



DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

**„EINFLUSS VON VETIVERÖL AUF DIE SUBJEKTIVE BEFINDLICHKEIT
BEIM MENSCHEN NACH DERMALER APPLIKATION“**

verfasst von / submitted by

JELENA NOVAKOVIC

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magistra der Pharmazie (Mag. pharm.)

Wien, 2017 / Vienna 2017

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

A 449

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

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. i.R. Mag. Dr. Gerhard Buchbauer

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Professor, Herrn Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Buchbauer, für das Ermöglichen der Durchführung meiner Diplomarbeit am Department für Pharmazeutische Chemie, sowie für alles Wissen, dass er seinen Studenten und mir über die Jahre hinweg übermittelt hat, bedanken.

Besonders aber, bedanke ich mich bei Frau Ass.- Prof. Mag. Dr. Iris Stappen für ihre volle und liebe Unterstützung, für die Geduld bei der Erfassung dieser Arbeit sowie für dieses wunderbare Thema.

Für die nette Zusammenarbeit bedanke ich mich bei meiner Kollegin Sejla, meinen Probandinnen und bei der Firma Kurt Kitzing für die zur Verfügung gestellten ätherischen Öle.

Besonderer Dank für ihre moralische und finanzielle Unterstützung gebührt von ganzem Herzen meiner Mutter, die mir ermöglicht hat in Wien zu studieren, immer hinter mir gestanden ist und an mich geglaubt hat. Sie und meine Familie haben mir ermöglicht in einer Umgebung zu wachsen, in welcher Bildung eine der größten Prioritäten für einen Menschen ist.

Danke an Irma, Stjepan, Ivana, Boris und an alle meine Freunde, die für mich da waren wann immer ich sie gebraucht habe.

Abstract

This study investigated the influence of the essential vetiver oil after dermal application on the subjective well-being and physiological parameters such as arterial blood pressure and pulse.

A total of 40 female subjects between 18 and 35 years took part in the study. Within a period of approximately 45 minutes, they were randomly examined in two groups, the subjects of the control group being treated with a pure peanut oil.

On the other hand, the 20 subjects of the verum group were treated with the test oil, i.e. with a 20% mixture of vetiver oil in peanut oil.

Before and after treatment with the respective oil, the vital parameters were measured, i.e. systolic, diastolic blood pressure and pulse, as well as the subjective well-being was determined by means of MDBF tests.

At the end of the examination, the oil was evaluated for the effect and sensation of the oil, as well as its fragrance, i.e. hedonic, intensity and familiarity of the fragrance. The data collected in the study were recorded in an SSPS data sheet and evaluated statistically using ANOVA and t-test.

The evaluation of physiological parameters by means of ANOVA showed no significant results with regard to systolic and diastolic pressure and for the pulse as well.

For the subjective condition, no significant values were found. In the oil evaluation by means of the t-test, only a trend ($p = 0.060$) was found with regard to the intensity of the scent in the verum group. On the other hand, the results for familiarity hedonic, as well as for the effect and sensation of the oil, were not significant.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
1. Allgemeiner Teil	6
1.1 Vetiveröl und seine Anwendung in der Parfümerie und Kosmetik.....	6
1.1.1 Vetiveröl.....	6
1.1.2 Vetiveröl in der Parfümerie und Kosmetik	11
1.2 Parfümduftstoffe	14
1.2.1 Natürliche Duftstoffe.....	14
1.2.2 Synthetische Duftstoffe	17
1.3 Parfüms und Parfümierung kosmetischer Präparate.....	19
1.3.1 Duftstoffkonzentration	19
1.3.2 Duftablauf-Duftnoten	19
1.4 Die Olfaktorische Wahrnehmung.....	21
1.4.1 Biochemie der Geruchsstoffe	21
1.4.2 Geruchsstoffgruppen	22
1.4.3 Das Olfaktorische System	24
1.5 Die Haut und die dermale Applikation.....	26
1.5.1 Funktionen der Haut.....	26
1.5.2 Aufbau der Haut	26
1.5.3 Die dermale Applikation	28
2. Experimenteller Teil.....	29
2.1 Kurzinformation zur Studie	29
2.2 Das verwendete Öl.....	29
2.3 Probandinnen	31
2.4 Untersuchungsraum	32
2.5 Studiengeräte	32
2.6 MDBF.....	33
2.7 Versuchsablauf	35
2.8 Datenerhebung.....	37
2.8.1 Vitalparameter und MDBF.....	37

2.8.2	Öl- und Duftbewertung	37
2.9	Statistische Analyse	38
3.	Ergebnisse und Diskussion.....	39
3.1	Vitalparameter	39
3.2	MDBF.....	40
3.3	Duftbewertung	41
4.	Zusammenfassung.....	43
5.	Verzeichnisse	44
5.1	Literaturverzeichnis	44
5.2	Abbildungsverzeichniss.....	47
5.3	Tabellenverzeichnis	48
6.	Anhang	49
6.1	Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie ...	49
6.2	Befindlichkeitsfragebogen.....	54
6.3	Fragebogen zur Duft- und Ölbewertung.....	56

1. Allgemeiner Teil

1.1 Vetiveröl und seine Anwendung in der Parfümerie und Kosmetik

1.1.1 Vetiveröl

Das aus den Wurzeln des Vetiver-Pflanze (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nesh., syn. *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) durch Wasserdampfdestillation gewonnene Vetiveröl wird für die Herstellung hochwertigen Parfüms und in der Kosmetik genutzt. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

Vetiver (*Vetiveria zizanioides*, Poaceae)

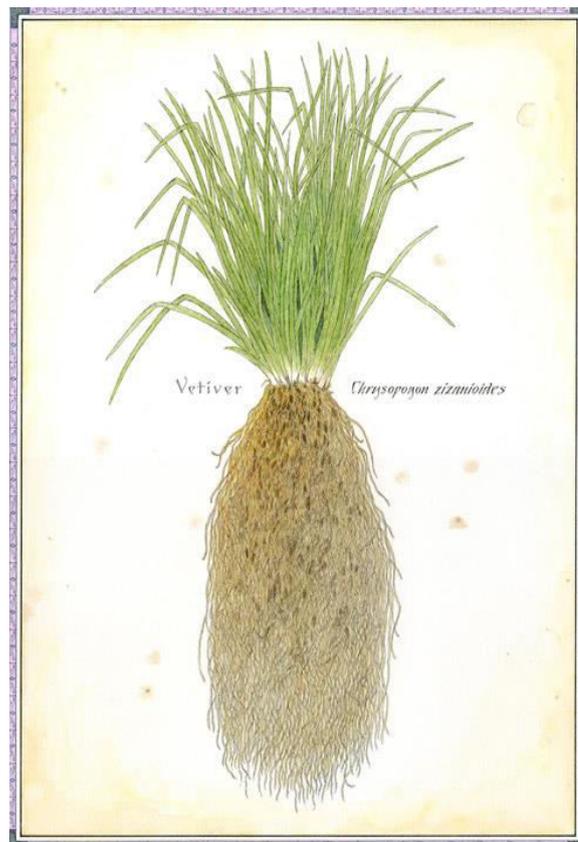


Abbildung 1: Vetiver Pflanze (www.latimesblogs.latimes.com, 2017)

Ursprünglich stammt das Vetivergras aus Indien. Dort wurden die Vetiverwurzeln seit Urzeiten genutzt. Daraus wurden z. B. Matten angefertigt, die nachdem man sie mit Wasser

besprüht und als Gardinen aufgehängt hatte, die Luft kühlten und dabei einen angenehmen Duft verströmten. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

Neben seiner Verwendung in der Parfümerie hat Vetiveröl mehrere andere Anwendungen, wie zum Beispiel (Chahal *et al.*, 2015):

- Es besitzt regenerierende Effekte auf die ältere Haut, sowie bei Narben, Wunden und entzündeter Haut. Es bringt Feuchtigkeit in die trockene und dehydrierte Haut ein und wirkt auch vorbeugend gegen Schwangerschaftsstreifen.
- Es wirkt sedierend und hilft bei Depressionen, Schlaflosigkeit, Angst, Stress, Unruhe und Nervosität und wirkt stärkend auf das zentrale Nervensystem.
- Es ist geeignet für die Massage als wärmendes, schmerzstillendes Einreiböl bei Muskelschmerzen, Muskelkater, Rheumatismus und Arthritis.

Die Wurzeln haben eine stimulierende, kühlende, diuretische, spasmolytische, emmenagoge Wirkung und wirken auch als Stomachikum. Sie werden bei Fieber, Entzündungen, Magenreizungen oder in Linimenten benutzt.

Vetiveröl und Extrakte besitzen auch zahlreiche durch Studien belegte biologische und chemische Wirkungen. Sie wirken insektizid, herbizid, antioxidativ, antifugal und antibakteriell. (Chahal *et al.*, 2015)

Die frischen Wurzeln enthalten abhängig von dem Biotyp, dem Alter der Wurzeln, der Anbaumethode oder Art und Dauer der Destillation zwischen 0.3 und 2% des ätherischen Öls. In Abhängigkeit von der Herkunft weichen die Farbe und der Duft ab. Hoch angesehen in der Parfümindustrie sind die Öle von Haiti und Reunion (Burbon), wobei das von den wildwachsenden Wurzeln in Nord-Indien stammende Vetiveröl als das beste wegen seiner balsamisch-holzigen Note gilt. (Chahal *et al.*, 2015) Zwei Sorten sind in Indien bekannt. Eine, aus dem Wildwuchs stammende blühende Sorte, die in Nord-Indien vorkommt und die zweite, aus Kulturen stammende in Süd-Indien vorkommende. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

Unterschiede in den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Öle aus Nord- und Süd-Indien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Physikalisch-chemische Parameter von Vetiveröl (Chahal et al., 2015)

Testparameter	North-Indien	Süd-Indien
Ausbeute	0.28 %	2.37 %
Optisches Aussehen	Braune, klare Flüssigkeit	Gelblich-èbraune, klare Flüssigkeit
Duft	Schwer, holzig, erdig, süß, lang-anhaltend	Herb-holzige, würzig
Spezifische Dichte (27°C)	1.0118	1.0026
Brechungsindex (27°C)	1.5147	1.5220
Optische Aktivität	-57.70	+28.23
Säurezahl	21.30	28.45
Esterzahl	17.89	24.10
Esterzahl nach Acetylierung	91.90	133.57
Freier Alkohol	79.79	47.76
Gebundenes Alkohol	7.026	9.46
Gesamt-Alkohol	86.81	57.20
Estergehalt	8.36	11.27
Carbonylzahl	8.15	35.45
Löslichkeit in 80% Ethanol	1:1	1:1

Daraus kann man sehen, dass sich die Öle sowohl in ihren chemischen Eigenschaften wie z.B. in Alkoholgehalt oder optischer Aktivität, als auch in ihren physikalischen Eigenschaften deutlich unterscheiden. Während das Öl aus Nord-Indien als klare braune Flüssigkeit beschrieben wurde, ist das Öl aus Süd-Indien gelblich-bräunlich. Der Geruch des Nord-Indischen Vetiveröls hat einen stark holzigen, erdigen, süßlichen und lang-anhaltenden Charakter, wogegen Süd-Indisches Vetiveröl eher herb-holzige und würzige ist. Der Gehalt der freien Alkohole ist deutlich höher beim Vetiveröl aus Nord-Indien (wildwachsend) und es ist linksdrehend. Das Öl aus Süd-Indien dagegen rechtsdrehend. Weitere Unterschiede in der Zusammensetzung dieser Öle sind auch in der Tabelle 2 zu sehen (Chahal et al., 2015)

In einer Studie wurden mittels Gaschromatographie ätherische Öle aus den Wurzeln von *V. zizanioides* aus vier verschiedenen Lokalitäten aus Süd-Indien untersucht. Dabei konnten um die 80 Inhaltsstoffe, die insgesamt 94.5-97.8% des Öls ausmachten, identifiziert werden. Neben Hauptinhaltsstoffen wurden auch solche gefunden, die besonders für den charakteristischen Geruch wesentlich sind. Diese waren: Khusimen, Kushimol, Kushimon,

Cyclocopacamphan-12-ol, δ -Selinen, Isovalencenon, β -Vetivenen, α -Vetivon und β -Vetivon. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

Die Pflanze wurde wegen ihrer aromatischen Wurzel kommerziell kultiviert. Als Hauptproduzenten des Vetiveröls sind Indonesien, Brasilien, Reunion Islands, Haiti, Angola, China, India und Guatemala zu nennen. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

In den in verschiedenen Ländern produzierten Ölen wurden mehr als 150 unterschiedliche Inhaltstoffe gefunden. Dabei handelt es sich meistens um Sesquiterpene und deren oxidierte Derivate mit Eudesman-, Cadinan-, Eremophilan-, Bisabolan- und Zizaan-Grundkörpern. (Mallavarapu *et al.*, 2012) Die Herkunft der Vetiver-Pflanze beeinflusst die chemische Zusammensetzung des Vetiveröls. (Bajaj, 1994)

Die Ersten, die die chemische Zusammensetzung einiger Vetiveröle unterschiedlicher Herkunft analysiert haben, waren Lambert und seine Mitarbeiter. Nach ihnen war keine der Methoden allein ausreichend um die komplexe Struktur dieses Öls zu erfassen. Immer noch wird die Gas-Chromatographie als Hauptmethode benutzt, aber erst nachdem das reine Öl in Fraktionen geteilt ist. Durch die Analyse konnten drei wichtigste Fraktionen unterschieden werden:

- Eine niedrig siedende Sesquiterpenkohlenwasserstoff-Fraktion
- Eine mittlere Fraktion mit oxydierten Derivaten
- Die Kushimol-Fraktion

Die dominante dabei ist die Sesquiterpen-Fraktion. (Maffei, 2003)

Dadurch, dass die Sesquiterpene α -Vetivon, β -Vetivon und Khusimol immer bis 35% vorhanden sind, kann man sagen, dass sie den chemischen Fingerabdruck des Vetiveröls darstellen. (Chahal *et al.*, 2015)

In Abbildung 2 werden einige der wichtigsten Komponenten des Öls strukturell dargestellt.

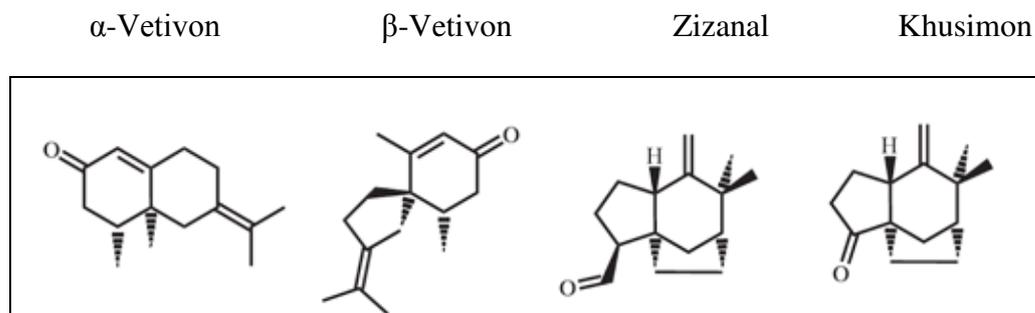


Abbildung 2: Vetiveröl Inhaltsstoffe (Sell, 2006)

Durch den Vergleich der Öle unterschiedlicher Herkunft lässt sich feststellen, dass die Öle des Vetivers aus Süd-Indien, Java, Haiti, Brasilien und Reunion rechtsdrehend und reich an Eudesman-, Spirovetivan-, und Nootkatanderivaten sind.

Dagegen sind Öle des Vetivers aus zwei Regionen Nord-Indiens linksdrehend und reich an enantiomorphen Cadinan- und Norsesquiterpenderivaten. (Maffei, 2003)

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Öle in Abhängigkeit von ihrer geographischen Herkunft sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung von Vetiverölen aus unterschiedlichen geographischen Regionen der Welt (Chahal et al., 2015)

Nr.	Geographische Region	Hauptinhaltsstoffe
1	Südöstlicher mediterraner Raum	Khusinol, β -Vetivenen, Dehydro-aromadendren
2	Brasilien, China, India, Java, Mexico, Madagaskar, Reunion, Salvador	β - Vetispren, Khusimol, Vetiselineol, α -Vetivon
3	Indien: Nord-Indien	Khusimol, Khusinol, Germacren-D, Junipen, γ - Muurolen
	Süd-Indien	Khusimol, Bicyclovetivenol, Viridifloren
4	Sri Lanka ecotype	Khusimol, Longipinen, Valerenol, Epizizanal, α -Vetivon, β -Vetivon
5	Taiwan	Cedr-8-en-13-ol, α -Amorphen, β -Vatirenen, α -Gurjuen

Die organoleptische Methode ist eine der weiteren wichtigen Bewertungsmethoden und ermöglicht eine subjektive Beurteilung von Qualität und Wertigkeit des Öls. (Maffei, 2003)

Das Vetiveröl besitzt eine hohe Viskosität, hell-braune Farbe, langsame Flüchtigkeitsrate und einen starken, warmen, holzigen Duft mit Sandelholz-, Zedernholz- und Patchouli-Facetten und eine süß-säuerliche Duftnote. (Mallavarapu *et al.*, 2012)

Die Ölgewinnung durch die Wasserdampfdestillation aus den Wurzeln ist ein langanhaltender, komplizierter und teurer Prozess. Die nach dem Produktionsland unterschiedlichen Ölqualitäten sind abhängig von den dafür benutzten Technologien. Die jährliche Produktion des Vetiveröls in den 1980ern wurde auf ca. 200-250 Tonnen geschätzt.

Bestes Vetiveröl bezüglich seiner qualitativen Zusammensetzung wird auf den Reunion Inseln produziert und als „Bourbon“ bezeichnet. Haiti und Indonesien sind Marktführer in Bezug auf die produzierte Menge d.h. der Quantität, mit einer jährlichen Produktion von jeweils 100 Tonnen. Dabei ist das Öl aus Haiti qualitativ viel besser. (Maffei, 2003)

1.1.2 Vetiveröl in der Parfümerie und Kosmetik

Das Vetiveröl wird meistens in reiner Form angewendet. Über die Jahre hinweg ergab sich aber eine wachsende Tendenz der Anwendung des Öls in Form seiner Derivate. Beispielsweise wird der Alkohol Vetiverol, als einer der Hauptkomponenten des Vetiveröls, nach seiner Isolierung aus dem Öl gelegentlich als Parfumszutat angewendet. Öfters wird Vetiverol aber als ein Synthesezwischenprodukt genutzt. Durch Acetylierung wird daraus Vetiverylacetat produziert, das meistens verwendete Derivat. Durch Acetylierung des gesamten Öls, die öfters durchgeführt wird als die einer seiner Alkohole, entsteht acetyliertes Öl, bezeichnet als Vetiveracetat. Da der Alkohol Vetiverol und die beiden Acetate einen milderen Duft besitzen als das reine Vetiveröl, sind sie auch teurer und werden für das Anfertigen von teureren Parfums eingesetzt. (Bajaj, 1994)

Dadurch, dass das Öl eine einzigartige, lang-anhaltende, süßlich-holzige Note mit einer frisch-pflanzlichen Kopfnote besitzt, stellt das Vetiveröl allein ohnehin schon ein Parfum dar. (Demole *et al.*, 1995)

Darunter werden das Öl als auch seine Derivate v.a. Vetiverol und Vetiverylacetat als sehr wertvolle und bedeutende Parfümrohstoffe in der Parfümherstellung benutzt. Sie finden seine Anwendung als Komponenten von alkoholischen Parfums wie z. B. beim Rasierwasser, Eau de Parfüme oder Eau de Cologne (Kölnischwasser). (Demole *et al.*, 1995)

Wie schon erwähnt, werden heute meistens die Öle aus Haiti und Java (Indonesien) angewendet. Dadurch, dass sie sich in ihren olfaktorischen Eigenschaften unterscheiden, werden sie in der professionellen Parfümerie als zwei verschiedene Rohstoffe angewendet. (Demole *et al.*, 1995)

Neben seiner Anwendung in der Parfümerie wird ätherisches Vetiveröl auch für Seifen, Deos, Körperlotionen und viele Kosmetikprodukte angewendet. Größtenteils wird das Öl in den Düften als stabile Basis für weitere darübergelegte Duftkomponenten eingesetzt. Gelegentlich wird es auch als dominante Duftnote benutzt. (Maffei, 2003)

Parfümkompositionen verleiht Vetiver eine angenehme, starke und lang-anhaltende Note und durch diese schwere Komponente wirkt es als natürlicher Fixateur (Fixiermittel). (Demole *et al.*, 1995)

In seiner Anwendung als Fixiermittel ist es sehr gut mischbar mit Duftnoten wie Fougère und Chypre, mit modernen holzig-aldehydischen Duftnoten, orientalischen Duftnoten, aber auch mit Holz- und Rosennoten. (DeBaggio & Tucker, 2009)

Damit es nicht bei einer Überdosierung zu einer stark ausgeprägten holzigen Note kommt, sollte das Vetiveröl wegen seines starken Duftes mit einer gewissen Vorsicht benutzt werden. (Demole *et al.*, 1995)

Dadurch, dass das Öl und seine Derivate zahlreiche Duftfacetten zeigen, stellt das Öl einen sehr wertvollen Rohstoff dar. Die zahlreichen Duftfacetten des Öls nutzte man letztendlich für die Herstellung von vielen männlichen und weiblichen Parfums. (Maffei, 2003)

In diesem Sinne werden einige sowohl traditionelle als auch moderne Parfums mit Vetiveröl und seinen Derivaten in Abbildungen 3 (Frauenparfums) und 4 (Herrenparfums), dargestellt:



Abbildung 3: Frauenparfums mit Vetiveröl (www.fragrantica.de, 2017)



Abbildung 4: Herrenparfums mit Vetiveröl (www.fragrantica.de, 2017)

1.2 Parfümduftstoffe

Einteilung nach Herkunft und Gewinnung

1.2.1 Natürliche Duftstoffe

1.2.1.1 Pflanzliche Duftstoffe

Aromatische Bestandteile vieler Pflanzen werden durch Extraktion mit leicht flüchtigen Lösungsmitteln oder durch Destillation hergestellt. Weiters werden Zitronenöl, Orangenschalenöl oder Bergamottöl durch Pressung der aromatischen Fruchtschalen gewonnen. (Janistyn, 1969)

Ätherische Öle

Die ätherischen Öle bilden die größte Gruppe der pflanzlichen Duftstoffe. Sie sind flüchtige, duftende Stoffwechselprodukte verschiedener Pflanzen. Sie sind farblos bis gelblich-braun und sind mit wenigen Ausnahmen, flüssig. Sie können in unterschiedlichen pflanzlichen Organen wie z. B. in den Blüten, Früchten, Stielen, Wurzeln, Blättern, Holz sowie in der Rinde vorkommen. Sie sind als komplizierte Gemische verschiedener organischen Verbindungen aufgebaut. Häufig dominiert eine Komponente mengenmäßig, wie z. B. Menthol in Pfefferminzöl. (Umbach, 2004)

Sie werden gewonnen durch:

- Wasserdampf-Destillation

Meistens werden die ätherischen Öle durch die Wasserdampfdestillation aus vorher aufbereitetem Pflanzenmaterial gewonnen. (Umbach, 2004) Hier wird durch das zu Brei zerkleinerte pflanzliche Material Wasserdampf geblasen. Somit werden die flüchtigen, wasserunlöslichen Stoffe mit dem Wasserdampf transportiert. Die Dämpfe kondensieren nach dem Abkühlen zusammen mit dem Wasser und da die ätherischen Öle nicht wasserlöslich sind, schwimmen sie auf dem Wasser als ölige Schicht. Bei der Wasserdampfdestillation werden die Riechstoffe unterhalb ihres Siedepunktes destilliert. Das ist ein Vorteil gegenüber der normalen Destillation, weil die thermische Zersetzung dadurch geringer ist. Die Ausbeute ist noch dazu höher. (Heymann, 1994)

- Pressung der Fruchtschalen

Auspressen von Fruchtschalen wird ausschließlich bei der Gewinnung der ätherischen Öle aus Zitrusfrüchten z.B. der Orangenschalen, Zitronen oder Bergamotte angewendet. Da diese Öle empfindlich sind, hat man hierbei gegenüber der Destillation den Vorteil, dass sie ohne Wärmebeanspruchung gewonnen werden. Dadurch bleiben sie relativ unverändert. (Umbach, 2004)

Blütenöle

Als aromatische Organe der Pflanze werden bei der Herstellung der Blütenöle ausschließlich die Blüten angewendet. (Winter, 1933)

Sie werden gewonnen durch:

- Enfleurage oder fette Extraktion

Hier unterscheiden wir zwischen *Mazeration oder heißer Enfleurage*, wo die frischen Blüten in das heiße Fett eingetaucht werden und *kalter Enfleurage*. Außer flüchtigen Duftstoffen werden den Blüten bei der heißen Enfleurage auch die harz-wachsartigen Anteile entzogen. Bei der kalten Enfleurage werden dagegen nur flüchtige Duftstoffe ohne Harz- und Wachsstoffe aufgenommen. (Winter, 1933)

Kalte Enfleurage

Dieses Extraktionsverfahren mittels Fetten war bereits im Altertum bekannt. Hier werden auf die mit geruchsreinem Fett beschichteten und mit Holzrahmen (Chassis) umgebenen Glasplatten, frische Blüten gelegt. Das Fett adsorbiert die Duftstoffe innerhalb einiger Tage. Danach werden die Blüten ausgewechselt. Nach mehreren Wiederholungen, wenn das Fett mit Duftstoffen gesättigt ist, ergibt sich eine Duftstoff-Fett Mischung, die man als *Pomade* bezeichnet. (Umbach, 2004)

- Extraktion mit flüchtigen Lösungsmitteln

Als Lösungsmittel werden vor allem Petrolether und Benzol angewendet. Bei der Petrolether-Extraktion, erhält man eine feste, butterartige, Duftstoff-Wachs-Mischung, das sogenannte *Absolu de Concrète*. Sie enthält also neben Duftstoffen auch die in den Blüten enthaltenen Wachse. Nach der Aufreinigung, d.h. durch Auswaschen mit Alkohol und anschließendem Ausfrieren der Wachsteile, werden nach Abtrennung des Alkohols reine *Absolues* gewonnen. Da einerseits der Arbeitsaufwand für ihre Gewinnung sehr hoch und andererseits

ihre Ausbeute sehr gering ist, werden die reinen Absolues zu den wertvollsten Duftstoffen gezählt. Für nur einen Tropfen Jasmin Absolve werden etwa 200 Jasminblüten gebraucht.

Weitere Möglichkeit ist die Extraktion mit überkritischem Kohlendioxid und Butan, wobei mit Butan gewonnene Extrakte als *Absolute Butaflor* bezeichnet werden. (Umbach, 2004) Butangasverfahren ist eine sehr schonende Extraktion. Sie gibt Produkte mit sehr natürlichen Noten, die weniger gefärbt, aber sehr teuer sind. (Janistyn, 1969)

Die Duftstoffmischungen, die durch Extraktion mit organischen Lösungsmitteln gewonnen sind, unterscheiden sich von den Ölen, die durch die Wasserdampfdestillation gewonnen werden. (Heymann, 1994)

Abbildung 5 zeigt die Unterschiede in der Zusammensetzung von Duftstoffen aus Rosen als Parfüm-Rohstoff, die durch die unterschiedlichen Gewinnungsverfahren entstanden sind.

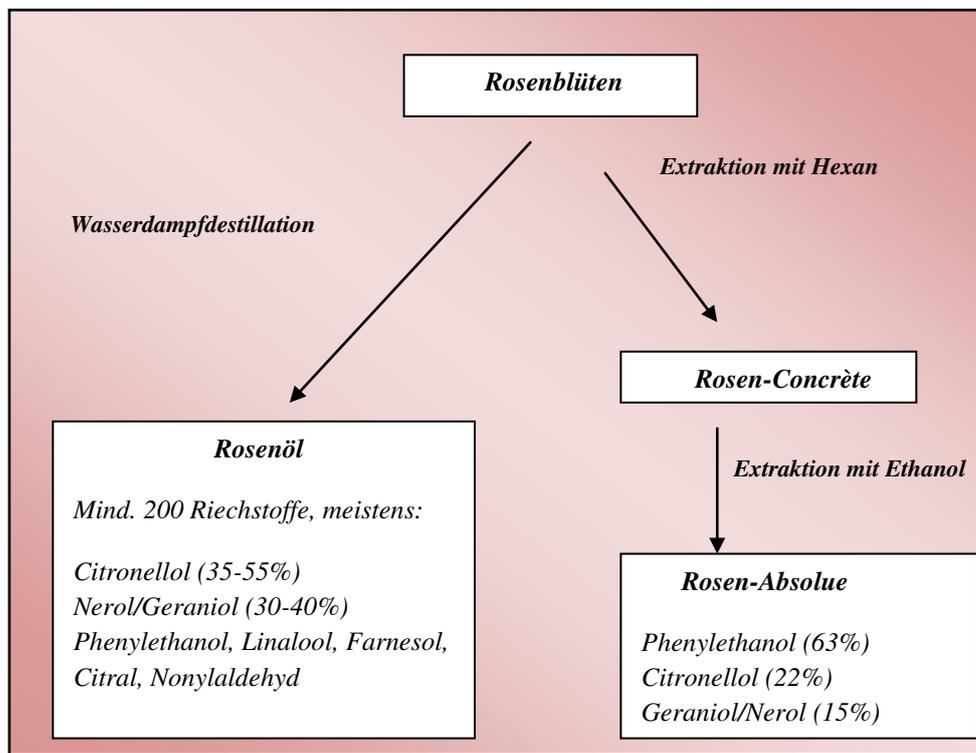


Abbildung 5: Gewinnung verschiedener Duftstoffe aus Rosenblüten (Heymann, 1994)

Resinoide

Durch Extraktion mit Alkohol, Hexan oder anderen flüchtigen Lösungsmitteln, werden *Resinoide* als Extrakte aus tropischen Harzen und Balsamen und bestimmten Flechtenarten (Eichenmoos) gewonnen. Sie werden häufig als Fixiermittel eingesetzt. (Umbach, 2004)

Resinoide können mit Ausnahme der Blüten aus allen Teilen der Pflanze gewonnen werden. (Winter, 1933) Folgende Resinoide werden in der Parfümerie als Fixiermittel besonders häufig angewendet: Weihrauch, Myrrhe, Angelika, Zeder, Sandelholz etc. (Janistyn, 1969)

1.2.1.2 Tierische Duftstoffe

Nur sehr wenige Duftstoffe sind tierischen Ursprungs. Die tierischen Duftstoffe sind hauptsächlich Düsensekrete. Manche Tiere benutzen diese, z. B. um ihr Revier zu markieren.

Diese sind vor allem:

- Moschus, also das Sekret der Drüse (Moschusbeutel) des männlichen Moschustiers, einer Hirschart aus China und Indien.
- Zibet, ein von der Zibetkatze (heimisch in Asien und Afrika) produzierendes salbenartiges Sekret. (Riecht stark fäkal).
- Ambra, ein vom Pottwal produzierendes krankhaftes Ausscheidungsprodukt. Wird in seinem Magen-Darm-Trakt produziert. Man findet Ambra gelegentlich im Meer schwimmend.
- Castoreum, ein vom Biber produzierendes Sekret der zwei birnenförmigen Drüsen. Es wird von beiden Geschlechtern produziert und hat einen scharfen, penetranten Geruch.

Tierische Duftstoffe werden wegen ihrer olfaktorischen und fixierenden Eigenschaften eingesetzt. Dazu werden sie zu Tinkturen verarbeitet. (Umbach, 2004)

1.2.2 Synthetische Duftstoffe

1.2.2.1 Vollsynthetische:

Einige synthetische Duftstoffe geben die natürliche Duftnote wie z. B. vollsynthetisch hergestellten Maiglöckchen- oder Fliederduft wieder, einige dagegen haben kein Vorbild in der Natur, und sind somit reine Phantasieduftstoffe. (Umbach, 2004)

1.2.2.2 Halbsynthetische:

Diese Duftstoffe haben ihren Ursprung in den natürlichen Duftstoffen. Die Ausgangssubstanz wird dabei zuerst aus einer pflanzlichen Droge gewonnen und danach chemisch umgewandelt. So kann man aus Nelkenöl das Eugenol gewinnen und danach chemisch in Vanillin überführen. Hier unterscheidet man zwischen Isolaten (Eugenol) und Derivaten (Vanillin). (Umbach, 2004)

Einige Parfümduftstoffe sind in Abbildung 6 dargestellt:

Produkt	Herkunft	wichtige Inhaltsstoffe	Anmerkungen
Ambra-Absolue	Verdauungsorgane des Wals	γ -Dihydroionon	1 2
Bergamotteöl	Fruchtschalen der Bitterorange	Linalool und Ester davon	3
Birkenteeröl	Birkenholzteer	Phenole	4
Castoreum	Fettdrüsen des Bibers	Phenole	4
Citronellöl	Gräser der Cymbopogon-Arten	Citronellal	5
Eichenmoos-Absolue, Eichenmoos-Concrete, Eichenmoos-Resinoid	Bestimmte Flechten-Arten (kein Moos!)	Terpene, bicycl. Terpene	
Eukalyptusöl	Blätter von Eucalyptus-Arten	Terpene, α -Pinen	
Galbanumöl	Harz von Ferula-Arten	Terpene, große Lactonringe	1
Geraniumöl	Pelargonium-Arten	Geraniol, Ester davon	
Guajakholzöl	Holz von <i>Bulnesia sarmienti</i>	Guaiol (Sesquiterpen)	1
Irisöl	Wurzeln von Iris-Arten	Irone (Sesquiterpene)	
Iris-Resinoid	Wurzeln von Iris-Arten (Extraktion)	Irone (Sesquiterpene)	
Jasmin-Absolue	Blüten von <i>Jasminum grandifl.</i>	Aromaten, Terpene, Jasmon	6
Kalmusöl	Wurzeln von <i>Acorus calamus</i>	Terpene und Sesquiterpene	7
Kamillenöl	Blüten von echter Kamille	Bisabolol (Abb. 4.21)	1
Labdanumöl	Blätter, Zweige von <i>Cistus</i> -Arten	Ketone	1
Lavendel-Absolue, Lavendelöl	Blüten von Lavendel	Linalool, Ester davon und andere Terpene	
Lemongrasöl	Gräser von Cymbopogon-Arten	80% Citral	
Moschus	Drüsensekret vom Moschushirsch	ca. 1% Muscon	1 8
Moschuskörneröl	Samen einer Hibiskus-Art	Ambrettolid, Farnesol	9
Muskateller			
Salbeiöl	Blätter von <i>Salvia sclarea</i>	Terpene, Sclareol	
Myrrhenöl	Harz von <i>Commiphora myrrha</i>	Terpene	10
Nelkenöl	Knospen, Blätter, Stiele des Gewürznelkenbaums	Eugenol und Ester davon	5
Neroliöl	Blüten der Bitterorange	Terpene	
Olibanumöl	Harz von <i>Boswellia</i> (Weihrauch)	Terpene	1
Opopanaxöl	Harz von <i>Commiphora erythraea</i>	Terpene	1 10
Orangenöl	Orangenschalen	90% (+)-Limonen	
Patchouliöl	Blätter von <i>Pogostemon patchouli</i>	Sesquiterpene	1 10
Perubalsamöl	Harz von <i>Myroxylon pereira</i>	Benzylester	1
Petitgrainöl	Blätter versch. Citrus-Arten	Linalool, andere Terpene	
Pfefferminzöl	Blätter versch. Arten v. <i>Mentha</i>	50% Menthol, andere cycl. Terpene	
Rosen-Absolue	Rosenblüten (vgl. Tab. 4.6)	Phenylethanol	
Rosenöl	Rosenblüten	Geraniol, Nerol	
Rosmarinöl	Blätter von Rosmarin	Cycl. Terpene	
Sandelholzöl	Holz von <i>Santalum album</i>	Santalol	1 11
Verbenaöl	Blätter von Eisenkrautgewächsen	Citral, Geraniol, Nerol	
Vetiveröl	Wurzeln von Vetivergras	Sesquiterpene	
Ylang-Ylang-Öl	Blüten von <i>Cananga odorata</i>	Aromaten, Terpene	
Zedernholzöl	Holz versch. Zedern-Arten	Sesquiterpene	1
Zibet-Absolue	Afterdrüsensekret der Zibetkatze	Zibeton (Abb. 4.18)	1 9
Zitronenöl	<i>Citrus medica</i>	ca. 90% Limonen	

¹ wird als Fixateur verwendet; ² heute durch synthetische Stoffe oder Pflanzenextrakte wie Labdanumöl ersetzt; ³ enthält photosensibilisierende Stoffe; ⁴ für Ledernoten; ⁵ auch als Insekten-Repellent wirksam; ⁶ aus den Blüten des in subtropischen Gebieten heimischen echten Jasmin, nicht des in Deutschland Jasmin genannten Pfeifenstrauchs; ⁷ riecht campherartig, manche Arten enthalten karzinogenes Asaron; ⁸ heute meist durch synthetische Stoffe wie Muscon (Abb. 4.18) oder Xylolmoschus (Abb. 4.13) ersetzt; ⁹ riecht moschusartig; ¹⁰ für orientalische Noten; ¹¹ Da Sandelholz sehr teuer ist, hat man erfolgreich versucht, den Duft des Santalols durch einfacher strukturierte, synthetische Verbindungen zu imitieren.

Abbildung 6: Parfümduftstoffe (Heymann, 1994)

1.3 Parfüms und Parfümierung kosmetischer Präparate

Der Parfümeur kombiniert verschiedene Duftstoffe in eine Duftkomposition, die seine eigene Kreation darstellt. Die gemischte Duftkomposition stellt das konzentrierte Parfümöl dar, das bei der Herstellung von Parfüms und Duftwässern mit Ethanol verdünnt wird. Der Duftstoffgehalt ist dabei je nach dem Typ der Duftwässer unterschiedlich. (Umbach, 2004)

1.3.1 Duftstoffkonzentration

- *Eau de Cologne* steht heute für ein leichtes Duftwasser mit einem Duftstoffgehalt von 3-5%
- *Eau de Toilette* ist konzentrierter und intensiver mit einem Duftstoffgehalt von bis zu 12%
- *Eau de Parfum* hat einen Duftstoffgehalt, der zwischen dem von Eau de Toilette und Parfum steht.
- *Das Parfum* ist am konzentriertesten, mit einem Duftstoffgehalt von 15-30%

Die Duftwahrnehmung verlängert sich dementsprechend mit der steigenden Duftstoffkonzentration. (Umbach, 2004)

Wie ein Parfum reagiert wird auch durch die Hauteigenschaften beeinflusst. Die ölige Haut verlangsamt den Verdunstungsprozess, da die Düfte lipidlöslich sind. Das Parfum wird bei den Menschen, die fettige Haut haben, leichter adsorbiert. Für einen länger-anhaltenden Duft, sollte man bei trockener Haut konzentriertere Formen der Extrakte wählen.

Durch Überlagerung kann die Dauer des Duftes verlängert werden. Man kann eine ganze Linie parfümierten Produktformen benutzen. Nach dem Baden mit parfümierter Seife befeuchtet man seinen Körper mit Körperlotion mit gewähltem Duft und bespritzt sich großzügig mit dem Toilette-Wasser. Man verwendet noch Parfum am Ende. (Miller & Miller, 2009)

1.3.2 Duftablauf-Duftnoten

Eine Duftkomposition setzt sich immer aus zahlreichen einzelnen Duftstoffen, die unterschiedliche Flüchtigkeit besitzen, zusammen. (Heymann, 1994)

Nach dem Geruchsablauf können wir jede Duftstoffkomposition in drei Duftnoten einteilen:

- *Kopfnote oder Spitzennote*

Sie empfindet man als ersten Eindruck, da sie aus leicht flüchtigen Duftstoffen bestimmt wird. (Heymann, 1994)

Das könnten z. B. Zitrusöle in Kombination mit synthetischen Fettaldehyden sein. (Umbach, 2004)

- *Herznote oder Mittelnote*

Hier können Absolues z.B. von Yasmin oder Rose und ätherische Öle wie von Iris sowie bestimmte Gewürzöle angewendet werden. (Umbach, 2004)

- *Basisnote oder Fond*

Die Basisnote wird am längsten anhalten, da sie aus schwer flüchtigen Duftstoffen besteht. Diese Note kann man auch als Fixiermittel bezeichnen, wobei als Fixateur auch die Substanzen bezeichnet werden, die in der Basisnote beigemischt werden. (Heymann, 1994)

Beispiele sind in Abbildung 6 zu finden.

In Abbildung 7 wird der Duftablauf bildlich dargestellt:

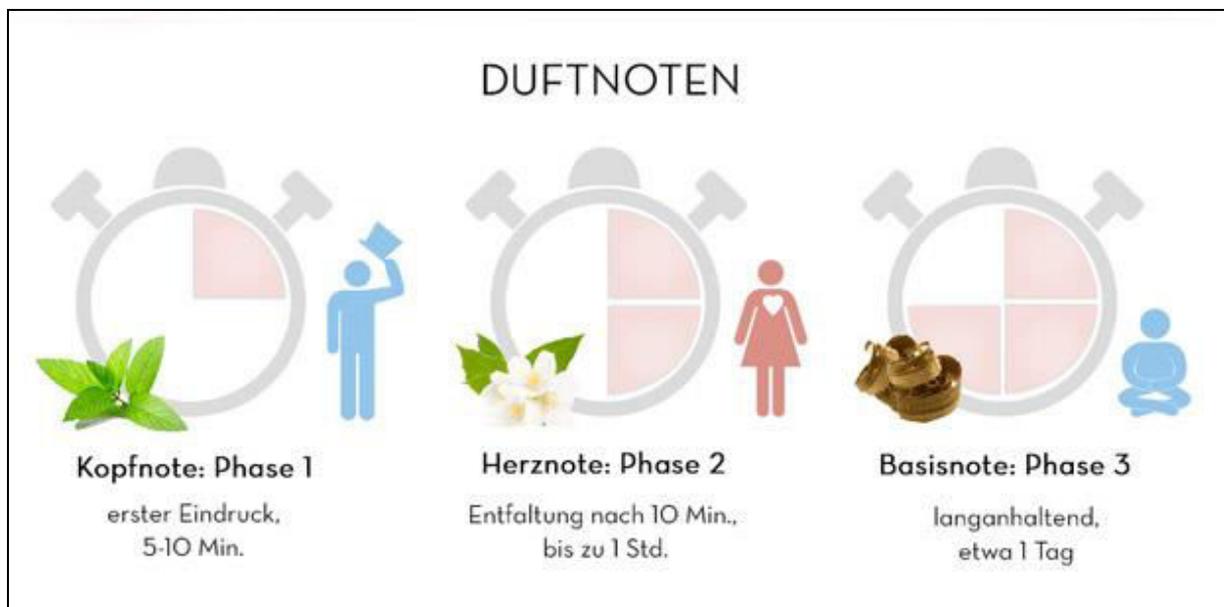


Abbildung 7: Duftnoten (www.magazin.flaconi.de, 2017)

1.4 Die Olfaktorische Wahrnehmung

1.4.1 Biochemie der Geruchsstoffe

Eine Geruchswahrnehmung kommt zustande nur wenn die Geruchsstoffe an die Riechrezeptoren binden können. Das können sie erst nachdem sie das Riechepithel in der oberen Nasenhöhle erreicht und die Schleimhaut durchgedrungen haben. Allgemeine Voraussetzungen diesbezüglich sind eine ausreichende Flüchtigkeit, ausreichende Wasser- und Lipidlöslichkeit, sowie eine bestimmte Oberflächenstruktur der Moleküle.

Nur wenige anorganische Verbindungen gehören zu den Geruchsstoffen. Dagegen sind fast alle Geruchsstoffe organische Verbindungen, die unterschiedlichen Stoffgruppen gehören. Meistens entstehen die Düfte und Gerüche durch das Zusammenwirken mehreren Einzelkomponenten.

Obwohl Geruchsstoffe bezüglich chemischer und physikalischer Eigenschaften unterschiedlich sind, haben sie alle jene Eigenschaften gemeinsam, die den Übertragungsweg und die Bindung an den Rezeptor bestimmen (Mücke & Lemmen, 2010), d.h.:

- **Flüchtigkeit**

Damit die Geruchsstoffe in der Atemluft vorhanden sind um dann gerochen zu werden, müssen sie ausreichend flüchtig (verdampfbar) sein. Das ist wiederum von zahlreichen Eigenschaften der chemischen Verbindungen abhängig. Hier zu nennen sind der Dampfdruck, die Molekül-Größe und Struktur wie z. B. das Vorhandensein bestimmter funktioneller oder sterischer Gruppen. (Mücke & Lemmen, 2010)

- **Löslichkeit**

Geruchsstoffe müssen sowohl lipophil als auch ausreichend hydrophil sein. Die Lipidlöslichkeit ist erforderlich um an die Rezeptoren, die in der Lipidmembran eingebettet sind, binden zu können. Dabei müssen sie auch genügend wasserlöslich sein, um durch die wässrige Schleimhaut (Wasserfilm) durchzudringen und an die Rezeptoren gelangen zu können. (Mücke & Lemmen, 2010)

- **Oberflächenstruktur**

Sowohl die Oberflächenstruktur bzw. die dreidimensionale Struktur als auch die Ladungsverteilung an der Moleküloberfläche sind ausschlaggebend für die Bindung an den Riechrezeptoren. Meistens enthalten die Geruchsstoffe nur eine einzige polare Gruppe, die dann entweder eine Wasserstoffbrücke oder andere dipolare Bindungen mit polaren Positionen des Rezeptors bildet. Der restliche Teil des Moleküls nimmt den hydrophoben Raum der Bindetasche des Rezeptors ein. Diese polaren Gruppen sind funktionelle Gruppen der Geruchsstoffe und werden als osmophore Gruppen (von griech. OSME = Geruch und PHOREIN = tragen) bezeichnet.

Bei der Struktur ist es noch wichtig zu erwähnen, dass viele Geruchsstoffe durch eine weitere spezielle Eigenschaft, nämlich durch ihre Chiralität charakterisiert sind. Diese Moleküle sind räumlich unterschiedlich aufgebaut und verhalten sich zueinander wie Bild und Spiegelbild. Die Enantiomere können unterschiedliche Geruchswirksamkeit haben, dadurch dass die Bindung an die Rezeptoren eine räumliche Passgenauigkeit voraussetzt. Beispiele dafür findet man sehr oft bei den Terpenen. (Mücke & Lemmen, 2010)

1.4.2 Geruchsstoffgruppen

Da die riechbaren Substanzen als Zwischen- oder Endprodukte vieler Stoffwechselreaktionen gebildet werden, sind die Quellen vieler Geruchsstoffe bei Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen und Menschen zu finden. Diese werden auch bei chemischen oder technischen Prozessen freigesetzt.

Die Geruchswahrnehmung wird durch viele Einzelkomponenten verursacht, die verschiedene Gehirnneuronen gleichzeitig aktivieren. Anschließend folgt im Gehirn die Interpretation als bestimmter Geruch oder Duft. (Mücke & Lemmen, 2010)

1.4.2.1 Anorganische Geruchsstoffe – Anorganische Gase

- **1. Schwefelwasserstoff**
 - Entsteht durch Zersetzung von schwefelhaltigen Aminosäuren durch Bakterien
 - Geruch nach faulen Eiern
 - Toxisch

- **2. Schwefeldioxid**

- Entsteht durch Verbrennung von schwefelhaltigen fossilen Brennstoffen
- Charakteristischen stechenden Geruch
- Toxisch

- **3. Ammoniak**

- Geruch ist scharf, stechend, typisch nach trockenem Urin
- Schleimhautreizend

- **4. Ozon**

- Charakteristischer Geruch, wird je nach Konzentration als Nelken-, Heu-, Chlorähnlich bezeichnet
- Gesundheitliche Beeinträchtigung ist Konzentrationsabhängig. (Mücke & Lemmen, 2010)

1.4.2.2 **Organische Geruchsstoffe**

- **Aliphatische Kohlewasserstoffe und deren oxidierte Derivate (Aldehyde, Ketone, Ester, Ether, niedere Fettsäuren)**

Aliphatische Verbindungen kommen bei vielen ätherischen Ölen als Bestandteile vor. Dort bestimmen sie wesentlich deren Geruchseindruck. Beispiele sind gesättigte Aldehyde in vielen Zitrusölen, die am frischem Geruch beteiligt sind. (Mücke & Lemmen, 2010)

- **Terpene**

Terpene sind eine umfangreiche Stoffklasse von organischen Verbindungen, die aus Isopreneinheiten aufgebaut sind. Sie teilen sich entsprechend der Zahl der Isopreneinheiten in verschiedenen Gruppen wie z. B. Monoterpene, die aus zwei Isopreneinheiten, also 10 C-Atomen, Sesquiterpene, die aus drei Isopreneinheiten, also 15 C-Atomen bestehen und weitere Terpene. In die Gruppe der flüchtigen Terpene gehören die Hemiterpene, Monoterpene und Sesquiterpene, die als ätherische Öle aus Blüten, Früchten oder anderen pflanzlichen Teilen durch Wasserdampfdestillation oder als Duftöle durch Extraktion gewonnen werden. Zu azyklischen Monoterpenen gehören beispielweise Geraniol (in Rosenöl, Geraniumöl), Nerol (in Neroliöl, Bergamottöl), die rosenartig sind und zwei Isomere (E/Z) darstellen. Weitere Vertreter sind (+)-Linalool in Corianderöl und (-)-Linalool, das in Lavendel-, Rosen- oder Neroliöl vorkommt. Beispiele für monozyklische Monoterpene sind (+)-Limonen in Kümmel und (-)-Limonen und (-)-Menthol in Pfefferminzöl. (Mücke & Lemmen, 2010)

- **Aromatische Verbindungen**

Zu den aromatischen Verbindungen gehören v.a. Benzol und seine Derivate, sowie die Verbindungen mit mehreren Benzolringen, die auch kondensiert (z. B. Naphthalin) sein können. Im Tolubalsam beispielweise befinden sich zahlreiche aromatische Kohlewasserstoffe wie Zimt- und Benzoesäure, Benzylester, andere Ester, dieser Säuren und Vanillin. Jasminartig und erfrischend riechendes Benzylacetat ist einer der am meistens angewendeten Riechstoffe. Weitere Beispiele sind untern den Aldehyden z.B. Benzaldehyd, der nach bitteren Mandeln riecht, nach Vanille riechendes Vanillin, nach Zimt riechender Zimtaldehyd, oder bei aromatischen Alkoholen nach Thymian riechendes Thymol, Zimtalkohol, Benzylalkohol. (Mücke & Lemmen, 2010)

1.4.3 Das Olfaktorische System

Die Riechschleimhaut, *Regio olfactoria*, stellt einen Teil des olfaktorischen Organs des Menschen dar. Sie besteht aus etwa 10 - 25 Millionen Riechneuronen und befindet sich auf der oberen Seite der Nasenhöhle. Jeder dieser Riechzellen besitzt jeweils einen der 350 unterschiedlichen Rezeptortypen. Stoffe, die den Geruch induzieren sind jene, die diese Rezeptoren aktivieren, d.h. an die Rezeptoren binden können.

Dadurch, dass ein einziger Geruchsstoff mehrere unterschiedliche Rezeptortypen aktivieren kann und gleichzeitig ein Rezeptortyp verschiedene Geruchsstoffe registrieren kann, aktiviert der Geruchsstoff eigentlich eine Rezeptorkombination. Diese bestimmte Kombination bildet im Gehirn ein bestimmtes Geruchsbild. Dadurch kann der Mensch mehrere tausende Gerüche erkennen, obwohl die Zahl der Rezeptortypen viel kleiner ist.

Nach Aktivierung der Rezeptoren werden die Riechneuronen erregt. Die senden darauf ein elektrisches Signal zu den Riechkolben, *Bulbus olfactorius*, damit hier die einzelnen Signale in Glomeruli (Riechknötchen) zuerst gebündelt und dann an bestimmte Hirnregionen weitergeleitet werden. (Mücke & Lemmen, 2010)

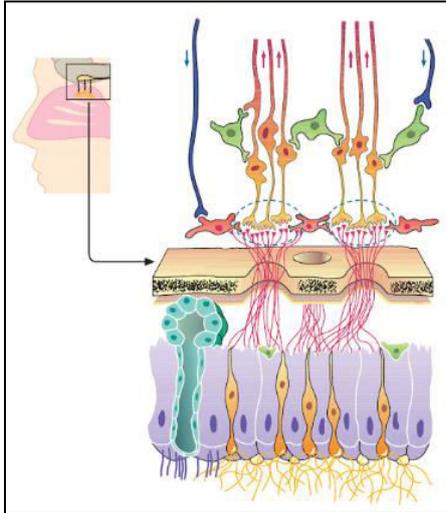


Abbildung 8: Geruchsrezeptoren und ihre Afferenzen zum Bulbus olfactorius (Lang und Lang, 2007)

Die Informationen werden im olfaktorischen Kortex auf verschiedene Hirnregionen verteilt und weiterverarbeitet. Darunter befinden sich auch Strukturen, die zum limbischen System gehören. Dadurch, dass der Geruchssinn direkt mit dem limbischen System verbunden ist, der an der Verarbeitung der Emotionen und Erinnerungen beteiligt ist, haben Gerüche eine starke emotionale Wirkung. (Ellena, 2012)

Das trigeminale System

An dieser Stelle sollte noch ein weiteres sensorisches System, nämlich das sogenannte trigeminale System erwähnt werden. Das trigeminale System arbeitet gemeinsam mit dem gustativen und olfaktorischen System. Dieses System wird durch intensiven, stechenden, reizenden oder beißenden Geruch oder Geschmack stimuliert. Der Mensch kann sich dadurch sofort vor Reizungen durch verschiedene chemische Substanzen wie z. B. Ammoniak, Säuren oder anderen Giftstoffen schützen. Der Eindruck von der Frische der Minze oder die Empfindung der Würzigkeit werden beispielsweise auch durch diesen Nerv übermittelt. (Ellena, 2012)

1.5 Die Haut und die dermale Applikation

Die Haut ist die äußere Barriere unseres Körpers zu der Umwelt. Sie steht gleichzeitig stets in der Interaktion mit der Umwelt und hat verschiedenen Funktionen. Mit einem Anteil von ca. 7-8% an der Gesamtkörpermasse, einer Gesamtoberfläche von 1.5-2 m² und einem Gewicht von 3-10 kg ist sie gleichzeitig unser größtes Organ. (Sterry, 2011)

1.5.1 Funktionen der Haut

Einige der wichtigsten Funktionen der Haut sind:

- Schutz gegen Kälte, Hitze, Austrocknung, chemischen Substanzen, Keimen
- Abwehr von Viren und Bakterien
- Resorption der Stoffen
- Schweiß- und Talgabgabe
- Thermoregulation und Sinneswahrnehmung. (Sterry, 2011)

1.5.2 Aufbau der Haut

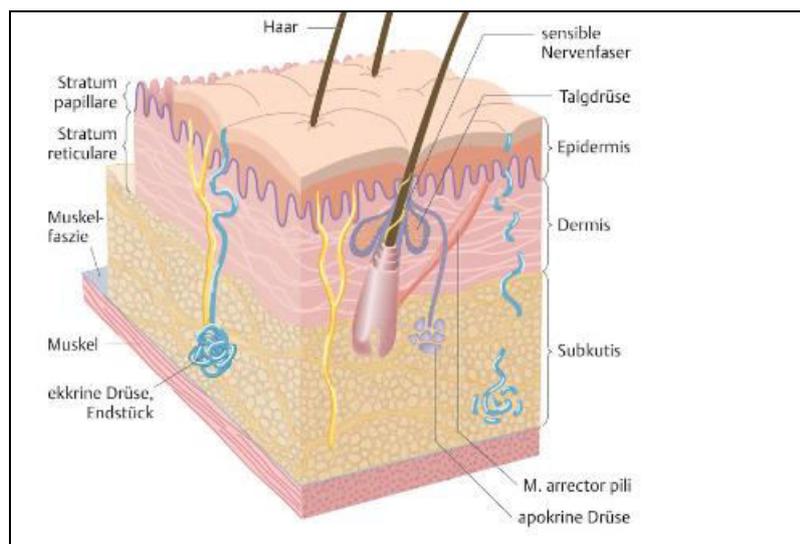


Abbildung 9: Aufbau der Haut (Sterry, 2011)

Die Haut ist aus drei zusammengebundenen Schichten aufgebaut:

- Epidermis oder Oberhaut
- Dermis oder Lederhaut
- Subcutis oder Unterhaut (subcutanes Binde- und Fettgewebe)

Die Oberhaut, also die Epidermis, besteht aus einem verhornenden Plattenepithel das mehrschichtig und aus verschiedenen Zellen aufgebaut ist. Die Grundstruktur besteht aus Keratinozyten. Weiters befinden sich hier die für die Produktion des Melanins zuständigen Melanozyten, sowie die Epidermisimmunzellen, sogenannte Langerhans-Zellen. Die Epidermis gliedert sich weiter in:

- Das *Stratum corneum*, das v. a. für den mechanischen Schutz der Haut (Hornhaut) verantwortlich ist. Dieses ist aus kernlosen Keratinozyten aufgebaut und besonders auf Fußsohlen und Handinnenflächen ausgeprägt.
- Das *Stratum granulosum* mit sogenannten basophilen Keratohyalingranula (Strukturproteine der Hornschicht)
- Das *Stratum spinosum*
- Das *Stratum basale* mit Stammzellen (basale Keratinozyten) für die stetige Regeneration des Epithels.

Die Dermis ist eine aus kollagenem Bindegewebe und elastischen Fasern bestehende, zwischen der Epidermis und subkutanem Fettgewebe gelegene, Gewebsschicht.

Sie teilt sich in zwei Schichten:

- Das *Stratum papillare*, in dem noch Blut- und Lymphgefäße lokalisiert sind, und
- Das *Stratum reticulare*. Hier befinden sich Haare, sowie Talg- und Schweißdrüsen.

Weitere wichtige Bestandteile der Dermis sind Nervenfasern und Sinnesrezeptoren für die Vermittlung von Temperatur, Schmerz, Druck etc.

Von den Zellen sind hier hauptsächlich Fibroblasten, die das Bindegewebe aufbauen, vorhanden. Als weitere Zellen finden sich hier die Lymphozyten, Mastzellen und Gewebemakrophagen.

Die Subcutis dient v.a. dem mechanischem Schutz und der Isolation und ist die aus Bindegewebe und Fettzellen gebildete unterste Schicht der Haut. (Sterry, 2011)

1.5.3 Die dermale Applikation

Wie in Abbildung 10. dargestellt ist, können die Stoffe über folgende drei Wege über die Haut aufgenommen werden:

- die interzelluläre Diffusion, durch die Zellzwischenräume,
- die transzelluläre Diffusion, durch die Zellen hindurch und
- über den Weg der Hautanhangs-Gebilde, d.h. über die Schweißdrüsen und Haarfollikel. (www.dr-barbara-hendel.de, 2017)

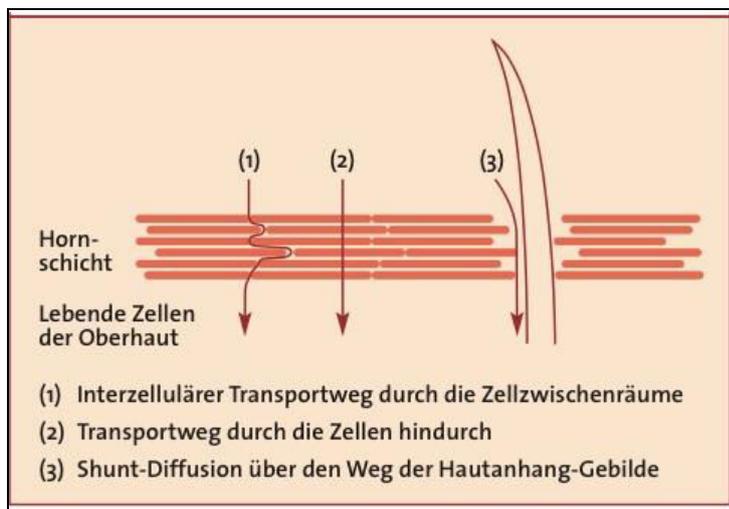


Abbildung 10: Dermale Transportwege (www.dr-barbara-hendel.de, 2017)

Die Hornhautschicht besteht, wie oben erwähnt, aus Keratinozyten. Diese sind mit dicht gepackten Keratinbündeln angefüllt und die Räume zwischen den Keratinozyten mit einer Lipidphase angefüllt. Die Hornhaut enthält etwa 50% Wasser, das über Wasserstoffbrücken an Keratin gebunden ist. Durch die passive Diffusion durch die Hornhaut werden die lipophilen Substanzen entlang der mit Lipiden gefüllten Zwischenräumen resorbiert. Die kleineren, hydrophilen Moleküle können durch den geradlinigen Weg durch die Keratinozyten diffundieren. Da die Hornhaut für stark polare Stoffe und Elektrolyte extrem undurchlässig ist, können sie nur über den Nebenweg der Hautanhangs-Gebilde eindringen. (Heymann, 1994)

2. Experimenteller Teil

2.1 Kurzinformation zur Studie

Mit dieser Pilot-Studie sollte die Wirkung einer Vetiveröl/Erdnussöl Mischung (20 %, w/w) auf die subjektive Befindlichkeit und Vitalparameter (systolisches /diastolisches Blutdruck und Puls) von gesunden Nichtraucherinnen nach dermalen Applikation im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit reinem Erdnussöl untersucht werden.

2.2 Das verwendete Öl

Bei der Verumgruppe verwendete man eine 20%ige (w/w) Lösung des Vetiveröls (Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland) in Erdnussöl.

Die Kontrollgruppe erhielt nur das reine Erdnussöl. Die Zusammensetzung des verwendeten Vetiveröls ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Zusammensetzung von Vetiveröl - Kurt Kitzing (Mayer, 2010)

Inhaltsstoffe	Anteile (%)
Isovalencenol	18.5
Kushimol	12.4
4-Hydroxygermacra-1(19),5-diol	6.9
(E)-Eudesma-4(15),7-dien-12-ol	5.7
Eremoligenol	4.5
α -Vetivon	4.1
β -Vetivon	4.0
Vetiselinol	3.8
(Z)-Eudesm-11-ol	2.9
α -Amorphen	2.9
β -Vetiven	2.8
(E)- β -Farnesol	2.2
Khusinol	2.0
Helifolan-2-ol	1.4
Eudesma-4(15),7-dien-3- β -ol	1.2
Elemol	0.8
Zizanol	0.8
Zizanen	0.5
Epi-Marsupellol	0.4
Praezizaen	0.3
(Z)-Eudesma-6,11-dien	0.3
Vetivensäure	0.3
β -Curcumen	0.2
β -Funebren	0.1
Cyclosativen	0.1
β -Elemen	Tr

Tr = Spuren

2.3 Probandinnen

Für diese Pilot-Studie wurden insgesamt 40 Nichtraucherinnen im Alter zwischen 18 und 35 Jahren ausgesucht.

Die Probandinnen waren größtenteils Pharmaziestudentinnen, für welche das Erscheinen am Ort der Untersuchung kein zeitlicher Aufwand war. Die restlichen Probandinnen wurden innerhalb des Bekannten- und Freundeskreises gesucht.

An die Probandinnen wurden wesentliche Teilnahmebedingungen, sowie der Studienablauf und der Ort der Untersuchung telefonisch weitergegeben. Auf diese Weise wurde auch ein Termin vergeben.

Dabei wurden die Probandinnen über die Untersuchung selbst als auch über die Methoden der Befindlichkeitsprüfung, wie etwa über Blutdruckmessung, Herzfrequenzmessung und Fragebogen informiert. Sehr wichtig war die Weitergabe von Verhaltensverpflichtungen an die Probandinnen für den Untersuchungstag.

Es wurde darauf hingewiesen, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig war, und dass die Studie zu jeder Zeit abgebrochen werden konnte. Außerdem wurde besprochen in welcher Weise die bei der Studie erhobenen Daten verwendet wurden. (Mitic, 2013)

Teilnahmebedingungen

Voraussetzungen:

- Frauen zwischen 18 und 35
- BMI zwischen 18 und 25
- Nichtraucherinnen

Ausschlusskriterien:

- Schwangerschaft
- Bluthochdruck, Asthma, sowie neurologische Erkrankungen mit einer Dauermedikation

Verhaltensverpflichtungen:

- drei Stunden vor der Untersuchung keine Konsumation von koffeinhaltigen Getränken (Kaffee, Cola, Tee)
- Keine Anwendung von Parfums und stark riechenden Deos am Untersuchungstag
- Jegliche Art des psychischen und körperlichen Stress am Untersuchungstag sollte vermieden werden (Sport, Zeitnot, Prüfungen etc.)
- Unerwartete Gesundheitsprobleme sollten dem Studienleiter gemeldet werden

- Beim Vorhandensein von Allergien, Rücksprache mit dem Studienleiter

Die Probandinnen wurden darauf hingewiesen, dass durch die Studie für Sie kein Gesundheitsrisiko bestand, sowie dass Sie bei Unwohlsein, die Studie zu jeder Zeit abbrechen konnten. (Tabakovic, 2014)

2.4 Untersuchungsraum

Für die Studie wurde ein Büroraum vom Department für klinische Pharmazie und Diagnostik zur Verfügung gestellt.

Einer der drei im Raum befindlicher Schreibtische wurde dann für die Durchführung der Untersuchungen benutzt. Dort füllten die Probandinnen Fragebögen, es wurde ihr Blutdruck gemessen etc. Die weitere Möblierung des Büroraumes umfasste die verschiedenen Regale mit Büchern, Pc-s, d.h. das wesentliche, das für einen Büroraum typisch ist.

Da die Untersuchungen sowohl vormittags als auch nachmittags stattfanden, wurde der Raum immer mit künstlichem Licht beleuchtet. Das Tageslicht wurde mittels Jalousien ausgeschlossen, um einheitliche Untersuchungsbedingungen für alle Probandinnen zu gewährleisten. (Tabakovic, 2014)

2.5 Studiengeräte

Das einzige bei dieser Studie verwendete Messgerät, nämlich ein Blutdruckmessgerät Tensoval[®] comfort, wurde für die Messung der drei Vitalparameter: systolischem / diastolischem Blutdruck und Puls benutzt.



Abbildung 11: Blutmessgerät Tensoval[®] comfort (www.tensoval.com, 2016)

2.6 MDBF

Für die Bewertung der subjektiven Befindlichkeit wurde der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen, kurz MDBF, herangezogen. Dieses Messinstrument eignet sich für die Bewertung der momentanen subjektiven Befindlichkeit über drei bipolar konzipierte Dimensionen. Diese sind Gute/Schlechte Stimmung (GS), Wachheit/Müdigkeit (WM) und Ruhe/Unruhe (RU).

Der MDBF kann als Einzel- oder Gruppentest eingesetzt werden und hat ein sehr breites Spektrum an Anwendungen in der Forschung, besonders in der Grundlagenforschung, der Gesundheits- und Emotionspsychologie sowie bei der Therapieevaluation und Psychopharmakologie. (Steyer *et al.*, 1997)

Die oben genannten bipolar konzipierten Dimensionen sind in drei Skalen mit insgesamt 24 Adjektiven für die Beschreibung der aktuellen Stimmungslage zusammengefasst und in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen (aus dem MDBF, Steyer *et al.*, 1997)

Skala	Kurzform A	Kurzform B
GS	1 zufrieden 8 gut 4 schlecht 11 unwohl	14 wohl 21 glücklich 16 unglücklich 18 unzufrieden
WM	2 ausgeruht 10 munter 5 schlapp 7 müde	17 wach 20 frisch 13 schläfrig 23 ermattet
RU	6 gelassen 12 entspannt 3 ruhelos 9 unruhig	24 ruhig 15 ausgeglichen 19 angespannt 22 nervös

Diese Adjektive können dann mit Endpunkten von 1 für „überhaupt nicht“ bis 5 für „sehr“ bewertet werden. Für die Testbewertung sind eine ausreichende sprachliche Kompetenz der

Probandinnen, sowie die Fähigkeit, die momentane Stimmungslage wahrzunehmen, eine Voraussetzung. (Steyer *et al.*, 1997)

Interpretation der Auswertung bezüglich der einzelnen Skalen:

- für die *GS-Skala* bedeuten hohe Werte, dass eine Testperson sich momentan glücklich, wohl, gut und zufrieden fühlt und umgekehrt stehen die niedrigen Werte für eine momentan unzufriedene, unwohle und unglückliche Stimmungslage.
- für die *WM-Skala* bedeuten die hohe Werte, die Testperson ist momentan wach, munter, frisch und ausgeruht und umgekehrt die niedrigen Werte, dass die Testperson müde, schlapp und ermattet ist.
- für die *RU-Skala* bedeuten hohe Werte, dass eine Testperson die sich momentan entspannt, gelassen, ruhig und ausgeglichen fühlt und umgekehrt stehen die niedrigen Werte für eine momentan angespannte, nervöse und unruhige Testperson.
- (Steyer *et al.*, 1997)

2.7 Versuchsablauf

Nach dem Eintreffen der Probandin im Untersuchungsraum wurde sie zum Untersuchungsplatz geführt. Während sie zur Ruhe kam wurde sie über den Versuchsablauf näher informiert.

Anschließend wurde sie durch ein Einwilligungserklärungsblatt über alle Studienbedingungen informiert und ihre persönlichen Daten wurden erfasst.

Danach füllte die Probandin zum ersten Mal den MDBF aus. Im Anschluss wurden noch ihre Vitalparameter d.h. systolischer und diastolischer Blutdruck, sowie Puls mittels Blutdruckmessgerät erfasst und vermerkt. Die Blutdruckmessung erfolgte im Sitzen am linken Oberarm.

Als nächstes wurde ihr genau 1 ml Öl mittels einer Spritze auf die linke Hand aufgebracht, die sie dann nach Einweisungen 2 min lang sich selbst auf der inneren Seite des rechten Unterarms einmassierte.

Die Studienleiterin umwickelte anschließend diesen Bereich der Haut mit einer Klarsichtfolie um dadurch einen Okklusionseffekt zu gewährleisten. Das führte zu einer besseren Resorption des Öls und verhinderte eine Verflüchtigung des Duftstoffes.

In nachfolgender Einwirkzeit sollte sich die Probandin entspannen und je nach Lust entweder dabei nur ruhig sitzen oder Zeitschriften mit neutralem Inhalt durchblättern.

Um zu prüfen ob das Öl nach der transdermalen Resorption eine Wirkung auf die subjektive Befindlichkeit und Vitalparameter hatte, wurden nach diesen 30 min wieder Vitalparameter gemessen und notiert. Die Klarsichtfolie samt Ölrückständen wurde entfernt. Im Anschluss füllten die Probandinnen erneut einen MDBF aus.

Am Ende der Untersuchung fand noch eine Ölbewertung bezüglich seiner Empfindung auf der Haut, sowie eine Duftbewertung statt. Dazu rochen die Probandinnen an einem Riechstreifen, der davor in das Untersuchungsöl kurz eingetunkt wurde.

Die 40 Probandinnen, die an der Untersuchung teilgenommen haben, wurden zufällig in zwei Gruppen zu jeweils 20 Personen eingeteilt und jede wurde einmal untersucht. Die Verumgruppe bekam eine 20 % Lösung des Vetiveröls in neutralem Erdnußöl und die Kontrollgruppe das reine Erdnußöl verabreicht. Dabei wurde die Reihenfolge randomisiert. Die Information über das untersuchte Öl erfuhren die Probandinnen erst nach beendeter Untersuchung um mögliche autosuggestive Einflüsse auszuschließen.

Die gesamte Untersuchung dauerte etwa 45 min. Zwischen zwei Untersuchungen wurde eine Pause für die Belüftung des Untersuchungsraumes gemacht um den Einfluss des verwendeten Öls auf die nächste Probandin auszuschließen. (Tabakovic, 2014)

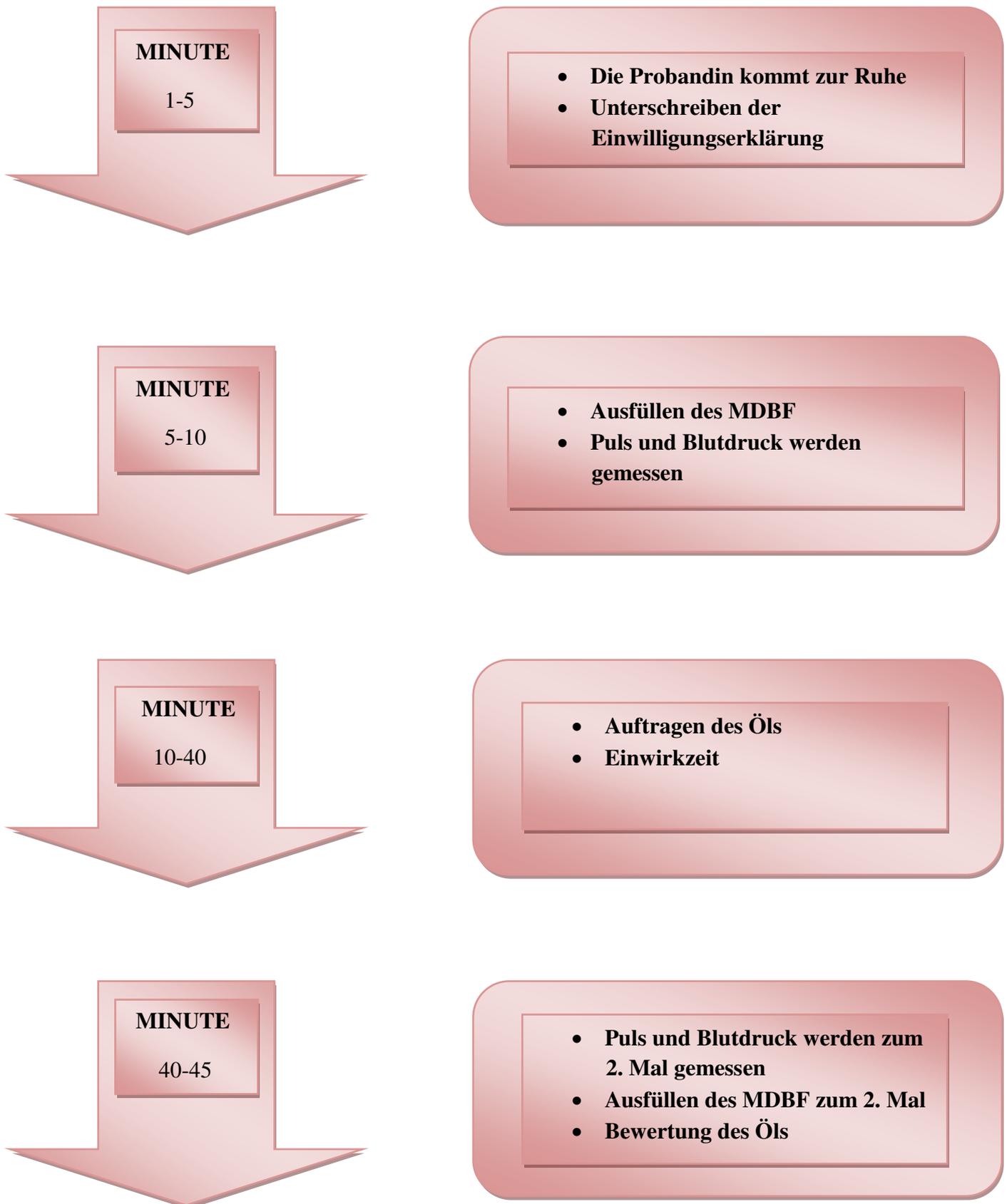


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Versuchsablaufs (Mitic M., 2013)

2.8 Datenerhebung

2.8.1 Vitalparameter und MDBF

Die am Anfang und Ende jeder Untersuchung gemessenen Werte des systolischen und diastolischen Blutdrucks und des Pulses der Probandinnen wurden vermerkt, in ein SSPS Datenblatt eingetragen und somit für die nachfolgende statistische Analyse bereitgestellt.

Ebenso wurden die Daten des MDBF für die Bewertung der subjektiven Befindlichkeit herangezogen und nach der Auswertung der drei Skalen wurden die Ergebnisse in einem SSPS Datenblatt eingetragen.

2.8.2 Öl- und Duftbewertung

Jede Untersuchung wurde mit einer Beurteilung des verwendeten Öls abgeschlossen, sowohl dessen subjektiven Empfindung auf der Haut, als auch dessen Duftes. Kriterien nach welchen die Probandinnen das Öl bewerteten, waren wie angenehm das Öl war und ob seine Wirkung beruhigend oder eher anregend empfunden wurde. Für die Beurteilung des Duftes rochen die Probandinnen an einem ins Öl getauchten Riechstreifen und bewerteten wie angenehm, intensiv und bekannt der Duft für sie war.

Die Bewertung erfolgte mittels jeweils einer horizontalen 10 cm langen Linien mit dem Nullpunkt in der Mitte, die an den beiden Enden die entsprechenden Merkmalpaare trugen. Die Empfindung wurde unter Eintragen einer senkrechten Linie auf dieser Skala markiert.

Die Auswertung dieser Empfindung erfolgte über die Messung des eingetragenen Wertes von dem Nullpunkt mittels eines Lineals. Dabei bedeuteten alle rechts von Null aufgetragenen Markierungen eine positive Ölbeurteilung mit Qualitäten wie bekannt, angenehm, intensiv und anregend und die Markierungen links vom Nullpunkt, eine negative Ölbeurteilung wie unangenehm, unbekannt, beruhigend und nicht intensiv. (Tabakovic, 2014)

2.9 Statistische Analyse

Die innerhalb dieser Studie von 40 Probandinnen erhobenen Daten wurden in das Statistikprogramm SPSS 16.02 eingetragen und im Anschluss mittels t-Test und Varianzanalyse (ANOVA) ausgewertet.

Dazu wurden laufend die persönlichen Codes der Probandinnen in die vertikale Spalte eingetragen und die erfassten Parameter in die entsprechenden horizontalen Spalten (Anfang- und Endwerte von arteriellem Blutdruck, Puls, subjektiver Befindlichkeit), sowie die Bewertungen des Ölempfindens und dessen Wirksamkeit und des Duftes (Hedonik, Intensität und Bekanntheit). Aus diesen Werten wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen ausgerechnet und verglichen.

Die Auswertung wurde mittels zweifaktorieller ANOVA (Öl und Zeit) mit Messwiederholungen ermittelt.

Mit dem t-Test wurden zwei gepaarte Messwerte, z. B. jene der Öl- und Duftbewertungen, ermittelt.

Für die Beurteilung der Signifikanz wurde der Signifikanzwert, p-Wert, benutzt. Ein Ergebnis wurde als signifikant unterschiedlich befunden, wenn dieser Wert unter 0.05 (5 %) lag. Die Werte zwischen 0.05 und 0.1 werden als Trend aufgefasst, und jene, die größer als 0,1 waren wurden als nicht signifikant bewertet. (Mitic, 2013)

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vitalparameter

Die mit ANOVA mit Messwiederholung mit Zeit und Untersuchungsöl als Innensubjektfaktoren ermittelten Ergebnisse für die Vitalparameter diastolischer ($p = 0.449$) und systolischer Blutdruck ($p = 0.962$), sowie für den Puls ($p = 0.198$) waren nicht signifikant. Aus diesen Resultaten, die auch in den Tabellen 5-7 dargestellt sind, wurden keine Unterschiede zwischen den zwei Gruppen in den physiologischen Parametern nach 30 min Einwirkungszeit des jeweils verwendeten Öls gemessen. In beiden Ölbedingungen sanken der systolische und diastolische Blutdruck sowie der Puls gleich stark in der Zeit.

Tabelle 5: Die Messwerte des diastolischen Blutdrucks (Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert)

Diast. Blutdruck	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	79.150	9.848	
Vetiver-Ende	76.300	9.297	0.449
Kontrolle-Anfang	75.450	7.619	
Kontrolle-Ende	74.050	8.617	

Tabelle 6: Die Messwerte des systolischen Blutdrucks (Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert)

Systo. Blutdruck	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	115.650	13.035	
Vetiver-Ende	113.200	11.451	0.962
Kontrolle-Anfang	111.900	7.261	
Kontrolle-Ende	109.300	9.482	

Tabelle 7: Die Messwerte des Pulses (Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert)

Puls	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	82.2500	17.0166	
Vetiver-Ende	76.3500	13.1120	0.198
Kontrolle-Anfang	73.6000	9.0867	
Kontrolle-Ende	70.8000	6.9023	

3.2 MDBF

Die durch den MDBF erhobenen Ergebnisse wurden ebenfalls mit ANOVA ausgewertet. Die Ergebnisse für die Parameter Gute/Schlechte Stimmung (GS: $p = 0.333$), Ruhe/Unruhe (RU: $p = 0.649$) und Wachheit/Müdigkeit (WM: $p = 0.367$) waren nicht signifikant. Auch hier konnte man feststellen, dass die Untersuchung mit 20%er Lösung des Vetiveröls gleich in der Wirkung war, wie das reine (neutrale) Erdnussöl, d.h. dass es keine Wirkung auf die subjektive Befindlichkeit der Probandinnen hatte. Die Ergebnisse für die Mittelwert, Standardabweichung und p-Wert sind in den Tabellen 8-10 dargestellt. Sowohl die Stimmung als auch die RU blieben in der Zeit gleich, die Müdigkeit nahm in beiden Ölbedingungen zu.

Tabelle 8: Die Messwerte des MDBF für Gute/Schlechte Stimmung

GS	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	16.15	2.94	
Vetiver-Ende	16.25	2.59	0.333
Kontrolle-Anfang	16.95	2.44	
Kontrolle-Ende	16.40	2.35	

Tabelle 9: Die Messwerte des MDBF für Ruhe/Unruhe

RU	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	16.20	2.46	
Vetiver-Ende	15.45	2.58	0.649
Kontrolle-Anfang	15.55	2.14	
Kontrolle-Ende	15.20	2.59	

Tabelle 10: Die Messwerte des MDBF für Wachheit/Müdigkeit

WM	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver-Anfang	15.00	2.34	
Vetiver-Ende	13.60	2.80	0.367
Kontrolle-Anfang	14.90	3.04	
Kontrolle-Ende	12.55	3.55	

3.3 Duftbewertung

Die Daten der Duftbewertung wurden mittels t-Test ausgewertet. Dabei zeigten die Ergebnisse für die Hedonik ($p = 0.568$) und Bekanntheit ($p = 0.578$) keine signifikanten Werte wie, aus den Tabellen 11 und 12 zu sehen ist. Die Probandinnen empfanden demzufolge den Erdnussölgeruch und den Geruch der 20%igen Vetiveröl-Mischung als gleich unbekannt und gleich schwach unangenehm.

Dagegen war bei dem Parameter Intensität ($p = 0.060$) in der Vetivergruppe ein deutlicher Trend zu erkennen, wie aus Tabelle 13 zu sehen ist. Die Vetiver-Mischung wurde, wie zu erwarten war, etwas intensiver empfunden.

Tabelle 11: Die Messwerte für den Parameter Hedonik im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe

Hedonik	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver	-0.948	0.459	0.568
Kontroll	-0.600	0.392	

Tabelle 12: Die Messwerte für den Parameter Bekanntheit im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe

Bekanntheit	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver	-0.597	0.543	0.578
Kontroll	-0.120	0.655	

Tabelle 13: Die Messwerte für den Parameter Intensität im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe

Intensität	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver	0.590	0.626	0.060
Kontroll	-1.012	0.541	

Bei der subjektiven Beurteilung des Öls waren die Ergebnisse nicht signifikant. Beide Öle wurden von den Probandinnen als gleich beruhigend ($p = 0.393$; Tabelle: 14) und gleich angenehm ($p = 0.509$; Tabelle: 15) empfunden.

Tabelle 14: Die Messwerte für den Parameter Öl-Wirkung im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe

Öl-Wirkung	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver	-1.020	0.368	0.393
Kontroll	-1.495	0.410	

Tabelle 15: Die Messwerte für den Parameter Öl-Empfinden im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe

Öl-Empfinden	Mittelwert	Standardabweichung	p-Wert
Vetiver	1.255	0.487	0.509
Kontroll	1.695	0.445	

Unter den gegebenen Studienbedingungen wurde zwischen der Kontrollgruppe und der Gruppe mit der Vetiveröl-Mischung weder in Hinblick auf die untersuchten physiologischen noch die psychologischen Parameter ein Unterschied auf die Wirkung festgestellt. Obwohl dem Vetiveröl in der Literatur eine beruhigende Wirkung zugeschrieben wird, wurde diese in der vorliegenden Pilot-Studie nicht nachgewiesen. Das Öl sollte bei Unruhe und Nervosität sowie bei Depressionen, Schlaflosigkeit, Angst und Stress Hilfe leisten und das zentrale Nervensystem stärken. (Chahal *et al.*, 2015) Diese in der Literatur beschriebene beruhigende Wirkung wurde in der Aromatherapie bereits festgestellt. In der vorliegenden Pilotstudie wurde das Öl aber nur dermal appliziert und der Vetiverduft weitgehend durch Abdecken der Massagestelle mit einem Plastikfilm eingeschränkt. Dies könnte eine Ursache für diese Ergebnisse sein. Ein weiterer Grund liegt möglicherweise daran, dass einerseits die Anzahl der Probandinnen zu gering war und auch keine Rücksicht auf den hormonellen Status der Frauen gelegt wurde.

Untersuchungen zeigten, dass der Menstruationszyklus der Frauen eine große Rolle in ihrer Psychophysiologie spielt. Eine Studie untersuchte die Schwankungen in olfaktorischen Empfindlichkeit und anderen physiologischen Parametern wie z. B. von Körpertemperatur, Blutdruck, Puls, Respirationsrate und weiteren, in Korrelation mit hormonellen Schwankungen der Gonadenhormonen (FSH, LH, Estradiol, Progesteron etc.) während des Menstruationszyklusses von Frauen die keine und Frauen die orale Kontrazeptiva eingenommen hatten. In verschiedenen Phasen des Menstruationszyklusses (in der zweiten Hälfte, Zyklusmitte und mitten in der Lutealphase) wurden bei der olfaktorischen Empfindlichkeit für beide Frauengruppen, die Peaks festgestellt. Dabei ist anzunehmen, dass bei den Frauen, die orale Kontrazeptiva nahmen, andere Faktoren und nicht die Schwankungen der Gonadenhormonen für die Wirkung verantwortlich waren. Bei den Frauen die keine Kontrazeptiva nahmen, wurden für einige weitere physiologische Parameter wie z. B. für die Körpertemperatur sowie für alle Hormone die untersucht wurden, signifikante Schwankungen während des Zyklusses festgestellt. (Doty *et al.*, 1981) Andererseits waren möglicherweise die Einwirkzeit des Vetiveröls zu gering und die Hautfläche, an der es aufgetragen wurde, zu klein. Weitere Studien mit einer größeren Probandenzahl sowie weiteren physiologischen Parametern (Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit) sollten durchgeführt werden um die dermale Wirkung von Vetiveröl zu untersuchen.

4. Zusammenfassung

In dieser Pilot-Studie wurde der Einfluss des ätherischen Vetiveröls auf die subjektive Befindlichkeit und physiologischen Parametern, wie arteriellen Blutdruck und Puls nach dermalen Applikation untersucht.

Es nahmen insgesamt 40 weibliche Probandinnen im Alter zwischen 18 und 35 Jahren an der Studie teil. Innerhalb einer Sitzung mit der Dauer von ca. 45 Minuten, wurden sie randomisiert in zwei Gruppen untersucht, wobei die Probandinnen der Kontroll-Gruppe mit reinem Erdnuss-Öl behandelt wurden.

Die 20 Probandinnen der Verumgruppe wurden dagegen mit dem Untersuchungsöl, d.h. mit einer 20 % Mischung des Vetiveröls in Erdnussöl untersucht.

Vor und nach der Behandlung mit dem jeweiligen Öl wurden die Vitalparameter also systolischer, diastolischer Blutdruck und Puls gemessen und die subjektive Befindlichkeit mittels MDBF-Tests ermittelt.

Am Ende der Untersuchung erfolgte die Ölbewertung in Bezug auf die Wirkung und Empfindung des Öls, als auch seines Duftes, d.h. Hedonik, Intensität und Bekanntheit des Duftes wurden getestet. Die bei der Studie erhobenen Daten wurden in einem SSPS-Datenblatt notiert und statistisch mittels ANOVA und t-Test ausgewertet.

Die Bewertung von physiologischen Parametern mittels ANOVA ergab keine signifikanten Ergebnisse bezüglich des systolischen und diastolischen Drucks, wie auch die Bewertung des Pulses.

Bei der subjektiven Befindlichkeit wurden keine signifikanten Werte festgestellt.

Bei der Ölbewertung mittels t-Test konnte man nur einen deutlichen Trend ($p = 0,060$) in Bezug auf Duftintensität bei der Verumgruppe ermitteln. Dagegen waren die Ergebnisse für Bekanntheit und Hedonik, sowie für die Wirkung und Empfindung des Öls, nicht signifikant.

5. Verzeichnisse

5.1 Literaturverzeichnis

Bajaj, YPS. 1994. *Medicinal and Aromatic Plants VI: Biotechnology in Agriculture and Forestry* 26. Berlin, Heidelberg, New York : Springer Verlag, 1994.

Chahal KK, Bhardwaj U, Kaushal S, Sandhu AK. 2015. Chemical composition and biological properties of *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty syn. *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash- A Review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2015, 6(4): 251-260, S. pp. 251-260.

DeBaggio Th, Tucker AO. 2009. *The Encyclopedia of Herbs: A Comprehensive Reference to Herbs of Flavor and Fragrance*. Portland and London : Timber Press, 2009.

Demole EP, Holzner GW, Youssefi MJ. 1995. Malodor Formation in Alcoholic Perfumes Containing Vetiveryl Acetate and Vetiver Oil. *Perfumer & Flavorist*. 1995, 20(January/February): 35-40.

Doty RL, Snyder PJ, Huggins GR, Lowry LD. 1981. Endocrine, cardiovascular, and psychological correlated of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle. *Journal of comparative and physiological psychology*. 1981, 95(1):45-60.

Ellena, J-C. 2012. *PARFUM: Ein Führer durch die Welt der Düfte (1. Auflage)*. München : C.H.Beck oHG, 2012.

Heymann, E. 1994. *Haut, Haar und Kosmetik: Eine chemische Wechselwirkung*. Stuttgart : Hirzel S. Verlag, 1994.

Janistyn, H. 1969. *Handbuch der Kosmetika und Riechstoffe, 2. Band: Die Parfümerie in der Kosmetik (2. Auflage).* Heidelberg : Dr.Alfred Hüting Verlag, 1969.

Lang F, Lang Ph. 2007. *Basiswissen Physiologie(2. Auflage).* Heidelberg : Springer Verlag, 2007.

M, Mitic. 2013. Wirkung von ätherischem Muskatellersalbei Öl auf physiologische und psychologische Parameter bei Mann und Frau. Wien : Diplomarbeit Universität Wien Fakultät für Lebenswissenschaften, 2013.

Maffei, M. 2003. *Vetiveria.* e-Library - London & New York : Taylor and Francis Verlag, 2003.

Mallavarapu GR, Syamasunder KV, Ramesh S, Rao BRR. 2012. Constituents of south Indian vetiver oils. *Natural Product Communications.* 2012, 7(2): 223-225.

Mayer E, 2010. *Einfluss von Vetiveröl auf physiologische Parameter und Attraktivitätsbewertungen bei Mann und Frau.* Wien : Diplomarbeit Universität Wien Fakultät für Lebenswissenschaften, 2010.

Miller RA, Miller I. 1990. *The Magical and Ritual Use of Perfumes.* Rochester, Vermont : Destiny Books Verlag, 1990.

Mücke W, Lemmen Ch. 2010. *Duft und Geruch: Wirkungen und gesundheitliche Bedeutung von Geruchsstoffen.* Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg : ecomed MEDIZIN, eine Marke der Verlagsgruppe Hütting Jehle Rehm GmbH, 2010.

S, Tabakovic. 2014. Untersuchung zur Wirkung von cis-Nerolidol auf Blutdruck und Selbstbefindlichkeit beim Menschen nach dermalen Applikation. Wien : Diplomarbeit Universität Wien Fakultät für Lebenswissenschaften, 2014.

Sell, Ch. 2006. *The Chemistry of Fragrances: From Perfumer to Consumer, 2 Edition.* London : RSC Paperbacks, 2006.

Sterry, W. 2011. *Kurzlehrbuch Dermatologie.* Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 2011.

Steyer R, Schwenmezger P, Notz P, Eid M. 1997. *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) - Handanweisung.* Göttingen, Bern, Toronto, Seattle : Hogrefe Verlag für Psychologie, 1997.

Umbach, W. 2004. *Kosmetik und Hygiene von Kopf bis Fuß (3. Auflage).* Weinheim : WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, 2004.

Winter, F. 1933. *Riechstoffe und Parfümierungstechnik: Genesis, Charakteristik und Chemie der Riechstoffe unter besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Verwendung zur Herstellung komplexer Riechstoff-Gemische.* Wien : Julius Springer Verlag, 1933.

5.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vetiver Pflanze (www.latimesblogs.latimes.com , 2017).....	6
Abbildung 2: Vetiveröl Inhaltsstoffe (Sell, 2006).....	9
Abbildung 3: Frauenparfüms mit Vetiveröl (www.fragrantica.de , 2017).....	13
Abbildung 4: Herrenparfüms mit Vetiveröl (www.fragrantica.de , 2017).....	13
Abbildung 5: Gewinnung verschiedener Duftstoffe aus Rosenblüten (Heymann, 1994).....	16
Abbildung 6: Parfümduftstoffe (Heymann, 1994)	18
Abbildung 7: Duftnoten (www.magazin.flaconi.de , 2017).....	20
Abbildung 8: Geruchsrezeptoren und ihre Afferenzen zum Bulbus olfactorius (Lang und Lang, 2007)	25
Abbildung 9: Aufbau der Haut (Sterry, 2011)	26
Abbildung 10: Dermale Transportwege (www.dr-barbara-hendel.de , 2017)	28
Abbildung 11: Blutmessgerät Tensoval ® comfort (www.tensoval.com , 2016).....	32
Abbildung 12: Schematische Darstellung des Versuchsablaufs (Mitic M., 2013)	36

5.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Physikalisch-chemische Parameter von Vetiveröl (Chahal et al., 2015)	8
Tabelle 2: Zusammensetzung von Vetiverölen aus unterschiedlichen geographischen Regionen der Welt (Chahal et al., 2015)	10
Tabelle 3: Zusammensetzung von Vetiveröl - Kurt Kitzing (Mayer, 2010)	30
Tabelle 4: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen (aus dem MDBF, Steyer et al., 1997).....	33
Tabelle 5: Die Messwerte des diastolischen Blutdrucks (Mittelwert, Standardabweichung, p- Wert).....	39
Tabelle 6: Die Messwerte des systolischen Blutdrucks (Mittelwert, Standardabweichung, p- Wert).....	39
Tabelle 7: Die Messwerte des Pulses (Mittelwert, Standardabweichung, p-Wert).....	40
Tabelle 8: Die Messwerte des MDBF für Gute/Schlechte Stimmung	40
Tabelle 9: Die Messwerte des MDBF für Ruhe/Unruhe.....	40
Tabelle 10: Die Messwerte des MDBF für Wachheit/Müdigkeit	41
Tabelle 11: Die Messwerte für den Parameter Hedonik im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe	41
Tabelle 12: Die Messwerte für den Parameter Bekanntheit im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe	41
Tabelle 13: Die Messwerte für den Parameter Intensität im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe	41
Tabelle 14: Die Messwerte für den Parameter Öl-Wirkung im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe	42
Tabelle 15: Die Messwerte für den Parameter Öl-Empfinden im Vergleich Vetiver- und Kontrollgruppe	42

6. Anhang

6.1 Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

Einfluß von Pflanzeninhaltsstoffen auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen nach dermalen Applikation

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.

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 und, wenn ja, welchen Einfluss ein Pflanzeninhaltsstoff gelöst in Erdnussöl auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen hat.

2. Wie läuft die Studie ab?

An dieser Studie werden insgesamt ungefähr 40 Personen teilnehmen.

Ihre Teilnahme an der Studie ist mit Besuch verbunden, der etwa 45 Minuten dauern wird.

Während der Studie werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Erhebung der Stimmungslage mit Hilfe eines Fragebogens
- Blutdruckmessung

Sie werden gebeten hierzu zum vereinbarten Termin in das UZAI in der Althanstrasse 14 Raum 2D 459 zu kommen. Die Einhaltung des vereinbarten Besuchstermins 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 die Einverständniserklärung bezüglich der Teilnahme an der Studie zu unterschreiben. Danach nehmen Sie in einem Sessel Platz und Sie werden gebeten einen

Befindlichkeitsfragebogen auszufüllen. Außerdem wird ihr Blutdruck gemessen. Nun werden Sie aufgefordert 1ml der zu untersuchenden Substanz in Erdnussöl 2 Minuten lang auf der inneren Seite des rechten Unterarms einzumassieren. Die Stelle wird sodann mit Frischhaltefolie abgedeckt. Die folgenden 30 Minuten bleiben sie still sitzen und entspannen sich. Vor Beseitigung der Ölreste füllen Sie noch einmal einen Befindlichkeitsfragebogen aus und der Blutdruck wird gemessen. Zum Schluss werden Sie gebeten einen abschließenden Fragebogen zu beantworten.

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:

nicht zwischen 18 und 35 Jahren alt sind

schwanger sind

unter Streß stehen

an Asthma, Bluthochdruck, hormonellen oder neurologischen Erkrankungen leiden, die eine Dauermedikation erfordern

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.) Am Studientag bis zum Ende der Sitzung keine koffeinhaltigen Getränke (Tee, Kaffee, Cola) zu sich nehmen.
- b.) Unmittelbar vor der Untersuchung körperlichen und psychischen Stress (Sport, Zeitnot, Termindruck, Prüfungen) vermeiden.
- c.) Am Tag der Untersuchung keine Parfums oder stark riechende Deos anwenden.
- d.) 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.

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;

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. 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.

9. Einwilligungserklärung

Name des Patienten in Druckbuchstaben:.....

Geb.Datum: Code:.....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Einfluss von Pflanzeninhaltsstoffen auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen nach dermalen Applikation“ 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)

6.2 Befindlichkeitsfragebogen

MDBF-Langform

MDBF

Code/ Name:

Datum: Alter: Jahre

Geschlecht: w m

Instruktion

Im folgenden finden Sie eine **Liste von Wörtern, die verschiedene Stimmungen beschreiben**.

Bitte gehen Sie die Wörter der Liste nacheinander durch und **kreuzen Sie bei jedem Wort** das Kästchen an, das die **augenblickliche** Stärke Ihrer Stimmung am besten beschreibt.

Ein Beispiel:

Im Moment fühle ich mich

überhaupt nicht 1 2 3 4 sehr
5

wohl

Angenommen, Sie würden sich momentan äußerst wohl fühlen, dann würden Sie den Kreis unter Ziffer 5 ankreuzen

Im Moment fühle ich mich

überhaupt nicht 1 2 3 4 sehr
5

wohl

Bitte beachten Sie dabei folgende Punkte:

- In der Liste sind mehrere Adjektive enthalten, die möglicherweise dieselbe oder eine ähnliche Stimmung beschreiben. Lassen Sie sich dadurch nicht verwirren, und **geben Sie Ihre Antwort bei jedem Adjektiv unabhängig davon, wie Sie bei einem anderen Adjektiv geantwortet haben.**
- Beurteilen Sie nur, wie Sie sich **augenblicklich** fühlen, nicht wie Sie sich im allgemeinen oder gelegentlich fühlen.
- Wenn Ihnen die Antwort schwerfallen sollte, geben Sie die Antwort, die am **ehesten** zutrifft.

Geben Sie bitte bei **jedem** Wort ein Urteil ab und lassen Sie keines der Wörter aus.

6.3 Fragebogen zur Duft- und Ölbewertung

NAME _____

DATUM _____

RAUCHER: JA

NEIN

Kenn-Nr _____

Bitte bewerten Sie durch **Anbringen einer senkrechten Linie** ...

... wie angenehm Sie **den Duft** empfinden

sehr _____ sehr

unangenehm

angenehm

... wie bekannt Ihnen **der Duft** ist

völlig _____ sehr

unbekannt

bekannt

... wie intensiv Sie **den Duft** empfinden

geruchlos _____ sehr

intensiv

NAME _____

DATUM _____

RAUCHER: JA

NEIN

Kenn-Nr _____

... wie angenehm Ihnen **das Öl** war

sehr _____ sehr

unangenehm

angenehm

... welche Wirkung **das Öl** auf Sie hatte

beruhigend _____ anregend