



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Untersuchung zum geschlechtsspezifischen Einfluss von
ätherischen *Mentha*-Ölen auf den Menschen nach
Inhalation“

verfasst von

Magdalena Pirker

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 449

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Jäger

DANKSAGUNG

Zunächst möchte ich mich bei Herrn ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Jäger für die wissenschaftliche Betreuung bedanken. Er ermöglichte es mir, meine Diplomarbeit am Department für klinische Pharmazie und Diagnostik durchzuführen und stellte mir dieses überaus interessante Thema zur Verfügung.

Ein herzliches Dankeschön gilt Frau Ass.-Prof. Mag. Dr. Iris Stappen für die freundliche und intensive Unterstützung während des gesamten Arbeitsverlaufs. Sie war stets bemüht, meine Fragen zu klären, stand mir mit wertvollen Anregungen fachlicher, technischer oder literarischer Natur zur Seite und trug so wesentlich zum Gelingen dieser Diplomarbeit bei.

Besonders bedanken möchte ich mich auch bei meinen Probanden für ihre Bereitschaft und Geduld und bei meinen Kolleginnen Adrijana Zrnić sowie Olivera Vojinović für ihren Einsatz und die gute Zusammenarbeit.

Großer Dank geht an meine Familie, insbesondere an meine Eltern, die mir das gesamte Studium über beigestanden sind, mich in jeglicher Hinsicht unterstützt und immer an mich geglaubt haben. Meiner Schwester Desiree danke ich für die hilfreichen Ratschläge zum Erstellen einer wissenschaftlichen Arbeit.

Ein aufrichtiges Dankeschön will ich auch an meine Freunde und Kollegen für ihren Zuspruch und ihr Verständnis richten. Sie haben meine Studienzeit bereichert und mich mit der notwendigen Motivation und Ablenkung versorgt.

***“Smell is a potent wizard that transports you across thousands of miles
and all the years you have lived.”***

Helen Keller

INHALTSVERZEICHNIS

1 ALLGEMEINER TEIL.....	1
1.1 Ätherische Öle.....	1
1.1.1 Mentha spicata	1
1.1.1.1 Krauseminzöl	2
1.1.1.2 Carvon	5
1.1.2 Mentha arvensis	6
1.1.2.1 Minzöl	7
1.1.2.2 Menthol	9
1.2 Duft und Geschlecht	12
1.2.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	12
1.2.1.1 Hedonik.....	12
1.2.1.2 Identifikation.....	13
1.2.1.3 Sensibilität	14
1.2.1.4 Gedächtnis	15
1.2.1.5 Gehirnaktivität.....	15
1.2.1.6 Spezialfall Androstenon.....	16
1.2.1.7 Olfaktorische Intoleranz.....	17
1.2.1.8 Anosmie und Sozialverhalten	17
1.2.2 Ursachen.....	18
1.2.2.1 Anatomie	18
1.2.2.2 Genetik.....	19
1.2.2.3 Evolution.....	20
1.2.2.4 Umwelt.....	20
1.2.2.5 Kognition	20
1.2.2.6 Hormone	21
1.2.2.7 Das vomeronasale Organ.....	22
1.3 Der circadiane Rhythmus	24
2 EXPERIMENTELLER TEIL.....	26
2.1 Kurzdarstellung der Studie	26
2.2 Probanden	26
2.3 Teilnahmebedingungen	27
2.4 Räumlichkeiten	28
2.5 Studienmaterial.....	28
2.5.1 Ätherische Öle	28
2.5.2 Blutdruckmesser	31
2.5.3 Duftlampe	31
2.5.4 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen.....	32
2.5.5 Fragebogen zur Duftbewertung	34
2.6 Untersuchungsdesign.....	35

2.7 Datenerhebung	37
2.7.1 Blutdruck- und Herzschlagfrequenz	37
2.7.2 Erhebung der subjektiven Befindlichkeit.....	38
2.7.3 Duftbewertung	39
2.8 Datenanalyse.....	39
2.8.1 Erstellung des Datenblattes.....	39
2.8.2 Auswertung mit ANOVA und t-Test	40
3 ERGEBNISSE	41
3.1 Physiologische Parameter	41
3.1.1 Gesamtkollektiv	41
3.1.2 Nichtraucher	43
3.2 Befindlichkeitsfragebogen.....	45
3.2.1 Gesamtkollektiv	45
3.2.2 Nichtraucher	46
3.3 Duftbewertung.....	47
3.3.1 Gesamtkollektiv	47
3.3.2 Nichtraucher	48
4 DISKUSSION	50
5 VERZEICHNISSE	54
5.1 Literaturverzeichnis	54
5.2 Tabellenverzeichnis	63
5.3 Abbildungsverzeichnis	64
6 ANHANG	66
6.1 Befindlichkeitsfragebogen.....	66
6.2 Fragebogen zur Duftbewertung	68
6.3 Probandeninformation und Einwilligungserklärung	69
6.4 Log sheet.....	73
7 ZUSAMMENFASSUNG	74
8 ABSTRACT	76
9 CURRICULUM VITAE	77

1 ALLGEMEINER TEIL

1.1 Ätherische Öle

1.1.1 *Mentha spicata*

Die Krause Minze (*Mentha spicata* L.), unter anderem auch als Grüne Minze, Rossminze oder Spearmint bekannt, gehört zur Familie der Lippenblütler (*Lamiaceae*) und ist eine von 25 *Mentha* Arten. Sie ist in den gemäßigten Zonen der Erde, vor allem in Nordamerika, Europa und Asien beheimatet, wird aber mittlerweile weltweit angebaut (Hänsel et al., 1993; Liu et al., 2012).



Abbildung 1: *Mentha spicata* L. (<http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/koehler/PFEFFER2.jpg>, abgerufen am 10.09.2013)

Ihren Namen verdankt die ausdauernde, krautige Pflanze den gegenständig angeordneten „krausen“ Blättern, welche länglich-eiförmig oder lanzettlich geformt sind und direkt am

Stängel aufsitzen oder mit langen Stielen versehen sind. Die Blätter sind zumeist kahl, sowie nur entlang der Nerven behaart und verfügen über einen regelmäßig gesägten Rand. Die Pflanze erreicht eine Wuchshöhe von bis zu 100 cm und bildet kriechende Rhizome aus. Ihre vierkantigen, aufrechten Stängel sind im oberen Bereich verzweigt und grün bis rötlich gefärbt. Die Einzelblüten sind weiß bis rosafarben und in quirligen Scheinähren angeordnet (Kötter, 2009; Hänsel et al., 1993; Hänsel und Sticher, 2007; Dörfler und Roselt, 1984).

Die frischen und getrockneten Blätter der Pflanze sowie ihr ätherisches Öl werden in der Kosmetik, in Lebensmitteln und in der pharmazeutischen Industrie eingesetzt (Dhifi et al., 2013). *Mentha spicata* findet unter anderem Anwendung als Stimulans, Stomachikum, Karminativum, Spasmolytikum oder Diuretikum und ist außerdem bei Rheuma sowie Muskel- und Zahnschmerzen indiziert (Padmini et al., 2010). Die Pflanze ist in Form ihrer verschiedenen Zubereitungen für den äußerlichen wie innerlichen Gebrauch geeignet und wird weiters zum Aromatisieren von Zahnpasten, Mundwässern und Kaugummis verwendet (Liu et al., 2012; Teuscher et al., 2004). Als Tee oder Ingredienz in der indischen Küche findet sie ebenso ihren Gebrauch (Dhifi et al., 2013).

1.1.1.1 Krauseminzöl

Menthae crispae aetheroleum DAC

Krauseminzöl wird durch Wasserdampfdestillation der frischen oberirdischen Teile der Krauseminze (*Mentha spicata* L.) gewonnen (Hänsel et al., 1993). Es ist farblos oder weist eine gelblich bis grünlich-gelbe Färbung auf. Als Träger seines charakteristischen, stark aromatischen Geruches, der an frische Blätter oder Kaugummi erinnert, gilt Dihydrocarveolacetat und das Acetat des Dihydrocuminalkohols (Steflitsch et al., 2013b; Hänsel und Sticher, 2007).

Vielerlei Faktoren beeinflussen die chemische Zusammensetzung ätherischer Öle, darunter die geographische Herkunft der Pflanze, damit verknüpfte unterschiedliche klimatische Bedingungen, sowie verschiedene Anbauverfahren (Al-Tawaha et al., 2013). Die prozentuellen Anteile der ätherischen Öl-Komponenten von *Mentha spicata* unterliegen somit Schwankungen. Während Carvon in einigen Regionen, wie Indien oder Serbien, die Hauptkomponente des Krauseminzöls darstellt, kommt (–)-Menthon in der tunesischen *Mentha spicata* mengenmäßig am häufigsten vor (Dhifi et al., 2013).

Tabelle 1: Gaschromatographisches Profil des Krauseminzöls - DAC (Steflitsch et al., 2013b)

Inhaltsstoffe Flächen % von – bis	Spearmint	Pfefferminze zum Vergleich
Monoterpene (MT)		
(–)-Limonen	2,0 – 25	1,0 – 5,0
Monoterpen-Oxide		
1,8-Cineol	< 4,0	3,5 – 14
Monoterpen-Ketone		
(–)-Carvon	> 55	< 1,0
(–)-Dihydrocarvon	0,5 – 8,0	kA
Menthon	< 2,0	14 – 32
Isomenthon	kA	1,5 – 10
Pulegon	kA	< 4,0
Monoterpen-Alkohole		
(–)-Menthol	kA	30 – 55
Isopulegol	kA	< 0,2
Monoterpen-Ester		
(–)-Dihydrocarvyl- acetat	0,1 – 3,0	kA
Menthylacetat	kA	2,8 – 10
Monoterpen-Furan		
(+)-Menthofuran	kA	1,0 – 9,0
Sesquiterpene (ST)		
β-Caryophyllen	0,1 – 2,0	kA
Aliphatische Alkohole		
3-Octanol	< 2,0	kA

Nach den Anforderungen der DAC-Monographien gilt **(–)-Carvon** (> 55 %) als Hauptkomponente, gefolgt von **(–)-Limonen** (2 - 25 %) und **(–)-Dihydrocarvon** (0.5 - 8 %). **1,8-Cineol** (< 4 %), **(–)-Dihydrocarvylacetat** (0.1 - 3 %) und **β-Caryophyllen** (0.1 - 2 %) sind weitere Bestandteile. Die für *Mentha piperita* typischen Inhaltsstoffe **Menthon** und **Menthol** sind kaum vorhanden (Steflitsch et al., 2013b).

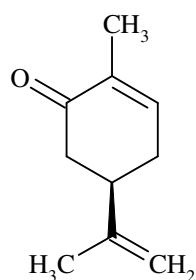


Abbildung 2: (-)-Carvon

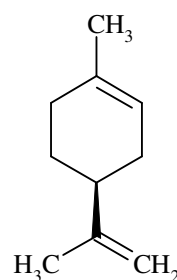


Abbildung 3: (-)-Limonen

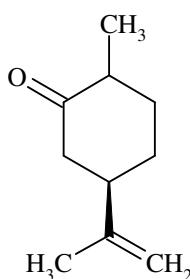


Abbildung 4: (-)-Dihydrocarvon

Krauseminzöl beinhaltet ein komplexes Spektrum an bioaktiven Verbindungen und kann daher vielseitig eingesetzt werden (Al-Tawaha et al., 2013). So wird es unter anderem zur Inhalation bei Bronchitis angewendet wie auch als Aroma in Zahnpflegemitteln und zur Wundheilung. Rhinitis, Sinusitis, Gallenstau, Pilzerkrankungen oder Verdauungsschwäche zählen ebenso zu den Einsatzgebieten für das ätherische Öl (Steflitsch et al., 2013b). Es soll des Weiteren die Aufmerksamkeit erhöhen und Denkvorgänge verschärfen (Futami, 1984). Ebenfalls verfügt es über insektizide, mutagene und gastroprotektive Eigenschaften (Haksar et al., 2009; Al-Tawaha et al., 2013).

Untersuchungen haben gezeigt, dass Krauseminzöl zur Behandlung der Beschwerden Nausea und Emesis, welche als typische Nebenwirkungen bei der Krebstherapie auftreten, geeignet ist. Ebenso mindert dieses ätherische Öl das durch Strahlentherapie induzierte Phänomen CTA. CTA steht für „conditioned taste aversion“ (konditionierte Geschmacksaversion) und beruht auf den toxischen Effekten von Gamma-Strahlen. Die intraperitoneale Applikation von *Mentha spicata*-Öl eine Stunde vor der Gamma-Strahlenexposition schwächt CTA signifikant ab (Haniadka et al., 2012). Dem Krauseminzöl werden also radioprotektive Eigenschaften zugeschrieben. Es verfügt über antioxidative Fähigkeiten und imitiert über die Komponente Piperitenonoxid die Effekte von Kalziumkanalblockern. So schwächt es, durch freie Radikale

provozierte, gastrointestinale Schädigungen ab und reduziert die Darmmotilität, sowie Schädigungen der Zellmembran, welche durch strahlenbedingten Kalzium-Überschuss hervorgerufen werden (Haksar et al., 2009).

Die antioxidative Aktivität ist abhängig von den Phenolverbindungen der Krauseminze. Phenolverbindungen weisen ebenso antiinflammatorische, antikanzerogene oder antibakterielle Eigenschaften auf (Lu und Foo, 2002). Hussain und sein Team untersuchten das ätherische Öl von *Mentha spicata* auf antioxidative und antimikrobielle Aktivität. Die antimikrobielle Wirkung scheint ausgeprägter als die antioxidative Wirkung zu sein, was womöglich auf den hohen Carvongehalt zurückzuführen ist (Hussain et al., 2010).

1.1.1.2 Carvon



Chemische Bezeichnung: *p*-Mentha-6,8-dien-2-on; 1,8-*p*-Menthadien-6-on; *p*-Mentha-1,8-dien-6-on

Molekulargewicht: 150.22

Carvon ist ein monocyclisches Monoterpen-Keton und tritt in zwei optischen Isomeren auf, welche sich geruchlich stark voneinander unterscheiden. (–)-Carvon gilt als Hauptbestandteil des ätherischen Öls von *Mentha spicata* und ist für den minzigen Geruch verantwortlich, (+)-Carvon kommt vor allem in Kümmelöl vor und produziert den typischen Kümmelgeruch (Martinetz und Hartwig, 1998a).

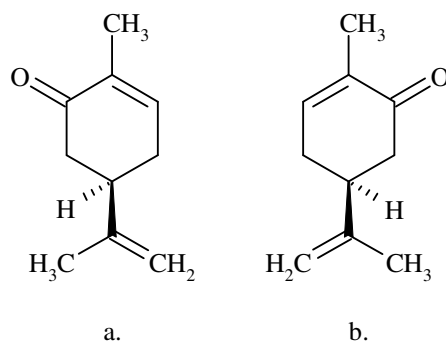


Abbildung 5: Enantiomere des Carvons
5a. (–)- Carvon, 5b. (+)-Carvon

Die beiden Carvon Antipoden unterscheiden sich auch in ihrer biologischen Wirkung. So ist beispielsweise die Bewegungsaktivität von Mäusen von der Chiralität dieses Terpens abhängig. (–)-Carvon zeigte hier in einer Untersuchung mehr relaxierende und sedative Effekte, (+)-Carvon hingegen wirkte sedierend wie anregend (Buchbauer et al., 2005). Andere Studien belegten, dass nur (+)-Carvon antikonvulsiv wirkt und bei Inhalation zu einem Anstieg des systolischen sowie diastolischen Blutdrucks gesunder Probanden führt. Die Inhalation des linksdrehenden Enantiomers erhöht den diastolischen Blutdruck sowie die Pulsfrequenz (de Sousa et al., 2007; Heuberger et al., 2001).

(–)-Carvon verfügt auch über Kalziumkanalblocker-Eigenschaften. Seine spasmolytische Wirkung ist ausgeprägter als die von (+)-Carvon. Es kann demnach auch bei der Behandlung von Muskelkrämpfen eingesetzt werden (Souza et al., 2013). Der Substanz werden ebenso antinozizeptive Aktivitäten zugeschrieben. Das linksdrehende sowie das rechtsdrehende Enantiomer des Carvons setzen beide die Nervenleitfähigkeit herab, vermutlich durch Blockade spannungsabhängiger Natriumkanäle. (–)-Carvon wirkt hier allerdings schwächer als (+)-Carvon (Gonçalves et al., 2010).

1.1.2 Mentha arvensis

Die Ackermanze (*Mentha arvensis* L.), auch als Kornminze bekannt, gehört ebenso innerhalb der Familie der Lippenblütler (*Lamiaceae*) zur Gattung der Minzen (*Mentha*). Sie ist in vielen Subspecies, Variationen wie Formen nahezu weltweit verbreitet und wird vor allem in China, Japan, Brasilien und Indien angebaut. Die ausdauernde krautige Pflanze vermehrt sich über unterirdische Ausläufer. Sie erreicht eine Wuchshöhe von bis zu 60 cm und ist meist weich behaart. Ihre deutlich gestielten Blätter sind lanzettlich oder eiförmig geformt und weisen einen schwach gezähnten Rand auf. Die Einzelblüten sind meist lila und in Scheinquirlen vereinigt, welche entfernt voneinander in den Achseln der Tragblätter stehen (Seidel und Eisenreich, 1988; Hänsel et al., 1993).

Mentha arvensis wird in der modernen Medizin, wie in der Volksheilkunde genutzt und weist viele biologische und pharmakologische Aktivitäten auf. So dient die Pflanze als wichtige Quelle für Therapeutika und wird als Tee oder ätherisches Öl in vielerlei Bereichen angewendet, innerlich wie äußerlich. Sie findet beispielsweise Einsatz als Stimulans, Diaphoretikum, Spasmolytikum oder Wurmmittel und verfügt über antivirale, antibakterielle,

antiphlogistische und antifungale Eigenschaften (Coutinho et al., 2009; Naeem et al., 2011; The Wealth of India, 1988).



Abbildung 6: *Mentha arvensis* L. (Dietrich, 1837)

Weitere Anwendungsbereiche sind Magen-, Darm- und Gallenbeschwerden, Katarrhe der oberen Luftwege oder Kopfschmerzen (Mayer, 2003). Der Ackermintze werden überdies kühlende Fähigkeiten zugeschrieben und so wird die Pflanze ebenso zur Behandlung von Hitzewallungen verwendet (Jänicke und Grünwald, 2006). Wie die Krauseminze kommt die Ackermintze als Aromastoff in Lebensmitteln und Zahnpflegemitteln zum Einsatz (Kumar et al., 2007).

1.1.2.1 Minzöl

Menthae arvensis aetheroleum parim mentholi privum Ph Eur

Minzöl wird durch Wasserdampfdestillation der frischen oberirdischen Teile der japanischen Varietät der Ackermintze (*Mentha arvensis* L. var. *piperascens*) gewonnen (Teuscher et al.,

2004). Es ist farblos oder schwach gelb bis grüngelb gefärbt und weist einen frischen, scharf minzigen Geruch bzw. Geschmack auf, gefolgt von einer stark kühlenden Empfindung (Steflitsch et al., 2013a).

Tabelle 2: Gaschromatographisches Profil des Minzöls - Ph.Eur. (Steflitsch et al., 2013a)

Inhaltsstoffe Flächen % von – bis	teilweise dementholi- siert	Rohöl, nativ
Monoterpene (MT)		
Limonen	1,5 – 7,0	0,7 – 6,2
Monoterpen-Alkohole		
(–)-Menthol	30 – 50	65 – 80
Isopulegol	1,0 – 3,0	kA
Monoterpen-Ketone		
(–)-Menthon	17 – 35	3 – 15
(–)-Isomenthon	5,0 – 13	1,9 – 4,8
(+)-Pulegon	max. 2,5	kA
Carvon	max. 2,0	0
Monoterpen-Ester		
(–)-Menthylacetat	1,5 – 7,0	kA
Monoterpen-Oxide		
1,8-Cineol	max. 1,5	0,1 – 0,3
Monoterpen-Furan		
(+)-Menthofuran	nn	kA
Verhältniszahlen		
1,8-Cineol: Limonen	< 1	kA

Das frisch destillierte ätherische Öl beinhaltet bis zu 90 % Menthol, wird jedoch anschließend durch Ausfrieren und Rektifizieren auf einen Gehalt von ca. 50 % eingestellt (Teuscher et al., 2004). Nach den Anforderungen des Europäischen Arzneibuchs enthält Minzöl als Hauptbestandteil 30 - 50 % **(–)-Menthol**, gefolgt von 17 - 35 % **(–)-Menthon** und 5 - 13 % **(–)-Isomenthon**. **(–)-Menthylacetat** (1.5 - 7 %), **Limonen** (1.5 - 7 %) und **Isopulegol** (1 - 3 %) sind weitere Bestandteile. Der **(+)-Pulegon**gehalt darf 2.5 % nicht überschreiten. **Carvon** darf zu maximal 2 % im Öl vorhanden sein, **1,8-Cineol** zu maximal 1.5 % (Steflitsch et al., 2013a).

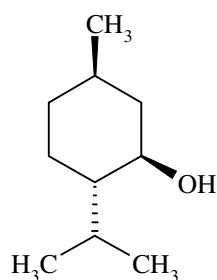


Abbildung 7: (-)-Menthol

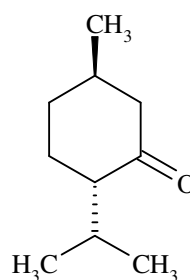


Abbildung 8: (-)-Menthon

Minzöl ist weltweit eines der am häufigsten verwendeten ätherischen Öle. Es wird in der Pharmaindustrie wie in der Lebensmittelindustrie genutzt und findet auch als Aromastoff Anwendung. Das Öl verfügt unter anderem über antimikrobielle, analgetische und kühlende Eigenschaften (Hikosaka et al., 2010). Aufgrund seiner adstringierenden und antiseptischen Fähigkeiten wird es zur Wundbehandlung eingesetzt. Juckreiz, Kopfschmerzen oder Neuralgie sind weitere Einsatzgebiete (Kumar et al., 2007). Ebenfalls wird das Öl bei spastischen Beschwerden im Magen-Darm-Trakt, zur Inhalation und zum Gurgeln bei Erkältungskrankheiten oder als Einreibung bei Gliederschmerzen verwendet (Hänsel und Sticher, 2007).

Studien von Kumar und Mitarbeitern beschäftigten sich mit dem insektiziden und fungitoxischen Potential des Minzöls. Dieses zeigte antifungale Wirkungen gegenüber einer Vielzahl von Pilzarten. Das ätherische Öl der Ackermanze könnte demnach als pflanzliche Alternative zur synthetischen Lebensmittelkonservierung eingesetzt werden. Auch antioxidative Aktivitäten konnten dem Öl nachgewiesen werden (Kumar et al., 2007 und 2009). Minzöle werden überdies in großer Menge zur Gewinnung von (-)-Menthol verwendet (Hänsel und Sticher, 2007).

1.1.2.2 Menthol

C₁₀H₂₀O

Chemische Bezeichnung: *p*-Menthan-3-ol

Molekulargewicht: 156.27

Menthol ist ein monocyclischer Monoterpen-Alkohol, welcher, neben (-)-Menthol und (+)-Menthol, in drei weiteren optischen Isomerenpaaren existiert: Neomenthol, Isomenthol und Neoisomenthol (Martinetz und Hartwig, 1998b).

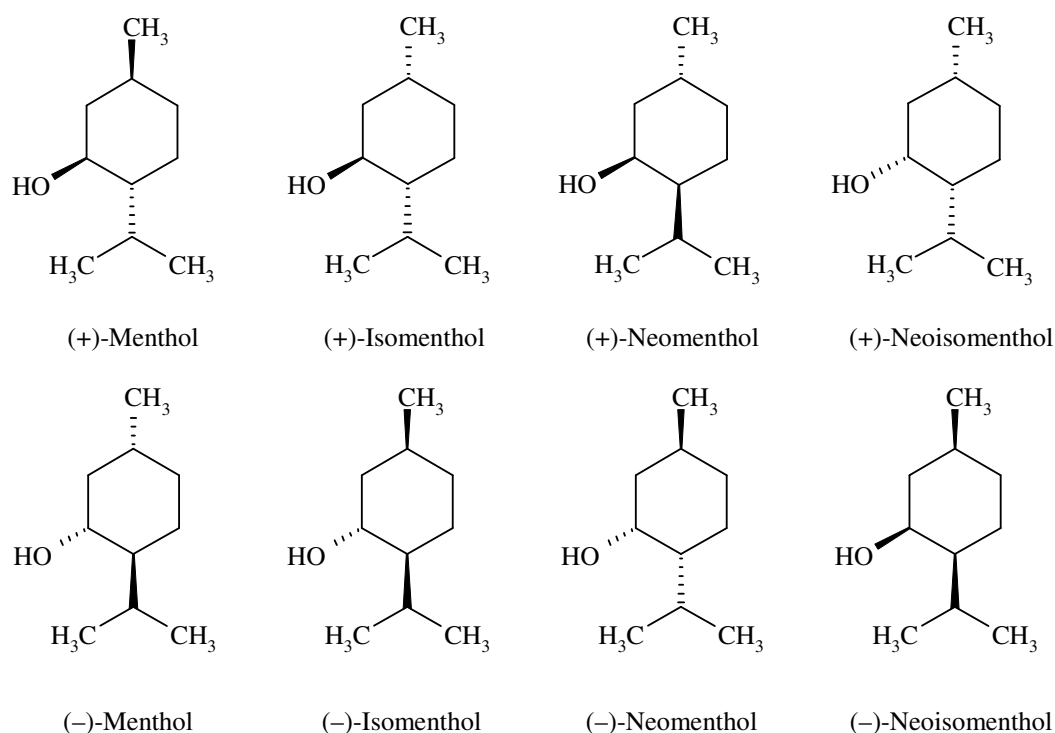


Abbildung 9: Strukturformeln der Mentholisomere

Die beiden Enantiomere (-)- und (+)-Menthol weisen unterschiedliche Gerüche auf. Während das linksdrehende Menthol als frisch, süß-minzig und kühl beschrieben wird, wird das rechtsdrehende als dumpf und schwach-minzig mit krautigem Unterton empfunden (Hänsel und Sticher, 2007).

(-)-Menthol gilt als Hauptbestandteil des Minzöls. Es wird einer Vielzahl von Produkten zugefügt, darunter Lebensmittel, Zahnpflegeprodukte, Tabakwaren, Kosmetika oder Arzneimittel. Sie alle profitieren von den kühlenden oder geruchs- und geschmacksverstärkenden Eigenschaften der Substanz. (-)-Menthol verfügt ebenso über ein weites Spektrum an biologischen Aktivitäten. So wirkt es unter anderem antifungal, antibakteriell, entzündungshemmend oder antitussiv (Kamatou et al., 2013).

Als Hauptwirkung löst Menthol auf Haut und Schleimhäuten ein erfrischendes Kältegefühl aus, wobei (-)-Menthol etwa 10-mal stärker kühlend wirkt als (+)-Menthol. Diese Kälteempfindung beruht auf einer Aktivierung des TRPM8 („transient receptor potential melastin 8“-)Rezeptors, der auch durch kalte Temperaturen stimuliert wird. TRPM8 fungiert als Sensor für das Kälteempfinden an Nervenfasern der Zunge und trigeminalen Ganglien. Es handelt sich dabei um einen ligandengesteuerten Kationenkanal, welcher für Kalziumionen durchlässig ist. Die Aktivierung durch Menthol oder Kälte führt zu einer Erhöhung des intrazellulären Kalziumspiegels, was zur Auslösung verschiedener intrazellulärer Signale führt, die eine Kälteempfindung hervorrufen (Hänsel und Sticher, 2007).

Die mentholinduzierten Kältereize blockieren ebenso die Weiterverarbeitung der Schmerzsignale im Rückenmark. Demzufolge hat Menthol auch eine anästhetisierende Wirkung (Teuscher et al., 2004). Galeotti und Mitarbeiter beobachteten, dass der schmerzlindernde Effekt des Menthols durch unselektive Opioidantagonisten und selektive κ -Opioidantagonisten aufgehoben werden kann. Diese Erkenntnis weist darauf hin, dass die analgetischen Eigenschaften des Menthols auf der selektiven Aktivierung von κ -Opioidrezeptoren beruhen (Galeotti et al., 2002).

Die kühlenden Eigenschaften von Menthol gehen auch mit einer Verringerung von Juckreiz einher. In einer Studie von Bromm und Mitarbeitern wurde festgestellt, dass die Applikation von Menthol, hinsichtlich der Reduktion von Histamin-induziertem Juckreiz, den gleichen Effekt hervorruft wie die Abkühlung der Körpertemperatur um 2 - 4 Grad Celsius. Diese Wirkung beruht vermutlich auf einer zentralen Hemmung des Juckreizes, hervorgerufen durch die Stimulation von kälteempfindlichen A-Delta-Fasern (Bromm et al., 1995).

Yamamura und sein Team stellten fest, dass auch Melanomzellen TRPM8-Rezeptoren exprimieren und dass deren Stimulation durch den natürlichen Liganden Menthol die Funktionsfähigkeit solcher Zellen signifikant herabsetzt (Yamamura et al., 2008). Menthol hemmt also das Melanom-Wachstum und könnte demnach zur Behandlung dieser schwerwiegenden Krankheit in Frage kommen (Slominski, 2008).

1.2 Duft und Geschlecht

Männer und Frauen unterscheiden sich voneinander in vielen Aspekten, so auch hinsichtlich ihrer sensorischen Fähigkeiten. Sexualdimorphismen zeigen sich hier bei allen fünf Sinnen. Der Frage, ob Frauen und Männer sich im olfaktorischen Wahrnehmen unterscheiden, wird schon seit über hundert Jahren nachgegangen. Die Datenlage zu geschlechtsspezifischen Unterschieden ist zwar widersprüchlich, doch konnten die meisten Untersuchungen zeigen, dass der weibliche Geruchssinn dem männlichen in vielerlei Hinsicht überlegen ist. Wenn es beispielsweise darum geht, Gerüche zu erfassen, zu identifizieren oder sich Gerüche zu merken, scheinen Frauen hervorstechen. Des Weiteren bewerten Frauen Gerüche hedonisch anders oder reagieren häufiger überempfindlich auf diese. Ebenso scheint die olfaktorische Stimulation das Sozialverhalten sowie die Gehirnaktivität bei den Geschlechtern in unterschiedlicher Weise zu beeinflussen (Doty und Cameron, 2009; Croy et al., 2013).

1.2.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede

1.2.1.1 Hedonik

Die Bewertung eines Duftes als angenehm bzw. unangenehm ist bei der olfaktorischen Wahrnehmung von wesentlicher Bedeutung. Laut Wysocki und Gilbert scheint hier der geschlechtsspezifische Unterschied vom jeweiligen Geruch abhängig zu sein. In ihrer Untersuchung beurteilten beispielsweise Frauen den Duft von Rosenöl und Eugenol als angenehmer, Männer jenen von Amylacetat (Wysocki und Gilbert, 1989). In einer anderen Studie wurden Menthol, Campher, Baldrian und Zitronellöl von den weiblichen Untersuchungsteilnehmern als angenehmer empfunden als von den männlichen, wohingegen bei den Gerüchen Moschus, Zedernholzöl, Kieferöl und Tonkabohne das Gegenteil der Fall war (Kenneth, 1924; Doty und Cameron, 2009).

Auch Thuerauf und Mitarbeiter untersuchten gender-spezifische Unterschiede hinsichtlich hedonischer Valenz in einer großangelegten Studie mit 172 Probanden. Sie kamen gleichfalls zu dem Schluss, dass Frauen und Männer verschiedene Substanzen gemäß Hedonik unterschiedlich bewerten (Thuerauf et al., 2009).

Geschlechtsunterschiede wurden auch in der hedonischen Beurteilung von Körpergerüchen gefunden, wobei hier widersprüchliche Ergebnisse erzielt wurden. Einerseits bewerteten Frauen ihre eigenen Sekretionen als wesentlich unangenehmer als dies bei Männern bezüglich des eigenen Körpergeruches der Fall war (Platek et al, 2001). Andererseits zeigte eine Untersuchung von Hold und Schleidt auf, dass der eigene Körpergeruch von Frauen eher als angenehm empfunden wird, von Männern allerdings als unangenehm beurteilt wird. Beide Geschlechter bewerteten den Geruch ihrer Partner eher als angenehm (Hold und Schleidt, 1977).

Interessanterweise werden männliche Körpergerüche von Frauen, die keine oralen Kontrazeptiva einnehmen als angenehmer empfunden als von solchen, die orale Kontrazeptiva verwenden (Platek et al., 2001).

Einige Forschungsarbeiten sehen in der hedonischen Wahrnehmung von Gerüchen das Resultat einer Gedankenverknüpfung eines spezifischen Geruches mit dem emotionalen Kontext, in welchem er erstmals wahrgenommen wurde. Die hedonische Duftbewertung repräsentiert demnach einen lebenslangen, dynamischen Prozess (Thurauf et al., 2009).

1.2.1.2 Identifikation

Menschen besitzen ausgeprägte Fähigkeiten wenn es um die Wahrnehmung von Gerüchen geht. Vielen fällt es allerdings schwer Gerüche zu detektieren und zu identifizieren. Studien zufolge sind Frauen den Männern bei der Benennung einzelner Gerüche überlegen. Cain beispielsweise setzte Probanden beiderlei Geschlechts 80 herkömmlichen Gerüchen aus und kam zu dem Resultat, dass Frauen 74 Düfte davon besser identifizieren konnten. Selbst bei typisch männlichen Gerüchen wie Maschinenöl, Bier oder Zigarrenstummel waren sie den Männern überlegen (Doty und Cameron, 2009; Cain, 1982).

Vergleichbare weibliche Überlegenheit zeigte sich auch bei Studien, die Körpergerüche verwendeten. Platek und sein Team zum Beispiel ließen ihre Probanden an Kompressen riechen, die zuvor in den Achselhöhlen der verschiedenen Teilnehmer geklebt waren. 59.4 % der untersuchten Frauen konnten unter diesen ihren eigenen Geruch identifizieren, bloß 5.6 % der Männer waren dazu fähig (Platek et al., 2001).

Die weibliche Superiorität hinsichtlich der Identifikation von Gerüchen mag in den besseren verbalen Fähigkeiten der Frau ruhen oder in der Tatsache begründet liegen, dass Frauen öfters mit olfaktorischen Reizen konfrontiert werden als Männer, sodass ihnen hier schlicht die größere Erfahrung mit diversen Gerüchen einen Vorteil verschafft (Brand und Jaquot, 2007; Klutky, 1990).

Das Alter spielt bei der Identifikation von Gerüchen ebenso eine große Rolle. Mit dem Älterwerden fällt es den Menschen zunehmend schwerer, Gerüche zu erkennen und diese zu unterscheiden. Der Leistungsabfall hinsichtlich der Geruchsidentifikation verläuft bei Mann und Frau zwar ähnlich, allerdings zeigt sich die Verschlechterung beim männlichen Geschlecht wesentlich früher (Ship et al., 1996).

1.2.1.3 Sensibilität

Hinsichtlich der olfaktorischen Sensibilität gibt es zahlreiche Studien. Einige darunter fanden keine Geschlechtsunterschiede, andere sehr wohl. Die Unterschiede in der Sensibilität sind aber durchschnittlich relativ gering, Krankheitsfälle und Alterungsprozesse außer Acht gelassen. Keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede wurden beispielsweise bei der Wahrnehmungsschwelle für Substanzen wie N-Butanol, Pyridin oder Phenylethylalkohol gefunden (Brand und Jaquot, 2007).

Eine alte Studie von Koelega und Köster zeigte hingegen, dass Frauen den Männern bei fast allen der verwendeten Gerüche in Hinblick auf Sensibilität überlegen waren. Für den Großteil der Substanzen, darunter Pyridin, Amylacetat oder M-Xylen, wurden niedrigere Wahrnehmungsschwellen erhoben. Die größten Unterschiede zeigten sich bei „biologisch bedeutsamen“ Gerüchen. Interessanterweise zeigten sich keine derartigen Unterschiede bei den Untersuchungen mit präpubertären Kindern und Jugendlichen. Die Empfindlichkeit für biologisch bedeutsame Substanzen scheint bei erwachsenen Frauen höher zu sein als bei Mädchen, gleiches Muster zeigt sich bei erwachsenen Männern und Jungen vor der Pubertät. Eine Abhängigkeit der olfaktorischen Sensibilität von Sexualhormonen scheint daher nicht ausgeschlossen (Koelega und Köster, 1974).

Noch viel früher unterstützte auch Le Magnen diese Hypothese in einer seiner Untersuchungen. Ihm zufolge reagieren Frauen wesentlich sensibler auf Pentadecanolid und nehmen dessen Geruch als sehr intensiv wahr. Junge Kinder und erwachsene Männer können

die Substanz kaum erfassen, 50 % der Männer empfinden sie sogar als geruchlos. Für ihn ist dieser Sensibilitätsunterschied ebenso im Hormonhaushalt begründet. Östrogene steigern die Empfindsamkeit für biologische Gerüche, wohingegen Androgene zu einer geringeren Empfindlichkeit für diese führen und eine höhere Sensibilität für neutrale Gerüche, wie beispielsweise Safrol, hervorrufen (Le Magnen, 1952; Koelega und Köster, 1974).

1.2.1.4 Gedächtnis

Viele Untersuchungen demonstrierten, dass Frauen den Männern bei Gedächtnisaufgaben überlegen sind (Larsson et al., 2003). So können sich Frauen beispielsweise Gesichter besser merken, sowie sich Wörter leichter einprägen und wieder ins Gedächtnis rufen (Herlitz et al., 1997).

Auch das Gedächtnis für Gerüche wurde in einigen Studien untersucht. Larsson und Mitarbeiter erforschten in zwei Studien den Einfluss des Geschlechts auf die Wiedererkennung von Gerüchen und Worten. Die Probanden wurden einerseits mit herkömmlichen Gerüchen wie Zitrone, Knoblauch, Kaffee oder Erdbeere konfrontiert, in einer weiteren Untersuchung sollten sie sich verschiedene Sätze merken. Bei beiden Aufgaben war das Erinnerungsvermögen unter Frauen höher als unter Männern. Diese Superiorität basiert wahrscheinlich auf den überlegenen sprachlichen Fertigkeiten des weiblichen Geschlechts (Larsson et al., 2003).

Auch Klutky entdeckte bei Frauen eine signifikante Überlegenheit in Bezug auf das olfaktorische Gedächtnis. Bei Aufgaben zum visuellen oder auditiven Gedächtnis konnte er keinen solchen Unterschied feststellen (Klutky, 1990).

1.2.1.5 Gehirnaktivität

Olfaktorische Reize lösen Änderungen in der elektrischen Hirntätigkeit aus. Vor, während oder nach der Stimulation mit Gerüchen können diese als Spannungsänderungen gemessen werden (Eichholz, 2005).

Beim Elektroolfaktogramm platziert man eine Elektrode an der Oberfläche des Riechepithels und misst dessen elektrische Potentiale. Elektroden können auch auf der Kopfhaut angebracht

werden und liefern sogenannte olfaktorisch ereigniskorrelierte Potentiale (OEKPs), welche die Veränderungen in, vom Gehirn erzeugten, elektrischen Feldern repräsentieren (Doty und Cameron, 2009).

Oloffson und Nordin untersuchten mittels solcher elektrophysiologischer Methoden Männer und Frauen auf Geschlechtsunterschiede und entdeckten unterschiedliche OEKPs für Pyridin (Oloffson und Nordin, 2004). In einer fMRI-Untersuchung zeigten Frauen bei Stimulation mit Pyridin, Amylacetat und Menthon eine schwächere Reaktion in den aktivierten Hirnarealen (Levy et al., 1997). Ähnliche Ergebnisse wurden mit Pfefferminze und Banane erzielt. Interessanterweise reicht die bloße Imagination dieser Gerüche ohne tatsächliche olfaktorische Stimulation aus, um Hirnaktivitäten hervorzurufen, auch hier beim weiblichen Geschlecht in einem geringeren Ausmaß (Levy et al., 1999).

1.2.1.6 Spezialfall Androstenon

Androstenon ist ein Steroid und mutmaßliches menschliches Sexualhormon. Es wurde in menschlichem Schweiß nachgewiesen und spielt als Pheromon bei Wildschweinen eine wichtige Rolle in deren Fortpflanzung (Wysocki et al., 1989; Havlicek et al., 2010).

Studien belegten Geschlechtsunterschiede bei der Wahrnehmung von Androstenon in vielerlei Hinsicht. Griffith und Patterson beispielsweise zeigten, dass viele Menschen diese Substanz einfach nicht riechen können. Beinahe die Hälfte (44.3 %) der männlichen Untersuchungsteilnehmer waren nicht in der Lage Androstenon zu detektieren, im Gegensatz zu 7.6 % der Frauen (Griffith und Patterson, 1970).

Auch hinsichtlich Hedonik zeigen sich hier geschlechtsspezifische Unterschiede. Frauen empfinden den Geruch als unangenehmer als Männer, wobei sich die hedonische Wahrnehmung im Verlauf des Menstruationszyklus signifikant ändert. Frauen, die oral verhüten, bewerten den Geruch von Androstenon als wesentlich weniger angenehm als solche, die nicht die Pille nehmen (Griffith und Patterson, 1970; Grammer, 1993).

1.2.1.7 Olfaktorische Intoleranz

Frauen reagieren häufiger überempfindlich auf Gerüche der Umgebung als Männer dies tun. Sie klagen öfters über Geruchsbelästigung und leiden eher an körperlichen Beschwerden ausgelöst durch Chemikalien, wie Kopfwegh oder Atemwegsbeschwerden (Claeson und Nordin, 2011).

Diese Geschlechterunterschiede hinsichtlich olfaktorischer Intoleranz wurden in einer Studie von Claeson und Nordin unter Beweis gestellt. Die Untersuchungsteilnehmer sollten dabei angeben, ob bei den Stimuli, welche mittels Olfaktometer ins Nasenloch eingebracht wurden, Reizungen der Nasenhöhle (Trockenheit, Brennen, etc.) auftraten. Amylacetat in verschiedenen Konzentrationen bzw. reine Luft wurden verwendet. Frauen nahmen, im Vergleich zu Männern, niedrigere Konzentrationen von Amylacetat als reizend und intensiv wahr, wobei sich Männer und Frauen mit zunehmender Konzentration in ihrem Empfinden annäherten. Auch die reine Luft wurde von Frauen intensiver und häufiger als reizend wahrgenommen (Claeson und Nordin, 2011).

Die chemischen Sinne fungieren naturgemäß als Warnsystem. In ihrer protektiven Funktion rufen sie zunächst Belästigung hervor, gefolgt von diversen Symptomen, als Warnung vor längerfristigen Gesundheitsschäden. Man kann, Bezug nehmend auf die soeben erläuterte Untersuchung, spekulieren, ob Olfaktion für Frauen ein bedeutenderes Warnsystem als für Männer darstellt und dass Frauen demzufolge Olfaktion in einem größeren Ausmaß nutzen, wenn es darum geht, Gefahren abzuwägen (Claeson und Nordin, 2011).

1.2.1.8 Anosmie und Sozialverhalten

Menschliches Sozialverhalten wird auch durch die olfaktorische Wahrnehmung beeinflusst. So spielen Gerüche bei der Partnerwahl eine wichtige Rolle oder helfen Emotionen anderer Leute zu erkennen (Pren-Kristensen et al., 2009). Nach Herz und Inzlicht sind Frauen mehr auf den Geruch eines Partners bedacht als auf sein Aussehen, Männer vermehren Gegenteiliges (Herz und Inzlicht, 2002).

Menschen ohne Geruchssinn müssten demnach Änderungen in ihrem sozialen Verhalten zeigen. Sie legen tatsächlich eine verstärkte soziale Unsicherheit an den Tag, die sich bei

Frauen und Männern auf unterschiedliche Weise auswirkt, wie eine Studie von Croy und Mitarbeitern bestätigt. Männer, die an Anosmie leiden, haben weit weniger Sexualpartner als gesunde Artgenossen; anosmische Frauen fühlen sich in der Beziehung mit ihrem Partner weniger sicher und geborgen. Dies betont, wie wichtig es für Frauen ist, den Partner „gut riechen“ zu können. Bei den Männern geht Unsicherheit vermutlich mit sexueller Beklommenheit einher, oder aber die fehlende olfaktorische Information vermindert ihr sexuelles Verlangen (Croy et al., 2013).

1.2.2 Ursachen

Was sind nun die Ursachen für die beobachteten Geschlechterunterschiede im olfaktorischen Wahrnehmen? Einige Hypothesen wurden aufgestellt, doch genau geklärt sind die Gründe noch nicht. So könnten anatomische, genetische, evolutionäre, umweltbedingte, kognitive oder hormonelle Gegebenheiten den Unterschied zwischen den Geschlechtern ausmachen. Das vomeronasale Organ könnte ebenfalls an der geschlechtsspezifischen Wahrnehmung von Gerüchen beteiligt sein.

1.2.2.1 Anatomie

Unterschiede in den olfaktorischen Fähigkeiten sind möglicherweise anatomisch begründet, in Form von Abweichungen in den olfaktorischen neuralen Verbindungen oder unterschiedlicher Gestalt der nasalen Luftwege (Brand und Jaquot, 2007).

Die wenigen Studien, die sich mit diesem Thema auseinandergesetzt haben, beschränken sich auf die Untersuchung der Mundhöhle und der Nasenhöhlen. Volumetrische Unterschiede im Bereich der Nasenhöhlen werden am häufigsten als Ursache für die unterschiedlichen olfaktorischen Fertigkeiten in Betracht gezogen (Brand und Jaquot, 2007). Hornung und sein Team beispielsweise erforschten, dass die olfaktorischen Fertigkeiten durch eine Vergrößerung im Nasenhöhlenraum um die Riechspalte verbessert werden. Sie stellten demgemäß die Hypothese auf, dass die Geschlechterunterschiede in den olfaktorischen Leistungen auf einem unterschiedlichen Aufbau der Nase von Mann und Frau beruhen (Hornung et al., 1999).

Neuroanatomische Sexualdimorphismen sind bereits erforscht und finden sich in allen Bereichen, vom *Neokortex* bis zur *Medulla spinalis* (Güntürkün und Hausmann, 2007). Auch kortikale Regionen, welche für die Verarbeitung von Geruchsinformationen verantwortlich sind, zeigen geschlechtsspezifische Unterschiede (Doty et al., 1997). Die Konzentration an grauer Substanz unterscheidet sich bei Männern und Frauen in mehreren Regionen des zentralen olfaktorischen Systems. Frauen besitzen höhere Konzentrationen in *Orbitofrontalkortex*, *Amygdala*, *Hippocampus* und *Insula*. Bei Männern weist der *entorhinale Kortex*, *laterales* wie *ventrales Pallidum* und ein anderer Bereich der Inselrinde höhere Konzentrationen grauer Substanz auf (Garcia-Falgueras et al., 2006).

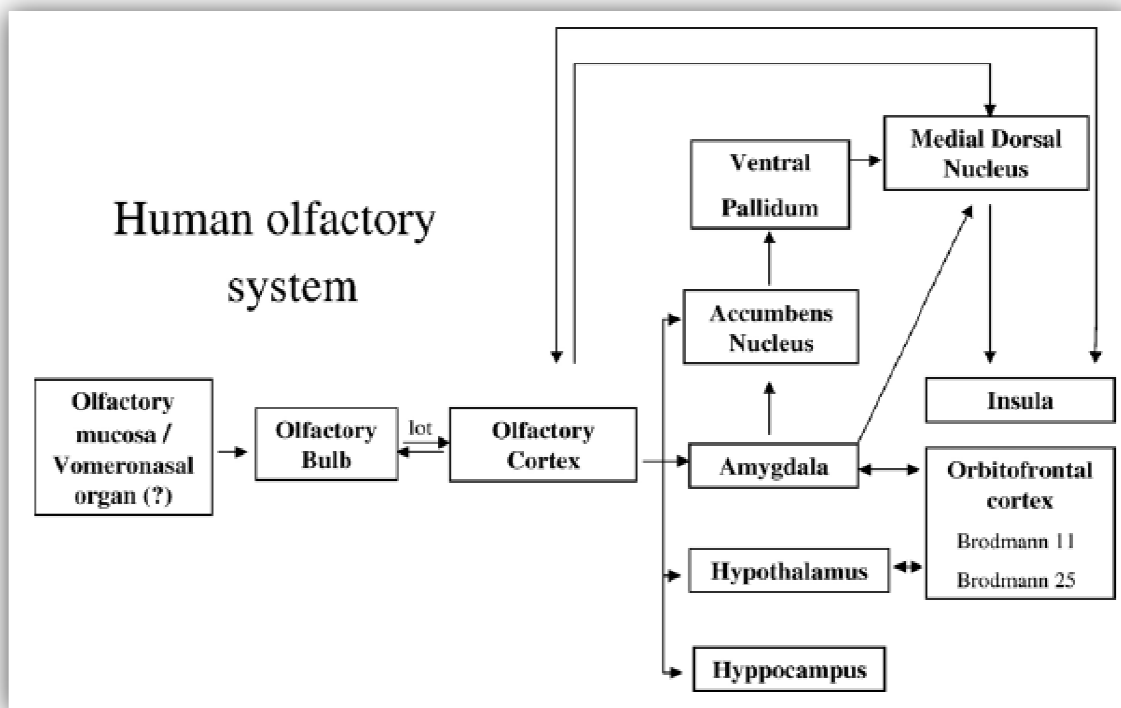


Abbildung 10: Das olfaktorische System des Menschen (Garcia-Falgueras et al., 2006)

1.2.2.2 Genetik

Eventuell existieren auch genetische Geschlechtsunterschiede. Sie beruhen vermutlich auf Ungleichheiten im genetischen Programm von Frauen und Männern, welche in Zusammenhang mit der Freisetzung der Geschlechtshormone in der Fetalphase und nach der Geschlechtsreife stehen (Buck und Axel, 1991). Segal und Mitarbeiter versuchten den

genetischen Einfluss auf die olfaktorischen Fähigkeiten in einer Studie, die mit Zwillingen durchgeführt wurde, nachzuweisen. Ein genetischer Effekt auf die Geruchsidentifikation wurde angedeutet, allerdings nur bei Männern, aber nicht bei Frauen (Segal et al., 1995).

1.2.2.3 Evolution

Man kann den Unterschied in der olfaktorischen Perzeption ebenso in evolutionären Mechanismen begründet sehen. Evolutionsbiologen gehen von einer frühzeitigen Entwicklung der Arbeitsteilung von Männern und Frauen aus. Frauen waren sehr wahrscheinlich für die Kinderbetreuung und die Nahrungsversorgung zuständig. Beim Sammeln von Pflanzen mussten sie für die Nahrung geeignete Substanzen unter Zuhilfenahme ihrer Sinne aufspüren und dabei giftige und ungiftige voneinander unterscheiden (Brand und Jaquot, 2007).

1.2.2.4 Umwelt

Geschlechtsunterschiede beim Geruchssinn mögen vielleicht auch umweltbedingte Ursachen haben. Chemikalien und Schadstoffe in der Arbeitsumgebung oder durch Zigarettenrauch können sich negativ auf die Geruchsleistung auswirken, wobei Männer diesen Noxen womöglich häufiger ausgesetzt sind als Frauen (Corwin et al., 1995; Frye et al., 1990).

1.2.2.5 Kognition

Dass Frauen und Männer sich in einigen kognitiven Fähigkeiten unterscheiden wurde bereits angedeutet (siehe Kapitel 1.2.1.4). Frauen weisen überlegene sprachliche Fertigkeiten auf und zeigen bei Gedächtnisaufgaben bessere Leistungen (Larsson et al., 2003). Männer zeigen bessere Leistungen bei räumlichen Aufgaben (Coltheart et al., 1975).

Diese kognitiven Unterschiede repräsentieren eine weitere potentielle Ursache des sexuellen Dimorphismus im olfaktorischen Wahrnehmen. Ontogenetisch betrachtet profitieren Frauen womöglich von ihrer Lernerfahrung (Brand und Jaquot, 2007). Sie werden mit olfaktorischen Reizen öfters konfrontiert als Männer, sodass ihnen hier die größere Erfahrung mit diversen Gerüchen einen Vorteil verschafft (Klutky, 1990). Diese Annahme steht jedoch in

Widerspruch zu anderen Untersuchungsergebnissen, wo olfaktorische Geschlechtsunterschiede bereits bei Neugeborenen festgestellt wurden. Menschen verfügen von Geburt an über ein gut entwickeltes, sensibles olfaktorisches System (Doty, 1991).

1.2.2.6 Hormone

Olfaktorische Geschlechterunterschiede mögen ebenfalls durch hormonelle Einflüsse bedingt sein. Dass Geschlechtshormone möglicherweise die olfaktorische Wahrnehmung modulieren, wurde in Kapitel 1.2.1.3 schon vorweggenommen. Le Magnen sowie Koelega und Köster sahen beispielsweise den olfaktorischen Sensibilitätsunterschied der Geschlechter im Hormonhaushalt begründet. Östrogene erhöhen die Empfindlichkeit für biologisch bedeutsame Gerüche, Androgene senken sie (Le Magnen, 1952; Koelega und Köster 1974).

Menstruation

Die Veränderungen der Sensibilität mit der Hormonfluktuation während des Menstruationszyklus verstärken die Hypothese des hormonellen Unterschieds. Während der Ovulationsphase sind Frauen am Höhepunkt ihrer olfaktorischen Leistung, welche im Verlauf der Menstruation nachlässt. Dies trifft auf alle Frauen zu, egal, ob sie oral verhüten oder nicht. Jene Tatsache deutet darauf hin, dass die Veränderungen, unabhängig von zirkulierenden Sexualhormon-Konzentrationen, durch einen Rhythmus reguliert werden, der vom Zentralnervensystem festgelegt wird (Doty und Cameron, 2009; Doty et al., 1981 und 1982).

Schwangerschaft

Auch während der Schwangerschaft kommt es zu einem Wandel in der Geruchswahrnehmung, wobei Untersuchungen widersprüchliche Ergebnisse liefern. Während einige Studien von Hyperosmie während der Schwangerschaft sprechen, berichten andere über Hyposmie oder gar Anosmie bei schwangeren Frauen (Cameron, 2007).

Cameron untersuchte Frauen während und nach der Schwangerschaft sowie Nichtschwangere auf Unterschiede in ihren olfaktorischen Fähigkeiten. Schwangere im ersten Trimester bewerteten Gerüche als viel intensiver und weniger angenehm. Und obwohl ein Großteil der

schwangeren Untersuchungsteilnehmerinnen angab, einen besseren Geruchssinn entwickelt zu haben, waren sie den anderen (*post-partum*, nicht schwanger) beim Identifizieren von Gerüchen nicht überlegen. Man könnte mutmaßen, dass diese Veränderung in der olfaktorischen Funktion den Schwangeren als Schutzmechanismus dient. Vor allem in der frühen Schwangerschaft auftretend könnte die gesteigerte Abneigung gegenüber manchen Gerüchen Frauen davon abhalten, Substanzen aufzunehmen, die dem Fötus schaden oder Nausea und Erbrechen hervorrufen könnten (Cameron, 2007).

1.2.2.7 Das vomeronasale Organ

Geschlechtsunterschiede im Vomeronasalorgan könnten eine weitere Ursache für die Unterschiede im olfaktorischen Wahrnehmen von Mann und Frau darstellen.

Das vomeronasale Organ (VNO), auch Jacobson-Organ genannt, ist speziell für die Erkennung und Verarbeitung von Pheromonsignalen zuständig. Pheromone dienen als Botenstoffe der intraspezifischen Kommunikation. Bei vielen Säugetieren wie auch bei Reptilien konnte das VNO eindeutig als ein akzessorisches Geruchsorgan identifiziert werden, unabhängig vom olfaktorischen System (Schandry, 2011).

Der Frage, ob auch der Mensch ein funktionsfähiges VNO besitzt, wird schon seit mehr als 200 Jahren nachgegangen. In Fachkreisen herrschen noch heutzutage geteilte Meinungen hinsichtlich dessen Existenz, Beschaffenheit oder Funktion. Verschiedene medizinische Lehrbücher gehen davon aus, dass das VNO im erwachsenen Menschen nicht existiert. Viele Untersuchungen sprechen jedoch für dessen Vorhandensein, wenn auch vermutlich nur in rudimentärer Form (Bhatnagar und Smith, 2001; Schandry, 2011).

Als eine Ansammlung von Epithelzellen repräsentiert das VNO einen dünnen Gang, der sich beidseitig unterhalb der Schleimhaut der Nasenscheidewand befindet und sich zur Nasenhöhle hin öffnet (Abbildung 11). Einzelne Untersuchungen berichten weiters von Nervenfasern, die ausgehend vom menschlichen VNO ins Gehirn gehen sollen (Schandry, 2011; Graumann und Sasse, 2005)

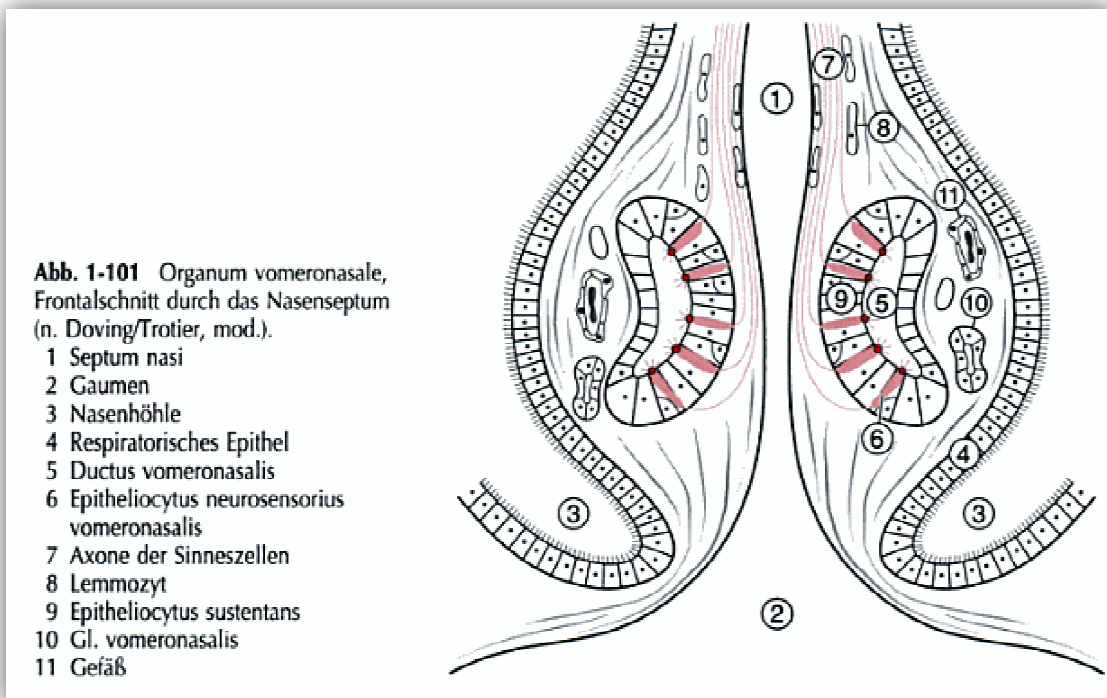


Abbildung 11: Das vomeronasale Organ (Graumann und Sasse, 2005)

Die Sinneszellen des VNO sind von den olfaktorischen Sinneszellen des Riechkolbens (*Bulbus olfactoricus*) zu unterscheiden. Sie differieren in ihrer Morphologie und bezüglich ihrer Signaltransduktions-Komponenten (Buck und Axel, 1991). Die Rezeptorzellen des VNO leiten die aufgenommenen Informationen über den akzessorischen *Bulbus olfactoricus* hin zu Strukturen des *Hypothalamus* und des limbischen Systems (Berliner et al., 1996).

Es wurde auch ein geschlechtlicher Dimorphismus des menschlichen VNO in Betracht gezogen. In den Achtzigerjahren wurden Geschlechterunterschiede im VNO von Ratten entdeckt. Bei weiblichen und männlichen Ratten konnten Unterschiede in Volumen und Anzahl der Neuronen festgestellt werden (Segovia und Guillaumon, 1982). Das Forscherteam um Monti-Bloch zeigte unterschiedliche Reaktionen von Frauen und Männern auf die beiden Vomeroherine Androstadienol und Estratetraenol auf. Vomeroherine werden als geruchsneutrale Pheromone definiert, die das menschliche VNO geschlechtsspezifisch, abhängig von den dargebotenen Substanzen, stimulieren. Sie treten im Schweiß auf und werden in Abhängigkeit von hormonellen Prozessen ausgeschüttet (Monti-Bloch et al., 1994).

1.3 Der circadiane Rhythmus

„Wir sind zu jeder Stunde des Tages ein anderer Mensch.“

Jürgen Aschoff

Natürliche tagesrhythmische Veränderungen biologischer Größen im Organismus werden als circadianer Rhythmus bezeichnet. Diese regelmäßigen Schwankungen beziehen sich auf die Periodik von Hirnaktivität, Kreislauf- und Stoffwechselfunktionen, sowie Körpertemperatur. Durch den circadianen Rhythmus, auch Biorhythmus genannt, wird beispielsweise die Leistungsbereitschaft samt Schlaf-Wach-Verhalten gesteuert. Auch diverse Parameter wie Blutdruck und Pulsfrequenz (Abbildung 12) oder Cortisol-Ausschüttung werden dadurch verändert (Pschyrembel, 2011b; Thews et al., 2007a und 2007b).

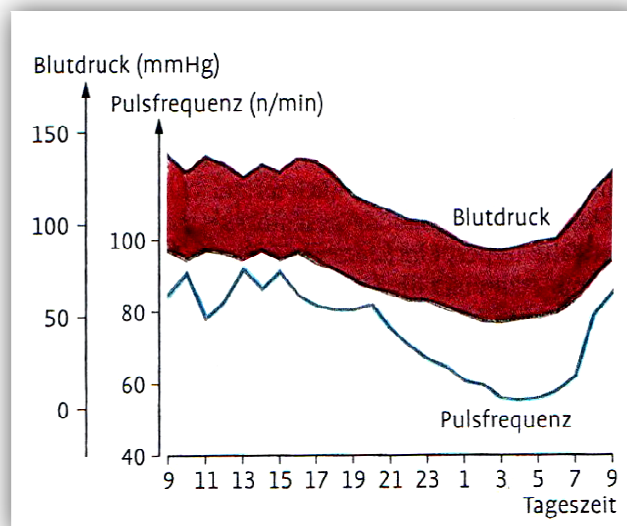


Abbildung 12: Tagesrhythmische Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck (Pschyrembel, 2011b)

Seine Regulation erfolgt endogen („biologische Uhr“), aber auch durch exogene Zeitgeber. Zu den exogenen Zeitgebern zählt der Hell-Dunkel-Zyklus wie auch soziale Faktoren (Essenszeiten, Arbeits-, Freizeit- und Schlafdauer) (Thews et al., 2007b). Bei Isolation von der Außenwelt wird der circadiane Rhythmus durch endogene Zeitgeber aufrechterhalten (Pschyrembel, 2011b).

Den stärksten exogenen Einfluss hat das Licht. Die zentrale Rolle übernimmt hier der *Nucleus suprachiasmaticus* im *Hypothalamus*. Von den Kollateralen der Sehbahn erhält dieser

Auskunft über die Belichtung der Netzhaut und wird so von der Helligkeit bzw. Dunkelheit der Umgebung beeinflusst. Er ist mit zahlreichen Hirnregionen verbunden, unter anderem mit der Epiphyse (Zirbeldrüse), und kontrolliert so den Schlaf-Wach-Rhythmus. Die Epiphyse setzt das Hormon Melatonin frei, welches wiederum auf den *Nucleus suprachiasmaticus* rückwirkt. Bei Lichteinwirkung sinkt die Melatoninkonzentration, bei Dunkelheit wird vermehrt Melatonin ausgeschüttet (Thews et al., 2007b).

Die physiologische Leistungsbereitschaft unterliegt also bestimmten tagesrhythmischen Schwankungen, mit vormittäglichem Aufwärmungsaffekt, geprägt durch Anstieg der Kerntemperatur, Wachheits- und Frischegefühl und abendlichem Entwärmungsaffekt, der sich durch Schläfrigkeit und Absinken der Kerntemperatur äußert (Roche Lexikon Medizin, 2003). Die maximale Leistungsbereitschaft wird dabei so gut wie nie vollständig ausgenutzt, sodass immer eine gewisse Leistungsreserve bestehen bleibt. Wie in nachfolgender Grafik (Abbildung 13) ersichtlich, besteht gegen 8 bzw. 19 Uhr die höchste Leistungsbereitschaft. Wendepunkte zeigen sich gegen 15 bzw. 3 Uhr, wobei gegen 3 Uhr die geringste Leistungsfähigkeit vorhanden ist (Thews et al., 2007a).

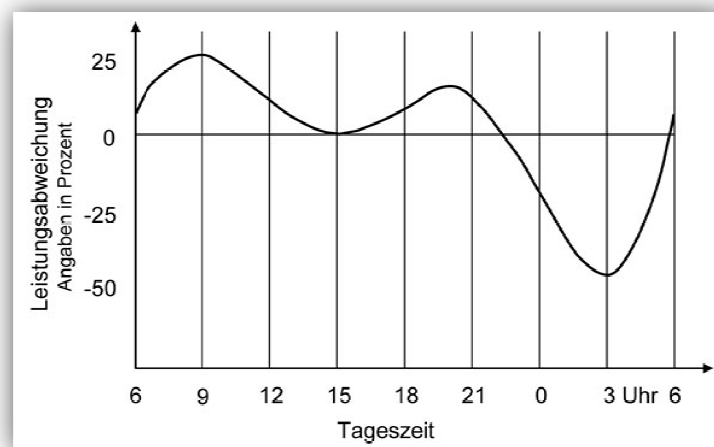


Abbildung 13: Tagesperiodik der physiologischen Leistungsbereitschaft
(http://wiki.iao.fraunhofer.de/index.php/Chronobiologische_Arbeitsgestaltung, abgerufen am 3.10.2013)

Durch Schichtarbeit, Zeitzonensprünge (z.B. Interkontinentalflüge) oder Arzneimittel kann es zum Auftreten von Phasenverschiebungen kommen (Pschyrembel, 2011b). Eine solche Desynchronisation resultiert in Anpassungsschwierigkeiten und führt eventuell zu einer Verminderung der Leistungsbereitschaft (Thews et al., 2007a).

2 EXPERIMENTELLER TEIL

2.1 Kurzdarstellung der Studie

Das Ziel der Studie lag in dem Vorhaben, den Einfluss der ätherischen Öle von *Mentha spicata* L. und *Mentha arvensis* L. auf psychophysiologische Parameter bei weiblichen und männlichen Probanden nach Inhalation nachzuweisen. Im Besonderen galt die Aufmerksamkeit eventuell auftretenden geschlechtsspezifischen Unterschieden, sprich differierenden Reaktionen der Geschlechter auf die beiden ätherischen Duftstoffe.

Die Studie wurde placebokontrolliert durchgeführt und im Zuge jener wurden die Probanden, welche gleichzeitig Verum- und Kontrollgruppe darstellten, an unterschiedlichen Tagen in drei Sitzungen untersucht.

Hierbei wurde entweder das ätherische Öl-Wassergemisch oder reines Wasser über eine herkömmliche Duftlampe gleichmäßig im Untersuchungsraum verteilt. Vor und nach jeder Sitzung wurde von den Probanden zur Erfassung ihrer Gefühlslage ein Befindlichkeitsfragebogen ausgefüllt, Blutdruck und Herzschlagfrequenz wurden gemessen. Am Ende jeder Sitzung erfolgte die Duftbewertung.

2.2 Probanden

Insgesamt nahmen 32 Teilnehmer, darunter 16 Männer (mittleres Alter: 27.06 ± 4.07 Jahre) und 16 Frauen (mittleres Alter: 25.19 ± 2.88 Jahre) freiwillig an der Studie teil. 7 Raucher (4 Männer und 3 Frauen) sowie 25 Nichtraucher (12 Männer und 13 Frauen) waren unter ihnen, von den 16 weiblichen Teilnehmern verhüteten 5 mittels hormoneller Kontrazeptiva.

Die Probanden wurden durch Freunde und Bekannte aus persönlichem, aber vorrangig universitärem Umfeld besetzt. So wurde aus praktikablen Gründen insbesondere am Pharmaziezentrum der Universität Wien nach potentiellen Kandidaten gesucht, welche

entweder persönlich oder telefonisch über den Ablauf der Studie und deren Bedingungen unterrichtet wurden.

Das Ziel der Studie wurde jedoch verschwiegen, auch hinsichtlich der verwendeten ätherischen Öle wurde bis zum Ende der letzten Sitzung keinerlei Auskunft erteilt. Nachdem geklärt war, ob die potentiellen Versuchsteilnehmer den Teilnahmebedingungen gerecht werden, erfolgte die Terminvereinbarung.

2.3 Teilnahmebedingungen

Ausschlusskriterien

- Männer und Frauen jünger als 18 und älter als 40 Jahre
- Schwangerschaft
- Erkrankungen wie Asthma, Hypertonie oder neurologische Erkrankungen
- Dauermedikation
- Stressbelastung (durch Prüfungen, Sport, Zeitnot, etc.)
- Erkältung oder Schnupfen
- Nacht- und Schichtarbeiter

Verhaltensbestimmungen

- drei Stunden vor Beginn der Untersuchung keine koffeinhaltigen Getränke konsumieren
- körperlichen und psychischen Stress unmittelbar vor Sitzungsbeginn vermeiden
- während der Untersuchung keine stark riechenden Duftstoffe (Parfums, Deos) tragen
- genügend Schlaf vor der Untersuchung
- Vorkommnisse hinsichtlich Gesundheit umgehend melden
- die Studienleiter über vorhandene Allergien in Kenntnis setzen

2.4 Räumlichkeiten

Der praktische Teil der Studie wurde in einem dem Zweck angepassten, einfach gehaltenen Raum am Department für klinische Pharmazie und Diagnostik durchgeführt. Das Inventar des Untersuchungsraumes umfasste Tische und Stühle, sowie diverse Regale und Schränke zur Aufbewahrung benötigter Studienunterlagen (Einwilligungserklärung, Befindlichkeitsfragebogen, etc.) und Studienutensilien (Blutdruckmesser, Riechstreifen). Auf dem mittig gelegenen Tisch, von welchem aus der Studienleiter fungierte, waren eine Duftlampe und ein Computer platziert. Am Tisch dahinter nahmen die Probanden Platz und hatten von hier aus leichten Zugriff auf einen weiteren Tisch, welcher der Studie dienlich mit diversen Zeitschriften bestückt war.

Um unabhängig von wetterbedingten Lichtverhältnissen allen Probanden stets gleichbleibende Studienbedingungen zu ermöglichen, wurde der Raum mittels Jalousien verdunkelt und durch künstliches Licht erhellt.

2.5 Studienmaterial

2.5.1 Ätherische Öle

Bei den in der vorliegenden Studie verwendeten ätherischen Ölen, handelte es sich um Krauseminzöl und Minzöl, beide von der Firma Kurt Kitzing GmbH aus Wallerstein (Deutschland) zur Verfügung gestellt. Die genaue Zusammensetzung dieser Öle kann den Tabellen 3 und 4 entnommen werden.

Tabelle 3: Zusammensetzung des verwendeten Krauseminzöls, Chargennummer: 801027 (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland)

Inhaltsstoffe	Flächen %
α -Pinen	0.47
Sabinen	0.31
β -Pinen	1
Myrcen	0.61
3-Octanol	1.13
p-Cymen	0.34
Limonen	23.7
1,8-Cineol	1.35
<i>cis</i> -Sabinenhydrat	0.4
Menthon	0.3
Isomenthon	0.15
Menthol	0.23
Terpinen-4-ol	0.9
α -Terpineol	0.3
Dihydrocarveol	0.56
<i>cis</i> -Dihydrocarvon	1.3
t-Dihydrocarvon	0.28
<i>cis</i> -Carveol	0.33
<i>trans</i> -Carveol	0.19
Carvon	61.77
Piperiton	0.5
<i>trans</i> -Dihydrocarvylacetat	0.3
<i>cis</i> -Carvylacetat	0.16
<i>cis</i> -Jasmon	0.05
β -Bourbonen	0.36
Caryophyllen	0.36
t- β -Farnesen	0.24
Germacren D	0.3
Summe	97.89

Tabelle 4: Zusammensetzung des verwendeten Minzöls, Chargennummer: 800635 (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland)

Inhaltsstoffe	Flächen %
α -Thujen	0.02
α -Pinen	1.22
Camphen	0.02
Sabinen	0.29
β -Pinen	0.95
Myrcen	0.59
3-Octanol	0.4
Octanal	0.03
3-Caren	0.04
p-Cymen	0.09
Limonen	2.85
β -Phellandren + 1,8-Cineol	0.12
<i>trans</i> -Ocimen	0.04
γ -Terpinen	0.05
n-Octanol	0.15
Terpinolen	0.06
Linalool	0.2
Isopulegol	1.68
Menthon	23.6
Isomenthon	15.6
Neomenthol	im Menthol
Menthol	34.82
Neo-iso-Isopulegol	1
Neo-Isomenthol	1
α -Terpineol	0.59
<i>cis</i> -3-Hexenylisovalerianat	0.47
Pulegon	1.33
Carvon	0.06
Piperiton	0.95
Menthylacetat	2.45
Iso-Menthylacetat	0.08
Neo-iso-isopulegylacetat	0.05
β -Elemen	0.04
β -Bourbonen	0.55
Caryophyllen	1.8
Germacren D	0.08
δ -Cadinen	0.14
Summe	93.41

2.5.2 Blutdruckmesser

Zur Ermittlung der Vitalwerte, welche systolischen und diastolischen Blutdruck sowie die Herzschlagfrequenz umfassen, wurde der Blutdruckmesser Tensoval® comfort (Hersteller: Paul Hartmann AG, Heidenheim, Deutschland) verwendet (Abbildung 14). Es handelt sich hierbei laut Gebrauchsanweisung um ein vollautomatisches Oberarm-Messgerät mit Zugbügelmanschette, das auf Basis des oszillometrischen Verfahrens eine einfache, sichere Handhabung gewährleistet und rasch exakte Messwerte liefert.



Abbildung 14: Blutdruckmesser Tensoval® comfort (http://www.tensoval.com/service_tensoval_comfort.php, abgerufen am 3.10.2013)

2.5.3 Duftlampe

Das ätherische Öl wurde mit Hilfe einer gewöhnlichen Duftlampe (Abbildung 15), bestehend aus Glasschale, Halterung und Kerze, gleichmäßig im Untersuchungsraum verteilt. Die Glasschale, welche im Falle der Verumgruppe ein ätherisches Öl-Wassergemisch enthielt, wurde von unten mittels Kerze erwärmt. Dadurch wurde eine Verdunstung eingeleitet und der

Duft des Öls konnte sich im Raum entfalten. Vor Beginn der Studie wurde auf verschiedene Duftkonzentrationen getestet, um schließlich die, dem Studienzweck angepasste, ideale Duftintensität der ätherischen Öle zu erreichen. So wurde die Glasschale stets mit 10 ml Wasser und 3 Tropfen Öl angereichert; deutlich wahrnehmbar, aber nicht aufdringlich.

Hielt es sich bei dem Versuch um eine Blindprobe (Kontrollgruppe), wurde anstelle von Öl in Wasser reines Wasser verwendet.



Abbildung 15: Duftlampe

2.5.4 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen

Der *Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen* - MDBF wurde verwendet, um die aktuelle Stimmungslage des Untersuchungsteilnehmers zu erfassen. Er dient als Messinstrument zur

Erhebung der momentanen psychischen Befindlichkeit hinsichtlich drei entgegengesetzt konzipierter Dimensionen: Gute - Schlechte Stimmung (GS), Wachheit - Müdigkeit (WM), Ruhe - Unruhe (RU). Den drei Skalen werden insgesamt 24 Items bzw. einfache Adjektive zur Kennzeichnung ihrer Pole zugeordnet. Diese Adjektive werden anhand einer fünfstufigen Antwortskala von 1 („überhaupt nicht“) bis 5 („sehr“) bewertet. Die Items der drei Skalen sind in Tabelle 5 dargestellt, wobei die Zahlen die Position des Items in der Langform angeben. Der MDBF kann auch als Kurzform verwendet werden (Steyer et al., 1997).

Tabelle 5: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen (vgl. 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

Im Kontext des MDBF wird Befindlichkeit als Momentaufnahme des Zustandes eines Individuums in einer Situation definiert. Befindlichkeit ist nicht zielgerichtet und somit abzugrenzen von Gefühlen, die meist an Situationen oder Objekte gebunden sind (Steyer et al., 1997).

2.5.5 Fragebogen zur Duftbewertung

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

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

sehr unangenehm  sehr angenehm

34

2.6 Untersuchungsdesign

Nachdem der Proband den verdunkelten und mit künstlichem Licht erhellten Untersuchungsraum betrat, durfte er am Tisch Platz nehmen. Vor Beginn der eigentlichen Untersuchung wurden ihm fünf Minuten Verschnaufpause gewährt. Der Proband sollte zur Ruhe kommen, auch um nachfolgende Messergebnisse nicht zu verfälschen. Ihm wurde in der Zwischenzeit der genaue Studienablauf erklärt und, sofern es sich um die erste Sitzung handelte, die Einwilligungserklärung samt Probandeninformation gereicht, welche er durchlesen und unterschreiben sollte.

Anschließend wurde der Proband gebeten, den *Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen* - MDBF auszufüllen. In weiterer Folge wurden Herzschlagfrequenz sowie systolischer und diastolischer Blutdruck mit Hilfe des Blutdruckmessgerätes Tensoval® comfort ermittelt und ins Protokollblatt (log sheet) eingetragen.

Nun wurde das ätherische Öl-Wassergemisch (Verumgruppe) vom Studienleiter in einem separaten Raum unter Abwesenheit des Probanden zubereitet und daraufhin im Untersuchungsraum auf der Duftlampe platziert. Im Fall der Kontrollgruppe handelte es sich um reines Wassers. Mittels Kerze wurde die Flüssigkeit erwärmt und entfaltete gegebenenfalls ihren Duft. Insgesamt 40 Minuten lang sollte nun die Kerze brennen. Der Proband wurde aufgefordert sich in Ruhe zu entspannen. Während der ersten 20 Minuten standen ihm verschiedene Zeitschriften mit neutralem Inhalt zur Verfügung.

Nachfolgend wurde der MDBF vom Probanden zum zweiten Mal ausgefüllt. Physiologische Parameter, wie Blutdruck und Herzschlagfrequenz wurden erneut gemessen und notiert.

Zum Schluss galt es, den Duft in einem weiteren Fragebogen zu bewerten. Dem Probanden wurde ein in Öl bzw. Wasser getränkter Riechstreifen gegeben. Er wurde aufgefordert daran zu riechen und den Duft anhand visueller Analogskalen hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit, Intensität und subjektiver Wirkung zu beurteilen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung

Minute 1- 5	• Ruhepause • Unterzeichnung der Einverständniserklärung (1. Sitzung)	<i>5 min</i>
Minute 5-10	• Ausfüllen des MDBF • Blutdruck- und Herzschlagfrequenzmessung	<i>5 min</i>
Minute 10-50	• Inhalation der ätherischen Öle bzw. des Wassers • Entspannungssphase	<i>40 min</i>
Minute 50-55	• Ausfüllen des MDBF • Blutdruck- und Herzschlagfrequenzmessung • Duftbewertung	<i>5 min</i>

Der soeben beschriebene Versuchsablauf wurde jeweils dreimal bei jedem der 32 Teilnehmer an drei nicht aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. Die Probanden stellten sowohl die Verum-, als auch die Kontrollgruppe dar und wurden bei den jeweiligen Terminen entweder einem der ätherischen Öle (*Mentha spicata*, *Mentha arvensis*) oder reinem Wasser ausgesetzt. Sie wussten bis zum Schluss nicht, um welche Duftstoffe es sich handelt und auch hinsichtlich des Studienziels gab es bis zum Ende der letzten Sitzung keinerlei Auskunft, um die Erwartungshaltung der Teilnehmer hinsichtlich Wirkung der Duftstoffe nicht zu beeinflussen.

Die Untersuchungen fanden von Montag bis Freitag in der Zeit zwischen 8:00 und 12:45 Uhr statt. Aus Rücksichtnahme auf den circadianen Rhythmus des Menschen (siehe Kapitel 1.3) beschränkte man sich auf die Vormittagsstunden.

Eine Sitzung nahm etwa 55 Minuten in Anspruch und zwischen den Terminen musste ausreichend Zeit zur Belüftung des Raumes eingeplant werden. Die Duftreihenfolge wurde randomisiert, so dass jeden Tag nur ein bestimmter Duft verwendet werden durfte.

2.7 Datenerhebung

2.7.1 Blutdruck – und Herzschlagfrequenz

Zur Ermittlung der physiologischen Parameter wurde der Blutdruckmesser Tensoval® comfort (Hersteller: Paul Hartmann AG, Heidenheim, Deutschland) verwendet. Vor und nach jeder Untersuchung wurden damit systolischer sowie diastolischer Blutdruck und die Pulsfrequenz des Probanden im Sitzen gemessen. Dieser durfte während der Messung nicht sprechen und sich nicht bewegen.

Es handelte sich dabei um eine sogenannte nichtinvasive Blutdruckmessung. Hier wird um den unbedeckten Oberarm des Untersuchungsteilnehmers eine Manschette in Herzhöhe angelegt und nach Betätigung des Startknopfes automatisch aufgeblasen, bis kein Blut mehr durch die Gefäße fließen kann. Bei Abfallen des Manschettendrucks unter den arteriellen

Blutdruck wird zuerst der systolische Blutdruck registriert, das Druckmaximum während des Herzschlags, dann das Druckminimum zwischen den Herzschlägen in Form des diastolischen Blutdrucks. Am Ende der Messung erscheinen im Display gemeinsam der systolische und diastolische Blutdruck sowie die Herzschlagfrequenz (Paul Hartmann AG, 2009; Pschyrembel, 2011a).

Diese Werte wurden abgelesen und ins Protokollblatt eingetragen.

2.7.2 Erhebung der subjektiven Befindlichkeit

Zur Erhebung der aktuellen Befindlichkeit des Probanden wurde der *Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen* - MDBF (Steyer et al., 1997) jeweils vor und nach jeder Sitzung herangezogen. Die Untersuchungsteilnehmer wurden aufgefordert, die in der Liste enthaltenen Adjektive in einer fünfstufigen Antwortskala von 1 („überhaupt nicht“) bis 5 („sehr“) zu bewerten, um so die momentane Stärke ihrer Stimmung zu beschreiben.

Mit Behelf einer Auswertungsschablone wurden die Werte der insgesamt 24 Adjektive bzw. Items den drei bipolar konzipierten Skalen (**GS**, **WM**, **RU**) zugeordnet (Tabelle 5) und zu Skalenwerten im Bereich von 8 bis 40 summiert. Diese können wie folgt interpretiert werden:

GS „Gute - Schlechte Stimmung“:

Hier beschreibt ein hoher Skalenwert eine positive Stimmungslage, niedrigen Werten werden Missempfinden bzw. Unwohlsein zugeordnet.

WM „Wachheit - Müdigkeit“:

Personen mit hohen Skalenwerten fühlen sich frisch, sie sind ausgeruht und wach; Schläfrigkeit und Ermattung zeigt sich in niedrigen Werten.

RU „Ruhe - Unruhe“

Innerlich ruhig und gelassen sind Probanden mit hohen Skalenwerten; bei niedrigen Werten hat man es mit innerlich unruhigen, aufgeregten und nervösen Personen zu tun.

2.7.3 Duftbewertung

Am Ende jeder Sitzung wurde zur Erfassung des subjektiven Duftempfindens des Probanden ein abschließender Fragebogen ausgefüllt. Dieser bestand aus vier 10 cm langen waagrechten Linien, deren Endpunkte jeweils entgegengesetzte Empfindungen beschrieben.

Die Untersuchungsteilnehmer bekamen einen in Öl bzw. Wasser getränkten Riechstreifen ausgehändigt und sollten den wahrgenommenen Duft durch Markierung der horizontalen Skalen hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit, Intensität und subjektiver Wirkung bewerten.

Bei der Auswertung setzte der Studienleiter in der Mitte der waagrechten Linien den Nullpunkt und teilte diese dadurch jeweils in eine positive und eine negative Hälfte. Mit Hilfe eines Lineals wurde dann die Lage des vom Probanden gesetzten, senkrechten Striches in Zentimetern ermittelt. Bei Werten von 0 bis +5 wurde der Duft vom Probanden eher als angenehm, bekannt, intensiv und anregend empfunden. Nahm er den Duft mehr als unangenehm, unbekannt, geruchlos und beruhigend wahr, wurden Werte von 0 bis -5 festgestellt.

2.8 Datenanalyse

2.8.1 Erstellung des Datenblattes

Die erhobenen Daten der 32 Untersuchungsteilnehmer wurden allesamt in das Datenblatt des Statistikprogramms *IBM SPSS Statistics 19* eingetragen. In die äußere linke Spalte wurden die Teilnehmer unter ihren Codes eingegeben, die obere Zeile umfasste folgende Variablen: Alter, Geschlecht, Raucher, Pille, Anfangs- und Endwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks, der Herzschlagfrequenz und der Befindlichkeitsparameter, sowie die Parameter der Duftbewertung (Hedonik, Bekanntheit, Intensität und subjektive Wirkung). Anschließend erfolgte die Berechnung der Differenzen zwischen den jeweiligen Anfangs- und Endwerten.

2.8.2 Auswertung mit ANOVA und t-Test

Die statistische Analyse der Daten wurde mittels ANOVA, einer zweifaktoriellen, univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung, und t-Tests durchgeführt. Die Varianzanalyse stellt einen Mittelwerttest für mehrere Stichproben dar und ermöglicht so die Ermittlung statistisch signifikanter Unterschiede zwischen durchschnittlichen Wirkungen von Faktoren auf abhängige Variablen (Fitzenberger, 2013). Ebenso wurde der t-Test bei unabhängigen Stichproben zur Auswertung der erhobenen Daten herangezogen. Dieser dient der Überprüfung der Signifikanz von Unterschieden zwischen den Mittelwerten zweier Gruppen.

Die Durchführung der Analyse wurde stets unter Miteinbeziehung der Geschlechterunterschiede zunächst bei allen 32 Untersuchungsteilnehmern und ebenso unter Ausschluss der Raucher durchgeführt. Zur Beurteilung der statistischen Signifikanz der Ergebnisse wurde der p-Wert herangezogen. Liegt dieser unter 0.05 (5 %), so liegt ein signifikantes Resultat vor, bei Werten zwischen 0.05 (5%) und 0.1 (10%) spricht man von einem Trend. P-Werte größer 0.1 (10%) verweisen auf ein nicht signifikantes Ergebnis. Unter Zuhilfenahme des Programms *Microsoft Office Excel 2007* wurden die Ergebnisse graphisch dargestellt.

3 ERGEBNISSE

Nachfolgende Ergebnisse wurden zunächst durch statistische Analyse der Daten von 16 Männern und 16 Frauen (Gesamtkollektiv) ermittelt. Es wurde durchwegs das Geschlecht als Zwischensubjektfaktor mit einbezogen und somit der Fokus auf geschlechtsabhängige Unterschiede gelegt. Bei der Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung dienten Duft und Zeit als Innersubjektfaktoren der physiologischen Parameter und des Befindlichkeitsfragebogen. Bei der statistischen Analyse der Duftbewertung wurden t-Tests bei unabhängigen Stichproben durchgeführt. Ebenso wurde unter Ausschluss der Raucher eine Nichtrauchergruppe von 12 Männern und 13 Frauen auf Geschlechtsunterschiede untersucht.

3.1 Physiologische Parameter

3.1.1 Gesamtkollektiv

Wie in Tabelle 7 ersichtlich, konnten für die erfassten physiologischen Parameter systolischer Blutdruck ($p = 0.105$), diastolischer Blutdruck ($p = 0.460$) und Herzschlagfrequenz ($p = 0.218$) unter Berücksichtigung des Geschlechts und der Zeit weder signifikante Ergebnisse, noch Trends für die drei Duftkonditionen gemeinsam ermittelt werden.

Betrachtet man jedoch die p-Werte der drei Düfte einzeln, so zeigt sich bei *Mentha spicata* in Bezug auf den systolischen Blutdruck ($p = 0.08$) ein Trend. Dieser war bei den Männern, obwohl jene durchwegs einen signifikant höheren systolischen Blutdruck ($p = 0.003$) als die Frauen aufwiesen, zusätzlich noch gestiegen (Abbildung 17). Bei *Mentha arvensis* und der Kontrolle (Wasser) fiel hingegen der systolische Blutdruck der Männer, bei den Frauen sank er bei allen drei Duftkonditionen.

Für den diastolischen Blutdruck sowie für die Herzschlagfrequenz konnten keine statistisch signifikanten Ergebnisse oder Trends zwischen den Geschlechtern in Bezug auf die einzelnen Düfte festgestellt werden.

Tabelle 7: Physiologische Parameter beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte

		Männer		p- Wert	Frauen	
		Differenz	Standardfehler		Differenz	Standardfehler
Systolischer Blutdruck						
Mentha arvensis	5.125	1.549	0.105	4.125	1.627	
Mentha spicata	-1.875	1.756		2.500	1.656	
Wasser	3.187	1.952		1.437	1.775	
Diastolischer Blutdruck						
Mentha arvensis	2.375	2.137	0.460	-0.437	1.088	
Mentha spicata	0.562	1.275		1.125	1.234	
Wasser	1.625	1.106		-0.187	1.610	
Herzschlagfrequenz						
Mentha arvensis	1.250	2.085	0.218	3.062	1.327	
Mentha spicata	5.875	1.508		4.687	1.564	
Wasser	7.312	2.743		2.437	1.429	

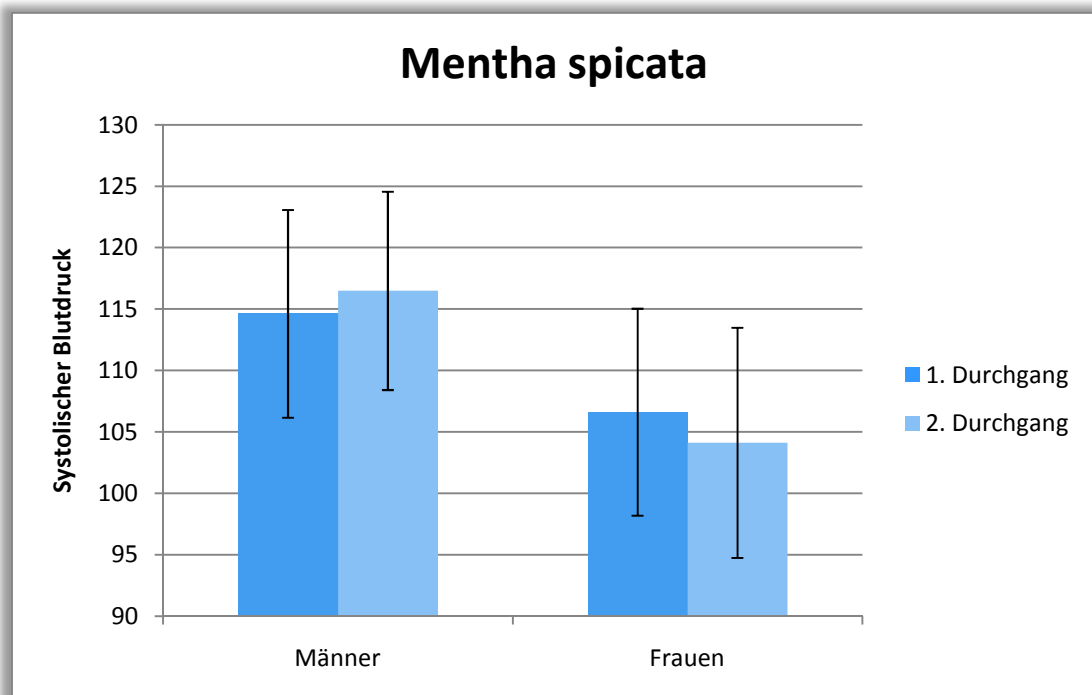


Abbildung 17: Mittelwert und Standardfehler des systolischen Blutdrucks von Männern und Frauen des Gesamtkollektivs vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von *Mentha spicata*

3.1.2 Nichtraucher

Unter Ausschluss der Raucher (4 Männer und 3 Frauen) konnten für die physiologischen Parameter systolischer Blutdruck ($p = 0.134$), diastolischer Blutdruck ($p = 0.402$) und Herzschlagfrequenz ($p = 0.309$) weder signifikante Ergebnisse, noch Trends hinsichtlich Geschlechterunterschieden bei den drei Duftkonditionen im Gesamten festgestellt werden (Tabelle 8).

Tabelle 8: Physiologische Parameter der Nichtraucher beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte

		Männer		p- Wert	Frauen	
		Differenz	Standardfehler		Differenz	Standardfehler
Systolischer Blutdruck						
Mentha arvensis	6.250	1.871	0.134	4.769	1.919	
Mentha spicata	-2.167	2.011		2.923	1.855	
Wasser	4.083	2.533		3.000	1.779	
Diastolischer Blutdruck						
Mentha arvensis	4.000	2.052	0.402	-0.615	1.337	
Mentha spicata	1.167	1.429		0.538	1.380	
Wasser	1.500	1.454		-0.077	1.992	
Herzschlagfrequenz						
Mentha arvensis	2.083	2.704	0.309	4.000	1.286	
Mentha spicata	5.583	1.564		3.461	1.513	
Wasser	8.250	3.549		3.615	1.563	

Die p-Werte der drei Düfte im Einzelnen betrachtet zeigen jedoch einen Trend bei *Mentha spicata* hinsichtlich des systolischen Blutdrucks ($p = 0.075$) auf. Dieser war auch hier bei den Männern, welche generell einen signifikant höheren systolischen Blutdruck ($p = 0.010$) als die Frauen aufwiesen, gestiegen (Abbildung 18), wobei der systolische Blutdruck bei *Mentha arvensis* und der Kontrolle (Wasser) fiel. Bei den Frauen ließ sich ein Abfall des systolischen Blutdrucks bei allen drei Düften nachweisen.

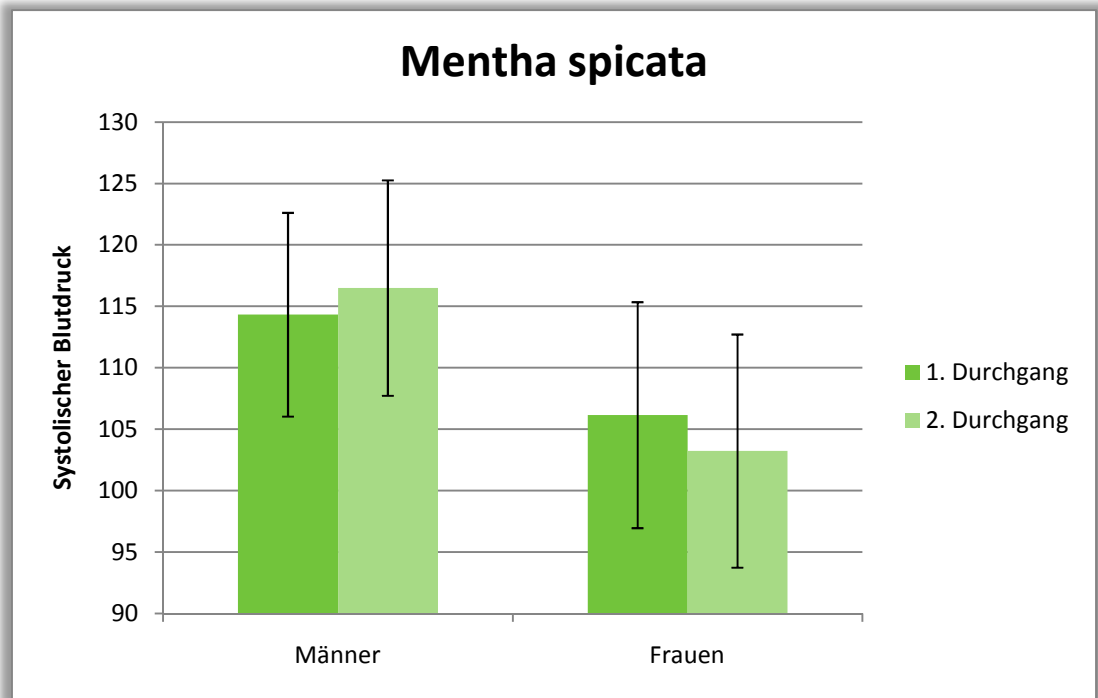


Abbildung 18: Mittelwert und Standardfehler des systolischen Blutdrucks von Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von *Mentha spicata*

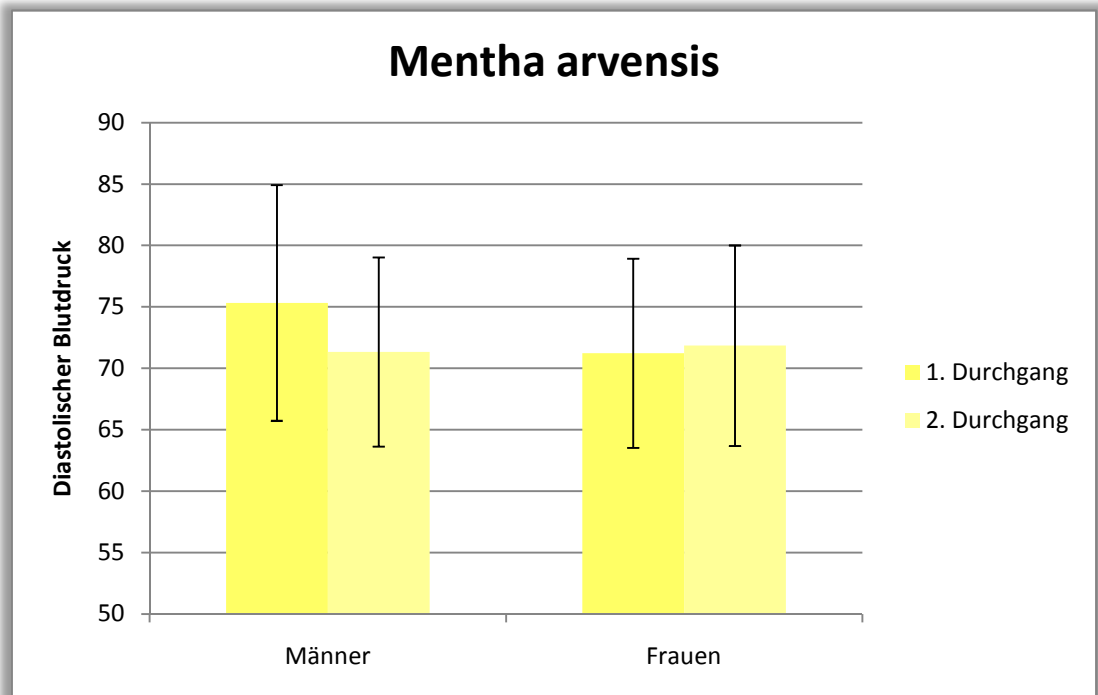


Abbildung 19: Mittelwert und Standardfehler des diastolischen Blutdrucks von Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von *Mentha arvensis*

Unter genauer Betrachtung des diastolischen Blutdrucks sieht man hier einen Trend bei *Mentha arvensis* ($p = 0.068$). Während dieser Duft bei Männern zu einem Abfall des diastolischen Blutdrucks führte, wurde bei Frauen ein Anstieg herbeigeführt (Abbildung 19).

Bezüglich der Herzschlagfrequenz wurden keine statistisch signifikanten Ergebnisse oder Trends zwischen den Geschlechtern in Bezug auf die einzelnen Düfte ermittelt.

3.2 Befindlichkeitsfragebogen

3.2.1 Gesamtkollektiv

Im Hinblick auf die Befindlichkeitsparameter **GS** „Gute - Schlechte Stimmung“ ($p = 0.409$), **WM** „Wachheit - Müdigkeit“ ($p = 0.651$) und **RU** „Ruhe - Unruhe“ ($p = 0.293$) konnten keine signifikanten Ergebnisse sowie keine Trends unter Einbeziehung des Geschlechts und der Zeit für die drei Duftkonditionen gemeinsam festgestellt werden (Tabelle 9).

Betrachtet man die p-Werte der Düfte einzeln, so zeigen sich auch hier weder signifikante Ergebnisse, noch Trends.

Tabelle 9: Befindlichkeitsparameter beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte

Männer			p-Wert	Frauen	
	Differenz	Standardfehler		Differenz	Standardfehler
GS					
Mentha arvensis	0.000	0.899	0.409	-0.125	0.970
Mentha spicata	-2.062	0.955		0.187	1.077
Wasser	-1.250	0.520		-0.562	0.885
WM					
Mentha arvensis	0.312	1.714	0.651	-0.375	1.161
Mentha spicata	0.187	1.342		-0.437	1.527
Wasser	-1.562	0.890		-0.187	1.184
RU					
Mentha arvensis	-2.687	0.596	0.293	-3.437	1.190
Mentha spicata	-3.000	0.866		-0.750	1.153
Wasser	-0.750	0.713		-1.500	1.252

3.2.2 Nichtraucher

Unterzieht man nur die Nichtrauchergruppe einer geschlechtsspezifischen statistischen Analyse, so konnten, wie in Tabelle 10 veranschaulicht, bei den Befindlichkeitsparametern **GS** „Gute - Schlechte Stimmung“ ($p = 0.253$), **WM** „Wachheit - Müdigkeit“ ($p = 0.769$) und **RU** „Ruhe - Unruhe“ ($p = 0.246$) weder signifikante Ergebnisse, noch Trends bei den drei Düften im Gesamten ermittelt werden.

Auch einzeln betrachtet wurden bei den Düften keine statistisch signifikanten Ergebnisse oder Trends festgestellt.

Tabelle 10: Befindlichkeitsparameter der Nichtraucher beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte

Männer			p-Wert	Frauen	
	Differenz	Standardfehler		Differenz	Standardfehler
GS					
Mentha arvensis	0.750	0.946	0.253	-0.308	0.965
Mentha spicata	-2.750	1.136		-0.308	1.232
Wasser	-1.417	0.660		-0.692	1.088
WM					
Mentha arvensis	-0.1667	1.890	0.769	-0.385	1.269
Mentha spicata	-1.333	1.453		-0.307	1.890
Wasser	-2.000	1.101		-0.154	1.462
RU					
Mentha arvensis	-2.583	0.733	0.246	-3.615	1.124
Mentha spicata	-3.667	1.047		-0.769	1.419
Wasser	-1.583	0.722		-1.308	1.508

3.3 Duftbewertung

3.3.1 Gesamtkollektiv

Wie in Tabelle 11 ersichtlich, zeigten sich nach der statistischen Auswertung bezüglich der Parameter Hedonik, Intensität und subjektive Wirkung keine signifikanten Ergebnisse oder Trends. Bei der Bewertung der Bekanntheit wurden jedoch signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt. Hier zeigte sich eine Signifikanz bei der Beurteilung der Bekanntheit von *Mentha arvensis* ($p = 0.025$), wobei Frauen diesen Duft als bekannter einstufen (Abbildung 20).

Tabelle 11: Duftbewertung beider Geschlechter (Hedonik, Bekanntheit, Intensität, subjektive Wirkung): Mittelwerte, Standardfehler und p-Werte

Männer				Frauen	
	Mittelwert	Standardfehler	p-Wert	Mittelwert	Standardfehler
Hedonik					
Mentha arvensis	3.494	0.393	0.560	3.137	0.459
Mentha spicata	2.975	0.181	0.670	3.294	0.622
Wasser	0.056	0.400	0.312	-0.269	0.259
Bekanntheit					
Mentha arvensis	2.488	0.826	0.025	4.481	0.180
Mentha spicata	3.162	0.786	0.713	3.519	0.550
Wasser	0.150	0.603	0.195	-1.013	0.637
Intensität					
Mentha arvensis	3.062	0.372	0.206	3.700	0.323
Mentha spicata	3.347	0.379	0.500	2.975	0.391
Wasser	-3.788	0.476	0.515	-4.206	0.421
Subjektive Wirkung					
Mentha arvensis	-0.269	0.845	0.832	-0.019	0.809
Mentha spicata	-0.275	0.690	0.785	-0.587	0.901
Wasser	-0.306	0.178	0.295	-0.025	0.195

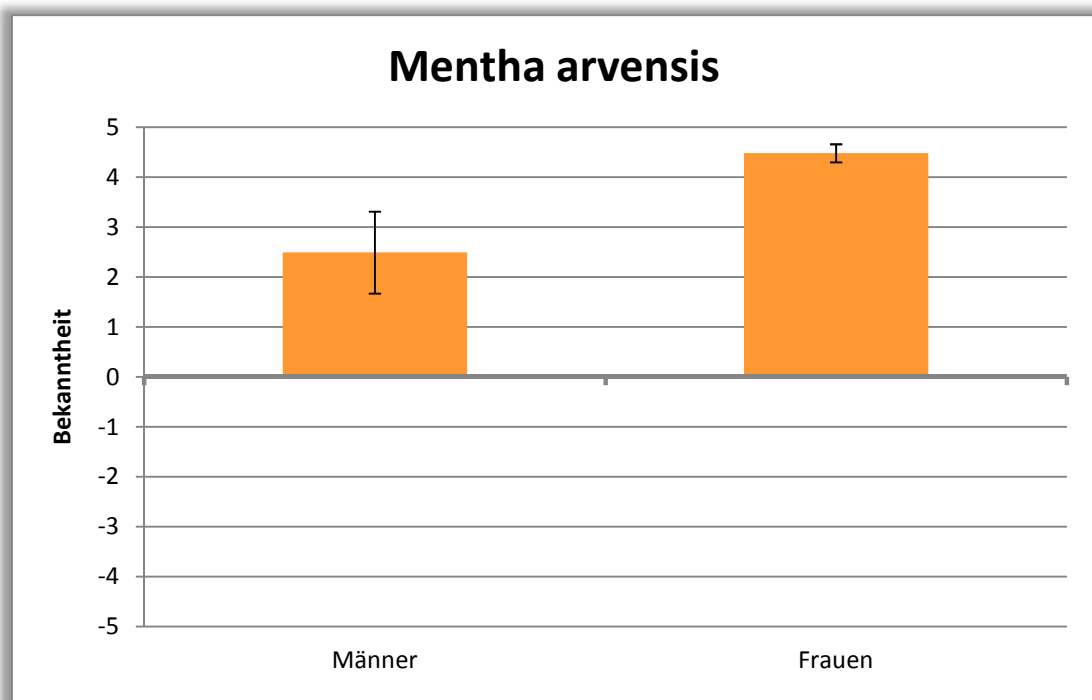


Abbildung 20: Mittelwert und Standardfehler der Bewertung der Bekanntheit von *Mentha arvensis* bei Männern und Frauen des Gesamtkollektivs

3.3.2 Nichtraucher

Die statistische Analyse der Parameter Hedonik, Intensität und subjektive Wirkung offenbarte in der Nichtrauchergruppe keinerlei signifikante Ergebnisse oder Trends (Tabelle 12). Im Hinblick auf Bekanntheit wurde aber ein Trend festgestellt. Frauen beurteilten hier *Mentha arvensis* ($p = 0.062$) als bekannter (Abbildung 21).

Tabelle 12: Duftbewertung der Nichtraucher beider Geschlechter (Hedonik, Bekanntheit, Intensität, subjektive Wirkung): Mittelwerte, Standardfehler und p-Werte

	Männer			Frauen	
	Mittelwert	Standardfehler	p-Wert	Mittelwert	Standardfehler
Hedonik					
Mentha arvensis	3.592	0.429	0.592	3.215	0.535
Mentha spicata	2.633	0.463	0.592	3.123	0.751
Wasser	0.183	0.222	0.234	-0.300	0.391

Tabelle 12 – Fortsetzung

	Männer			Frauen	
	Mittelwert	Standardfehler	p-Wert	Mittelwert	Standardfehler
Bekanntheit					
Mentha arvensis	2.883	0.825	0.062	4.492	0.204
Mentha spicata	2.633	1.007	0.522	3.408	0.667
Wasser	0.642	0.707	0.324	-0.477	0.843
Intensität					
Mentha arvensis	3.650	0.318	0.789	3.515	0.378
Mentha spicata	3.046	0.421	0.832	2.915	0.438
Wasser	-4.008	0.520	0.984	-4.023	0.507
Subjektive Wirkung					
Mentha arvensis	0.017	0.959	0.968	-0.038	0.950
Mentha spicata	-0.642	0.872	0.772	-1.007	0.889
Wasser	-0.408	0.227	0.204	0.023	0.238

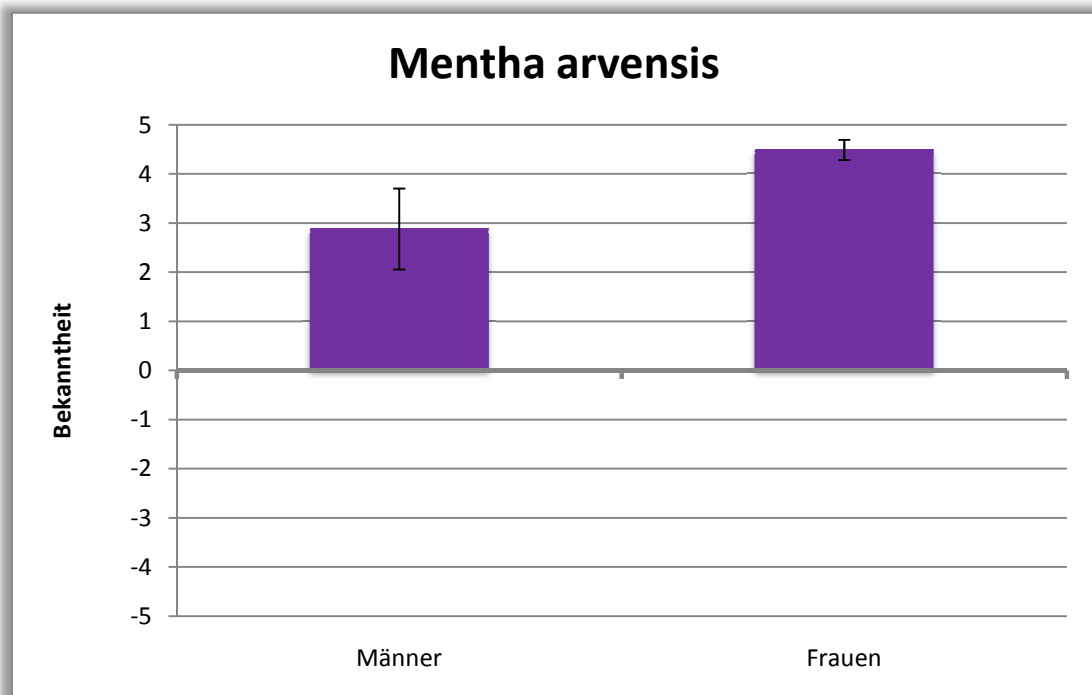


Abbildung 21: Mittelwert und Standardfehler der Bewertung der Bekanntheit von *Mentha arvensis* bei Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe

4 DISKUSSION

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde der geschlechtsspezifische Einfluss der ätherischen Öle von *Mentha spicata* L. und *Mentha arvensis* L. auf psychophysiologische Parameter nach inhalativer Applikation bei 16 männlichen und 16 weiblichen Probanden im Alter von 18 bis 35 Jahren untersucht. Zu diesem Zwecke wurden deren physiologische Parameter Blutdruck und Herzschlagfrequenz erfasst, sowie die subjektive Befindlichkeit und das subjektive Duftempfinden der Untersuchungsteilnehmer mittels geeigneter Fragebögen erhoben. Die Probanden dieser placebokontrollierten Studie stellten gleichzeitig Verum- und Kontrollgruppe dar, als Referenzsubstanz diente reines Wasser. Um verfälschte Studienergebnisse durch etwaige Erwartungshaltungen seitens der Teilnehmer zu verhindern, wurde diesen während des gesamten Studienverlaufs keinerlei Auskunft über die Duftstoffe und den Studienzweck erteilt. Die Probanden wurden an verschiedenen Tagen in drei Sitzungen untersucht, wobei die Dauer der Inhalation auf 40 Minuten festgesetzt war. Hierfür wurde entweder ein ätherisches Öl-Wassergemisch oder reines Wasser über eine Duftlampe im Untersuchungsraum verteilt.

Die durch Fragebögen und Blutdruckmessung erhobenen Daten wurden einer statistischen Analyse mittels ANOVA und t-Test unterzogen. Zunächst wurde das Gesamtkollektiv, bestehend aus 16 Männern und 16 Frauen betrachtet. Unter Ausschluss der Raucher wurde zusätzlich die resultierende Nichtrauchergruppe, welche 12 Männer und 13 Frauen umfasste, statistisch analysiert. Bei beiden Gruppen wurde der Fokus auf geschlechtsabhängige Unterschiede gelegt.

Hinsichtlich der physiologischen Parameter systolischer und diastolischer Blutdruck sowie Herzschlagfrequenz konnte bei *Mentha spicata* in Bezug auf den systolischen Blutdruck ein Trend festgestellt werden. Dies gilt für das Gesamtkollektiv wie für die Nichtrauchergruppe. Während der systolische Blutdruck der Männer bei *Mentha arvensis* und der Kontrolle, bedingt durch den Ruhezustand bzw. das lange Sitzen, erwartungsgemäß sank, zeigte sich bei *Mentha spicata* ein Anstieg des systolischen Blutdrucks trotz der Tatsache, dass dieser bei den Männern schon in den Anfangsbedingungen signifikant höher als bei den Frauen ausfiel. Bei den Frauen sank jener Blutdruck bei allen drei Duftkonditionen. All dem zufolge ist eine physiologische Wirkung von *Mentha spicata* bei Männern anzunehmen. Beim diastolischen Blutdruck und der Herzschlagfrequenz zeigten sich im Gesamtkollektiv keinerlei Trends oder

signifikante Ergebnisse zwischen den Geschlechtern. Die Nichtrauchergruppe betrachtend sieht man hier jedoch bei *Mentha arvensis* in Hinblick auf den diastolischen Blutdruck einen Trend. Während dieser Duft die Männer physiologisch nicht zu beeinflussen schien, wurde bei den Frauen ein Anstieg des diastolischen Blutdrucks ausgelöst. Blutdruckverändernde Eigenschaften von *Mentha spicata* liegen womöglich in dessen Hauptinhaltsstoff (–)-Carvon begründet. In einer Studie von Heuberger und Mitarbeitern wurde unter anderem der Einfluss des enantiomeren Duftstoffes Carvon auf psychophysiologische Parameter an 10 weiblichen und 10 männlichen Probanden untersucht. Bei den physiologischen Parametern Blutdruck und Herzschlagfrequenz konnte nach Inhalation von (–)-Carvon ein signifikanter Anstieg beobachtet werden. Auch zeigte sich hier eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Je intensiver der Duft bewertet wurde, desto stärker war sein Effekt. Variationen in der wahrgenommenen Intensität ergaben sich vermutlich durch das unterschiedliche Atemverhalten der Probanden, welches sich auf die inhalierte Substanzmenge auswirkte (Heuberger et al., 2001). Interessanterweise wurde jedoch an Mäusen gezeigt, dass *Mentha spicata* Extrakt den mittleren arteriellen Blutdruck bei Hypertension signifikant erniedrigte (Pakdeechote et al., 2009).

Bezüglich der Befindlichkeitsparameter **Gute - Schlechte Stimmung**, **Wachheit - Müdigkeit** und **Ruhe - Unruhe** konnten weder im Gesamtkollektiv, noch hinsichtlich der Nichtrauchergruppe signifikante Ergebnisse oder Trends unter Einbeziehung des Geschlechts festgestellt werden. Die Inhalation der verwendeten ätherischen Öle führte demnach bei Männern und Frauen zu keinen Unterschieden in der subjektiven Befindlichkeit, welche sich auf Stimmungslage, Vigilanz und die innere Ruhe bezog.

Hinsichtlich der Duftbewertung konnten bei den Parametern Hedonik, Intensität und subjektive Wirkung keine signifikanten Ergebnisse oder Trends festgestellt werden. Das bezieht sich auf die Nichtrauchergruppe wie auf das Gesamtkollektiv. Bei der Bewertung der Bekanntheit jedoch zeigten sich bei beiden Gruppen geschlechtsspezifische Unterschiede. Die statistische Analyse des Gesamtkollektivs offenbarte, dass Frauen den Duft von *Mentha arvensis* als signifikant bekannter als Männer einstufen. Bei den Nichtrauchern trat diesbezüglich ein Trend auf. Dass der Duft des ätherischen Öls von *Mentha arvensis* Frauen bekannter war als Männern, könnte man einerseits dadurch erklären, dass Frauen häufiger damit in Kontakt kommen. Aufgrund der kühlenden Eigenschaften der Ackermintze wird sie unter anderem zur Behandlung von Hitzewallungen und dem prämenstruellen Syndrom verwendet (Jänicke und Grünwald, 2006). Des Weiteren wird der Hauptbestandteil des

Minzöls, (-)-Menthol, häufig Kosmetika zugefügt. Die Bekanntheit eines Geruchs muss aber nicht unbedingt auf der größeren Erfahrung mit diesem beruhen. Minzöl wird zu vielerlei Zwecken in der Pharmaindustrie, der Lebensmittelindustrie sowie als Aromastoff verwendet und so liegt die Annahme nahe, dass die Geschlechter gleichermaßen mit diesem Duft konfrontiert werden. Wie in Kapitel 1.2 bereits erwähnt, können Frauen sich Gerüche besser merken, diese besser erfassen und identifizieren. Studien von Klutky sowie von Larsson und Mitarbeitern entdeckten eine weibliche Überlegenheit bei der Wiedererkennung von Gerüchen (Klutky, 1990; Larsson et al., 2003). Womöglich stuften Frauen *Mentha arvensis* also aufgrund ihres besseren olfaktorischen Gedächtnisses als bekannter ein. Nach dieser These sollte jedoch auch bei der Wiedererkennung von *Mentha spicata* ein geschlechtsspezifischer Unterschied zugunsten der Frauen auftreten. Warum dem nicht so ist, müsste in einer gesonderten Studie untersucht werden.

Während des gesamten Studienverlaufs wurde versucht, eine Durchführung unter gleichmäßigen Bedingungen zu gewährleisten, dennoch konnten einige Inhomogenitäten nicht ausgeschlossen werden. So herrschte bei den Teilnehmern ein ungleichmäßiges Verhältnis zwischen Raucher- und Nichtraucheranzahl, oder der Anzahl an Frauen, die oral verhüteten und solchen, die keine oralen Kontrazeptiva einnahmen. Ein statistischer Vergleich dieser Gruppen hätte demnach keinen Sinn ergeben. In einer Studie von Frye und Mitarbeitern wurde gezeigt, dass sich Zigarettenkonsum auf die Leistungsfähigkeit des Geruchssinns auswirkt (Frye et al., 1990). Einige Untersuchungen, darunter eine Studie von Nirmala und Reddy, entdeckten weiters signifikante Unterschiede zwischen dem Blutdruck von Rauchern und Nichtrauchern (Nirmala und Reddy, 1989). Um eventuelle Verfälschungen der Ergebnisse durch die Raucher zu verhindern, wurde die geringe Anzahl der Raucher, 7 von 32 Probanden, aus dem Datenblatt gestrichen und so neben dem Gesamtkollektiv, welches alle Studienteilnehmer beinhaltet, auch eine reine Nichtrauchergruppe analysiert. Unter diesen Bedingungen wurden allerdings keine wesentlichen Änderungen der Ergebnisse beobachtet. Die Hormonbeeinflussung durch Kontrazeptiva oder Hormonfluktuationen während des Menstruationszyklus nehmen ebenso Einfluss auf die olfaktorische Wahrnehmung (Doty und Cameron, 2009). Die Gruppengröße der Frauen beschränkte sich auf 16 Teilnehmerinnen und war somit aber zu klein, als dass ein Ausschluss der 5 Frauen, die Kontrazeptiva einnahmen und eine darauf folgende gesonderte Analyse der 11 Frauen, die nicht verhüteten, sinnvoll gewesen wäre. Der jeweilige Hormonstatus der weiblichen Teilnehmer bedingte demnach

eine inhomogene Situation innerhalb der Frauengruppe und minderte so die Aussagekraft der erhobenen Studienergebnisse.

Um Abweichungen in der physiologischen Leistungsbereitschaft und hinsichtlich der physiologischen Parameter Blutdruck und Herzschlagfrequenz so gering wie möglich zu halten, beschränkte man sich bei den Untersuchungen rücksichtnehmend auf den circadianen Rhythmus auf einen Zeitraum von 8:00 bis 12:45 Uhr. In Bezug auf die tagesrhythmischen Veränderungen von Blutdruck und Herzschlagfrequenz zeigen sich aber selbst innerhalb der Vormittagsstunden starke Schwankungen (Abbildung 12).

Neben den soeben erläuterten ungleichen Zuständen minderte auch die niedrige Teilnehmerzahl dieser Pilotstudie zum Teil die Aussagekraft der Studienergebnisse. Eine Durchführung der vorliegenden Studie unter gleichmäßigeren Bedingungen und mit einer größeren Anzahl an Probanden wäre interessant und könnte weitere statistisch signifikante Ergebnisse liefern.

5 VERZEICHNISSE

5.1 Literaturverzeichnis

Al-Tawaha A., Al-Karaki G., Massadeh A. (2013): *Comparative response of essential oil composition, antioxidant activity and phenolic contents spearmint (Mentha spicata L.) under protected soilless vs. open field conditions.* Advances in Environmental Biology, 7(5): 902-910.

Berliner 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.

Bhatnagar K.P., Smith T.D. (2001): *The human vomeronasal organ. III. Postnatal development from infancy to the ninth decade.* Journal of Anatomy, 199: 289-302.

Brand G., Jaquot L. (2007): *Riechen Frauen anders als Männer?* In: Lautenbacher S. (Hg.): *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann.* 1. Auflage, Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 161-174.

Bromm B., Scharein E., Darsow U., Ring J. (1995): *Effects of menthol and cold on histamine-induced itch and skin reactions in man.* Neuroscience Letters, 187(3): 157-160.

Buchbauer G., Jäger W., Gruber A., Dietrich H. (2005): *R-(+)- and S-(-)-carvone: Influence of chirality on locomotion activity in mice.* Flavour and Fragrance Journal, 20(6): 686-689.

Buck L., Axel R. (1991): *A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition.* Cell, 65(1): 175-187.

Cain W.S. (1982): *Odor identification by males and females: predictions vs performance.* Chemical Senses, 7(2): 129-142.

Cameron E.L. (2007): *Measures of human olfactory perception during pregnancy.* Chemical Senses, 32(8): 775-782.

Claeson A.-S., Nordin S. (2011): *Gender Differences in Nasal Chemesthesis: A Study of Detection and Perceived Intensity.* Chemosensory Perception, 4(1-2): 25-31.

Coltheart M., Hull E., Slater D. (1975): *Sex differences in imagery and reading.* Nature, 253: 438-440.

Corwin J., Loury M., Gilbert A.N. (1995): *Workplace, age and sex as mediators of olfactory function: data from the National Geographic Smell Survey.* The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 50(4): 179-186.

Coutinho H.D.M; Costa J.G.M; Lima E.O., Falcao-Silva V.S., Siqueira-Junior J.P. (2009): *Potentiating effect of Mentha arvensis and chlorpromazine in the resistance to aminoglycosides of methicillin-resistant Staphylococcus aureus.* In vivo, 23(2): 287-290.

Croy I., Bojanowski V., Hummel T.: (2013): *Men without a sense of smell exhibit a strongly reduced number of sexual relationships, women exhibit reduced partnership security - A reanalysis of previously published data.* Biological Psychology, 92(2): 292-294.

De Sousa D.P., de Farias Nóbrega F.F., de Almeida R.N. (2007): *Influence of the chirality of (R)-(-)- and (S)-(+)-carvone in the central nervous system: a comparative study.* Chirality, 19(4): 264-268.

Dhifi W., Jelali N., Mnif W., Litaïem M., Hamdi N. (2013): *Chemical composition of the essential oil of Mentha spicata L. from Tunisia and its biological activities.* Journal of Food Biochemistry, 37(2): 362-368.

Dietrich A. (1837): *Flora regni Borussici. Flora des Königreichs Preussen oder Abbildung und Beschreibung der in Preussen wildwachsenden Pflanzen.* Fünfter Band, Berlin: Verlag von Ludwig Oehmigke, 314.

Doty R.L., Snyder P.J., Huggins G.R., Lowry L.D. (1981): *Endocrine, cardiovascular, and psychological correlated of olfactory sensitivity changes during the human menstrual cycle.* Journal of Comparative and Physiological Psychology, 95(1): 45-60.

Doty R.L., Hall J.W., Flickinger G.L., Sondheimer S.J. (1982): *Cyclical changes in olfactory and auditory sensitivity during the menstrual cycle: no attenuation by oral contraceptive medication.* In: Breipohl W. (Hg.): *Olfaction and endocrine regulation.* 1. Auflage, London: IRL Press, 35-42.

Doty R.L. (1991): *Olfactory function in neonates.* In: Laing D.G., Doty R.L., Breipohl W. (Hg.): *The Human Sense of Smell.* 1. Auflage, Berlin/New York: Springer-Verlag, 155-165.

Doty R.L., Bromley S.M., Moberg P.J., Hummel T. (1997): *Laterality in human nasal chemoreception.* *Advances in Psychology*, 123: 497-542.

Doty R.L., Cameron E.L. (2009): *Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception.* *Physiology & Behavior*, 97(2): 213-228.

Dörfler H.-P., Roselt G. (1984): *Heilpflanzen.* 1. Auflage, Leipzig: Urania Verlag, 188.

Eichholz S. (2005): *Objektive Riechprüfung mit kognitiven Potentialen durch Aufzeichnung olfaktorisch evozierter Potentiale (OEP) und der kontingenten negativen Variation (CNV).* Online unter <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/eichholz-stephan-2004-10-22/HTML/chapter1.html> (abgerufen am 10.09.2013).

Fitzenberger B. (2013): *Zweifaktorielle Varianzanalyse.* Online unter <http://www.empiwifo.uni-freiburg.de/lehre-teaching-1/winter-term/empirische-wirtschaftsforschung/material/anova> (abgerufen am 13.10.2013).

Frye R.E., Schwartz B.S., Doty R.L. (1990): *Dose-related effects of cigarette smoking on olfactory function.* *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 263(9): 1233-1236.

Futami T. (1984): *Actions of counterirritants on the muscle contractile mechanism and nervous system.* *Nippon Yakurigaku Zasshi*, 83(3): 207-218.

Galeotti N., Di Cesare Mannelli L., Mazzanti G., Bartolini A., Ghelardini G. (2002): *Menthol: a natural analgesic compound.* *Neuroscience Letters*, 322(3): 145-148.

Garcia-Falgueras A., Junque C., Gimenez M., Caldu X., Segovia S., Guillaumon A. (2006): *Sex differences in the human olfactory system.* *Brain research*, 1116(1): 103-111.

Gonçalves J.C.R., Alves A.H., de Araujo A.E.V., Cruz J.S., Araujo D.A.M. (2010): *Distinct effects of carvone analogues on the isolated nerve of rats.* European Journal of Pharmacology, 645(1-3): 108-112.

Grammer K. (1993): *5- α -androst-16-en-3 α -on: A male pheromone? A brief report.* Ethology and Sociobiology, 14(3): 201-207.

Graumann W., Sasse D. (2005): *Compact Lehrbuch Anatomie. Sinnessysteme, Haut, ZNS, Periphere Leitungsbahnen. Band 4.* 1. Auflage, Stuttgart: Schattauer, 146-148.

Griffiths N.M., Patterson R.L.S. (1970): *Human olfactory responses to 5 α -androst-16-en-3-one-principal component of boar taint.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 21(1): 4-6.

Güntürkün O., Hausmann M. (2007): *Funktionelle Hirnorganisation und Geschlecht.* In: Lautenbacher S. (Hg.): *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann.* 1. Auflage, Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 88-104.

Haksar A., Sharma A., Chawla R., Kumar R., Lahiri S.S., Islam F., Arora M.P., Sharma R.K., Tripathi R.P., Arora R. (2009): *Mint oil (Mentha spicata Linn.) offers behavioral radioprotection: a radiation-induced conditioned taste aversion study.* Phytotherapy Research, 23(2): 293-296.

Haniadka R., Popouri S., Palatty P.L., Arora R., Baliga M.S. (2012): *Medicinal Plants as Antiemetics in the Treatment of Cancer: A Review.* Integrative Cancer Therapies, 11(1): 18-28.

Hänsel R., Keller K., Rimpler H., Schneider G. (1993): *Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Drogen E-O.* 5. Auflage, Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag, 821-848.

Hänsel R., Sticher O. (2007): *Pharmakognosie - Phytopharmazie.* 8. Auflage, Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 1114-1131.

Havlicek J., Murray A.K., Saxton T.K., Roberts S.C. (2010): *Current issues in the study of androstenes in human chemosignaling.* Vitamins & Hormones, 83: 47-81.

Herlitz A., Nilsson L.G., Bäckman L. (1997): *Gender differences in episodic memory.* Memory & Cognition, 25(6): 801-811.

Herz R., Inzlicht M. (2002): *Sex differences in response to physical and social factors involved in human mate selection. The importance of smell for women.* Evolution and Human Behavior, 23(5): 359-364.

Heuberger E., Hongratanaworakit T., Bohm C., Weber R., Buchbauer G. (2001): *Effects of chiral fragrances on human autonomic nervous system parameters and self-evaluation.* Chemical Senses, 26(3): 281-292.

Hikosaka S., Ito K., Goto E. (2010): *Effects of ultraviolet light on growth, essential oil concentration, and total antioxidant capacity of Japanese mint.* Environment Control in Biology, 48(4): 185-190.

Hold B., Schleidt M. (1977): *The importance of human odour in non-verbal communication.* Zeitschrift für Tierpsychologie, 43(3): 225-238.

Hornung D.E., Donald A., Leopold D.A. (1999): *Relationship between uninasal anatomy and uninasal olfactory ability.* Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery, 125(1): 53-58.

Hussain A.I., Anwar F., Shahid M., Ashraf M., Przybylski R. (2010). *Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of spearmint (Mentha spicata L.) from Pakistan.* Journal of Essential Oil Research, 22(1): 78-84.

Jänicke C., Grünwald J. (2006): *Alternativ heilen. Kompetenter Rat aus Wissenschaft und Praxis.* 1. Auflage, München: Gräfe und Unzer, 197.

Kamatou G.P.P., Vermaak I., Viljoen A.M., Lawrence B.M. (2013): *Menthol: A simple monoterpene with remarkable biological properties.* Phytochemistry, <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.08.005>

Kenneth J.H. (1924): *Some experiments on mental reactions to odours.* Perfume Essential Oil Record, 15: 85-87.

Klutky N. (1990): *Sex differences in memory performance for odors, tone sequences and colors.* Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 37(3): 437-446.

Koelega H.S., Köster E.P. (1974): *Some experiments on sex differences in odor perception.* Annals of the New York Academy of Sciences, 237: 234-246.

Kötter E. (2009): *Kräuter. Das große GU Praxis Handbuch.* 1. Auflage, München: Gräfe und Unzer, 183.

Kumar R., Dubey N.K., Tiwari O.P., Tripathi Y.B., Sinha K. K. (2007): *Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants for the protection of stored food commodities from fungal infestation.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(9): 1737-1742.

Kumar A., Shukla R., Singh P., Singh A.K., Dubey N.K. (2009): *Use of essential oil from Mentha arvensis L. to control storage moulds and insects in stored chickpea.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(15): 2643-2649.

Larsson M., Lövdén M., Nilsson L.-G. (2003): *Sex differences in recollective experience for olfactory and verbal information.* Acta Psychologica, 112(1): 89-103.

Le Magnen J. (1952): *Les phénomènes olfacto-sexuels chez l'homme.* Archives des Sciences physiologiques, 6 : 125-160.

Levy L.M., Henkin R.I., Hutter A., Lin C.S., Martins D., Schellinger D. (1997): *Functional MRI of human olfaction.* Journal of Computer Assisted Tomography, 21(6): 849-856.

Levy L.M., Henkin R.I., Lin C.S., Hutter A., Schellinger D. (1999): *Odor memory induces brain activation as measured by functional MRI.* Journal of Computer Assisted Tomography, 23(4): 487-498.

Liu K., Zhu Q., Zhang J., Xu J., Wang X. (2012): *Chemical composition and biological activities of the essential oil of Mentha spicata Lamiaceae.* Advanced Materials Research, 524-527: 2269-2272.

Lu Y., Foo L.Y. (2002): *Polyphenolics of Salvia: A review.* Phytochemistry, 59(2): 117-140.

Martinetz D., Hartwig R. (1998a): *Taschenbuch der Riechstoffe. Ein Lexikon von A - Z.* 1. Auflage, Thun/Frankfurt am Main: Deutsch, 96-97.

Martinetz D., Hartwig R. (1998b): *Taschenbuch der Riechstoffe. Ein Lexikon von A - Z.* 1. Auflage, Thun/Frankfurt am Main: Deutsch, 246-250.

Mayer J.G. (2003): *Kräuterbuch der Klostermedizin. Der "Macer floridus", Medizin des Mittelalters.* 1. Auflage, Holzminden: Reprint-Verlag-Leipzig, 151.

Monti-Bloch L., Jennings-White C., Dolberg D.S., Berliner D.L. (1994): *The human vomeronasal system.* Psychoneuroendocrinology, 19(5-7): 673-686.

Naeem M., Khan M.M.A., Moinuddin, Idrees M., Aftab T. (2011): *Triacontanol-mediated regulation of growth and other physiological attributes, active constituents and yield of Mentha arvensis L.* Plant Growth Regulation, 65(1): 195-206.

Nirmala A., Reddy P. C. (1989): *Blood pressure in relation to smoking.* Indian journal of medical sciences, 43(10): 263-267.

Olofsson J.K., Nordin S. (2004): *Gender differences in chemosensory perception and event-related potentials.* Chemical Senses, 29(7): 629-637.

Padmini E., Valarmathi A., Usha Rani M. (2010): *Comparative analysis of chemical composition and antibacterial activities of Mentha spicata and Camellia sinensis.* Asian Journal of Experimental Biological Sciences, 1(4): 772-781.

Pakdeechote P., Kukongviriyapan U., Nakmareong S., Prachaney P., Luangaram S., Berkban W. (2009): *Antioxidant and antihypertensive effects of Mentha cordifolia extract in L-NAME-induced hypertensive rats.* Free Radicals, Health and Lifestyle, Contributions from the Europe Meeting of the Society for Free Radical Research, Rome, Italy, Aug. 26-29, 2009: 105-108.

Paul Hartmann AG (Hg.) (2009): *Tensoval® comfort . Gebrauchsanleitung.* Online unter http://www.tensoval.de/fileadmin/data/de-DE/pdfs/Gebrauchsanweisung_Tensoval_comfort.pdf (abgerufen am 10.09.2013)

Platek S.M., Burch R.L., Gallup G.G.Jr. (2001): *Sex differences in olfactory self-recognition.* Physiology & Behavior, 73(4): 635-640.

Prehn-Kristensen A., Wiesner C., Bergmann T.O., Wolff S., Jansen O., Mehdorn H., Maximilian F.R., Pause B.M. (2009): *Induction of Empathy by the Smell of Anxiety.* Plos One, 4(6): e5987. doi:10.1371/journal.pone.0005987

Pschyrembel (2011a): *Klinisches Wörterbuch 2012.* 263. Auflage, Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 291.

Pschyrembel (2011b): *Klinisches Wörterbuch 2012.* 263. Auflage, Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 1813.

Roche Lexikon Medizin (2003): 5. Auflage, München: Urban & Fischer, 2007.

Schandry R. (2011): *Biologische Psychologie.* 3. Auflage, Weinheim/Basel: Beltz Verlag, 286-287.

Segal N.L., Topolski T.D., Wilson S.M., Brown K.W., Araki L. (1995): *Twin analysis of odor identification and perception.* Physiology & Behavior, 57(3): 605-609.

Segovia S., Guillamon A. (1982): *Effects of sex steroids on the development of the vomeronasal organ in the rat.* Brain Research, 281(2): 209-212.

Seidel D., Eisenreich W. (1988): *Blütenpflanzen.* 3. Auflage, München/Wien/Zürich: BLV Verlagsgesellschaft, 184.

Ship J.A., Pearson J.D., Cruise L.J., Brant L.J., Metter E.J. (1996): *Longitudinal changes in smell identification.* The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, 51(2): M86-91.

Slominski A. (2008): *Cooling skin cancer: menthol inhibits melanoma growth. Focus on "TRPM8 activation suppresses cellular viability in human melanoma".* American Journal of Physiology, 295(2): C293-C295.

Souza F.V.M., da Rocha M., de Souza D.P., Marcal R.M. (2013): *(-)-Carvone: Antispasmodic effect and mode of action.* Fitoterapia, 85: 20-24.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013a): *Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis*. 1. Auflage, Wiggensbach: Stadelmann Verlag, 598-600.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013b): *Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis*. 1. Auflage, Wiggensbach: Stadelmann Verlag, 687-689.

Steyer R., Schwenkmezger P., Notz P., Eid M. (1997): *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) – Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe Verlag, 3-7.

Teuscher E., Melzig M.F., Lindequist U. (2004): *Biogene Arzneimittel. Ein Lehrbuch der pharmazeutischen Biologie*. 6. Auflage, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 415-416.

The Wealth of India (1988): *A dictionary of Indian raw materials & industrial products. Raw materials 6: L - M*. New Delhi : Publications & Information Directorate, 338-340.

Thews G., Mutschler E., Vaupel P. (2007a): *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen*. 6. Auflage, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 533-534.

Thews G., Mutschler E., Vaupel P. (2007b): *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen*. 6. Auflage, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 820.

Thuerauf N., Reulbach U., Lunkenheimer J., Lunkenheimer B., Spannenberger R., Gossler A., Maihöfner C., Bleich S., Kornhuber J., Markovic K. (2009): *Emotional reactivity to odors: Olfactory sensitivity and the span of emotional evaluation separate the genders*. Neuroscience Letters, 456(2): 74-79.

Wysocki C.J., Dorries K.M., Beauchamp G.K. (1989): *Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 86(20): 7976-7978.

Wysocki C.J., Gilbert A.N. (1989): *National Geographic Smell Survey. Effects of age are heterogenous*. Annals of the New York Academy of Sciences, 561: 12-28.

Yamamura H., Ugawa S., Ueda T., Morita A., Shimada S. (2008): *TRPM8 activation suppresses cellular viability in human melanoma*. American Journal of Physiology, 295(2): C296-C301.

5.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gaschromatographisches Profil des Krauseminzöls - DAC	3
Tabelle 2: Gaschromatographisches Profil des Minzöls - Ph.Eur.....	8
Tabelle 3: Zusammensetzung des verwendeten Krauseminzöls, Chargennummer: 801027 (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).....	29
Tabelle 4: Zusammensetzung des verwendeten Minzöls, Chargennummer: 800635 (Fa. Kurt Kitzing GmbH, Wallerstein, Deutschland).....	30
Tabelle 5: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen	33
Tabelle 6: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung.....	36
Tabelle 7: Physiologische Parameter beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte	42
Tabelle 8: Physiologische Parameter der Nichtraucher beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte	43
Tabelle 9: Befindlichkeitsparameter beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte	45
Tabelle 10: Befindlichkeitsparameter der Nichtraucher beider Geschlechter: Differenzen der Mittelwerte (Durchgang 1 – Durchgang 2), Standardfehler und p-Werte	46
Tabelle 11: Duftbewertung beider Geschlechter (Hedonik, Bekanntheit, Intensität, subjektive Wirkung): Mittelwerte, Standardfehler und p-Werte	47
Tabelle 12: Duftbewertung der Nichtraucher beider Geschlechter (Hedonik, Bekanntheit, Intensität, subjektive Wirkung): Mittelwerte, Standardfehler und p-Werte.....	48

5.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Mentha spicata</i> L.	1
Abbildung 2: (–)-Carvon.....	4
Abbildung 3: (–)-Limonen	4
Abbildung 4: (–)-Dihydrocarvon	4
Abbildung 5: Enantiomere des Carvons	5
Abbildung 6: <i>Mentha arvensis</i> L.	7
Abbildung 7: (–)-Menthol.....	9
Abbildung 8: (–)-Menthon	9
Abbildung 9: Strukturformeln der Mentholisomere	10
Abbildung 10: Das olfaktorische System des Menschen.....	19
Abbildung 11: Das vomeronasale Organ	23
Abbildung 12: Tagesrhythmische Veränderungen von Pulsfrequenz und Blutdruck	24
Abbildung 13: Tagesperiodik der physiologischen Leistungsbereitschaft	25
Abbildung 14: Blutdruckmesser Tensoval® comfort	31
Abbildung 15: Duftlampe	32
Abbildung 16: Beispielitem des Fragebogens zur Duftbewertung	34
Abbildung 17: Mittelwert und Standardfehler des systolischen Blutdrucks von Männern und Frauen des Gesamtkollektivs vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von <i>Mentha spicata</i>	42
Abbildung 18: Mittelwert und Standardfehler des systolischen Blutdrucks von Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von <i>Mentha spicata</i>	44
Abbildung 19: Mittelwert und Standardfehler des diastolischen Blutdrucks von Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe vor (1. Durchgang) und nach (2. Durchgang) dem Einfluss von <i>Mentha arvensis</i>	44
Abbildung 20: Mittelwert und Standardfehler der Bewertung der Bekanntheit von <i>Mentha arvensis</i> bei Männern und Frauen des Gesamtkollektivs.....	48

Abbildung 21: Mittelwert und Standardfehler der Bewertung der Bekanntheit von <i>Mentha arvensis</i> bei Männern und Frauen der Nichtrauchergruppe	49
---	----

6 ANHANG

6.1 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 sehr

1 2 3 4 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 sehr

1 2 3 4 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.

MDBF-Langform

Datum und Uhrzeit

Im Moment
fühle ich mich

überhaupt
nicht
1

2

3

4

5

sehr

1. zufrieden

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2. ausgeruht

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. ruhelos

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. schlecht

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5. schlapp

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

6. gelassen

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

7. müde

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

8. gut

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

9. unruhig

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

10. munter

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

11. unwohl

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

12. entspannt

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

überhaupt
nicht

sehr

Datum und Uhrzeit

Im Moment
fühle ich mich

überhaupt
nicht
1

2

3

4

5

sehr

13. schläfrig

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

14. wohl

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

15. ausgeglichen

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

16. unglücklich

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

17. wach

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

18. unzufrieden

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

19. angespannt

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

20. frisch

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

21. glücklich

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

22. nervös

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

23. ermattet

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

24. ruhig

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

überhaupt
nicht

sehr

GS

WM

RU

6.2 Fragebogen zur Duftbewertung

NAME _____

DATUM _____

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

... welche **Wirkung** der Duft Ihrer Meinung nach auf Sie hatte

beruhigend _____

anregend

6.3 Probandeninformation und Einwilligungserklärung

Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

Einfluß von ätherischen Ölen auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen

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 aus der Duftlampe auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen hat (Aromatherapie).

2. Wie läuft die Studie ab?

An dieser Studie werden insgesamt ungefähr 32 Personen teilnehmen.

Ihre Teilnahme an der Studie ist mit vier Besuchen verbunden, die jeweils etwa 50 Minuten dauern werden.

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 UZAII 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 in der ersten Sitzung gebeten werden die Einverständniserklärung bezüglich der Teilnahme an der Studie zu unterschreiben. Danach nehmen Sie in einem Sessel Platz und werden gebeten einen Befindlichkeitsfragebogen auszufüllen. Außerdem wird ihr Blutdruck gemessen. Die folgenden 40 Minuten bleiben sie still sitzen und entspannen sich und lesen eventuell. Dann füllen Sie noch einmal einen Befindlichkeitsfragebogen aus und der Blutdruck wird gemessen. Am Ende jeder Sitzung 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 40 Jahren alt sind
- schwanger sind
- unter Streß stehen
- an Asthma, Bluthochdruck, 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.) Drei Stunden vor Sitzungsbeginn keine coffein-hältigen 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 studiendurchführenden 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.

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/der ProbandIn in Druckbuchstaben:.....

Geb.Datum: Code:.....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Ätherische Öle“ 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 studiendurchführenden 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. 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/der Probanden/in)

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

6.4 Log sheet

Name:	Code:	1.	2.	3.	4.
Email:					
Wohnort:					
Alter:	Pille: ja / nein				
Nichtraucher: ja / nein					
Allergien/Asthma:					
Geschlecht					
Termin:	Uhrzeit:	Blutdruck:			
		Beginn	Ende		
Sonstige Beobachtungen					

7 ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der ätherischen Öle von *Mentha spicata* L. und *Mentha arvensis* L. auf die physiologischen Parameter Blutdruck und Herzschlagfrequenz sowie die subjektive Befindlichkeit bei Männern und Frauen untersucht. Im Besonderen galt die Aufmerksamkeit eventuell auftretenden geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Reaktion auf die beiden ätherischen Duftstoffe nach Inhalation.

Insgesamt nahmen 32 Personen, 16 männliche und 16 weibliche, darunter 7 Raucher und 25 Nichtraucher, im Alter von 18 bis 35 Jahren, an der Untersuchung teil. Diese wurden jeweils an drei unterschiedlichen Tagen zu den Sitzungen gebeten. Der Versuchsablauf gestaltete sich immer gleich, einzig die Duftstoffe variierten. So wurden die Probanden, die gleichzeitig Verum- und Kontrollgruppe darstellten, in Abhängigkeit des Termins je einem der beiden ätherischen Öle oder reinem Wasser mittels Duftlampe ausgesetzt. Die Duftreihenfolge war hierbei randomisiert. Vor und nach jeder Untersuchung wurde von den Probanden zur Erhebung ihrer Gefühlslage ein Befindlichkeitsfragebogen ausgefüllt, sowie Blutdruck und Herzschlagfrequenz gemessen. Am Ende jeder Sitzung erfolgte die Duftbewertung von Seiten der Teilnehmer. Um die Studienergebnisse durch eventuelle Erwartungshaltungen nicht zu verfälschen, wurde bis zum Ende der letzten Sitzung bezüglich der Duftstoffe und des Studienziels keinerlei Auskunft erteilt. Die erhobenen Daten wurden mittels t-Test und Varianzanalyse (ANOVA) statistisch ausgewertet. Es wurde sowohl das Gesamtkollektiv bestehend aus allen 32 Teilnehmern hinsichtlich Geschlechtsunterschieden statistisch analysiert, als auch eine daraus gebildete Nichtrauchergruppe.

Bezug nehmend auf die physiologischen Parameter systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck und Herzschlagfrequenz konnten weder im Gesamtkollektiv noch in der Nichtrauchergruppe signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede festgestellt werden. Bei *Mentha spicata* zeigte sich bei beiden Gruppen hinsichtlich des systolischen Blutdrucks ein Trend, wobei dieser bei den Männern im Vergleich zu den Frauen anstieg. Weiters konnte in der Nichtrauchergruppe unter Einfluss von *Mentha arvensis* ein Trend in Bezug auf den diastolischen Blutdruck beobachtet werden. Während er bei den Frauen anstieg, konnte bei Männern hier keine physiologische Wirkung nachgewiesen werden.

Was die subjektive Befindlichkeit anbelangt, wurde bei keiner der Gruppen ein signifikanter geschlechtsspezifischer Einfluss der beiden verwendeten Öle festgestellt.

Bei der Duftbewertung konnten Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Probanden nur bei der Bewertung der Bekanntheit entdeckt werden. Im Gesamtkollektiv empfanden Frauen den Duft von *Mentha arvensis* als signifikant bekannter, in der Nichtrauchergruppe wurde diesbezüglich ein Trend aufgezeigt.

8 ABSTRACT

The aim of the experiment was to investigate the effects of *Mentha spicata* L. and *Mentha arvensis* L. essential oils on physiological parameters blood pressure and heart rate; furthermore, the participants' subjective emotional state was evaluated. Special attention was paid to possible gender-specific differences in reaction to the two essential fragrances after inhalation. In total, 32 participants aged between 18 and 35 years were tested, 16 of which were females. The group consisted of 7 smokers and 25 non-smokers. In a within subjects design each participant attended three sessions on three separate days. The test procedure was always the same, whereby the fragrances varied randomly. Thus, the subjects were exposed either to one of the essential oils or to pure water using an aroma lamp. Prior to and after each examination the participants filled out a mood questionnaire to assess their emotional state; furthermore, blood pressure and heart rate were measured. After each session the participants evaluated the fragrances. To prevent falsification of study results through expectations of the participants, no information regarding the fragrances or the study objective was given to them until after the final session. The results were statistically evaluated by t-test and ANOVA (analysis of variance). Both the overall collective (all 32 participants), as well as the group of non-smokers were statistically analyzed in respect to gender-related differences. With regard to the physiological parameters - systolic blood pressure, diastolic blood pressure and heart rate - no significant gender-specific differences were observed (neither in the overall collective nor in the non-smoking group). However, a trend was found in relation to systolic blood pressure under the influence of *Mentha spicata* in both groups, whereby systolic blood pressure increased more in men than in women. Furthermore, a trend with regard to diastolic blood pressure under the influence of *Mentha arvensis* could be observed in the non-smoking group. Here, an increase of diastolic blood pressure in women was noted, while no physiological effect could be detected in men. Regarding subjective emotional state, neither of the two groups showed any significant gender-specific influences in relation to the applied essential oils. A difference in fragrance evaluation was discovered concerning the degree of familiarity of the oils. In the overall collective, women rated the scent of *Mentha arvensis* as significantly more familiar; the non-smoking group showed a trend in the same way.

9 CURRICULUM VITAE

MAGDALENA PIRKER

PERSÖNLICHE DATEN

- **Geburtsdatum:** 14.03.1988
- **Geburtsort:** Klagenfurt
- **Staatsbürgerschaft:** Österreich

AUSBILDUNG

- **1994 - 1998:** Besuch der Volksschule, Friesach
- **1998 - 2006:** Besuch des BG/BRG, Sankt Veit an der Glan
- **10/2007:** Beginn des Studiums der Bildungswissenschaften, Universität Wien
- **10/2008:** Beginn des Studiums der Pharmazie, Universität Wien

AUSLANDSAUFENTHALT

- **2006 - 2007:** England