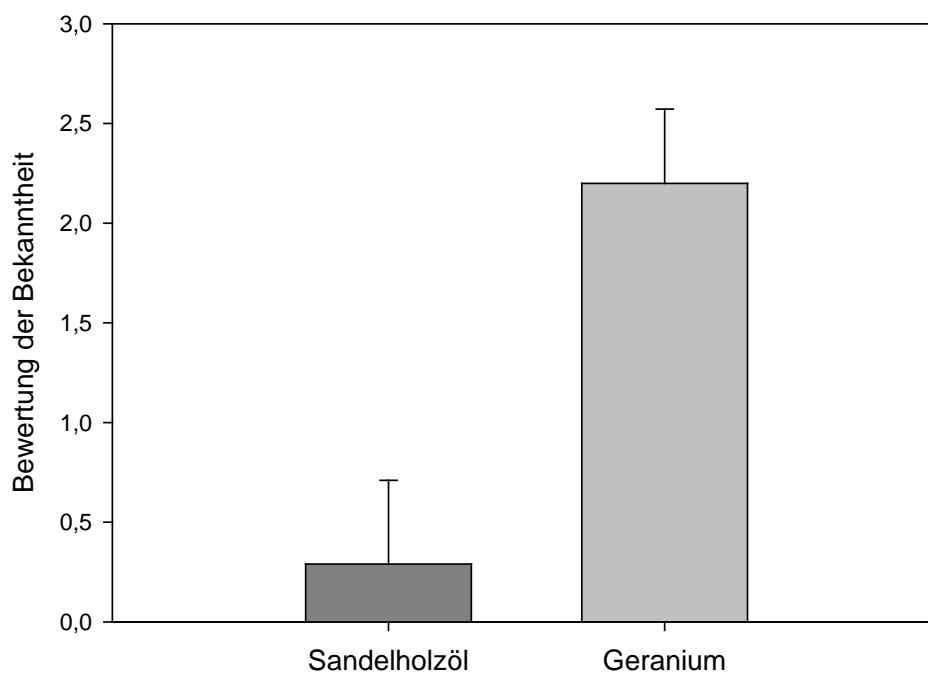


Abbildung 21: Bewertung der Bekanntheit der beiden ätherischen Öle

## 3.2. STATISTISCHE AUSWERTUNG MIT t-TESTS

### 3.2.1. Speichelcortisol

Bei der statistischen Auswertung mit t-Tests kann festgestellt werden, dass bei der Anwesenheit von Sandelholzöl der Cortisolspiegel am Ende der Sitzung im Vergleich zum Anfang der Sitzung nicht signifikant ( $p=0.123$ ) gesunken ist. Unter dem Einfluss von Geraniumöl ( $p=0.019$ ) und Luft ( $p=0.000$ ) kann ein signifikanter Abfall des Cortisolspiegels festgestellt werden. Die in Tabelle 8 dargestellten Daten, werden in der Abbildung 22 graphisch dargestellt.

Cortisol	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standard- fehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	14.742	12.723	-2.019	1.283	0.123
Geraniumöl	13.966	11.646	-2.319	0.957	0.019
Luft	15.016	10.995	-4.021	0.952	0.000

Tabelle 8: Cortisol: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte.

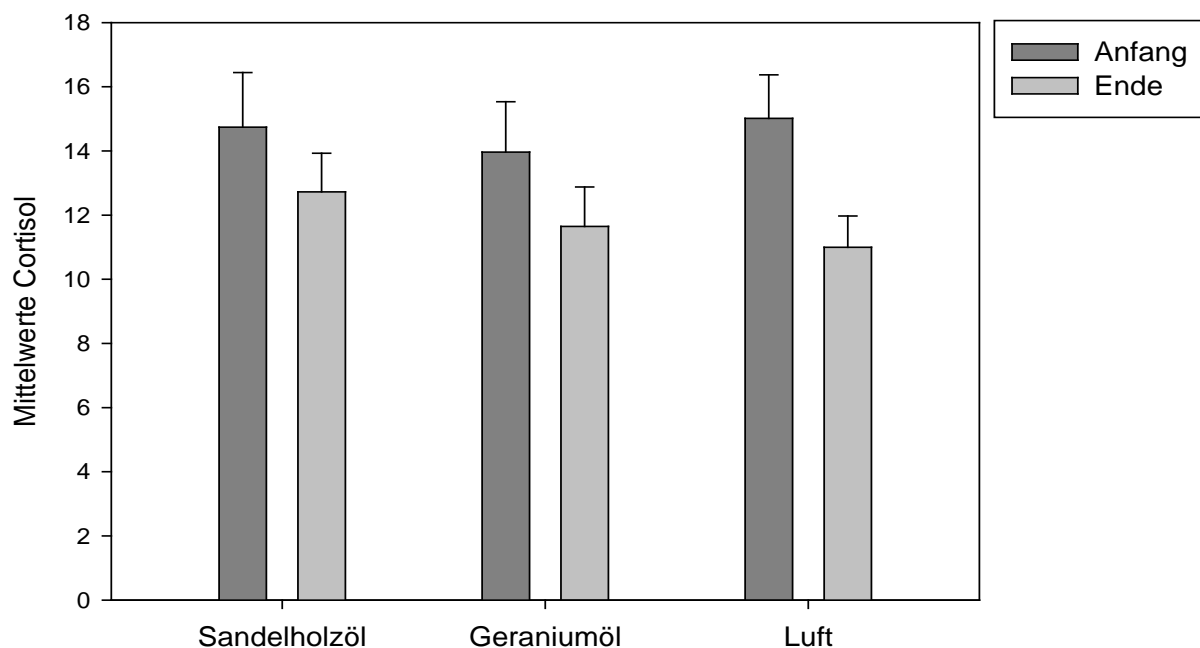


Abbildung 22: Cortisol: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler

### 3.2.2. Speichelcortisol bei den Frauen

Wie in Abbildung 23 zu erkennen ist, kann man Unterschiede der Cortisoldifferenzen innerhalb der Sitzungen bei den weiblichen Probanden feststellen. Bei Anwesenheit von reiner Raumluft ist der Cortisolspiegel am Ende der Sitzung im Vergleich zum Anfang signifikant ( $p=0.000$ ) abgefallen. Cortisolspiegel bei Geraniumöl ist immerhin noch trendmäßig gesunken. Unter Einfluss von Sandelholzöl hingegen ist der Abfall der Cortisolwerte nicht signifikant.

Cortisol	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standard- fehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	15.156	13.650	-1.506	1.642	0.368
Geraniumöl	14.420	12.174	-2.246	1.188	0.071
Luft	14.344	10.174	-4.170	0.837	0.000

Tabelle 9: Cortisol bei den Frauen: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Ende - Anfang), Standardfehler, p-Werte

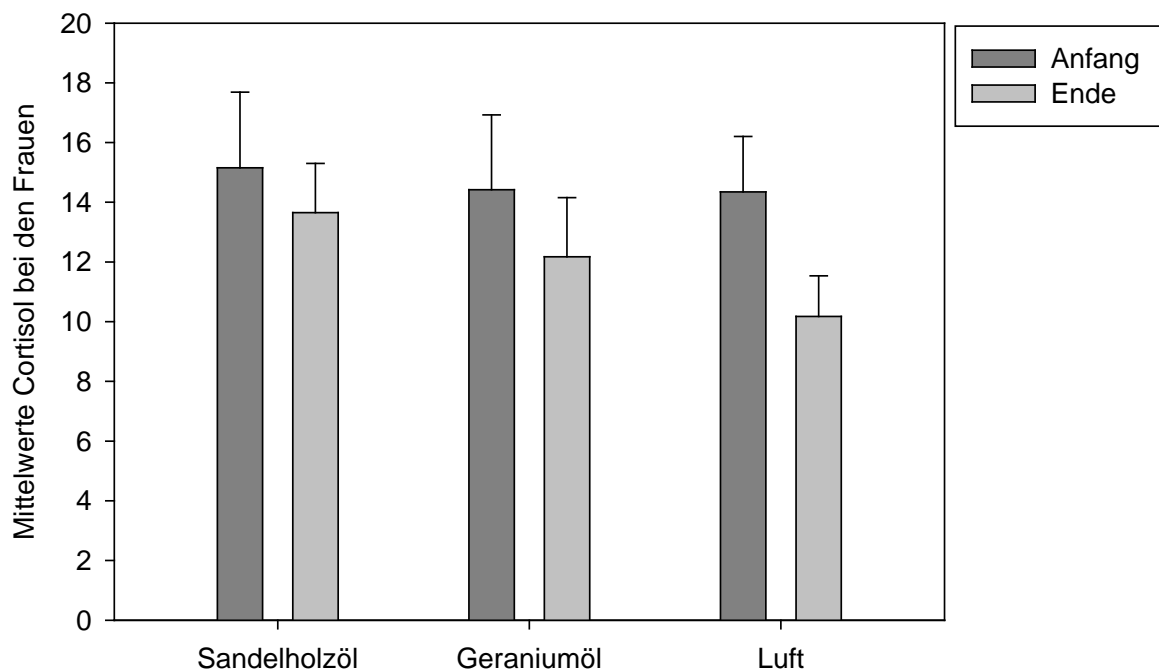


Abbildung 23: Cortisol bei den Frauen: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler

### 3.2.3. Speichelcortisol bei den Männern

Wenn man die Abbildung 24 betrachtet, ist zu erkennen, dass bei den Männern signifikante Ergebnisse festgestellt werden können. Die Differenzen (Ende – Anfang) der Cortisolwerte der Männer bei Luft sind signifikant ( $p=0.048$ ) gesunken. Bei Geraniumöl ( $p=0.141$ ) und Sandelholzöl ( $p=0.217$ ) kommt es zu einem nicht signifikanten Absinken des Cortisolspiegels.

Cortisol	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standard- fehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	14.268	11.663	-2.605	2.046	0.217
Geraniumöl	13.447	11.043	-2.403	1.567	0.141
Luft	15.784	11.933	-3.850	1.830	0.048

Tabelle 10: Cortisol bei den Männern: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte ( Ende - Anfang), Standardfehler, p-Werte

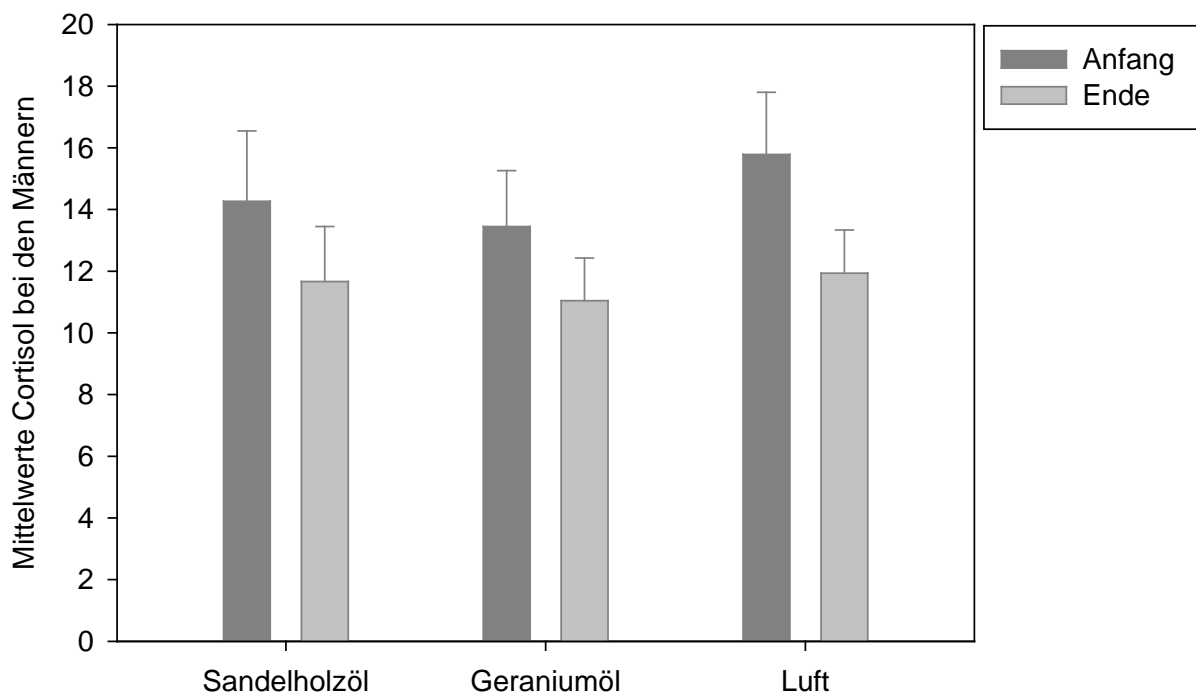


Abbildung 24: Cortisol bei den Männern: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler

### 3.2.4. Physiologische Parameter

Mittels t-Test können bei den physiologischen Parametern diastolischer und systolischer Blutdruck - wie in Tabelle 11 zu sehen ist - ähnliche p-Werte festgestellt werden. Somit sind hinsichtlich des Blutdrucks keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Ölen und Luft zu erkennen, unter allen drei Bedingungen sinkt der Blutdruck gleich signifikant ab.

Ebenso kann bei den Parametern Hautleitfähigkeit, elektrischer Muskelaktivität und Herzfrequenz keine Signifikanz bezüglich der sitzunginternen Unterschiede in den p-Werten bei den zwei Ölen und geruchloser Raumluft herausgefunden werden.

<b>Diastolischer Blutdruck</b>	<i>Mittelwerte</i>		<i>Differenzen der Mittelwerte</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Werte</i>
	<i>Anfang</i>	<i>Ende</i>			
Sandelholzöl	75.040	71.900	-3.140	1.074	0.005
Geraniumöl	75.080	71.960	-3.120	5.861	0.000
Luft	74.940	72.020	-2.920	6.788	0.004
<b>Systolischer Blutdruck</b>	<i>Mittelwerte</i>		<i>Differenzen der Mittelwerte</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Werte</i>
	<i>Anfang</i>	<i>Ende</i>			
Sandelholzöl	118.280	112.880	-5.400	1.339	0.000
Geraniumöl	117.300	113.540	-3.760	0.829	0.015
Luft	117.920	111.540	-6.380	0.960	0.000
<b>EDA</b>	<i>Mittelwerte</i>		<i>Differenzen der Mittelwerte</i>	<i>Standardfehler</i>	<i>p-Werte</i>
	<i>Anfang</i>	<i>Ende</i>			
Sandelholzöl	11.861	11.893	0.032	0.085	0.710
Geraniumöl	12.231	12.285	0.054	0.090	0.552
Luft	11.757	11.892	0.135	0.090	0.137



<b>EMG</b>	<i>Mittelwerte</i>		<i>Differenzen der Mittelwerte</i>	<i>Standard- fehler</i>	<i>p-Werte</i>
	<i>Anfang</i>	<i>Ende</i>			
Sandelholzöl	12.607	11.584	-1.023	0.918	0.271
Geraniumöl	8.003	7.324	-0.679	0.772	0.352
Luft	7.883	9.348	1.464	1.905	0.446
<b>Herzfrequenz</b>	<i>Mittelwerte</i>		<i>Differenzen der Mittelwerte</i>	<i>Standard- fehler</i>	<i>p-Werte</i>
	<i>Anfang</i>	<i>Ende</i>			
Sandelholzöl	76.186	77.562	-3.800	0.858	0.000
Geraniumöl	75.502	76.592	-4.940	1.269	0.000
Luft	74.065	74.856	-2.900	0.861	0.001

Tabelle 11: Physiologische Parameter: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte

### 3.2.4.1. Die Hauttemperatur

Wie in Abbildung 25 abgebildet, kann bei Anwesenheit von Geraniumöl und Luft ein signifikanter Anstieg der Differenzen (Durchgang 2 - Durchgang 1) bezüglich der Hauttemperatur festgestellt werden. Im Gegensatz dazu ist unter dem Einfluss von Sandelholzöl keine signifikante Erhöhung der Temperatur der Haut bemerkbar.

Hauttemperatur	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standard- fehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	29.879	30.720	0.841	0.924	0.367
Geraniumöl	29.330	30.686	1.356	0.490	0.008
Luft	30.173	31.080	0.907	0.148	0.000

Tabelle 12: Hauttemperatur: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte

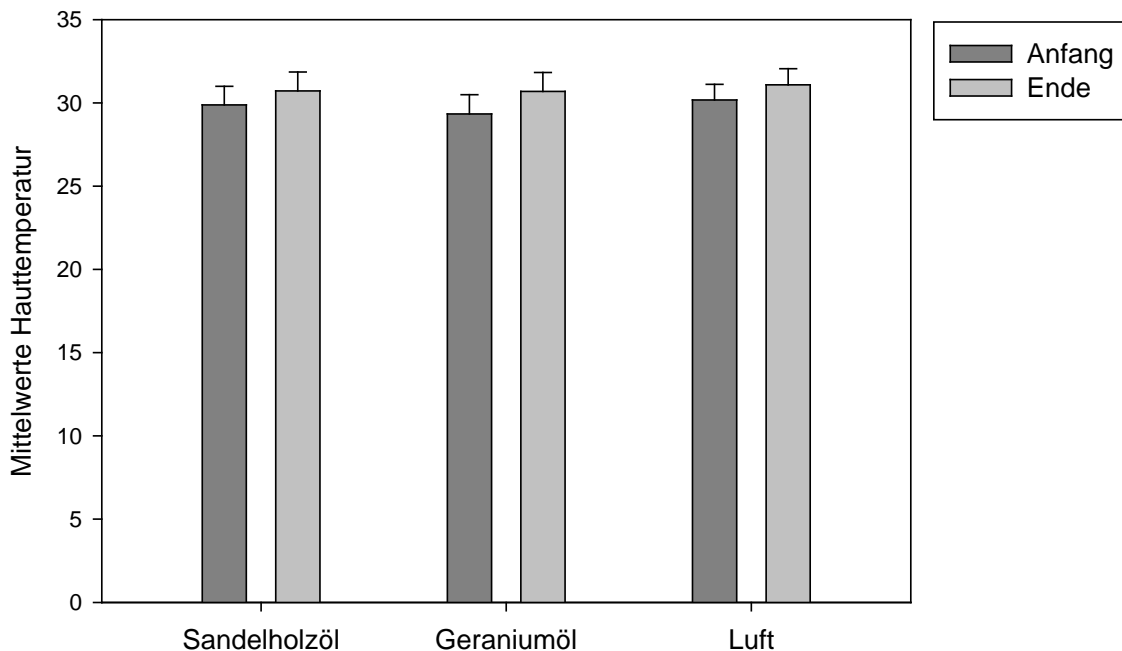


Abbildung 25: Hauttemperatur: Mittelwerte (2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler

### 3.2.4.2. Der Lidschlag

Die Abbildung 26 zeigt anschaulich, dass hinsichtlich der Lidschläge bei Sandelholzöl, Geraniumöl und Luft Unterschiede erkennbar sind. War Sandelholzöl im Raum, ist die Anzahl der Lidschläge am Ende des zweiten Durchgangs verglichen mit denen am Beginn des ersten Durchgangs signifikant gestiegen ( $p=0.034$ ). Bei der Anwesenheit von Geraniumöl und Luft kommt es am Ende des zweiten Durchgangs zu einem nicht signifikanten Anstieg der Anzahl der Lidschläge. Die Daten können der Tabelle 13 entnommen werden.

Lidschlag	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standardfehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	15.512	17.962	2.450	1.127	0.034
Geraniumöl	15.540	16.974	1.434	0.947	0.137
Luft	16.136	17.245	1.109	0.770	0.156

Tabelle 13: Lidschlag: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte

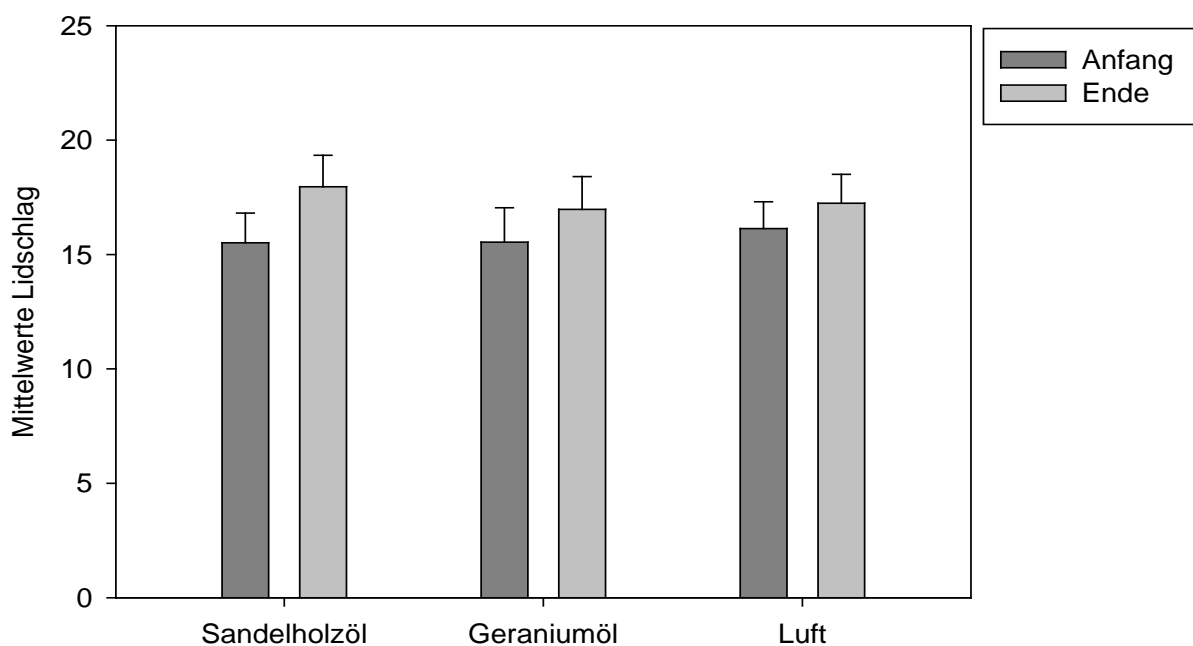


Abbildung 26: Lidschlag: Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler

### 3.2.4.3. Die Atemfrequenz

War Sandelholzöl im Raum versprüht, kommt es zu keinem signifikanten Sinken der Atemfrequenz (Vergleich Durchgang zwei Ende - Durchgang eins Anfang). Bei Geraniumöl oder bei Raumluft kommt es zu einem signifikanten Abfall der Atemfrequenz. Die Daten sind der Tabelle 14 zu entnehmen.

Atemfrequenz	Mittelwerte		Differenzen der Mittelwerte	Standard- fehler	p-Werte
	Anfang	Ende			
Sandelholzöl	16.224	15.189	-1.035	0.661	0.124
Geraniumöl	16.764	15.324	-1.440	0.403	0.001
Luft	16.440	15.441	-0.999	0.470	0.039

Tabelle 14: Atemfrequenz: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte

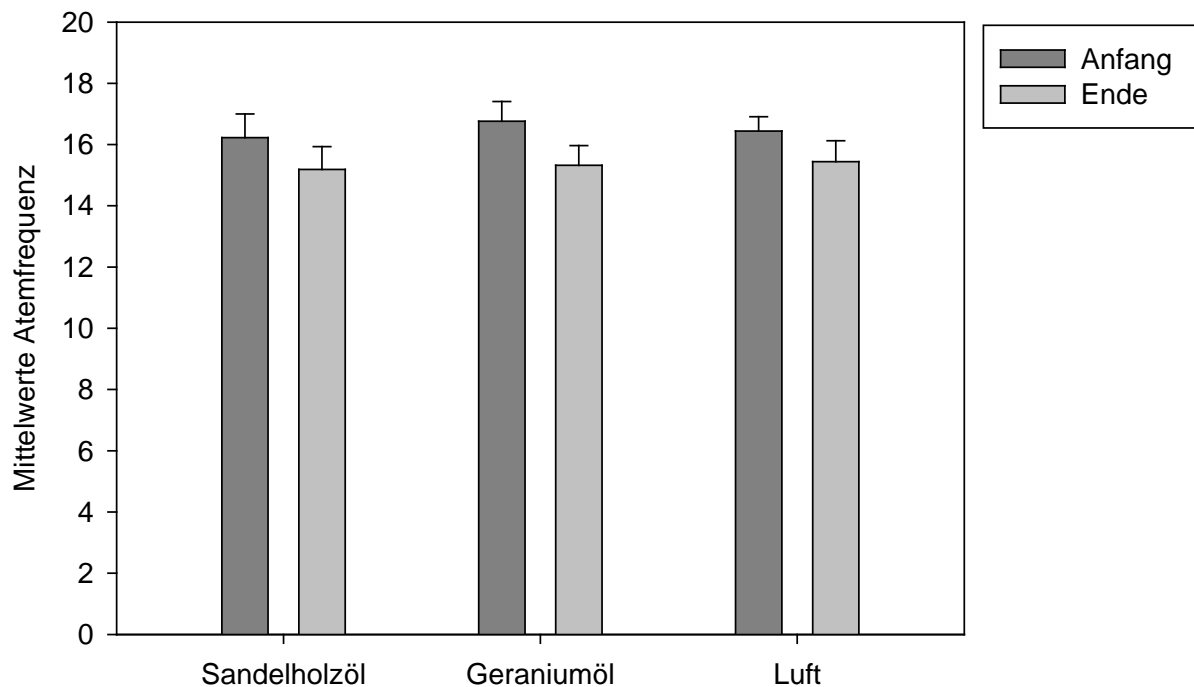


Abbildung 27: Atemfrequenz: Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler

## **4. DISKUSSION**

---

---

Für diese Arbeit wurde eine Studie durchgeführt, die die Auswirkungen von Neukaledonischem Sandelholzöl auf physiologische Parameter und auf Speichelcortisol aufzeigt. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die mögliche aphrodisierende Wirkung von Sandelholzöl gelegt. Man verwendete Geraniumöl als Referenzsubstanz gemeinsam mit Luft, da es sich in der Studie von Demattè et al. ebenfalls bei einer Attraktivitätsstudie bewährt hat (Demattè et al., 2007). Die Probanden – 25 Männer und 25 Frauen – wussten nichts von den im Raum versprühten Düften, um die Erwartungshaltung im Zusammenhang mit olfaktorischer Stimulation zu vermeiden (Heuberger, 2007). Erst nach dem letzten Termin wurden die Teilnehmer über die Anwesenheit der Duftstoffe in Kenntnis gesetzt und hinsichtlich der Hedonik und Bekanntheit der Öle befragt. Zwischen den drei Terminen mussten mindestens zwei Tage liegen, um eine Beeinflussung des vorherigen Untersuchungstages auf den nächsten zu vermeiden.

Bei der statistischen Auswertung der Fragebögen der Hedonik der beiden ätherischen Öle mittels ANOVA wird ein schwacher Trend festgestellt. Die Probanden finden das Geraniumöl angenehmer als das Sandelholzöl. Bensafi et al. fanden in ihrer Studie heraus, dass es zu keinen Veränderungen der Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von der subjektiv empfundenen Hedonik von 12 Duftstoffen aus dem Lebensmittelbereich gibt (Bensafi et al., 2002). Dies konnte in dieser Studie bestätigt werden, da bei den beiden als angenehm bewerteten Düften Sandelholzöl und Geraniumöl keine signifikante Änderung der Hautleitfähigkeit aufgezeigt werden kann. Bei der Bewertung der Bekanntheit der zwei Öle kommt es zu einem signifikanten Ergebnis. Geraniumöl wird im Vergleich zu Sandelholzöl als deutlich bekannter beurteilt. Die weitere Auswertung mittels ANOVA ergibt bei den Parametern des peripheren Nervensystems und des Speichelcortisols keine signifikanten Ergebnisse.

Nachdem die Daten mittels gepaarten t-Tests untersucht wurden, konnten einige Unterschiede beobachtet werden. Während bei den Parametern systolischer und diastolischer Blutdruck, Hautleitfähigkeit, Herzfrequenz und Aktivität der

Nackenmuskulatur ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse festgestellt werden können, war bei der Hauttemperatur, der Anzahl der Lidschläge und bei der Atemfrequenz eine Signifikanz bemerkbar. Unter dem Einfluss von Geraniumöl und Luft kann bezüglich der Hauttemperatur ein signifikanter Anstieg festgestellt werden. Im Gegensatz dazu, ist bei der Anwesenheit von Sandelholzöl keine signifikante Erhöhung der Temperatur der Haut bemerkbar. Hinsichtlich der Anzahl der Lidschläge sind Unterschiede in den drei Bedingungen erkennbar. Es kommt bei Sandelholzöl zu einem signifikanten Anstieg der Lidschlaganzahl. War Geraniumöl oder Luft im Raum, kann keine signifikante Erhöhung der Anzahl der Lidschläge aufgezeigt werden. Im Bezug auf die Atmung ist unter dem Einfluss von Sandelholzöl kein signifikantes Absinken der Atemfrequenz festgestellt worden. Bei der Anwesenheit von Geraniumöl oder Luft kommt es zu einem signifikanten Abfall der Atemfrequenz.

Einige Ergebnisse können auch in der Studie von Heuberger et al. beobachtet werden. Mittels einer Atemmaske inhalierten die Probanden entweder Sandelholzöl,  $\alpha$ -Santalol oder ein geruchloses Placebo, während die physiologischen Parameter – Sauerstoffsättigung, Atemfrequenz, Lidschlag, Herzfrequenz, Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit, elektrische Muskelaktivität und Blutdruck – aufgezeichnet wurden. Außerdem kam es zur Erhebung der selbsteingeschätzten Befindlichkeit (Wachsamkeit, Aufmerksamkeit, Ruhe, Laune, Entspannung und Kraft). Hinsichtlich der Anzahl der Lidschläge ähneln die Ergebnisse dieser Studie jenen, die in dieser Arbeit aufgezeigt werden. So ist ein ansteigender Trend bezüglich der Anzahl der Lidschläge bei den Probanden, die Sandelholzöl inhalierten, im Vergleich zur Kontrollgruppe, festgestellt worden. Ebenso konnten beim Blutdruck und bei der elektrischen Muskelaktivität keine signifikanten Resultate beobachtet werden. Im Gegensatz dazu, konnten bei der Atemfrequenz, der Hauttemperatur und der Hautleitfähigkeit die Ergebnisse nicht bestätigt werden. Es wurde ein signifikanter Anstieg der Atemfrequenz, ein Trend im Sinken der Hauttemperatur bzw. ein signifikanter Anstieg der Hautleitfähigkeit bei Sandelholzöl verglichen mit der Kontrollgruppe aufgezeigt (Heuberger et al., 2006).

Der Cortisolspiegel nimmt, wie es der zircadiane Rhythmus (siehe Kapitel 1.3.1) erwarten lässt, nach einem Tagesmaximum zwischen 8 und 9 Uhr im Verlauf des

Tages ab (Mutschler, 2008). Diese Tendenz konnte bei der Auswertung mittels t-Test bestätigt werden, da bei Anwesenheit von Raumluft und Geraniumöl der Cortisolspiegel signifikant abfällt. Im Gegensatz dazu, wird unter dem Einfluss von Sandelholzöl kein signifikantes Sinken beobachtet, was mit einem anregenden Effekt gleichgesetzt werden kann. Bei den Frauen kann man erkennen, dass es ebenfalls bei Luft und Geraniumöl zu einem signifikanten Abfall kommt und der Cortisolspiegel bei der Anwesenheit von Sandelholzöl nicht signifikant gesunken ist. Wenn man die männlichen Probanden alleine betrachtet, fällt auf, dass nur bei Luft ein signifikanter Abfall aufzuzeigen ist. Unter dem Einfluss von Sandelholzöl und Geraniumöl kann kein signifikantes Sinken des Cortisolspiegels festgestellt werden.

Im Gegensatz dazu wurden in einem Experiment in Bezug auf Düfte und Cortisol von Fukui et al. ganz andere Ergebnisse präsentiert. Es kamen in dieser Studie die Düfte Moschus, Rose und Blume, sowie Luft zum Einsatz. Eine Speichelprobe wurde vor, die zweite nach der 40-minütigen Duftstimulierung gezogen. Im Unterschied zu der in der Arbeit beschriebenen Studie, war den Probanden die Exposition mit an Düften gesättigter Luft bewusst, da die Darreichung 10 cm vor der Nase stattfand. Signifikante Ergebnisse konnten festgestellt werden: Der Cortisolspiegel sank unter dem Einfluss von allen drei Düften bei beiden Geschlechtern signifikant. Ebenso konnte ein Unterschied bei Männern und Frauen hinsichtlich der Cortisolwerte aufgezeigt werden. Frauen reagierten mit einem signifikanterem Absinken des Cortisolspiegels als Männer (Fukui et al., 2007).

In der Studie von Wyart et al. hingegen blieb der Cortisolspiegel nach der Exposition von 4,16-Androstadien-3-on (AND) im Vergleich zu einer Vergleichssubstanz erhöht. Die Probanden nahmen 20 Atemzüge AND bzw. der Kontrollsubstanz mit ähnlichen Geruchseigenschaften. Danach wurden den Testpersonen verschiedene Videoclips gezeigt, physiologische Parameter aufgezeichnet und die Gewinnung des Speichelcortisols erfolgte fünfmal. Nach dem Riechen des potentiellen Pheromon AND sank der Cortisolspiegel nicht ab, während er bei der Anwesenheit der Kontrollsubstanz sank (Wyart et al., 2007). Diese Tendenz lässt auf eine mögliche sexuelle Erregung schließen.

Durch das nicht signifikante Sinken des Cortisolspiegels bei der Anwesenheit von Sandelholzöl kann ein erregender - möglicherweise sexuell - Effekt des Öles aufgezeigt werden.

Die mögliche aphrodisierende Wirkung des Sandelholzöles ist auf die darin enthaltene Substanz  $\beta$ -Santalol zurückzuführen. Durch die spezielle Faltung der  $\beta$ -Santalol-Seitenkette ähnelt die Struktur dem Steroidhormon Androstenol (Brunke & Klein, 1981, 1982). Gower und Ruparella zeigten in ihrer Studie auf, dass durch das menschliche Pheromon Androstenol die Stimmungslage von Frauen beeinflusst und ihr sexuelles Verlangen stimuliert wird (Gower & Ruparella, 1993). Androstenol kann jedoch nur von 50 % beider Geschlechter wahrgenommen werden. Die meisten, die den Sandelholzton nicht bemerkten, zeigten den gleichen Neurodefekt bei Sandelholzöl (Ohloff, 2004). Dadurch dass die Studienteilnehmer möglicherweise den Geruch überhaupt nicht wahrnehmen konnten, lässt sich eine Erklärung für die signifikanten Ergebnisse hinsichtlich der Hedonik und Bekanntheit von Geraniumöl finden. Außerdem kann das mögliche geruchliche Unvermögen der Teilnehmer gegenüber Sandelholzöl auch ein Grund für die nicht signifikanten Ergebnisse hinsichtlich der physiologischen Parameter und des Speichelcortisols sein. Bisher wurden die Anwendungen von Sandelholzöl in angenehmer, entspannter Atmosphäre durchgeführt. Die Möglichkeit besteht, dass die Probanden in dem von uns zur Verfügung gestellten Raum nicht die nötige Ruhe und Entspannung fanden. Es ist weiters in Betracht zu ziehen, dass die angebrachten Elektroden zur Aufzeichnung der physiologischen Parameter zu einer Einschränkung der Bewegung und folglich zu einem Unruhezustand führten. Sicherlich wurde auch durch die dreifache Abnahme von Speichelproben eine zusätzliche Stresssituation hervorgerufen. Bei der Auswertung dieser Proben wurde festgestellt, dass die Differenzen zwischen der ersten und der dritten Speichelprobe sehr gering ausfielen. Aus diesem Grund wurde die mittlere (zweite) Probe nicht analysiert. Es ist anzunehmen, dass es bei den Probanden zu einer geringeren Stresssituation gekommen wäre, wenn man statt drei, nur zwei Speichelproben gezogen hätte. Ferner wäre eine entspanntere Umgebung und angenehmere Art der Durchführung für zukünftige Studien in Erwägung zu ziehen.

Abschließend ist zu sagen, dass bei der Auswertung mittels ANOVA hinsichtlich der Hedonik und der Bekanntheit signifikante Ergebnisse erzielt werden konnten. Bei den physiologischen Parametern und bei Speichelcortisol können hingegen keine signifikanten Resultate festgestellt werden. Die nähere Betrachtung mit t-Tests lässt



einige interessante Ergebnisse erkennen, die möglicherweise bei einem größeren Probandenkollektiv auch mittels einer Auswertung mit ANOVA signifikant ausgefallen wären.

## 5. VERZEICHNISSE

---

---

### 5.1. LITERATURVERZEICHNIS

---

---

**Aktories K., Förstermann U., Hofmann F. & Starke K. (2005):** *Allgemeine und Spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. München: Urban & Fischer.

**Bauer K., Garbe D., & Surburg H. (1990):** *Common Fragrance and Flavor Materials*. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH.

**Benencia F. & Courrèges M. C. (1999):** Antiviral activity of sandalwood oil against Herpes simplex viruses-1 and -2. *Phytomedicine*: **6** (2): 119-123.

**Bensafi M., Rouby C., Farget V., Bertrand B., Vigouroux M. & Holley A. (2002):** Psychophysiological correlates of affects in human olfaction. *Journal of Clinical Neurophysiology*, **32**: 326-332.

**Bensafi M., Brown W. M., Tsutsui T., Mainland J. D., Johnson B. N., Bremner E. A. & Young N. (2003):** Sex-Steroid Derived Compounds Induce Sex-Specific Effects on Autonomic Nervous System Functions in Humans. *Behavioural Neuroscience*, **117** (6): 1125-1134.

**Berliner D. L., Monti-Bloch L., Jennings-White C. & Diaz-Sanchez V. (1996):** The functionality of the human vomeronasal organ (VNO): evidence for steroid receptors. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*: **58**: 259–265.

**Birbaumer N. & Schmidt R. F. (2006):** *Biologische Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

**Bortz J. (2005):** *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

**Braun N. A., Meier M. & Hammerschmidt F. J. (2005):** New Caledonian Sandalwood Oil - a Substitute for East Indian Sandalwood Oil. *Journal of Essential Oil Research*, **17**: 477-480.

**Brunke E. J. & Klein E. (1981):**. In Mookherjee BD, Mussinan CJ (eds) *Essential Oils*. Allured Publishing, Wheaton: pp 83–103.

- Brunke E. J. & Klein E. (1982):** The Chemistry of Sandalwood Fragrance. In Theimer E. T. *Fragrance Chemistry. The Science of Smell* Academic Press New York: pp 397-431.
- Buchbauer G. (2003):** Aromatherapeutika. *Österreichische Apothekerzeitung*; **17**: 664-669.
- Dennis J. C., Smith T. D., Bhatnagar K. P., Bonar C. J., Burrows A. M. & Morrison E. E. (2004):** Expression of neuron-specific markers by the vomeronasal neuroepithelium in six species of primates. *Anatomic Record*, **281**:1190-1200.
- Demattè M. L., Österbauer R. & Spence C. (2007):** Olfactory Cues Modulate Facial Attractiveness. *Chemical Senses*, **32**: 603-610.
- Dwivedi C. & Abu-Ghazakh A. (1997):** Chemoprotective effects of sandalwood oil on skin papillomas in mice. *European Journal of Cancer Prevention*, **6**: 399-401.
- Eisenbrand G. & Schreier P. (2006):** *RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Fahrenberg J., Walschburger P., Foerster F., Myrtek M. & Müller W. (1979):** *Psychophysiologische Aktivierungsforschung*. München: Minerva Publikation.
- Frohne D. & Classen B. (2006):** *Heilpflanzen Lexikon - Ein Leitfaden auf wissenschaftlicher Grundlage*. Stuttgart: Deutscher Apothekerverlag.
- Fukui H., Komaki R., Okui M., Toyoshima K. & Kuda K. (2007):** The effects of odor on cortisol and testosterone in healthy adults. *Neuroendocrinology Letters*, **28** (4): 433-437.
- Gauer O. H. (1972):** *Physiologie des Menschen, Somatische Sensibilität, Geruch und Geschmack, Sinnesphysiologie 1*. München, Berlin, Wien: Urban & Schwarzenberg.
- Goldstein, E. B. (2008):** *Wahrnehmungspsychologie - Der Grundkurs*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Gower D. B. & Ruparelia B. A. (1993):** Olfaction in humans with special reference to odorous 16-androstenes: their occurrence, perception and possible social, psychological and sexual impact. *Journal of Endocrinology*, **137** (2):167-87

**Grosser B. I., Monti-Bloch L., Jennings-White C. & Berliner D. L. (1998):** Behavioral and electrophysiological effects of androstadienone, a human pheromone. *Psychoneuroendocrinology*, **25** (3): 289-299.

**Gruenwald J., Brendler T. & Jaenicke C. (1998):** *Physician's Desk Reference (PDR) for Herbal Medicines*. Montvale: Medicinal Economics Group Company Thomson Healthcare.

**Hiller K. & Melzig M. (2006):** *Lexikon der Arzneipflanzen und Drogen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

**Heuberger E., Hongratanaworakit T. & Buchbauer G. (2006):** East Indian Sandalwood and alpha-santalol odor increase physiological and self-rated arousal in humans. *Planta medica*, **72** (9): 792-800.

**Heuberger E. (2007):** Die Effizienz von Riechstoffen im Kontext von Aktivierung beim Menschen – Untersuchungen physiologischer, emotionaler und kognitiver Parameter. In Steflitsch W. & Steflitsch M., *Aromatherapie: Wissenschaft – Klinik – Praxis*: 31-35, Wien, New York: Springer Verlag.

**Hosoi J., Inoue K., Tanida M., Tsychiya T., Tsukui I., Fukui H., Horii I. & Miura Y. (2002):** Inhibition of stress-induced plasma and salivary cortisol increase by odorant inhalation. *Autonomic Nervous System*, **39** (3): 260-264.

**Höferl M., Krist S. & Buchbauer G. (2006):** Chirality Influences the Effects of Linalool on Physiological Parameters of Stress. *Planta Medica*, **72**: 1188-1192.

**Husain A., Virmani O. P., Sharma A., Kumar A. & Misra L. N. (1988):** *Major Essential Oil-Bearing Plants of India*. Lucknow, India: Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants.

<http://www.iucnredlist.org>, abgerufen am 27.03.2009

<http://www.venta-duft.de>, abgerufen am 12.03.2009

<http://www.rkes.dot.at>, abgerufen am 12.03.2009

**James A. & Duke P. D. (1985):** *CRC Handbook of Medicinal Herbs*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

**Jirovetz L., Buchbauer, G., Denkova Z., Stoyanova A., Murgov I., Gearon V., Birkbeck S., Schmidt E. & Geissler M. (2006):** Comparative study on the

antimicrobial activities of different sandalwood essential oils of various origin. *Flavour and Fragrance Journal*, **21** (3): 465-468.

**Keverne E. B. (2004):** Importance of olfactory and vomeronasal system for male sexual function. *Physiology & Behavior*, **83**: 177-187.

**Kirschbaum C. (1991):** *Cortisolmessung im Speichel - eine Methode der biologischen Psychologie*. Bern: Huber.

**Kleine B. & Rossmanith W. G. (2007):** *Hormone und Hormonsystem*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

**Knecht M., Witt M., Abolmaali N., Hüttenbrink K. B. & Hummel T. (2003):** *Nervenarzt*: Springer Verlag.

**Kuhlmann D. & Straub H. (1986):** *Einführung in die Endokrinologie - Die chemische Signalsprache des Körpers*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

**Lis-Balchin M. (2002):** *Geranium und Pelargonium*. London: Taylor & Francis.

**Löffler G. & Petrides P. (2007):** *Biochemie und Pathobiochemie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

**Madaus G. (1938):** *Lehrbuch der Biologischen Heilmittel*. Leipzig: Georg Thieme Verlag.

**McNair D. L. M., Heuchert P. & Droppelman L. (2003):** Austrian German version of the POMS (Brief Form), P. O. B. Multi-Health Systems Inc., North Tonawanda, New York: 14120-0950.

**Moran, D. T., Jafek, B. W. & Rowley, J. C. (1991):** The vomeronasal (Jacobson's) organ in man: ultrastructure and frequency of occurrence. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **39**: 545 - 552.

**Mundy N. (2006):** Genetic basis of olfactory communication in primates. *American Journal of Primatology*. **68** (6): 559-67.

**Mutschler E. (2008):** *Mutschler Arzneimittelwirkungen - Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie*. Stuttgart: Wissenschaftliche VerlagsGesmbH.

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

- Ochi T., Shibata H., Higuti T., Kodama K., Kusumi T. & Takaishi Y. (2005):** Anti-Helicobacter pylori Compounds from Santalum album. *Journal of Natural Products*, **68** (6): 819-824.
- Ohloff G. (1990):** *Riechstoffe und Geruchssinn*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Ohloff G. (2004):** *Düfte, Signale der Gefühlswelt*, Zürich: Verlag Helvetica Chimica Acta
- Pinel J. P. & Pauli P. (.2007):** *Biopsychologie*. München: Pearson Education Deutschland GmbH.
- Rätsch C. (2007):** *Räucherstoffe*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlags GmbH.
- Rätsch C. & Müller-Ebeling C. (2003):** *Lexikon der Liebesmittel - Pflanzliche, mineralische, tierische und synthetische Aphrodisiaka*. Aarau, Schweiz: AT Verlag.
- Ritchie S. A., Williams C. R. & Montgomery B. L. (2006):** Field evaluation of New Mountain Sandalwood Mosquito Sticks and New Mountain Sandalwood Botanical Repellent against mosquitos in North Queensland, Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **22** (1): 158-160.
- Roth L. & Kormann K. (1997):** *Duftpflanzen, Pflanzendüfte: ätherische Öle und Riechstoffe*. Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft.
- Sanderson C. & Paliwal K. K. (2004):** Identity Verification using Speech and Face Information. *Digital Signal Processing*, **14** (5): 449-480.
- Schandry R. (1996):** *Lehrbuch der Physiologie - Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schandry R. (2006):** *Biologische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Sobel N., Prabhakaran V., Demond J. E., Glover G. H., Goode R. L., Sullivan E. V. & Gabrieli J. D. (1998):** Sniffing and smelling: seperate subsystem in the human olfactory cortex. *Nature*, **392** (6673): 282-6.
- Stachowiak K. (2001):** *Aromatherapie*. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Steglich W., Fugmann B. & Lang-Fugmann S. (1997):** *Römp Lexikon Naturstoffe*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

**Stix W. (2003):** *Im Reich der Düfte, Ätherische Öle und ihre Wirkung.* St. Pölten, Wien, Linz: NP Buchverlag.

**Sugano H. (1989):** Effects of odors on mental function. *Chemical Senses*, **14**: 303.

**van Wyk B. E., Wink C. & Wink M. (2004):** *Handbuch der Arzneipflanzen.* Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.

**Wang Z., Nudelman A. & Storm D. R. (2007):** Are Pheromones Detected Through the Main Olfactory Epithelium? *Molecular Neurobiology*. **35**: 317-323.

**Witt M. & Hummel T. (2006):** Vomeronasal versus olfactory epithelium: is there a cellular basis for human vomeronasal perception? *International Review of Cell & Molecular Biology*. **248**: 209-259.

**Witt M., Georgiewa B., Knecht B. & Hummel T. (2002):** On the chemosensory nature of the vomeronasal epithelium in adult humans. *Histochemistry and Cell Biology*, **117**: 493-509.

**Wyart C., Webster W. W., Chen J. H., Wilson S. R., McClary A., Khan R. M. & Sobel N. (2007):** Smelling a Single Component of Male Sweat Alters Level of Cortisol in Women. *The Journal of Neuroscience*, **27** (6): 1261-1265.

**Wysocki C. J. & Preti G. (2004):** Facts, Fallacies, Fears, and Frustrations With Human Pheromones. *The anatomical record Part A*, **281 A**: 1201-1211.

„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.“

## 5.2. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

<b>Abbildung 1:</b> A Abschnitt aus dem Riechepithel. B schematische Darstellung der Riechbahn (Mutschler et al., 2007) .....	3
<b>Abbildung 2:</b> Gefäße durch das VNO A: einer erwachsenen Wiesenwühlmaus B: eines erwachsenen Menschen (Wyosocki & Preti, 2004) .....	8
<b>Abbildung 3:</b> Strukturformel von $\beta$ -Santalol .....	13
<b>Abbildung 4:</b> Strukturformel von Citronellol und Geraniol (Grafik erstellt mit MDL ISIS™ DRAW 2.5).....	17
<b>Abbildung 5:</b> Strukturformel von Cortisol (Mutschler, 2008).....	19
<b>Abbildung 6:</b> Histologischer Schnitt durch eine menschliche Nebenniere (Mutschler, 2008).....	19
<b>Abbildung 7:</b> Stoffwechselwirkungen von Cortisol und Regulation der Cortisol-Ausschüttung (Mutschler, 2008).....	20
<b>Abbildung 8:</b> Abhängigkeit der Cortisol-Plasmaspiegel von der Tageszeit (zirkadianer Rhythmus) (Mutschler, 2008) .....	21
<b>Abbildung 9:</b> Absoluter Cortisolspiegel: AND = 4,16-Androstadien-3-on, CONT = Kontrollsubstanz mit ähnlichem Geruch, aber nicht anwesend in Schweiß (Wyart et al., 2007).....	23
<b>Abbildung 10:</b> Venta® Raumbedufter ( <a href="http://www.venta-duft.de/index.html">http://www.venta-duft.de/index.html</a> & <a href="http://www.venta-duft.de/html/funktionsweise.html">http://www.venta-duft.de/html/funktionsweise.html</a> abgerufen am 12.03.2009)	31
<b>Abbildung 11:</b> Zeitlicher Ablauf des Versuches .....	34
<b>Abbildung 12:</b> Blutdruckmessgeräte Tensoval® comfort (Quelle: <a href="http://rkes.dot.at/WS/popup_image.php?plD=73966&amp;osCsid=8ce22f225d71e84815792c7905f00cb0">http://rkes.dot.at/WS/popup_image.php?plD=73966&amp;osCsid=8ce22f225d71e84815792c7905f00cb0</a> , abgerufen am 12.03.09).....	37
<b>Abbildung 13:</b> Ableitorte für die Hautleitfähigkeitsmessung (Schandry, 1996).....	37
<b>Abbildung 14:</b> Standardposition der Elektroden am Nacken (Schandry, 1996) .....	38
<b>Abbildung 15:</b> Platzierung der EOG-Elektroden an den Stellen Bb oder Aa (Schandry, 1996).....	39



<b>Abbildung 16:</b> Seitliche Ableitung der Elektroden (Schandry, 1996).....	39
<b>Abbildung 17:</b> Mikrotiterplatte (eigenes Bild) .....	40
<b>Abbildung 18:</b> Plan zum Auftragen der Standardlösungen und der Probelösungen	41
<b>Abbildung 19:</b> Durchführung des Cortisol-Immunoassays .....	43
<b>Abbildung 20:</b> Bewertung der Hedonik der beiden ätherischen Öle .....	50
<b>Abbildung 21:</b> Bewertung der Bekanntheit der beiden ätherischen Öle.....	51
<b>Abbildung 22:</b> Cortisol: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler .....	52
<b>Abbildung 23:</b> Cortisol bei den Frauen: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler.....	53
<b>Abbildung 24:</b> Cortisol bei den Männern: Mittelwerte (Anfang und Ende), Standardfehler.....	54
<b>Abbildung 25:</b> Hauttemperatur: Mittelwerte (2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler.....	57
<b>Abbildung 26:</b> Lidschlag: Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler.....	58
<b>Abbildung 27:</b> Atemfrequenz: Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler .....	59

### 5.3. TABELLENVERZEICHNIS

---

<b>Tabelle 1:</b> Zusammensetzung Sandelholzöl in %, je nach Herkunft (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).....	15
<b>Tabelle 2:</b> Zusammensetzung Geraniumöl in %, je nach Herkunft - ohne Spurenstoffe (Husain et al, 1988).....	17
<b>Tabelle 3:</b> Cortisol: Mittelwerte der Differenzen (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte .....	47
<b>Tabelle 4:</b> Cortisol mit Geschlechterdifferenzierung: Mittelwerte der Differenzen (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte.....	47
<b>Tabelle 5:</b> Physiologische Parameter: Mittelwerte der Differenzen (Durchgang 2 - Durchgang 1), Standardfehler und p-Werte .....	49
<b>Tabelle 6:</b> Bewertung der Hedonik der beiden ätherischen Öle: Mittelwerte, Standardfehler und p-Wert.....	50
<b>Tabelle 7:</b> Bewertung der Bekanntheit der beiden ätherischen Öle: Mittelwerte, Standardfehler und p-Wert.....	51
<b>Tabelle 8:</b> Cortisol: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Ende - Anfang), Standardfehler und p-Werte.....	52
<b>Tabelle 9:</b> Cortisol bei den Frauen: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Ende - Anfang), Standardfehler, p-Werte .....	53
<b>Tabelle 10:</b> Cortisol bei den Männern: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte ( Ende - Anfang), Standardfehler, p-Werte .....	54
<b>Tabelle 11:</b> Physiologische Parameter: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte.....	56
<b>Tabelle 12:</b> Hauttemperatur: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte .....	57
<b>Tabelle 13:</b> Lidschlag: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte .....	58
<b>Tabelle 14:</b> Atemfrequenz: Mittelwerte, Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 2 Ende - Durchgang 1 Anfang), Standardfehler, p-Werte .....	59

## 5.4. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

---

ca.	circa
cAMP	3`5`-cyclo-Adenosin-monophosphat
G-Protein	Guaninnucleotid-bindendes Protein
μS	Mikro-Siemens
mmHg	Millimeter Quecksilber
mM	Millimol
mV	Milli-Volt
min	Minute
sec	Sekunden
V	Volt



## 6.2. FRAGEBOGEN ZUR BEWERTUNG DER ÖLE

---

---

NAME \_\_\_\_\_

DATUM \_\_\_\_\_

GESCHLECHT: Männlich  Weiblich

Kenn-Nr \_\_\_\_\_

Bitte bewerten Sie wie angenehm Ihnen der Duft ist

Sehr  
Unangenehm

\_\_\_\_\_

sehr  
angenehm

Bitte bewerten Sie, wie bekannt Ihnen der Duft ist

Völlig  
Unbekannt

\_\_\_\_\_

sehr  
bekannt

## 6.3. PROBANDENINFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG

### Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

#### Attraktivitätsbewertung – welche Merkmale lassen einen Menschen in unserem Kulturreis als „attraktiv“ erscheinen.

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein an der oben genannten Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen Gespräch.

**Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen durch Sie beendet werden. Allerdings erhalten sie ihr Honorar erst nach Beendigung der 3. Untersuchung!**

Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als TeilnehmerIn an dieser Studie im Klaren sind.

#### 1. Was ist der Zweck der Studie?

Der Zweck dieser Studie, ist es zu ergründen, ob es bestimmte körperliche Merkmale gibt, die Menschen als besonders attraktiv erscheinen lassen und zielt darauf ab herauszufinden, welche Merkmale dies sind und warum gerade diese einen Einfluss auf die Anziehungskraft von Menschen haben.

#### 2. Wie läuft die Studie ab?

An dieser Studie werden insgesamt ungefähr 50 Personen teilnehmen.

Ihre Teilnahme an der Studie ist mit 3 Besuchen verbunden, die jeweils etwa 1 Stunde dauern werden.

Während der Studie werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Erhebung der Stimmungslage mit Hilfe eines Fragebogens
- Messung physiologischer Parameter (Blutdruck, EOG, EMG, ST, EKG, EDA)
- Erfassung der Bewertung von Bildern
- Speichelkortisol-Messung

Sie werden gebeten hierzu zum vereinbarten Termin in das UZAH in der Althanstrasse 14 zu kommen. Die Einhaltung der vereinbarten Besuchstermine einschließlich der Anweisungen des Studienpersonals ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieser Studie.

Ablauf der Sitzungen:

Nach dem Eintreffen am Studienort haben Sie erst einmal fünf Minuten „Verschnaufpause“, in denen Sie gebeten werden sich die Hände zu waschen und die Einverständniserklärung bezüglich der Teilnahme an der Studie zu unterschreiben. Danach werden Sie aufgefordert vor einem Computerbildschirm Platz zu nehmen.

In den folgenden 10 Minuten werden Ihnen dann verschiedene Elektroden zur Messung der Vitalparameter wie Hautleitfähigkeit, Herzschlagfrequenz, Lidschlagfrequenz etc. angelegt. Nach diesen 10 Minuten füllen Sie einen Befindlichkeitsfragebogen aus, außerdem wird ihr Blutdruck gemessen und Sie geben eine erste Speichelprobe ab.

Anschließend folgen ca. 20 Minuten, in denen Sie am Bildschirm Bilder von Menschen nach ihrer Attraktivität auf einer Skala von 1-5 per Tastendruck bewerten.

In einer fünfminütigen Pause werden Sie gebeten eine weitere Speichelprobe abzugeben und sich zu entspannen. Dann folgen nochmals ca. 20 Minuten zur Bilderbewertung am PC.

Am Ende wird nochmals ihr Blutdruck gemessen und Sie werden gebeten eine dritte Speichelprobe abzugeben, sowie erneut einen Befindlichkeitsfragebogen auszufüllen.

Wir weisen darauf hin, dass Sie während der gesamten Studiendauer von etwa einer Stunde aufgrund der angelegten Elektroden auf Ihrem Platz sitzen bleiben müssen.

**3. Gibt es Risiken?**

Es ist mit keinen Beeinträchtigungen zu rechnen. Sollten Sie sich aber unwohl fühlen, können sie die Sitzung jederzeit abbrechen. Aus dieser Studie erwächst keine Gefährdung für ihre Gesundheit

**4. Teilnahmebeschränkungen:**

Sie dürfen nicht an der Studie teilnehmen, wenn sie:

- homosexuell sind
- nicht zwischen 18 und 35 Jahren alt sind
- Rauchen
- Schwanger sind oder keine orale Kontrazeptiva („Pille“) einnehmen
- Nacht- oder Schichtarbeiter sind
- an Asthma, Bluthochdruck, hormonellen oder neurologischen Erkrankungen leiden, die eine Dauermedikation erfordern
- Zahnfleischbluter sind oder Piercings im Mund haben

bei Vorhandensein von Allergien bitten wir Sie um Rücksprache mit den Studienmitarbeitern, ob eine Teilnahme trotzdem möglich ist.

**5. Hat die Teilnahme an der Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Sie verpflichten sich, dass Sie:

- a.) Vor dem Studientag ausreichende Nachtruhe (mindestens 7-8 Stunden Schlaf) einzuhalten und pünktlich zu den Untersuchungen zu kommen.

- b.) Mindestens seit 6 Monaten NichtraucherIn sind und vom Vortag bis zum Ende der Untersuchung keinen Alkohol und keine Energydrinks getrunken haben.
- c.) Am Studientag bis zum Ende der Sitzung keine coffein-hältigen Getränke (Tee, Kaffee, Cola) zu sich nehmen.
- d.) Unmittelbar vor der Untersuchung körperlichen und psychischen Stress (Sport, Zeitnot, Termindruck, Prüfungen) vermeiden, sowie keine sauren Speisen und Getränke vorher zu sich nehmen. Vor dem Versuch dürfen Sie ruhig ausreichend trinken (v.a. an sehr heißen Tagen). Eine halbe Stunde vor Testbeginn dürfen Sie allerdings nichts mehr essen und 10 Minuten vor der Speichelprobenabgabe dürfen Sie nichts trinken.
- e.) Am Tag der Untersuchung keine Parfums oder stark riechende Deos anwenden, und wenn Sie eine weibliche Versuchsperson sind, verwenden Sie bitte auch keinen farbigen Lippenstift.
- f.) Während der Studienperiode den Anweisungen der studierendurchführenden Personen Folge leisten und alle Vorkommnisse bezüglich Ihrer Gesundheit unverzüglich melden, auch wenn kein offensichtlicher Zusammenhang mit der Studie besteht.

#### **6. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie ausscheiden. Dann erhalten Sie allerdings kein Honorar.

Es ist aber auch möglich, dass die Studienleitung entscheidet, Ihre Teilnahme an der Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- a) Sie können den Erfordernissen der Studie nicht entsprechen;
- b) Die Studienleitung hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der Studie nicht in Ihrem Interesse ist;

#### **7. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Prüfer und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

#### **8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten.

Für Ihre Teilnahme an der Studie erhalten Sie eine Vergütung für Ihren Zeitaufwand entsprechend den folgenden Bedingungen: Wenn Sie die 3 Termine vollständig absolvieren, erhalten Sie 40,- Euro in bar nach Beendigung der dritten Sitzung. Wenn Sie vorzeitig aus der Studie ausscheiden, erhalten Sie keine Entschädigung. Für die steuerliche Veranlagung tragen Sie selbst Sorge.

#### **9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen:**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Studie stehen Ihnen die Studienleitung und die Mitarbeiter der Studie gerne zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als TeilnehmerIn an dieser Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.



**10. Einwilligungserklärung**

Name des Patienten in Druckbuchstaben:.....

Geb.Datum: ..... Code:.....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Attraktivitätsbewertung – welche Merkmale lassen einen Menschen in unserem Kulturreis als „attraktiv“ erscheinen“ teilzunehmen.

Ich bin von Herrn/Frau ..... ausführlich und verständlich über den Ablauf der Studie, mögliche Belastungen und Risiken, sich für mich daraus ergebenden Anforderungen und Verpflichtungen sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Patientenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 5 Seiten umfasst, gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Durch meine Unterschrift bestätige ich, dass ich keine Medikamente oder Suchtgifte einnehme oder von Arzneimitteln oder Suchtgiften abhängig bin. Ich wurde darauf hingewiesen, dass ich allen Instruktionen der studierendurchführenden Personen im Interesse meiner eigenen Sicherheit nachkommen soll und dass ein Verschweigen von bestehenden Krankheitszuständen oder vorangegangenen Medikamenteneinnahmen meine eigene Sicherheit gefährden kann.

Ich werde den Anordnungen, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte der zuständigen Behörden beim Studienleiter Einblick in meine personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen.

Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet. Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt bei der Studienleitung.

.....  
(Datum und Unterschrift des Patienten).....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Studienmitarbeiters)

**5. Hat die Teilnahme an der Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Sie verpflichten sich, dass Sie:

- a.) Vor dem Studientag ausreichende Nachtruhe (mindestens 7-8 Stunden Schlaf) einzuhalten und pünktlich zu den Untersuchungen zu kommen.
- b.) Mindestens seit 6 Monaten NichtraucherIn sind und vom Vortag bis zum Ende der Untersuchung keinen Alkohol und keine Energydrinks getrunken haben.
- c.) Unmittelbar vor der Untersuchung körperlichen und psychischen Stress (Sport, Zeitnot, Termindruck, Prüfungen) vermeiden, sowie keine sauren Speisen und Getränke vorher zu sich nehmen. Vor dem Versuch dürfen Sie ruhig ausreichend trinken (v.a. an sehr heißen Tagen). Eine halbe Stunde vor Testbeginn dürfen Sie allerdings nichts mehr essen und 10 Minuten vor der Speichelprobenabgabe dürfen Sie nichts trinken. Nehmen Sie außerdem am Studientag keine coffein-hältigen Getränke (Tee, Kaffee, Energy drinks, Cola..) zu sich.
- d.) Am Tag der Untersuchung keine Parfums oder stark riechende Deos anwenden, und wenn Sie eine weibliche Versuchsperson sind, verwenden Sie bitte auch keinen farbigen Lippenstift.
- e.) Während der Studienperiode den Anweisungen der studierendurchführenden Personen Folge leisten und alle Vorkommnisse bezüglich Ihrer Gesundheit unverzüglich melden, auch wenn kein offensichtlicher Zusammenhang mit der Studie besteht.

**6. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie ausscheiden. Dann erhalten Sie allerdings kein Honorar.

Es ist aber auch möglich, dass die Studienleitung entscheidet, Ihre Teilnahme an der Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- a) Sie können den Erfordernissen der Studie nicht entsprechen;
- b) Die Studienleitung hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der Studie nicht in Ihrem Interesse ist;

**7. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Prüfer und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

**8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten. Für Ihre Teilnahme an der Studie erhalten Sie eine Vergütung für Ihren Zeitaufwand entsprechend den folgenden Bedingungen: Wenn Sie die 3 Termine vollständig absolvieren, erhalten Sie 40,- Euro in bar nach Beendigung der dritten Sitzung. Wenn Sie vorzeitig aus der Studie ausscheiden, erhalten Sie keine Entschädigung. Für die steuerliche Veranlagung tragen Sie selbst Sorge.

**9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen:**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Studie stehen Ihnen die Studienleitung und die Mitarbeiter der Studie gerne zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als TeilnehmerIn an dieser Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

**10. Einwilligungserklärung**

Name des Patienten in Druckbuchstaben:.....

Geb.Datum: ..... Code:.....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Attraktivitätsbewertung – welche Merkmale lassen einen Menschen in unserem Kulturreis als „attraktiv“ erscheinen“ teilzunehmen.

Ich bin von Herrn/Frau ..... ausführlich und verständlich über den Ablauf der Studie, mögliche Belastungen und Risiken, sich für mich daraus ergebenden Anforderungen und Verpflichtungen sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Patientenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 4 Seiten umfasst, gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Durch meine Unterschrift bestätige ich, dass ich keine Medikamente oder Suchtgifte einnehme oder von Arzneimitteln oder Suchtgiften abhängig bin. Ich wurde darauf hingewiesen, dass ich allen Instruktionen der studierendurchführenden Personen im Interesse meiner eigenen Sicherheit nachkommen soll und dass ein Verschweigen von bestehenden Krankheitszuständen oder vorangegangenen Medikamenteneinnahmen meine eigene Sicherheit gefährden kann.

Ich werde den Anordnungen, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere medizinische Betreuung entstehen. Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte der zuständigen Behörden beim Studienleiter Einblick in meine personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen. Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet. Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt bei der Studienleitung.

.....  
(Datum und Unterschrift des Patienten).....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Studienmitarbeiters)

# **CURRICULUM VITAE**

---

## **SANDRA BICHL**

---

### **PERSÖNLICHE DATEN**

*Geburtsdatum:* 11.09.1983  
*Geburtsort:* Zwettl  
*Staatsbürgerschaft:* Österreich



### **AUSBILDUNG**

*1990 - 1994:* Besuch der Volksschule Hirm  
*1994 - 1998:* Besuch des BG / BRG Mattersburg  
*1998 - 2003:* Besuch der Höheren Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe, Theresianum Eisenstadt

### **BERUFLICHE ERFAHRUNG UND WEITERBILDUNG**

*September 2003:* Praktikum in der Apotheke zum Granatapfel der Barmherzigen Brüder, Eisenstadt  
*Juli 2005, 2006, 2007:* Praktikum in Job´s Marienapotheke, Eisenstadt  
*Aug. bis Sept. 2007:* Studienreise zum Thema „Traditionelle Chinesische Medizin“ nach Peking, China  
*Juni bis September 2008:* Durchführung der Studie, die im Rahmen dieser Arbeit behandelt wird