



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Untersuchungen zum Einfluss von ätherischem
Zirbenholzöl auf Blutdruck und Befindlichkeit des
Menschen“

verfasst von / submitted by

Sabrina Donner

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

Wien, 2022 / Vienna, 2022

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

UA 449

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

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

a.o. Univ. Prof. Mag. pharm. Dr. Walter Jäger

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön gilt Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Jäger für das Ermöglichen dieser Diplomarbeit am Department für Pharmazeutische Chemie.

Ebenso möchte ich mich bei Frau Mag. Dr. Iris Stappen bedanken, die mir dieses überaus interessante Thema zur Verfügung gestellt hat sowie für ihre freundliche, geduldige und unkomplizierte Betreuung während der Durchführung der Studie und beim Schreiben dieser Diplomarbeit.

Ein weiterer Dank gilt der Firma Brüder Unterweger GmbH, die das Zirbenöl für diese Studie zur Verfügung gestellt hat, sowie allen Probandinnen und Probanden für ihre Teilnahme.

Weiters möchte ich mich bei meiner Kollegin Mohini für die gute Zusammenarbeit bedanken sowie bei allen Freunden und Bekannten, die an der Studie als Probanden teilgenommen haben.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meiner Mutter und meinem Bruder bedanken, die mich während meiner Studienzeit moralisch unterstützt haben und immer für mich da waren. Ebenso möchte ich meinem verstorbenen Vater gedenken, dem ich sehr viel zu verdanken habe, indem er meine Kindheit stark geprägt hat.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Freund, der mir während des gesamten Studiums geduldig zur Seite gestanden ist und auf viel gemeinsame Zeit verzichten musste.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Freunden und Studienkollegen bedanken, die mich während des Studiums begleitet sowie unterstützt haben und meine Studienzeit bereichert haben.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 ABSTRACT | 1 |
| 2 ZUSAMMENFASSUNG | 2 |
| 3 EINLEITUNG | 3 |
| 3.1 Die Zirbe - <i>Pinus cembra</i> L..... | 3 |
| 3.2 Zirbenholz – Wirkung und Verwendung | 6 |
| 3.2.1 Insektizide Wirkung..... | 6 |
| 3.2.2 Schlaffördernde und beruhigende Wirkung..... | 6 |
| 3.2.3 Antimikrobielle Wirkung | 10 |
| 3.3 Ätherisches Zirbelkiefernöl - <i>Pini cembrae aetheroleum</i> | 12 |
| 3.3.1 Hauptinhaltsstoffe und Enantiomere | 12 |
| 3.3.2 Charakterisierung der wichtigsten Inhaltsstoffe | 14 |
| 3.3.2.1 α -Pinen | 14 |
| 3.3.2.2 β -Pinen | 14 |
| 3.3.2.3 Limonen | 15 |
| 3.3.2.4 β -Phellandren..... | 16 |
| 3.3.3 Pharmakologische Wirkungen | 17 |
| 3.3.3.1 Mukolytische und antivirale Wirkung..... | 17 |
| 3.3.3.2 Analgetische, antiinflammatorische und muskelrelaxierende Wirkung | 17 |
| 3.3.3.3 Anxiolytische, vitalisierende und sedative Wirkung | 17 |
| 3.3.3.4 Antioxidative Wirkung | 18 |
| 3.3.3.5 Antimikrobielle und antimykotische Wirkung | 19 |
| 3.3.3.6 Insektizide Wirkung | 21 |
| 4 PRAKTISCHER TEIL | 23 |
| 4.1 Kurzüberblick über die Studie | 23 |
| 4.2 Probanden..... | 23 |
| 4.3 Räumlichkeiten..... | 25 |
| 4.4 Materialien..... | 26 |
| 4.4.1 Blutdruckmessgerät | 26 |
| 4.4.2 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen | 26 |
| 4.4.3 Duftbewertung..... | 28 |
| 4.4.3.1 Intensitätsbewertung | 28 |
| 4.4.3.2 Bewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung | 29 |
| 4.5 Brillenkonstruktion | 30 |
| 4.6 Zirbenöl – <i>Pini cembrae aetheroleum</i> | 30 |
| 4.7 Studienablauf | 31 |
| 4.8 Datenauswertung | 34 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.8.1 | Datenblatterstellung (Pirker, 2013) | 34 |
| 4.8.2 | Auswertung mit t-Test und ANOVA | 35 |
| 5 | ERGEBNISSE UND DISKUSSION | 36 |
| 5.1 | Blutdruck | 36 |
| 5.1.1 | Systolischer Blutdruck | 36 |
| 5.1.2 | Diastolischer Blutdruck | 37 |
| 5.2 | Subjektive Befindlichkeit | 39 |
| 5.2.1 | Ruhe-Unruhe | 39 |
| 5.2.2 | Wachheit-Müdigkeit | 40 |
| 5.2.3 | Gute-Schlechte Stimmung | 42 |
| 5.3 | Duftbewertung | 43 |
| 5.3.1 | Intensitätsbewertung | 43 |
| 5.3.2 | Bewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung | 47 |
| 5.4 | Interpretation der Ergebnisse | 49 |
| 6 | LITERATURVERZEICHNIS | 50 |
| 7 | ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 59 |
| 8 | TABELLENVERZEICHNIS | 61 |
| 9 | ANHANG | 63 |
| 9.1 | Probandeninformation und Einwilligungserklärung | 63 |
| 9.2 | Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen | 67 |
| 9.3 | Fragebogen zur Duftbewertung | 69 |
| 9.4 | Fragebogen zur Intensitätsbewertung | 70 |
| 9.5 | Log sheet | 71 |

1 ABSTRACT

The aim of this work was to record the physiological and psychological effects of Swiss stone pine essential oil on humans after inhalation, in comparison with the fragrance of orange absolute and the control group without scent.

In the present study, a total of 90 participants took part. There were 30 study participants in each group (Swiss stone pine oil group, the orange absolute group and the control without fragrance). Before and after inhalation, blood pressure and well-being parameters were determined. During the scenting, the adaptability of the test persons to the fragrance was evaluated by an intensity rating. At the end of the study, the pine scent was evaluated in terms of hedonics, familiarity and effect. The statistical data evaluation was carried out with the t-test and the analysis of variance (ANOVA).

Systolic blood pressure was significantly reduced after inhalation of Swiss stone pine oil and orange absolute, compared to the control group. No significant differences were recorded in diastolic blood pressure between the three groups.

The Swiss stone pine group showed a much more calming effect compared to the orange absolute. The test persons in the Swiss stone pine and orange groups felt awake and relaxed after inhaling the essential oil, while the participants in the control group became tired. The parameter of mood did not show any significant difference between the three fragrance groups, whereby the Swiss stone pine group tended to feel better and more contented compared to the control group.

The participants rated the orange scent as more pleasant and more familiar than the pine scent, but they found both fragrances equally calming.

2 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit lag darin, die physiologische sowie psychologische Wirkung des ätherischen Zirbenöls auf den Menschen nach der Inhalation, im Vergleich zum Duft des Orangenabsolues und zur Kontrollgruppe ohne Duft, zu erfassen.

In der vorliegenden Studie nahmen insgesamt 90 Probanden teil, wobei jeweils 30 Studienteilnehmer in die Duftgruppe Zirbenöl, Orangenabsolue oder Kontrolle ohne Duft eingeteilt wurden. Vor und nach der Inhalation wurde der Blutdruck und die Befindlichkeitsparameter ermittelt. Während der Beduftung wurde die Anpassungsfähigkeit (Adaption) der Probanden an den Duft mittels Intensitätsbewertung erfasst. Am Untersuchungsende wurde der Zirbenduft hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung bewertet. Die statistische Datenauswertung erfolgte mittels t-Test und der Varianzanalyse (ANOVA).

Der systolische Blutdruck konnte nach der Inhalation des Zirbenöls und des Orangenabsolues im Vergleich zur Kontrolle deutlich gesenkt werden. Beim diastolischen Blutdruck hingegen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen erfasst.

Die Zirbengruppe zeigte anhand des Befindlichkeitsparameters Ruhe-Unruhe einen vielfach beruhigenderen Effekt im Vergleich zum Orangenabsolue. Die Probanden in der Zirben- und Orangengruppe fühlten sich nach der Inhalation des ätherischen Öls wach und ausgeruht, während die Teilnehmer in der Kontrollgruppe müde wurden. Der Parameter „Stimmung“ zeigte zwischen den drei Duftgruppen keinen signifikanten Unterschied, wobei sich die Zirbengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe tendenziell wohler und zufriedener fühlte.

Die Teilnehmer bewerteten den Orangenduft als angenehmer und bekannter als den Zirbenduft, jedoch empfanden sie beide Düfte gleich stark beruhigend.

3 EINLEITUNG

3.1 Die Zirbe - *Pinus cembra* L.

Pinus cembra L., ebenso als Zirbelkiefer, Zirbe, Zirbel oder Arve bezeichnet, ist ein wetterfester und widerstandsfähiger Nadelbaum aus der Familie der *Pinaceae* (Kieferngewächse). Die Zirbe befindet sich im Hochgebirge Europas und erreicht eine Höhe von bis zu 20 m (Farjon, 2017; Wolkinger, 1993a). Sie wird in die Untergattung *Strobus* (Haploxylon), in die Sektion *Quinquefoliae* und in die Untersektion *Strobus* eingeteilt (Gernandt et al., 2005; Schütt et al., 1984).

P. cembra (Abbildung 1) ist in den Alpen auf einer Höhe von 1500 bis 2500 m und in den Karpaten auf 1300 bis 1700 m beheimatet (Farjon, 2017; Wojnicka-Póltorak et al., 2015). In den Alpen bildet sie zusammen mit der Lärche (*Larix decidua*) auf etwa 1500 m bis 2000 m Höhe kleine Wälder, die die Waldgrenze bilden. Im Unterholz dieser Wälder befinden sich Zwergsträucher wie die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und die Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) aus der Familie der *Ericaceae* (Heidekrautgewächse) (Farjon, 2018).



Abbildung 1: *Pinus cembra* L. (übernommen aus Schön, 2010)

Im Bereich der Baumgrenze auf etwa 2500 m Höhe wächst die Zirbe in kleineren Gruppen oder als einzelnstehender Baum (Farjon, 2018). Einzelne Altbäume werden auch als Wetterzirben bezeichnet, da sie extremen Witterungsbedingungen, wie starken Frösten (von bis zu $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$), heftigen Stürmen, Blitzen und schweren Schneelasten standhalten (Wolkinger, 1993a; Thumm & Kettenring, 2020a). Wetterzirben erscheinen oft in bizarren Formen, wie etwa mit einseitig ausgebildeten tiefen Ästen, mehrgipfligen oder auch mehrstämmigen Wuchsformen und können ein Alter von bis zu 1000 Jahre erreichen. Junge Bäume hingegen zeigen eine schmale kegelförmige Krone sowie eine regelmäßige Beastung (Wolkinger, 1993a; Schütt, 2008a).

Ein charakteristisches Merkmal der Zirbe sind die Nadeln, welche sich in Fünferbündeln pro Kurztrieb an den Ästen befinden und im dreikantigen Nadelquerschnitt nur einen Leitbündel und zwei äußere Harzkanäle zeigen (Schütt et al., 1984; Farjon, 2018). Junge Zirbenbäume besitzen eine graue und glatte Rinde, wogegen alte Bäume eine graue und längsrissige Schuppenborke aufweisen (Wolkinger, 1993a).

P. cembra bildet kräftige weitreichende Seitenwurzeln mit davon ausgehenden starken Senkerwurzeln, die in Felsspalten eindringen und das Wachstum auf steinigem Untergrund ermöglichen (Schütt, 2008b). Die Zirbe lebt in Symbiose mit zahlreichen Bodenpilzen, deren Pilzfäden ein dichtes Wurzelgeflecht bilden, um den Baum mit Wasser und wichtigen Nährstoffen aus dem Erdboden zu versorgen (Moser, 2021a). Die männlichen Blüten erscheinen als rote Kätzchen (Abbildung 2), während die weiblichen Blüten nach der Bestäubung unreife violette Zapfen (Abbildung 3) bilden. Zwei Jahre später entstehen daraus reife braune Zapfen (Abbildung 4) mit darin enthaltenen braunen ungeflügelten und essbaren Samen (Zirbelnüsse) (Wolkinger, 1993a). Sie werden größtenteils durch den Singvogel Tannenhäher verbreitet, der die Samen auf einige Vorratslager verteilt. Diese werden von ihm auf steinigem Untergrund oberhalb der Waldgrenze angelegt. Die zurückgelassenen Samen keimen und sorgen somit für das Wachstum zukünftiger Zirbenbäume (Schütt, 2008c).



Abbildung 2: männliche Blüten (übernommen aus Mrkvicka, 2010)



Abbildung 3: unreife Zapfen aus den weiblichen Blüten (übernommen aus Lauber & Wagner, 1998)



Abbildung 4: reifer Zapfen mit keimenden Samen (übernommen aus Horak, 2004)

3.2 Zirbenholz – Wirkung und Verwendung

Das Holz von *P. cembra* wurde im alpenländischen Raum bevorzugt für die Herstellung von Almhütten und Möbeln sowie zur Innenwandverkleidung von Gaststuben, den sogenannten Zirbelstuben, verwendet (Thumm & Kettenring, 2020b). Heutzutage ist die Nachfrage des Zirbenholzes aufgrund der lebhaften Musterung und neuester wissenschaftlicher Untersuchungen stark gestiegen, wodurch sich der Preis des Holzes vervierfacht hat (Moser, 2021b).

3.2.1 Insektizide Wirkung

Trockene Nahrungsmittel und Kleidung wurden früher in Kästen aus Zirbenholz aufbewahrt, da diese Motten fernhielten (Thumm & Kettenring, 2020b).

Forscher der Johanneum Research fanden heraus, dass die Larvenzahl der Kleidermotten durch das Zirbenholz um 48%, im Vergleich zu Kunststoff, sinkt. Es kam zu einer stärkeren Abnahme der Larvenzahl, nachdem das Zirbenholz zusätzlich mit Zirbenöl behandelt wurde. Die Wissenschaftler kamen zu dem Entschluss, dass der insektizide Effekt größtenteils auf das im Zirbenholz enthaltene Monoterpen α -Pinen zurückzuführen ist (Johanneum Research, 2012). α -Pinen ist ein Hauptinhaltsstoff im ätherischen Zirbenholzöl (Lis et al., 2017).

3.2.2 Schlawffördernde und beruhigende Wirkung

Das Zirbenholz wird ebenso für den Bau von Betten und Kinderwiegen verwendet (Grote et al., 2021). Im Volksmund wurde überliefert, dass es aufgrund des charakteristischen Geruchs des Zirbenholzes zu einem besseren Schlaf kommt. So wurden früher Kleinkinder in Zirbenwiegen gelegt, damit diese besser durchschlafen konnten und die Eltern weniger durch unruhige Säuglinge geweckt wurden. In Österreich wurde eine Studie über die Schlafqualität in Betten aus Zirbenholz durchgeführt, um diesen Volksglauben durch wissenschaftliche Untersuchungen zu stützen (Moser, 2021c).

In dieser verblindeten Überkreuzstudie wurden insgesamt fünfzehn Studienteilnehmer (acht Frauen und sieben Männer) aus der Stadt Weiz (Steiermark) rekrutiert und nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt (Grote et al., 2021).

Der chronologische Schlafablauf (Abbildung 5) für die erste Gruppe sah folgendermaßen aus (Grote et al., 2021):

- 3 Wochen im Zirbenbett
- 4 - 6 Wochen im eigenen Bett
- 3 Wochen im Spanplattenbett (Kontrollbedingung)
- 4 Wochen im eigenen Bett

Für die zweite Gruppe wurde folgender Ablauf (Abbildung 5) festgelegt (Grote et al., 2021):

- 3 Wochen im Spanplattenbett (Kontrollbedingung)
- 4 - 6 Wochen im eigenen Bett
- 3 Wochen im Zirbenbett
- 4 Wochen im eigenen Bett

Das Studienziel war es, das Schlafbefinden in Zirben- und Spanplattenbetten zu untersuchen (Grote et al., 2021).

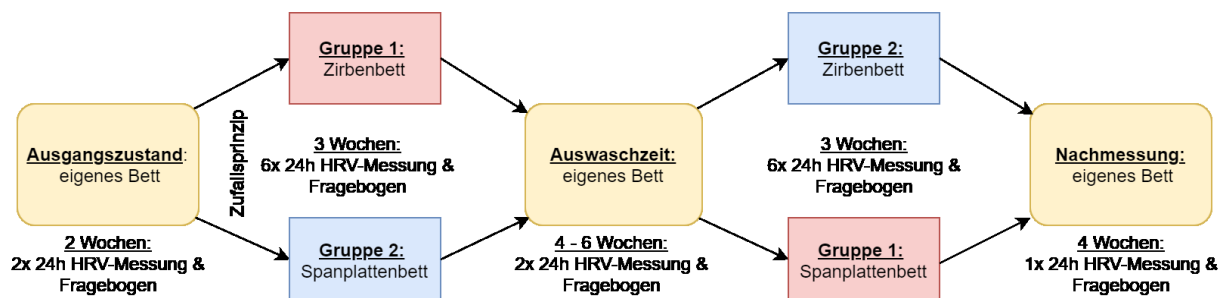


Abbildung 5: Studienablauf (modifiziert übernommen aus Grote et al., 2021)

Die physiologischen Wirkungen auf die Probanden und deren Schlafqualität wurden mittels 24 h EKG gemessen, wobei die HR (Herzrate), die HRV (Herzratenvariabilität) und die RSA (respiratorische Sinusarrhythmie) untersucht wurden. Die HRV und RSA wurden weiters herangezogen, um den autonomen Quotienten (LF/HF), den Puls-Atem-Quotienten (Qpr) und den Vagustonus (logRSA) zu berechnen. Zusätzlich wurden die Teilnehmer aufgefordert zweimal täglich Fragebögen über deren Schlafbefinden auszufüllen, um die psychologische Wirkung zu erfassen (Grote et al., 2021).

Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Schlafqualität zwischen dem Zirbenbett und dem Spanplattenbett. Im Bett aus Zirbenholz kam es zu einer stärkeren Abnahme der Herzfrequenz (Abbildung 6), des Puls-Atem-Quotienten (Qpr) (Abbildung 7) und des autonomen Quotienten (LF/HF), wobei letzterer zu einer Erhöhung des Vagustonus (logRSA) führte (Abbildung 8). Die Auswertung der Fragebögen ergab bei den Probanden ein ebenso signifikant besseres Wohlbefinden nach dem Schlaf im Zirbenbett, als im Holzdekorbett. Das Zirbenholz bewirkte somit bei den Probanden eine gesteigerte Schlafqualität aufgrund einer regelmäßigeren Schlafarchitektur und einer verbesserten Zusammenarbeit von Herzschlag und Atmung. Die geringere Herzfrequenz im Schlaf führte zu einem niedrigeren Energieverbrauch der Teilnehmer und der Vagusnerv, als Teil des Parasympathikus, wirkte durch seinen erhöhten Tonus entspannend auf den gesamten Körper (Grote et al., 2021). Dem Organismus wurde im Zirbenbett, im Gegensatz zum Spanplattenbett, etwa eine Stunde Herzarbeit mit 3500 Herzschlägen pro Nacht erspart. Eine erhöhte Vagusaktivität wirkt zudem entzündungshemmend auf den gesamten Körper und schützt diesen vor Herzinfarkten und Herzkammerflimmern (Moser, 2021d).

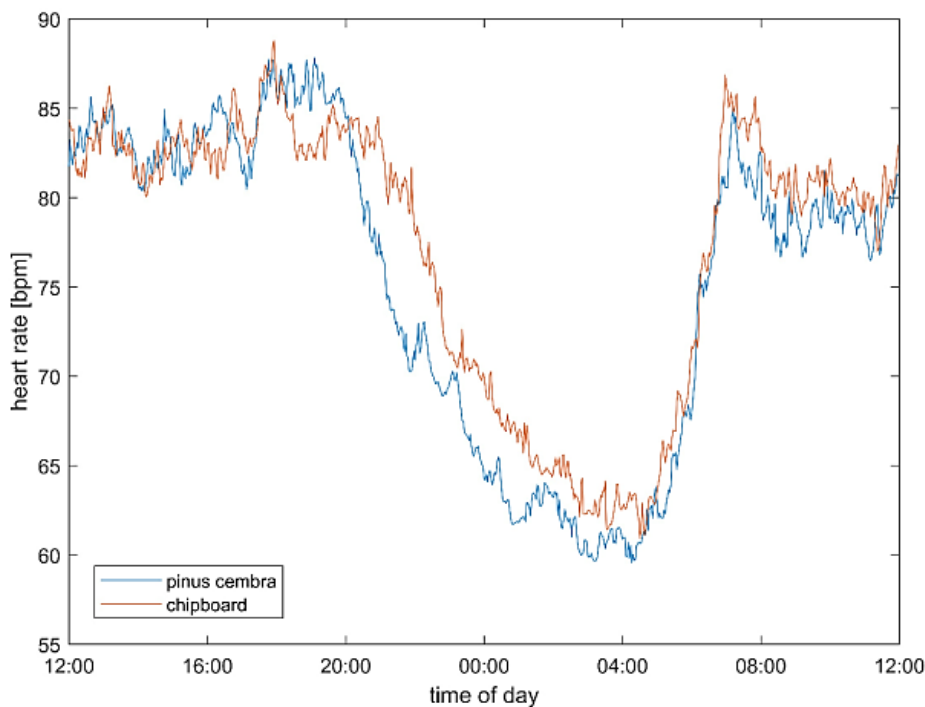


Abbildung 6: Verlauf der Herzfrequenz in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot) (übernommen aus Grote et al., 2021)

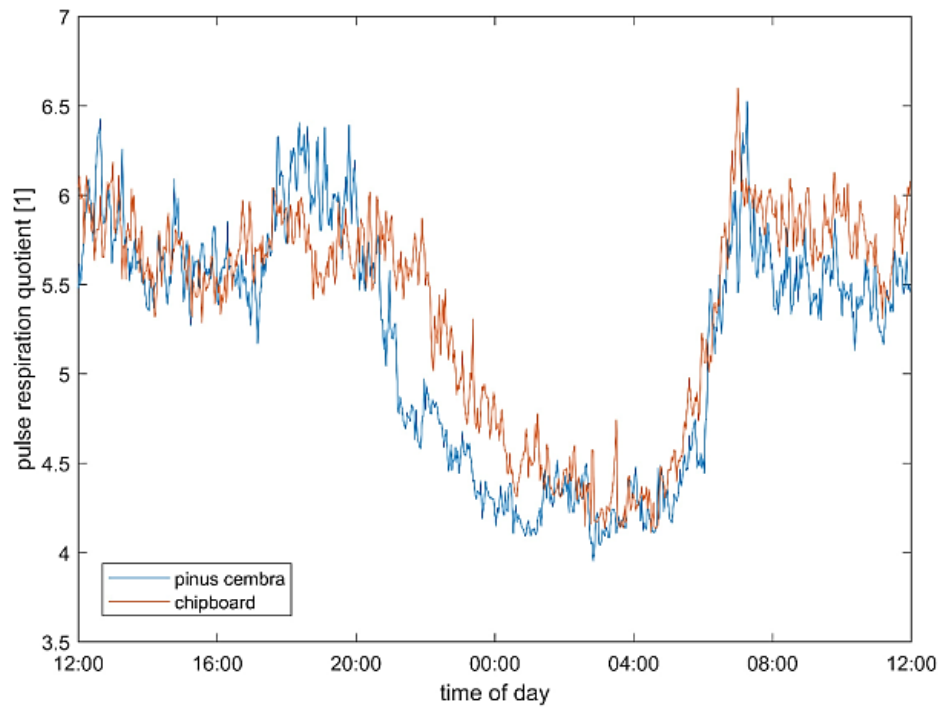


Abbildung 7: Verlauf des Puls-Atem-Quotienten in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot)
(übernommen aus Grote et al., 2021)

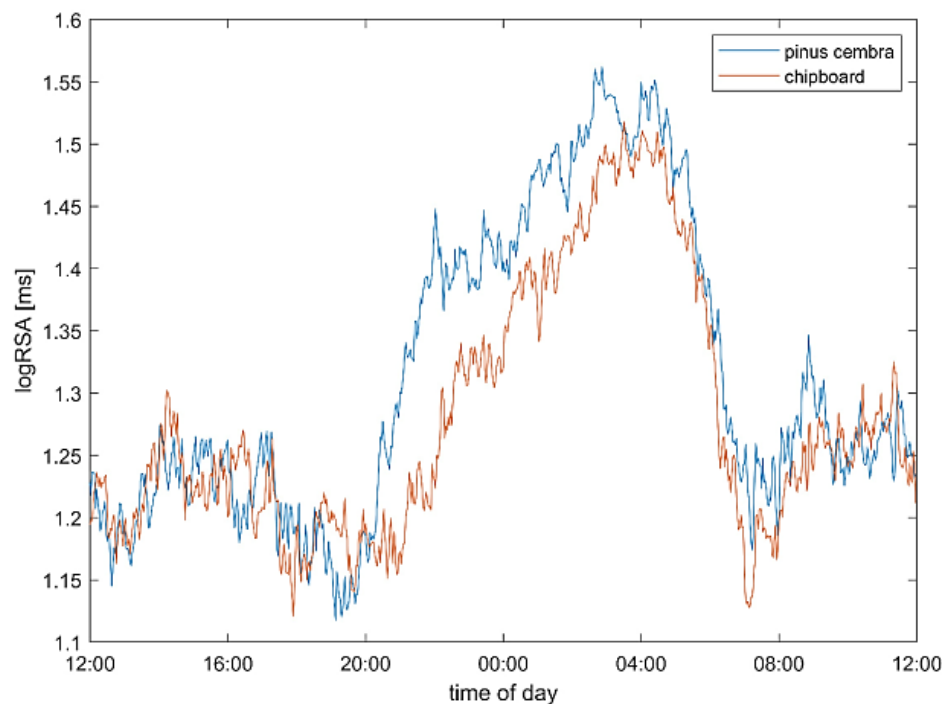


Abbildung 8: Verlauf des Vagustonus in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot)
(übernommen aus Grote et al., 2021)

In einer japanischen Studie inhalierten Probanden den Geruch von α -Pinen. Im Gegensatz zur Luftinhalation (Kontrolle), bewirkte die chemische Verbindung eine ebenso signifikante Abnahme der Herzrate sowie eine Aktivierung des parasympathischen Nervensystems, wodurch sich die Probanden wesentlich entspannter fühlten (Ikei et al., 2016). In einer weiteren Studie aus Japan wurde auf dieselbe Art und Weise der Duft von D-Limonen untersucht. D-Limonen zeigte dieselbe Wirkung auf den Organismus wie α -Pinen (Joung et al., 2014). α -Pinen ist ein Hauptinhaltsstoff im ätherischen Zirbenholzöl, während D-Limonen nur in geringeren Mengen im Holz der Zirbe vorkommt (Lis et al., 2017).

In Korea wurde α -Pinen in oraler Form an Mäuse verabreicht und ein tiefschlaffördernder Effekt beobachtet, da das Monoterpen als partieller Agonist am GABA_A-Rezeptor wirkte (Yang et al., 2016).

3.2.3 Antimikrobielle Wirkung

Das Zirbenholz wird auch für Schneidebretter und Brotdosen verwendet, da im Holz natürliche Hemmstoffe enthalten sind, welche die Ausbreitung von pathogenen Mikroorganismen wie Bakterien, Pilzen und Hefen verhindern. Bäume nutzen diese natürlichen Abwehrstrategien, um sich vor Verwitterung zu schützen (Moser, 2021e). An der Universität Salzburg wurde eine Studie durchgeführt, bei der die Wirksamkeit von verschiedenen feuchten Holzarten (Zirbe, Fichte, Buche, Pappel und Ahorn) gegenüber Bakterien (*Escherichia coli*) untersucht wurde. Die verschiedenen Holzstücke wurden desinfiziert, mit *E. coli* versehen und in einer feuchten Umgebung bei Raumtemperatur für 12 h inkubiert. Anschließend wurden die Holzplättchen auf Agarplatten abgeklatscht, bei 37°C bebrütet und die KBE (kolonie-bildenden Einheiten) ausgewertet. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, besaß das feuchte Zirbenholz die stärkste bakterienhemmende Wirkung, da keine bzw. nur eine Bakterienkolonie nachgewiesen wurde. Das Fichtenholz zeigte eine mittelstarke Hemmwirkung, während das Buchen-, Ahorn- und Pappelholz im feuchten Zustand ein deutliches Bakterienwachstum aufwiesen (Stan-Lotter & Aschl, 2004).

Tabelle 1: KBE (Kolonie-bildende Einheiten) der verschiedenen Holzarten nach Inkubation in feuchter Umgebung (modifiziert übernommen aus Stan-Lotter & Aschl, 2004)

| Holzart | KBE nach Inkubation mit 3.3×10^6 <i>E. coli</i> - Zellen in feuchter Umgebung | KBE nach Inkubation mit 1.2×10^6 <i>E. coli</i> - Zellen in feuchter Umgebung |
|---------------|--|--|
| Zirbe | Abklatsch 1: 0 (4)* Abklatsch 2: 1 (4) | Abklatsch 1: 0 (4) Abklatsch 2: 1 (4) |
| Fichte | | Abklatsch 1: 8 (4) Abklatsch 2: 17 (4) Abklatsch 3: 9 (4) |
| Buche | Abklatsch 1: 38 (3) Abklatsch 2: 61 (4) | Abklatsch 1: 62 (4) |
| Ahorn | Abklatsch 1: 62 (4) Abklatsch 2: 60 (4) | |
| Pappel | | Abklatsch 1: 253 (4) Abklatsch 2: 221 (4) Abklatsch 3: 206 (4) |

* in Klammer befindet sich die Anzahl der Messungen; Angabe der KBE als Mittelwert

Stan-Lotter und Aschl vermuteten, dass die antibakterielle Wirkung des Zirbenholzes auf bestimmte Inhaltsstoffe im Holz zurückzuführen sei (Stan-Lotter & Aschl, 2004) und laut Ak et al. dürften diese Substanzen nicht wasserlöslich sein (Ak et al., 1994). Es dürfte sich unter anderem um das im Kernholz von Nadelhölzern vorkommende Hydroxystilben Pinosylvin (Abbildung 9) handeln, denn dieses ist wasserunlöslich und schützt das Holz vor Verwitterung (Fugmann & Adam, 1997), da es eine starke antibakterielle, antifungale und antimykotische Wirkung besitzt (Lee et al., 2005).

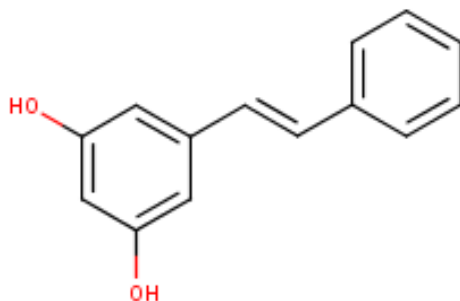


Abbildung 9: Struktur von Pinosylvin

3.3 Ätherisches Zirbelkiefernöl - *Pini cembrae aetheroleum*

Das ätherische Öl der Zirbe ist farblos bis gelblich gefärbt und besitzt einen holzigen, harzigen und frischen Geruch. Die Herstellung des kommerziellen Zirbelkiefernöls erfolgt durch Wasserdampfdestillation aus den Nadelzweigen (Steflitsch et al., 2013a; Wabner & Beier et al., 2012; Lis et al., 2017).

3.3.1 Hauptinhaltsstoffe und Enantiomere

Lis et al. untersuchten mittels chromatographischer und spektroskopischer Verfahren die Zusammensetzung des ätherischen Zirbelkiefernöls aus den Nadelzweigen. Die verwendeten Pflanzenmaterialien der Zirbe stammten aus Polen. Den Hauptanteil bildeten Monoterpenkohlenwasserstoffe mit 77% und Sesquiterpenkohlenwasserstoffe mit 15.7%. In Tabelle 2 sind die Hauptinhaltsstoffe der Monoterpene und Sesquiterpene gelistet, deren Konzentrationen höher/gleich 1.0% betragen, wobei die Monoterpene α -Pinen (36.3%), Limonen (22.7%), β -Phellandren (12.0%) und β -Pinen (4.2%) überwogen und somit zu den wichtigsten Inhaltsstoffen zählten (Lis et al., 2017). Chizzola und Müllner sowie Apetrei et al. kamen in ihren Untersuchungen zu ähnlichen Ergebnissen und sprachen diesen vier chemischen Verbindungen ebenso große Bedeutung zu (Chizzola & Müllner, 2020; Apetrei et al., 2013).

Tabelle 2: Hauptinhaltsstoffe (in %) des ätherischen Zirbelkiefernöls aus den Nadelzweigen, deren Werte ab 1.0% betragen (modifiziert übernommen aus Lis et al., 2017)

| Monoterpene | Fläche (in %) | Sesquiterpene | Fläche (in %) |
|----------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| α -Pinen | 36.3 | δ -Cadinen | 3.8 |
| Limonen | 22.7 | Germacren D | 1.9 |
| β -Phellandren | 12.0 | α -Muurolen | 1.8 |
| β -Pinen | 4.2 | γ -Cadinen | 1.7 |
| Myrcen | 1.0 | (E)- β -Caryophyllen | 1.1 |
| Camphen | 1.0 | epi- α -Muurolol | 1.1 |
| | | α -Humulen | 1.0 |

In Tabelle 3 ist das Enantiomerenverhältnis bestimmter Monoterpene ersichtlich. α -Pinen dominierte überwiegend in der rechtsdrehenden Form, während Limonen, β -Pinen und Camphen hauptsächlich als linksdrehende Moleküle vorkamen (Lis et al., 2017). Ochocka et al. kamen zu dem Entschluss, dass die vorherrschende optische Drehung von α -Pinen, je nach Art und Herkunft der Kieferngewächse variieren kann, wogegen Limonen, β -Pinen und Camphen vorwiegend als linksdrehende Verbindungen dominierten (Ochocka et al., 2002).

Tabelle 3: Enantiomerenverhältnis (in %) des ätherischen Zirbelkiefernöls aus den Nadelzweigen
(modifiziert übernommen aus Lis et al., 2017)

| Zusammensetzung | Prozent |
|--|---------|
| (+)-(1R,5R)-α-Pinen | 92.0 |
| (-)-(1S,5S)-α-Pinen | 8.0 |
| (+)-(R)-Limonen | 1.7 |
| (-)-(S)-Limonen | 98.3 |
| (+)-(1R,5R)-β-Pinen | 4.3 |
| (-)-(1R,5R)-β-Pinen | 95.7 |
| (+)-(R)-Camphen | 20.0 |
| (-)-(S)-Camphen | 80.0 |

Ein stark einseitig ausgeprägtes Enantiomerenverhältnis in chemischen Verbindungen deutet auf naturreine ätherische Öle hin, während ein ausgewogenes Verhältnis der links- und rechtsdrehenden Moleküle auf Verfälschungen bzw. Streckungen hinweist (Steflitsch et al., 2013b). Ätherische Öle können auf verschiedene Arten gestreckt werden, wie durch die Zugabe von synthetisch hergestellten Duftstoffen oder billigen künstlichen Verbindungen wie Benzylalkohol oder halogenhaltigen Kohlenwasserstoffen. Da heutzutage die Verfälschungen immer raffinierter werden, reichen oftmals herkömmliche Bestimmungen zur Echtheitskontrolle, wie optischer Drehwert, Dichte und Dünnschichtchromatographie, nicht mehr aus. Das Resultat daraus ist die Verwendung modernere Analysemethoden, wie die enantioselektive GC oder IRMS (Hänsel & Sticher, 2010a).

3.3.2 Charakterisierung der wichtigsten Inhaltsstoffe

3.3.2.1 α -Pinen

Das bicyclische Monoterpen α -Pinen (Abbildung 10) (Sagunski et al., 2003) ist gemeinsam mit β -Pinen ein Bestandteil des Terpentinöls. Diese Öle werden in der chemischen Industrie und in der pharmazeutischen Industrie als Ausgangssubstanz für weitere Synthesen eingesetzt (Hänsel & Sticher, 2010b). Setzer et al. beschrieben α -Pinen als zytotoxisch wirksam gegen menschliche Tumorzellen (Setzer et al., 1999) und Zhou et al. berichteten von einem hemmenden Effekt auf die nukleäre NF- κ B Translokation in den menschlichen Leukämiezellen (Zhou et al., 2004). Bei α -Pinen wurde ebenso ein tiefschlaffördernder Effekt in Mäusen beobachtet, da das Monoterpen als partieller Agonist am GABA_A-Rezeptor wirkte (Yang et al., 2016).

Weiters entdeckten Kuhnt et al. bei dem Monoterpen eine antibakterielle Wirkung (Kuhnt et al., 1995) und Andrews et al. berichteten zusätzlich von einem antimykotischen Effekt. Diese Wirkungen waren darauf zurückzuführen, dass α -Pinen eine toxische Wirkung auf die Zytoplasmamembranen und die Mitochondrienfunktionen der Mikroorganismen ausübte (Andrews et al., 1980).

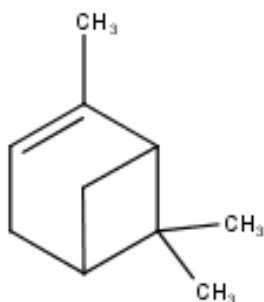


Abbildung 10: Struktur von α -Pinen

3.3.2.2 β -Pinen

β -Pinen (Abbildung 11) befindet sich als bicyclisches Monoterpen in Koniferen-, Lavendel-, Rosmarin- und Terpentinölen (Silva et al., 2012). Diese Öle zeigten in Tierversuchen eine hemmende Knochenresorption und somit eine schützende Wirkung gegen Osteoporose (Mühlbauer et al., 2003). β -Pinen wirkte *in vitro* zytotoxisch auf menschliche Tumorzellen (Setzer et al., 1999), antimykotisch gegen

Candida albicans (Hammer et al., 2003) und insektizid gegen Kopfläuse (Yang et al., 2004). Zudem zeigte β -Pinen eine antidepressive und sedierende Wirkung auf Mäuse (Guzmán-Gutiérrez et al., 2012).

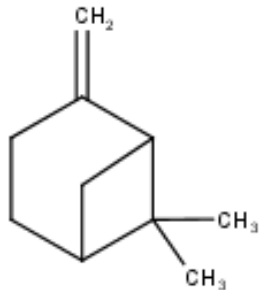


Abbildung 11: Struktur von β -Pinen

3.3.2.3 Limonen

Das monocyclische Monoterpen Limonen (Abbildung 12) kommt als rechtsdrehendes Molekül (D-Limonen) in ätherischen Zitrus-, Fenchel- und Kümmelölen vor und besitzt einen zitronenartigen Duft, während das weniger verbreite linksdrehende Molekül (L-Limonen) in ätherischen Fichtennadel-, Pfefferminz- und Baldrianölen, welches einen stechenden terpentinartigen Geruch aufweist, zu finden ist (Bundesgesundheitsblatt, 2010). Aufgrund des zitronenartigen Geruchs wird D-Limonen als Duft- und Geschmackskomponente in Parfüms, Lebens- und Reinigungsmitteln verwendet (Lappas & Lappas, 2012) und zeigte in Tierversuchen Antitumorwirkung gegen Brustkrebs (Elegbede et al., 1984), Vormagentumore und Lungenadenome (Wattenberg et al., 1989). Lappas und Lappas kamen zu dem Entschluss, dass D-Limonen das Immunsystem stimuliert, indem es die T-Lymphozyten aktiviert (Lappas & Lappas, 2012). Das auf Pflanzen aufgesprühte Monoterpen zeigte eine insektizide Wirkung und kann als ökologisches Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt werden (Ibrahim et al., 2001).

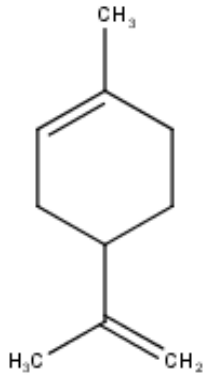


Abbildung 12: Struktur von Limonen

3.3.2.4 β -Phellandren

β -Phellandren (Abbildung 13) kommt als monocyclisches Monoterpen in ätherischen Kiefern-, Eukalyptus- und Lavendelölen vor und findet vielseitige Anwendung in medizinischen, kosmetischen und industriellen Produkten (Valsami et al., 2020). Das Monoterpen wird ebenso als Insektizid eingesetzt und dient als Ausgangsverbindung für die synthetische Herstellung von Menthol (Cheng et al., 2017). Bentley et al. beschrieben die Expression von β -Phellandren durch Photosynthese im Cyanobakterium *Synechocystis* und die anschließende Verwendung der Photosyntheseprodukte um Biokraftstoff herzustellen (Bentley et al., 2013).

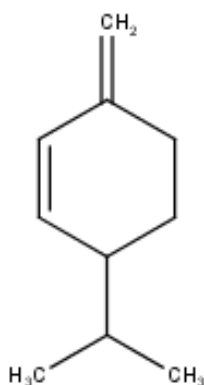


Abbildung 13: Struktur von β -Phellandren

3.3.3 Pharmakologische Wirkungen

3.3.3.1 Mukolytische und antivirale Wirkung

Das ätherische Öl der Zirbelkiefer wird aufgrund seiner schleimlösenden und antiviralen Wirkung bei Erkältungskrankheiten wie Husten, Bronchitis, Halsentzündungen und grippalen Infekten angewendet. Das Öl wirkt sekretolytisch, reinigend und entkrampfend auf die Atemwege, aktiviert das Immunsystem und wird in Form von trockenen Inhalationen und Gurgellösungen angewendet (Lubinic, 2004; Steflitsch et al., 2013c). In Südtirol wird als Hausmittel zur Beruhigung der Atemwege ein Trank mit in Milch gekochten Zirbelnüssen oder Zirbenschmacks getrunken (Achmüller, 2012).

3.3.3.2 Analgetische, antiinflammatorische und muskelrelaxierende Wirkung

Das Zirbenöl findet aufgrund seiner schmerzlindernden Wirkung bei Entzündungen des Bewegungsapparats wie Osteoarthritis sowie rheumatischen Erkrankungen Anwendung und wird hierbei in Form von Einreibungen eingesetzt. Da die hautreizende Wirkung des ätherischen Öls ebenso zur Erweiterung peripherer Blutgefäße führt, wirkt es durchblutungsfördernd sowie erwärmend auf den Körper und lindert Muskelkrämpfe und Verspannungen (Steflitsch et al., 2013d).

3.3.3.3 Anxiolytische, vitalisierende und sedative Wirkung

Das ätherische Öl der Zirbe wird aufgrund seiner angstlösenden und harmonisierenden Wirkung bei depressiven Zuständen und Mutlosigkeit angewendet (Steflitsch et al., 2013e), da dem Öl klärende und psychisch stärkende Eigenschaften auf den Organismus zugesprochen werden (Lubinic, 2004). Das Zirbenöl findet ebenso Anwendung bei Antriebsschwäche und Energielosigkeit, da das Öl einen stabilisierenden und kräftigenden Effekt erzielt. Zudem wirkt es beruhigend und kann der Schlaflosigkeit entgegenwirken. Das ätherische Öl wird hierbei in Form von Bädern, trockenen Inhalationen, punktuellen Einreibungen und Raumsprays eingesetzt (Wabner & Beier, 2012).

3.3.3.4 Antioxidative Wirkung

In einer Studie von Apetrei et al. wurde die antioxidative Aktivität des ätherischen Zirbenöls von Nadeln (EON) und Zweigen (EOT) untersucht. Hierfür wurde ein DPPH-Radikalfänger-Test durchgeführt. In Tabelle 4 ist ersichtlich, dass beide Öle aufgrund der höheren EC₅₀-Werte eine geringere antioxidative Wirkung im Vergleich zur Positivkontrolle (BHA) aufwiesen (Apetrei et al., 2013).

Tabelle 4: DPPH-Radikalfängeraktivität, anhand der EC₅₀-Werte, des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle (BHA) (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013)

| Ätherisches Öl/ Positiv-Kontrolle | EC ₅₀ |
|-----------------------------------|------------------|
| EON (Nadelöl) | 19.9 ± 0.8 mg/ml |
| EOT (Zweigöl) | 18.7 ± 0.7 mg/ml |
| BHA (Positivkontrolle) | 3.3 ± 0.1 mg/ml |

Die Forscher vermuteten, dass die schwache Radikalfängerwirkung des Zirbenöls darauf zurückzuführen sei, dass darin keine phenolischen Hauptinhaltsstoffe vorhanden sind, die für eine gute antioxidative Wirkung sorgen würden (Apetrei et al., 2013).

In einer anderen Studie von Sacchetti et al., worin die Radikalfängerwirkung von *Pinus radiata* (Monterey-Kiefer) untersucht wurde, kamen die Mitarbeiter zu ähnlichen Ergebnissen wobei ebenso eine nur schwache antioxidative Wirkung im ätherischen Öl festgestellt wurde (Sacchetti et al., 2005).

Zu anderen Ergebnissen kamen jedoch Park et al., da sie im ätherischen Öl von *Pinus densiflora* (Japanische Rotkiefer) und *Pinus thunbergii* (Japanische Schwarzkiefer) eine starke antioxidative Wirkung nachweisen konnten (Park et al., 2011).

3.3.3.5 Antimikrobielle und antimykotische Wirkung

Apetrei et al. untersuchten mittels Agardiffusionsmethode die antimikrobielle und antimykotische Wirksamkeit des ätherischen Öls von Zirbennadeln (EON) und Zweigen (EOT). Die Antibiotika Ampicillin, Chloramphenicol und das Antimykotikum Nystatin dienten als Positivkontrolle. Des Weiteren wurden als Testkeime die Bakterien *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* und der Hefepilz *Candida albicans* eingesetzt. In Tabelle 5 ist ersichtlich, dass EON und EOT eine starke antimikrobielle Wirksamkeit gegen die Bakterien *S. aureus* und *S. lutea* aufwiesen, jedoch keine Hemmwirkung gegen die zuvor beschriebenen anderen Bakterien zeigten. EOT hemmte ebenso das Wachstum des Hefepilzes *C. albicans*, während EON keine antimykotische Wirkung zeigte (Apetrei et al., 2013).

Tabelle 5: Antimikrobielle und antimykotische Wirkung (Durchmesser der Hemmzone, mm) des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle Ampicillin, Chloramphenicol und Nystatin, mittels Agardiffusionsmethode (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013)

| Mikroorganismen | EON (30µl) | EOT (30µl) | Ampicillin (25µg disc ⁻¹) | Chloramphenicol (30µg disc ⁻¹) | Nystatin (100µg disc ⁻¹) |
|----------------------|---------------|---------------|--|---|---|
| <i>S. aureus</i> | 22 | 24.7 ± 0.6 | 27.7 ± 0.6 | 26 ± 1 | Nicht bestimmt |
| <i>S. lutea</i> | 31 ± 1 | 30 ± 1 | 36 | 35.3 ± 0.6 | Nicht bestimmt |
| <i>B. cereus</i> | Keine Zone | Keine Zone | Keine Zone | 25.7 ± 0.6 | Nicht bestimmt |
| <i>E. coli</i> | Keine Zone | Keine Zone | 19 ± 1 | 26 | Nicht bestimmt |
| <i>P. aeruginosa</i> | Keine Zone | Keine Zone | Keine Zone | 18 | Nicht bestimmt |
| <i>C. albicans</i> | Keine Zone | 9.7 ± 0.6 | Nicht bestimmt | Nicht bestimmt | 29.3 ± 0.6 |

Weiters untersuchten Apetrei et al. mit einem zusätzlichen Verfahren, der Mikrobrühe-Verdünnungsmethode, ebenso die antimikrobielle und antimykotische Wirksamkeit von EON und EOT der Zirbe gegen die Bakterien *S. aureus*, *S. lutea* und den Hefepilz *C. albicans*. In diesem Verfahren wurde die minimale inhibitorische Konzentration (MIC), die minimale bakterizide Konzentration (MBC) und die minimale fungizide Konzentration (MFC) bestimmt. Als Positivkontrolle dienten Ampicillin und Nystatin. Wie in Tabelle 6 angeführt, zeigte EOT gegen *S. aureus* eine stärkere antimikrobielle Wirksamkeit als EON. Beide Öle deuteten auf eine gleich starke Hemmwirkung gegen das Bakterium *S. lutea* hin. Darüber hinaus wurde der antimykotische Effekt von EOT gegen *C. albicans*, wie im Agardiffusionsverfahren nachgewiesen (Apetrei et al., 2013).

Tabelle 6: Antimikrobielle und antimykotische Wirkung des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle Ampicillin und Nystatin, mittels Mikrobrühe-Verdünnungsmethode (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013)

| Mikro-organismen | EON | | EOT | | Ampicillin | | Nystatin | |
|--------------------|----------------|----------------|-------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | MIC | MBC / MFC | MIC | MBC / MFC | MIC | MBC / MFC | MIC | MBC / MFC |
| | mg/ml | | mg/ml | | µg/ml | | µg/ml | |
| <i>S. aureus</i> | 3.9 | 15.6 | 2.0 | 3.9 | 0.3 | 0.5 | Nicht bestimmt | Nicht bestimmt |
| <i>S. lutea</i> | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | Nicht bestimmt | Nicht bestimmt |
| <i>C. albicans</i> | Nicht bestimmt | Nicht bestimmt | 7.8 | 15.6 | Nicht bestimmt | Nicht bestimmt | 1 | 2 |

3.3.3.6 Insektizide Wirkung

Da der Kiefernzapfenrüssler *Pissodes validirostris* und die Motte *Dioryctria mutata* massive Schäden an den Zapfen von *P. uncinata* (Bergkiefer) im Gegensatz zu den Zapfen von *P. cembra* hervorriefen, wurde in einer Studie von Dormont et al. die insektizide Wirkung des Zapfenoleoresins von *P. cembra* untersucht. Hierfür wurden im Jahre 1994 und 1995 die Zapfen der Bergkiefer mit dem Zapfenölextrakt der Zirbe besprüht. Der Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass der Insektenbefall bei allen besprühten Zapfen von *P. uncinata* abgewehrt wurde, während 11 % bzw. 31 % der unbesprühten Zapfen Schäden erlitten haben (Dormont et al., 1997).

Tabelle 7: Auswirkung des Insektenbefalls der Zapfen von *P. uncinata* nach Besprühung mit dem Zapfenoleoresin von *P. cembra* (modifiziert übernommen aus Dormont et al., 1997)

| | | Zapfenschäden von <i>P. uncinata</i> durch Insekten (in %) | | | |
|---------------------|--------------|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Jahr und Behandlung | Zapfenanzahl | <i>Pissoden</i> -schädigung | <i>Pissoden</i> -Larven | <i>Dioryctria</i> -Larven | Gesamter Insektenschaden |
| 1994 | | | | | |
| Oleoresin | 135 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kontrollösung | 121 | 9.4 | 0 | 10.4 | 19.9 |
| Unbesprüht | 133 | 5.1 | 5.5 | 0.4 | 11.1 |
| 1995 | | | | | |
| Oleoresin | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kontrollösung | 132 | 6.1 | 9.2 | 14.1 | 29.4 |
| Unbesprüht | 138 | 5.2 | 13.2 | 12.9 | 31.4 |

Weiters untersuchten Dormont et al. die Zusammensetzung der Monoterpene in den Zapfen von *P. cembra* und *P. uncinata*, um die insektizide Wirkung der Zirbe näher zu analysieren. Bei der Bergkiefer wurden die flüchtigen Substanzen vor und nach dem Besprühen mit dem Zapfenoleoresin der Zirbe näher untersucht. In Tabelle 8 ist zu sehen, dass im Oleoresin und bei den flüchtigen Verbindungen der Zirbenzapfen, sowie bei den besprühten Bergkieferzapfen die Monoterpene α -Pinen, β -Pinen, Limonen und β -Phellandren eindeutig dominierten. Zusätzlich zeigte sich bei den besprühten Zapfen ein deutlicher Anstieg von Myrcen mit einem Gehalt von 45.4 %. Bei den unbesprühten Zapfen der Bergkiefer kamen, im Gegensatz zur Zirbe, die

Monoterpene α -Pinen und Myrcen in einer deutlich geringeren (20.5 %) bzw. höheren Konzentrationen (22.2 %) vor (Dormont et al., 1997).

Tabelle 8: Vergleich der Monoterpene (in %) in den Zapfen von *P. cembra* mit den flüchtigen Verbindungen, vor bzw. nach der Besprühung mit den Zapfenoleoresin der Zirbe, in den Zapfen von *P. uncinata* (modifiziert übernommen aus Dormont et al., 1997)

| Zusammensetzung | <i>P. cembra</i> Zapfen | | <i>P. uncinata</i> Zapfen | |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|---|--|
| | Oleoresin | Flüchtige Verbindungen | Flüchtige Verbindungen vor der Besprühung | Flüchtige Verbindungen nach der Besprühung |
| Tricylen | tr | tr | | |
| α -Pinen | 52.2 | 67.1 | 20.5 | 17.6 |
| Camphen | 0.9 | 0.7 | 3.5 | 1.7 |
| Sabinen | 0.2 | 0.3 | 6.1 | 2.0 |
| β -Pinen | 24.7 | 18.2 | 17.8 | 3.4 |
| Myrcen | 1.8 | 1.4 | 22.5 | 45.4 |
| α -Phellandren | tr | | | |
| Limonen/ β -Phellandren | 17.0 | 11.1 | 22.2 | 29.3 |
| γ -Terpinen | tr | | | |
| Terpinolen | tr | | | |
| Azulen | tr | | | |
| Bornylacetat | tr | tr | tr | tr |

tr = Trace

4 PRAKTISCHER TEIL

Bei den geschlechtsspezifischen Begriffen wurde aufgrund einer besseren Lesbarkeit immer die männliche Form verwendet.

4.1 Kurzüberblick über die Studie

Das Ziel dieser Studie war es die psychophysiologische Wirkung des ätherischen Zirbenöls im Vergleich zum Orangenduft (Orangenabsolue) und einer Kontrollgruppe (ohne Duft) auf den Menschen zu untersuchen. Ebenso wurde die Anpassungsfähigkeit (Adaption) des olfaktorischen Systems auf den Duft der Zirbe analysiert.

Hierfür wurden 30 gesunde, nicht rauchende Probanden rekrutiert. Die Studienteilnehmer wurden mittels speziell für die Studie angefertigter Adaptionsbrille für insgesamt 31 Minuten dem Duft des Zirbenöls ausgesetzt. Währenddessen bewerteten die Teilnehmer im Abstand von fünf Minuten die Intensität des Zirbenduftes. Der Blutdruck sowie die subjektive Befindlichkeit wurden vor bzw. nach der Beduftung erhoben und statistisch ausgewertet.

Die Probanden, welche den Duft von *P. cembra* inhalierten, wurden als Gruppe 2 definiert. Die Orangenabsolue-Gruppe wurde in Gruppe 1 eingeteilt und die Kontrollgruppe (ohne Duft) wurde als Gruppe 3 bezeichnet. Die Daten von Gruppe 1 und 3 wurden aus der Studie von Janisch (2019) und Mobasheri Rizi (2019) bezogen.

4.2 Probanden

Für diese Studie wurden 30 Probanden aus dem Raum Wien und Umgebung rekrutiert. Hierbei wurde auf eine Gleichverteilung von Männern und Frauen geachtet und somit nahmen insgesamt 15 Frauen sowie 15 Männer an der Studie teil. Alle Studienteilnehmer waren körperlich gesund und deklarierten sich als Nichtraucher. Die teilnehmenden Personen wurden persönlich, telefonisch oder über soziale Netzwerke (Facebook®, Whatsapp®) angeworben und stammten vorwiegend aus dem eigenen Freundeskreis oder universitären Umfeld (Pirker, 2013).

Die Personen wurden im Vorhinein über die Teilnahmevoraussetzungen aufgeklärt und durften nur an der Studie teilnehmen, wenn sie diese erfüllten. Anschließend

wurden die zugelassenen Studienteilnehmer über den groben Ablauf der Studie informiert, erhielten jedoch keine Auskunft über das Ziel der Studie sowie über das verwendete ätherische Öl. Diese Maßnahmen waren notwendig, um eine Beeinflussung der Probanden im Vorhinein zu unterbinden (Pirker, 2013).

Teilnahmevoraussetzungen (Pirker, 2013)

Die Studienteilnehmer mussten folgende Bedingungen erfüllen:

- Alter zwischen 18 und 35 Jahre
- Nichtraucher
- Nicht schwanger
- kein psychischer und physischer Stress (Zeitdruck, Sport, Prüfungsstress, ...)
- kein erhöhter Blutdruck
- keine neurologischen Einschränkungen
- kein Asthma
- keine dauerhafte Medikamenteneinnahme
- keine Allergien, welche die Studie beeinträchtigen können

Weitere Teilnahmebedingungen (Pirker, 2013)

Die Probanden wurden unmittelbar vor der Teilnahme an der Studie nochmals an folgende Verhaltensbestimmungen erinnert:

- jede Art von Stress (körperlich sowie psychisch) ist vor der Sitzung zu vermeiden
- es dürfen weder Parfums noch stark riechende Deodorants verwendet werden
- den Anweisungen der Studienmitarbeiter ist unbedingt Folge zu leisten
- beim Eintreten gesundheitlicher Beeinträchtigungen oder Veränderungen, ist umgehend der Studienleiter zu informieren

Während der Inhalation des Öls sollte es zu keinerlei Beeinträchtigungen kommen. Traten während der Sitzung bei den Versuchspersonen dennoch Beschwerden oder Unwohlsein auf, dann hatten sie die Möglichkeit, die Studienteilnahme ohne Angabe von Gründen jederzeit abzubrechen. Dies war jedoch nie der Fall.

Diese Studie wurde nach den Richtlinien der „Good Scientific Practice“ an der Universität Wien und ebenso nach der Deklaration von Helsinki durchgeführt (Declaration of Helsinki, 1997).

4.3 Räumlichkeiten

Die praktische Ausführung der Studie erfolgte in einem Laborraum des UZA II Wien (Universitätszentrum Althanstraße), in der Division für Pharmazeutische Chemie. Um möglichst die gleichen Umgebungsbedingungen für alle Studienteilnehmer herzustellen, wurden zunächst die Fenster des Laborraums mit Hilfe von dunklem Papier abgedunkelt und der Raum mit künstlichem Licht erhellt. Dies sollte verhindern, dass die Gefühlslage der Probanden durch unterschiedlich auftretende Tageslichtverhältnisse zusätzlich beeinflusst werden konnte. Des Weiteren standen Büromöbel zur Verfügung um die Studie im Sitzen durchführen zu können. Es wurde darauf geachtet, dass zwischen dem Probanden und dem Studienmitarbeiter ein Mindestabstand eingehalten wird, um den Teilnehmer nicht durch zusätzliche Geräusche oder Bewegungen abzulenken. Außerdem wurde dafür gesorgt, dass sich außer dem Probanden und dem Studienmitarbeiter keine anderen Personen im Raum aufhielten. Während der gesamten Inhalationszeit waren keine Gespräche zwischen dem Teilnehmer und dem Studienmitarbeiter erlaubt, damit die Stimmungslage nicht zusätzlich manipuliert werden konnte. Durch Lüften zwischen den einzelnen Sitzungen sorgte der Studienmitarbeiter für ausreichend Frischluft im Raum, um das in der Luft befindliche ätherische Öl schneller zu verflüchtigen, wodurch alle Probanden die gleiche Ausgangssituation vorfanden (Pirker, 2013).

4.4 Materialien

4.4.1 Blutdruckmessgerät

Um die physiologischen Parameter zu erfassen, wurde das Blutdruckmessgerät Tensoval[®] comfort (Hersteller: Paul Hartmann AG, Heidenheim, Deutschland) verwendet (Abbildung 14). Mit diesem Oberarm-Messgerät mit Zugbügelmanschette wurde der systolische und diastolische Blutdruck sowie die Herzfrequenz vor und nach der Inhalation des ätherischen Öls im Sitzen gemessen. Die Werte wurden in das „log sheet“ Datenblatt des jeweiligen Probanden eingetragen. Die Bedienungsanleitung des Herstellers gibt an, dass das Gerät mittels oszillometrischer Messung arbeitet und eine einfache sowie sichere Handhabung gewährleistet (Janisch, 2019).



Abbildung 14: Blutdruckmessgerät

4.4.2 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen

Der mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF[®]) widmet sich der Erfassung dreier bipolar konzipierten Dimensionen der aktuellen psychischen Befindlichkeit: Gute-Schlechte Stimmung (GS), Wachheit-Müdigkeit (WM) und Ruhe-Unruhe (RU). Die drei genannten Dimensionen werden zur Beschreibung der aktuellen Befindlichkeit verwendet (Steyer et al., 1997).

Die Tabelle 9 zeigt die drei bipolar konzipierten Skalen (Dimensionen), welchen insgesamt 24 Items zugeordnet sind. Jedes Item besteht aus einem Adjektiv, welches eine definierte Befindlichkeit beschreibt. Die Probanden mussten diese Items mittels fünfstufiger Antwortskala beurteilen, wobei die Antwortmöglichkeiten von 1 („überhaupt nicht“) bis 5 („sehr“) reichten. Am Ende der Sitzung wurde der Fragebogen vom Studienmitarbeiter ausgewertet. Eine dafür konzipierte Auswertungsschablone diente als Erleichterung bei der Zuordnung der 24 Adjektive zu den drei Dimensionen. Nachfolgend wurden die Antworten jeder Dimension addiert (Tabelle 9), wobei die möglichen Werte pro Skala zwischen mindestens 8 und höchstens 40 liegen. Das Ergebnis wurde vom Studienmitarbeiter in der jeweiligen Spalte notiert (Steyer et al., 1997).

Tabelle 9: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen (modifiziert übernommen aus Steyer et al., 1997)

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

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurde Steyer et al. herangezogen (Steyer et al., 1997):

- **Gute – Schlechte Stimmung (GS)**

Wenn ein hoher Skalenwert erreicht wird, dann deutet dies auf eine positive Stimmungslage des Studienteilnehmers hin. Das bedeutet, dass sich der Proband froh, zufrieden und wohl fühlt. Fällt der Skalenwert hingegen niedriger aus, dann drückt dies ein geringerwertiges Befinden der getesteten Person aus. In diesem Fall fühlt sich die Person trübsinnig, unzufrieden und unwohl.

- **Wachheit – Müdigkeit (WM)**

Ein frischer, munterer und ausgeruhter Proband erreicht einen hohen Skalenwert, während ein müder, schlapper und schläfriger Teilnehmer einen niedrigen Wert erreicht.

- **Ruhe – Unruhe (RU)**

Sind in dieser Skala hohe Werte zu finden, dann bedeutet dies, dass sich der Teilnehmer innerlich ruhig und gelassen fühlt. Aufgeregte, angespannte und nervöse Personen erreichen demgegenüber einen niedrigen Skalenwert.

4.4.3 Duftbewertung

Die Studienteilnehmer bewerteten während und nach der Inhalation den Duft des ätherischen Öls, wobei der Duft hinsichtlich Intensität sowie Hedonik, Bekanntheit und Wirkung beurteilt wurde.

4.4.3.1 Intensitätsbewertung

Der Proband musste während der Inhalation des ätherischen Öls die Intensität des Dufts bewerten. Dazu wurde ein Bewertungsbogen verwendet, welcher aus sieben Seiten bestand. Auf jeder Seite war eine zehn Zentimeter lange waagrechte Linie, welche als Bewertungsskala diente, zu sehen. Die Bewertung der Intensität reichte von geruchlos bis sehr intensiv (Abbildung 15). Während der gesamten Inhalationszeit erhielt der Proband einen Duftstreifen (Marke: farfalla[®], Farfalla Essentials AG, Uster, Schweiz), welcher mit Zirbenöl (Gruppe 2) getränkt und abgedampft war. Die erste Beurteilung der Intensität des Dufts erfolgte nachdem der Proband eine Minute lang dem ätherischen Öl ausgesetzt war. Die weiteren sechs Bewertungen erfolgten in

einem Intervall von fünf Minuten. Durch einen senkrechten Strich auf der Bewertungslinie brachte der Studienteilnehmer sein Duftempfinden zum Ausdruck. Somit ergab sich eine Gesamtinhalationszeit von 31 Minuten (Kader, 2016).

Zur Auswertung wurde die waagrechte Bewertungslinie halbiert. Der Halbierungspunkt entsprach dem Wert 0. Die Hälfte links vom Halbierungspunkt entsprachen den Werten 0 bis -5, was bedeutet, dass kaum bis gar kein Duft wahrgenommen wird. Die rechte Hälfte der Linie wurde mit den Werten 0 bis +5 festgelegt und drückte eine (eher) intensive Wahrnehmung des Dufts aus (Kader, 2016).

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

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

geruchlos _____ sehr intensiv

Abbildung 15: Beispiel zur Intensitätsbewertung des Dufts aus dem Fragebogen

4.4.3.2 Bewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung

Am Untersuchungsende wurde vom Probanden ein Fragebogen zur Hedonik, Bekanntheit und subjektiven Wirkung ausgefüllt (Abbildung 16). Der Proband gab auch hier seine Bewertung in Form eines senkrechten Striches auf der Bewertungslinie ab. Zeigte der Wert 0 bis -5, empfand der Teilnehmer den Duft als (eher) unangenehm, unbekannt und anregend. Positive Werte von 0 bis +5 hingegen bedeuteten, dass der Proband den Duft als (eher) angenehm, bekannt und beruhigend empfand (Pirker, 2013).

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

sehr unangenehm _____ sehr angenehm

Abbildung 16: Beispiel zur Duftbewertung aus dem Fragebogen

4.5 Brillenkonstruktion

Die Probanden verwendeten während der Inhalationsphase eine eigens dafür entworfene Brillenkonstruktion, welche auf der Arbeit von Emine Kader basierte (Kader, 2016). Hierfür wurde eine Laborbrille herangezogen, auf welcher rechtsseitig ein Reagenzglashalter befestigt wurde, an dem schlussendlich der Teststreifen angebracht wurde (Abbildung 17). Der Vorteil darin lag, dass der Teilnehmer den Teststreifen während der gesamten Inhalationsphase nicht in der Hand halten musste und stets der gleiche Abstand zwischen dem Streifen und der Nase des Probanden sichergestellt wurde. Der Teststreifen war mit dem ätherischen Zirbenöl benetzt und wurde mit Hilfe der Brillenkonstruktion unterhalb der Nase des Probanden platziert ohne, dass dieser die Nase berührte.



Abbildung 17: Brillenkonstruktion (Kader, 2016)

4.6 Zirbenöl – *Pini cembrae aetheroleum*

Für diese Studie wurde ein Zirbenöl eingesetzt, welches von der Firma Brüder Unterweger GmbH, 9911 Assling, Österreich bereitgestellt wurde. Das Zirbenöl wurde für die Untersuchungen auf 2% mit vergälltem Alkohol verdünnt, da das reine Zirbenöl einen zu intensiven Duft besitzt (Chaudhari, 2020). Die Tabelle 10 zeigt die chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls von *Pinus cembra*.

Tabelle 10: Zusammensetzung des Zirbenöls (modifiziert übernommen aus Bosilcov et al., 2019)

| Inhaltsstoffe | Fläche (in %) |
|---------------------------------------|---------------|
| α-Pinen | 43.2 |
| Camphen | 2.4 |
| Hexanal | 0.1 |
| β-Pinen | 11.0 |
| Δ-3-Caren | 1.7 |
| β-Myrcen | 1.6 |
| Limonen | 12.7 |
| β-Phellandren | 17.7 |
| γ-Terpinen | 0.2 |
| p-Cymen | 0.2 |
| Terpinolen | 0.6 |
| Bornylacetat | 0.5 |
| Thymol, Methylether | 0.4 |
| α-Terpineol | 0.5 |
| Germacren-D | 0.8 |
| δ-Cadinen | 0.8 |
| γ-Cadinen | 0.3 |
| Cembren (A+B) | 0.4 |
| Gesamt | 95.1 |

4.7 Studienablauf

Der Studienablauf erfolgte analog zu Kader (Kader, 2016), wobei die Durchführung der Studie im selben Zeitraum und unter derselben Bedingung wie bei Chaudhari stattfand (Chaudhari, 2020): Aufgrund des circadianen Rhythmus fanden sämtliche Untersuchungen zwischen 08:00 und 12:00 Uhr vormittags statt, wobei jede Sitzung etwa eine Stunde in Anspruch nahm. Der Laborraum wurde zu Beginn der Untersuchung vom Studienmitarbeiter abgedunkelt, durch künstliches Licht erleuchtet und ausreichend durchlüftet.

Nach dem Ankommen des Probanden, nahm dieser auf einem für ihn vorbereiteten Stuhl im Laborraum Platz. Daraufhin wurde der Teilnehmer gebeten sämtliche elektronische Geräte auszuschalten, außerdem selbst zur Ruhe zu kommen und sich ausreichend zu entspannen, um durch eventuell auftretenden Stress oder Anspannung die Ergebnisse der Studie nicht zu verzerren.

Der Proband hatte einstweilen Zeit in Ruhe die Probandeninformation sowie die Einwilligungserklärung für die Studienteilnahme durchzulesen. Hatte der Teilnehmer keine Einwände zu den gelisteten Punkten, so sollte er die benötigten Daten eintragen und das Dokument unterzeichnen. Zusätzlich wurden die persönlichen Daten des Studienteilnehmers in das „log sheet“ eingetragen.

Danach wurde der mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen vom Probanden ausgefüllt, um seine aktuelle Stimmungslage vor der Inhalation des ätherischen Öls zu erfassen. Zusätzlich wurden der systolische und der diastolische Blutdruck sowie die Herzfrequenz gemessen und in das „log sheet“ geschrieben.

Im Anschluss setzte der Teilnehmer die Brillenkonstruktion auf und der im Zirbenöl eingetauchte Duftstreifen wurde am Reagenzglashalter der Brille fixiert.

Anschließend wurde der Proband aufgefordert, auf der Skala „geruchlos“ bis „sehr intensiv“ mit einem senkrechten Strich die Intensität des Dufts bewerten, wobei die erste Bewertung nach der ersten Minute der Inhalation des ätherischen Öls stattfand. Die weiteren sechs Bewertungen fanden in einem Zeitintervall von fünf Minuten statt und wurden dem Teilnehmer durch den Studienmitarbeiter mitgeteilt. Somit ergab sich eine Gesamtinhalationszeit von 31 Minuten mit insgesamt sieben Bewertungen.

Da die Zirbenölstudie mit einer bereits durchgeführten Studie über das Orangenabsolue (Janisch, 2019; Mobasheri Rizi, 2019) verglichen werden sollte, mussten dieselben Bedingungen während des Inhalationsablaufs sichergestellt werden. Deshalb wurde, wie in der Studie zum Orangenabsolue, nach jeder der sieben Bewertungsabgaben an der Brille hantiert, da dieses Vorgehen in der Untersuchungsanordnung von Janisch und Mobasheri Rizi so dokumentiert worden war.

Nach der 31-minütigen Inhalationsphase wurde die Brillenkonstruktion vom Probanden entfernt und dieser füllte den Befindlichkeitsfragebogen ein zweites Mal aus. Des Weiteren wurden im „log sheet“ der erneut gemessene systolische und der diastolische Blutdruck sowie die Herzfrequenz eingetragen.

Am Ende erfolgte die Duftbewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung durch den Probanden auf den drei verschiedenen Skalen mit je einem senkrechten Strich.

Um den Geruch in Erinnerung zu behalten, durfte der Teilnehmer erneut kurz an dem Teststreifen riechen.

Die Abbildung 18 zeigt den zeitlichen Ablauf der Untersuchung.

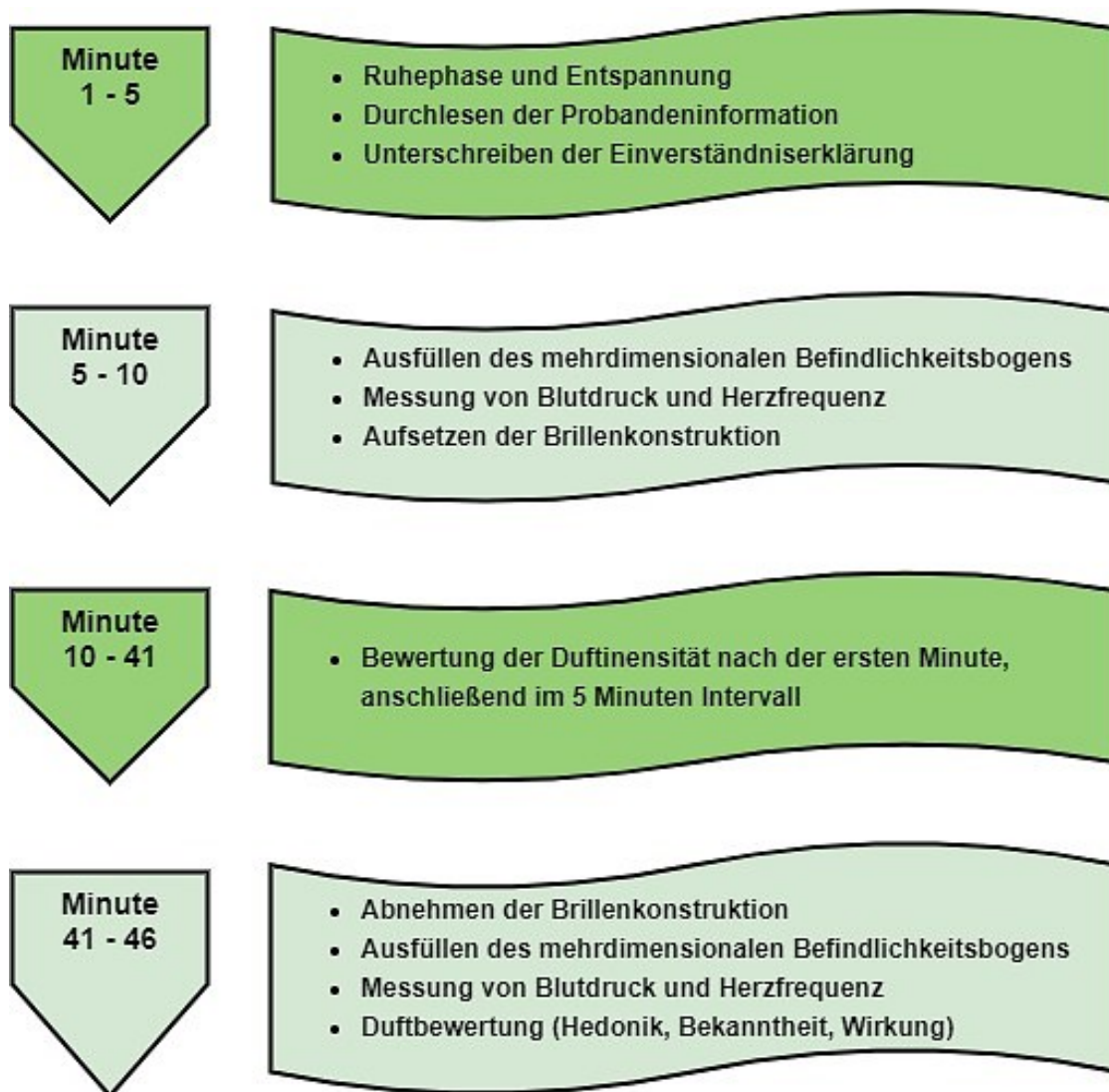


Abbildung 18: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung

4.8 Datenauswertung

4.8.1 Datenblatterstellung (Pirker, 2013)

Das Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 26.0 wurde herangezogen, um die erhobenen Daten der insgesamt 90 Teilnehmer (Gesamtkollektiv) auszuwerten. Das Gesamtkollektiv beinhaltete: 30 Probanden der Orangen-Gruppe (Gruppe 1), 30 Probanden der Zirben-Gruppe (Gruppe 2) und 30 Probanden der Kontroll-Gruppe (Gruppe 3). Die Daten der Orangen-Gruppe und der Kontroll-Gruppe wurde aus den Arbeiten von Janisch (2019) und Mobasheri Rizi (2019) herangezogen.

Zur Aufrechterhaltung der Anonymität erhielt jeder Proband einen eigenen vierstelligen Code bestehend aus zwei Buchstaben und zwei Ziffern.

Zuerst wurde das Datenblatt 0 (Gesamtkollektiv) erstellt, in dem alle ermittelten Daten der 90 Probanden eingetragen wurden. Der Probandencode wurde in die erste Spalte eingetragen. Folgende Parameter wurden in die oberste Zeile eingetragen: Alter, Geschlecht, Raucher/Nichtraucher und Pille. In dieselbe Zeile wurden die Variablen der Anfangs- und Endwerte des systolischen und des diastolischen Blutdrucks, der Herzfrequenz sowie des mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (GS, WM, RU) eingetragen. Ebenso wurden die Parameter der Duftbewertung (Hedonik, Bekanntheit und Wirkung) und die sieben Intensitätsbewertungen von der ersten bis zur 31. Minute in dieser Zeile notiert. Alle ermittelten Daten der Probanden wurden in die entsprechenden Spalten eingetragen.

Das Datenblatt 0 (Gesamtkollektiv bestehend aus 90 Probanden) wurde in das Datenblatt A für Männer (45 Männer: je 15 pro Duftgruppe) und in das Datenblatt B für Frauen (45 Frauen: je 15 pro Duftgruppe) geteilt.

Weiters wurde das Datenblatt C für die Gruppen Orange-Zirbe (Gruppe 1 und 2) mit 60 Probanden und das Datenblatt D für die Gruppen Zirbe-Kontrolle (Gruppe 2 und 3) mit 60 Probanden erstellt.

4.8.2 Auswertung mit t-Test und ANOVA

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels t-Test und ANOVA (Analysis of Variance) (Faik, 2018):

- **t-Test:** Dieser Test wird bei unabhängigen Stichproben herangezogen, um die Mittelwerte von zwei Gruppen (Zirbe – Orange; Zirbe – Kontrolle) miteinander zu vergleichen.
- **ANOVA (Analysis of Variance):** Diese Varianzanalyse hingegen wird verwendet, um die Mittelwerte von mehr als zwei unabhängigen Gruppen miteinander zu vergleichen. Dabei wird jeder Gruppe ein bestimmter Faktor (= Variable) zugeordnet. Wie zum Beispiel Zeit (Anfang und Ende) als Innersubjektfaktor und Duftbedingung als Zwischensubjektvariable.

Bei diesen Methoden wurde der p-Wert herangezogen, um die statistisch signifikanten Unterschiede der Ergebnisse zu ermitteln. Dieser Wert beschreibt die Glaubwürdigkeit der Nullhypothese. Wenn diese Hypothese nicht verworfen wird, so besteht ein nicht signifikanter Unterschied (p-Wert: <https://de.wikipedia.org/wiki/P-Wert>, Jänner 2022).

Der p-Wert wird folgendermaßen definiert:

- p-Wert < 0.05 (5 %): signifikanter Unterschied (Nullhypothese wird verworfen)
- p-Wert 0.05 (5 %) - 0.1 (10 %): Trend (Tendenz) hinsichtlich eines signifikanten oder nicht signifikanten Unterschieds
- p-Wert > 0.1 (10 %): nicht signifikanter Unterschied (Nullhypothese wird nicht verworfen)

5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

5.1 Blutdruck

Eine ANOVA an Datenblatt 0 mit Zeit (Anfang und Ende) als Innersubjektfaktor und Duftbedingung (Orange, Zirbe und Kontrolle) als Zwischensubjektvariable wurde durchgeführt, um den systolischen und den diastolischen Blutdruck des Gesamtkollektivs von 90 Probanden zu bewerten.

5.1.1 Systolischer Blutdruck

Im Gesamtkollektiv zeigte sich hinsichtlich des systolischen Blutdrucks ein signifikanter Unterschied ($p = 0.027$, Tabelle 11) zwischen den drei Duftgruppen.

Tabelle 11: Anfangs- und Endwerte des systolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Systolischer Blutdruck | Gesamtkollektiv | | |
|------------------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
| Orange_A | 124.10 | 15.302 | 0.027 |
| Orange_E | 115.70 | 13.834 | |
| Zirbe_A | 119.07 | 12.468 | |
| Zirbe_E | 112.23 | 9.460 | |
| Kontrolle_A | 121.63 | 12.330 | |
| Kontrolle_E | 120.33 | 13.296 | |

A = Anfangswert, E = Endwert

In Abbildung 19 ist ersichtlich, dass die Inhalation des Zirbenöls und des Orangenabsolues im Gegensatz zur Kontrollgruppe einen deutlich blutdrucksenkenden Effekt auf die Probanden ausübte. Hierbei ergab der Vergleich der Zirbengruppe mit der Kontrollgruppe mittels weiterer ANOVA einen p-Wert von 0.039 und der Vergleich der Orangengruppe mit der Kontrollgruppe einen p-Wert von 0.018. Vergleich man den blutdrucksenkenden Effekt des Zirbenöls und des Orangenabsolues untereinander, zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0.548$) hinsichtlich ihrer blutdrucksenkenden Wirkstärke. Das bedeutet, dass der Blutdruck der Versuchspersonen während der Sitzung ohne Duft sich nicht verändert hat, während die beiden Düfte zu einem signifikanten Abfall des Blutdrucks führten.

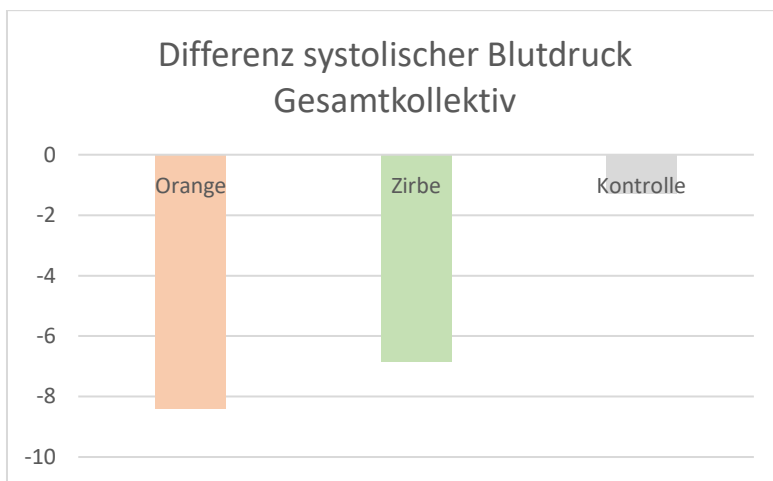


Abbildung 19: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des systolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen

5.1.2 Diastolischer Blutdruck

Beim diastolischen Blutdruck zeigte sich in einer ANOVA kein signifikanter Unterschied ($p = 0.906$, Tabelle 12) im Gesamtkollektiv zwischen den drei Duftbedingungen in der Zeit. In Abbildung 20 ist die gleich starke Abnahme des diastolischen Blutdrucks in allen drei Duftgruppen graphisch dargestellt.

Tabelle 12: Anfangs- und Endwerte des diastolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Diastolischer Blutdruck | Gesamtkollektiv | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
| Orange_A | 80.77 | 8.641 | 0.906 |
| Orange_E | 77.80 | 7.577 | |
| Zirbe_A | 76.73 | 6.868 | |
| Zirbe_E | 73.93 | 6.028 | |
| Kontrolle_A | 78.87 | 10.830 | |
| Kontrolle_E | 75.43 | 9.246 | |

A = Anfangswert, E = Endwert

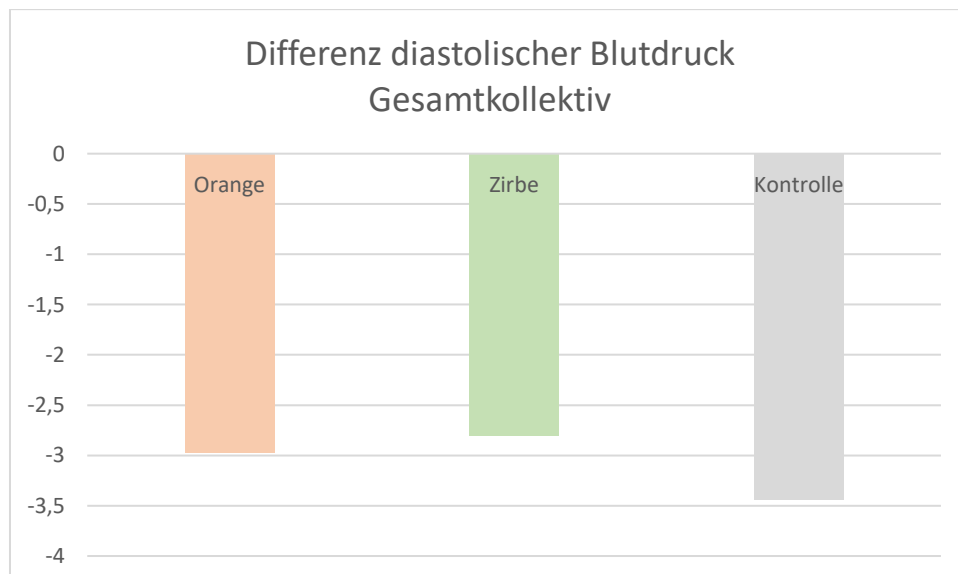


Abbildung 20: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des diastolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen

5.2 Subjektive Befindlichkeit

Zur Bewertung der Befindlichkeitsparameter Ruhe-Unruhe (RU), Wachheit-Müdigkeit (WM) sowie Gute-Schlechte Stimmung (GS) des Gesamtkollektivs mit 90 Probanden, wurde eine ANOVA an Datenblatt 0 durchgeführt. Hierbei wurde wieder die Zeit (Anfang und Ende) als Innersubjektfaktor und die Duftbedingung (Orange, Zirbe und Kontrolle) als Zwischensubjektvariable definiert.

5.2.1 Ruhe-Unruhe

Bei dem Parameter Ruhe-Unruhe (RU) des mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($p = 0.000$, Tabelle 13) im Gesamtkollektiv zwischen den Duftbedingungen in der Zeit.

Tabelle 13: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Ruhe-Unruhe (RU) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Ruhe-Unruhe | Gesamtkollektiv | | |
|-------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
| Orange_A | 34.63 | 3.801 | 0.000 |
| Orange_E | 35.70 | 4.396 | |
| Zirbe_A | 31.80 | 5.732 | |
| Zirbe_E | 36.07 | 3.473 | |
| Kontrolle_A | 31.77 | 4.695 | |
| Kontrolle_E | 31.83 | 4.572 | |

A = Anfangswert, E = Endwert

In Abbildung 21 ist ersichtlich, dass die Inhalation des Zirbenöls eine stark beruhigende Wirkung auf die Probanden ausübte, während der entspannende Effekt in der Orangengruppe um ein Vielfaches geringer ausfiel. Somit ergab sich in der ANOVA zwischen der Zirben- und Orangengruppe ein deutlich signifikanter Unterschied ($p = 0.001$) hinsichtlich des Parameters RU. Die Probanden der Kontrollgruppe ohne Duft zeigten keine Veränderung ihrer Stimmungslage in der Zeit der Untersuchung.

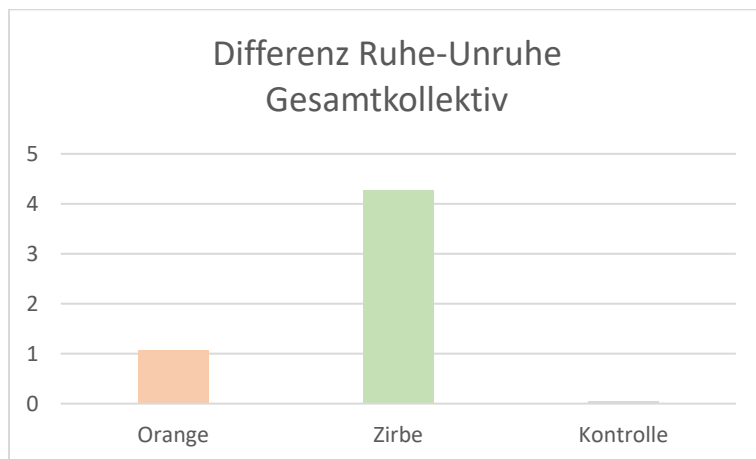


Abbildung 21: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Ruhe-Unruhe (RU) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen

5.2.2 Wachheit-Müdigkeit

Die Probanden zeigten hinsichtlich des Parameters Wachheit-Müdigkeit einen signifikanten Unterschied ($p = 0.000$, Tabelle 14) innerhalb der drei Duftgruppen im Verlauf der Sitzungen. Wie in Abbildung 22 ersichtlich ist, fühlten sich die Probanden nach der Inhalation des Zirbenöls wach und ausgeruht. Im Gegensatz dazu zeigte die Kontrollgruppe eine müde und schläfrige Stimmungslage. Vergleich man mittels ANOVA die Zirbengruppe mit der Orangengruppe war ein Trend ($p = 0.074$) hinsichtlich eines signifikanten Unterschieds erkennbar. Der Duft der Zirbe hatte interessanterweise eine erfrischendere Wirkung auf die Versuchspersonen als der Orangengeruch. Mobasher Rizi berichtete von keiner belebenderen Wirkung des Orangenabsolues auf die Probanden im Vergleich zur Kontrollgruppe (Mobasher Rizi, 2019). Janisch dokumentierte, dass sich Männer in der Orangengruppe tendenziell wacher fühlten, während Frauen eine eher müde Stimmungslage aufwiesen und sogar vereinzelt über Kopfschmerzen klagten. Diese Reaktion scheint auf eine sensiblere Geruchswahrnehmung von Frauen zurückzuführen zu sein (Janisch, 2019).

Tabelle 14: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Wachheit-Müdigkeit (WM) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Wachheit-Müdigkeit | Gesamtkollektiv | | |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
| Orange_A | 31.97 | 5.660 | 0.000 |
| Orange_E | 32.73 | 5.589 | |
| Zirbe_A | 28.03 | 6.201 | |
| Zirbe_E | 31.07 | 6.175 | |
| Kontrolle_A | 30.53 | 5.513 | |
| Kontrolle_E | 28.67 | 5.047 | |

A = Anfangswert, E = Endwert

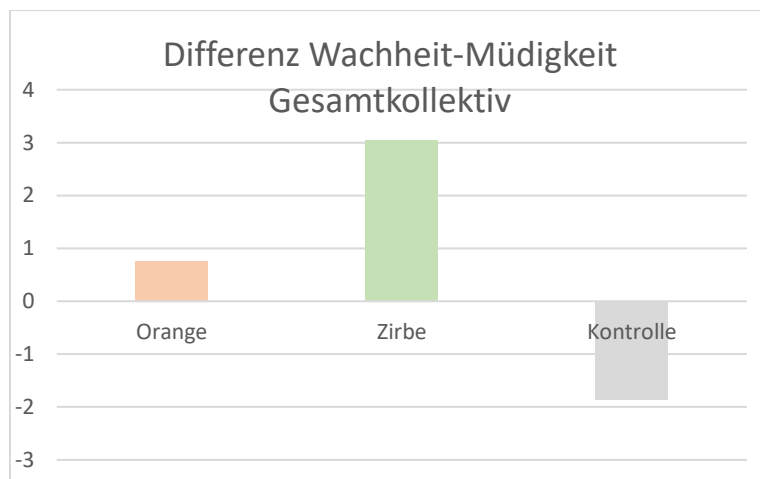


Abbildung 22: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Wachheit-Müdigkeit (WM) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen

5.2.3 Gute-Schlechte Stimmung

Die Bewertung des Parameters Gute-Schlechte Stimmung zeigte im Gesamtkollektiv innerhalb der drei Duftgruppen keinen signifikanten Unterschied ($p = 0.336$, Tabelle 15). Vergleich man allerdings mittels ANOVA die Zirbengruppe mit der Kontrollgruppe war ein Trend erkennbar ($p = 0.056$, Abbildung 23). Somit fühlten sich die Probanden nach der Inhalation des Zirbenöls tendenziell wohler und zufriedener als in der Kontrollgruppe ohne Duft. Zwischen den beiden Duftgruppen war bezüglich Stimmung kein Unterschied zu verzeichnen.

Tabelle 15: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Gute-Schlechte Stimmung (GS) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Gute-Schlechte Stimmung | Gesamtkollektiv | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------|--------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
| Orange_A | 35.27 | 3.523 | 0.336 |
| Orange_E | 35.97 | 5.021 | |
| Zirbe_A | 35.43 | 4.125 | |
| Zirbe_E | 36.77 | 3.739 | |
| Kontrolle_A | 34.23 | 4.345 | |
| Kontrolle_E | 34.47 | 4.257 | |

A = Anfangswert, E = Endwert

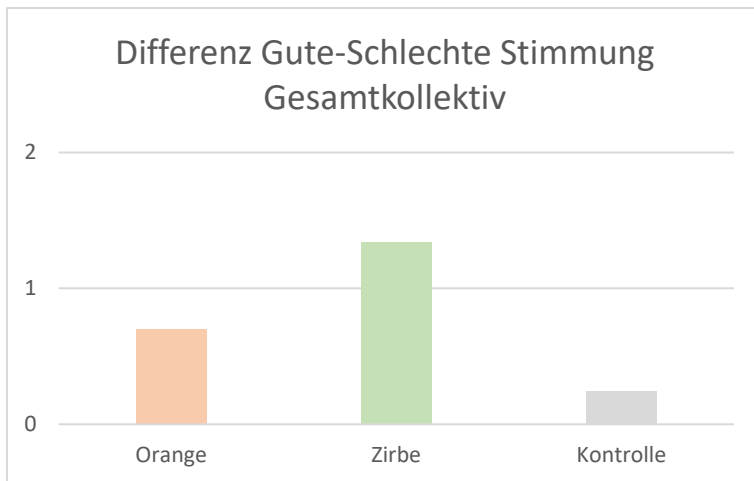


Abbildung 23: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Gute-Schlechte Stimmung (GS) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen

5.3 Duftbewertung

5.3.1 Intensitätsbewertung

Eine Duftintensitätsbewertung des Gesamtkollektivs (90 Probanden) wurde durchgeführt, um die Adaption (Anpassung) der Probanden in drei verschiedenen Duftgruppen zu ermitteln.

Es kommt zu einem Adaptionsprozess der Sinnesorgane an einen bestimmten Geruchsreiz, wenn diese dem Reiz über einen bestimmten Zeitraum kontinuierlich ausgesetzt werden. Hierbei kommt es zu einem Anstieg der Reizschwelle wobei die Geruchsempfindung abnimmt. In Folge dessen tritt eine Desensibilisierung der Sinneszellen auf den Geruch ein. Eine Abnahme der Duftwahrnehmung ist demnach wichtig, um eine Überreizung der Sinneszellen zu verhindern. Die vollständige Adaption tritt ein, wenn kein Geruch mehr wahrgenommen wird (Mücke & Lemmen, 2010).

In Abbildung 24 ist der Verlauf der wahrgenommenen Intensitäten in einem Intervall von 5 Minuten in der Orangengruppe, der Zirbengruppe und in der Kontrollgruppe ohne Duft zu sehen. Für das Gesamtkollektiv von 90 Probanden wurde das Datenblatt 0 herangezogen, welches aus jeweils 30 Probanden der drei unterschiedlichen Duftgruppen bestand. Die Intensitätskurven wurden aus den Mittelwerten der wahrgenommenen Duftintensitäten über einen Untersuchungszeitraum von 30 Minuten erstellt.

Wie zu erwarten war, registrierte die Kontrollgruppe über die Dauer des gesamten Untersuchungszeitraums keinen Geruch. Dies äußerte sich in der annähernd konstant verlaufenden Kurve im unteren Bereich der Intensitätsskala. Beim Vergleich der Orangen- und Zirbengruppe mit der Kontrollgruppe zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Wahrnehmung der Geruchsintensitäten über den gesamten Untersuchungszeitraum. Die Orangen- und Zirbengruppe untereinander zeigten bereits zu Beginn bei Minute 0 einen Unterschied in der Intensitätswahrnehmung der ab Minute 5 noch deutlicher ausgeprägt war, wobei der Orangenduft als intensiver beurteilt wurde. Ab Minute 10 bis zum Ende der Untersuchung verliefen die Kurven beider Gruppen nahezu parallel und verloren annähernd gleich stark an Intensität. Beide Düfte wurden jedoch von den Versuchspersonen bis zum Schluss wahrgenommen.

Laut Janisch nahmen in der Orangenstudie vor allem die weiblichen Teilnehmer den Duft des Orangenabsolues als sehr intensiv wahr und klagten zudem vereinzelt über Kopfschmerzen (Janisch, 2019).

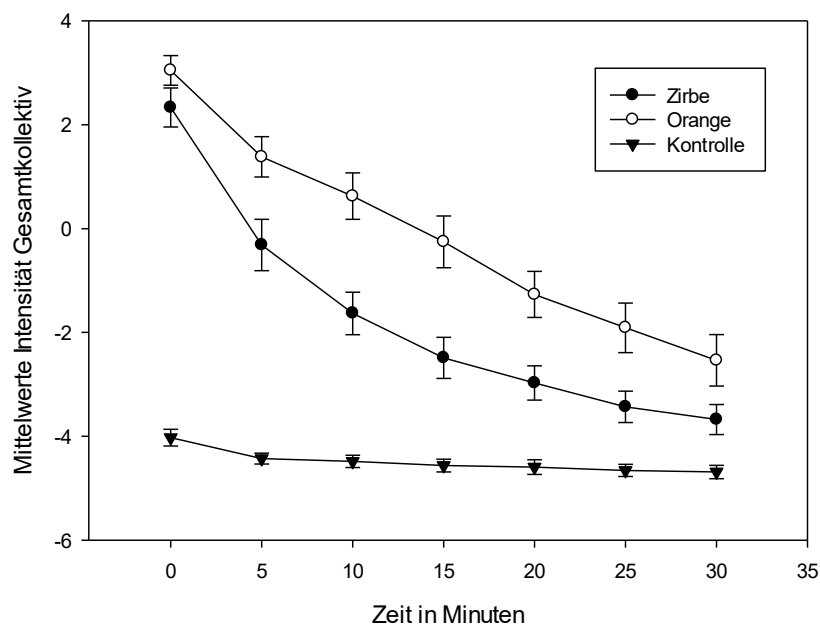


Abbildung 24: Verlauf der wahrgenommenen Duftintensitäten (Mittelwerte) der Probanden in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte)

Tabelle 16: Intensitätsbewertung („Adaptionswerte“; Int.) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen)

| Int. | Orange | | Zirbe | | Kontrolle | |
|-------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| Min. | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung | Mittelwert | Standardabweichung |
| 0 | 3.047 | 1.5600 | 2.333 | 2.0572 | -4.027 | 0.8808 |
| 5 | 1.383 | 2.1243 | -0.313 | 2.7063 | -4.430 | 0.5724 |
| 10 | 0.627 | 2.4468 | -1.633 | 2.2501 | -4.483 | 0.6529 |
| 15 | -0.253 | 2.7277 | -2.490 | 2.1602 | -4.563 | 0.6672 |
| 20 | -1.267 | 2.4363 | -2.973 | 1.8076 | -4.593 | 0.7719 |
| 25 | -1.910 | 2.6258 | -3.433 | 1.6595 | -4.657 | 0.6409 |
| 30 | -2.537 | 2.7062 | -3.677 | 1.5902 | -4.687 | 0.7070 |

Int. =Intensität, Min. = Minute

Nachfolgend wurde ein t-Test bei unabhängigen Stichproben durchgeführt, um die Intensitätsbewertung zwischen zwei unabhängigen Gruppen am Untersuchungsende bei Minute 30 genauer zu betrachten. Hierfür wurde das Datenblatt C bzw. D mit einem Kollektiv von jeweils 60 Probanden herangezogen.

Verglich man die Orangengruppe mit der Zirbengruppe (Tabelle 17), so war bei Minute 30 ein Trend ($p = 0.051$) hinsichtlich eines signifikanten Unterschieds in der Duftwahrnehmung feststellbar. Dies bedeutet, dass sich die Probanden annähernd gleich schnell an den Duft der Orange und der Zirbe gewöhnten.

Tabelle 18 zeigt beim Vergleich der Zirbengruppe mit der Kontrollgruppe bei Minute 30 einen deutlich signifikanten Unterschied ($p = 0.002$) hinsichtlich der Intensitätsbeurteilung. Somit trat am Ende der Untersuchung bei den Probanden in der Zirbengruppe kein vollständiger Gewöhnungseffekt ein.

Tabelle 17: Vergleich der Intensitätsbewertung der Probanden zwischen den zwei Duftgruppen: Orange und Zirbe bei Minute 30; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Intensität | Duftbedingung | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
|------------|---------------|------------|--------------------|--------|
| Minute 30 | Orange | -2.537 | 2.7062 | 0.051 |
| | Zirbe | -3.677 | 1.5902 | |

Tabelle 18: Vergleich der Intensitätsbewertungen der Probanden zwischen den zwei Duftgruppen: Zirbe und Kontrolle ohne Duft bei Minute 30; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)

| Intensität | Duftbedingung | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert |
|------------|---------------|------------|--------------------|--------|
| Minute 30 | Zirbe | -3.677 | 1.5902 | 0.002 |
| | Kontrolle | -4.687 | 0.7070 | |

5.3.2 Bewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung

Wie in Tabelle 19 zu sehen ist, ergab die Duftbewertung hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung, dass die Probanden das Zirbenöl als angenehm, bekannt und beruhigend empfanden. Von allen drei Eigenschaften, wurde der beruhigende Effekt am stärksten wahrgenommen.

Tabelle 19: Duftbewertung des Zirbenöls hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung im Gesamtkollektiv; (Mittelwerte, Standardabweichungen)

| Zirbenöl | Gesamtkollektiv | |
|-------------|-----------------|---------------------|
| | Mittelwert | Standard-abweichung |
| Hedonik | 1.413 | 2.1185 |
| Bekanntheit | 2.133 | 2.3746 |
| Wirkung | -2.680 | 1.8344 |

Ein t-Test mit unabhängigen Stichproben wurde durchgeführt, um die subjektive Duftbewertung zwischen zwei Gruppen (Zirbe – Orange, Zirbe – Kontrolle) im Gesamtkollektiv miteinander zu vergleichen. Dafür wurde das Datenblatt C bzw. D mit einem Kollektiv von jeweils 60 Probanden verwendet.

Verglich man die Zirben- mit der Orangengruppe, zeigte sich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich Hedonik und Bekanntheit (Tabelle 20, $p = 0.003$, $p = 0.001$). Die Probanden empfanden den Orangenduft als angenehmer und bekannter als den Zirbengeruch. Im Gegensatz dazu beschrieben die Teilnehmer keinen Unterschied hinsichtlich der Wirkung beider Düfte (Tabelle 20, $p = 0.200$). Sie empfanden den Zirben- und Orangenduft als gleich stark beruhigend.

Tabelle 20: Vergleich der Duftbewertung des Zirbenöls und des Orangenabsolues hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Werte)

| Probanden | Zirbe | | | Orange | |
|--------------------|------------|--------------------|--------------|------------|--------------------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert | Mittelwert | Standardabweichung |
| Hedonik | 1.413 | 2.1185 | 0.003 | 2.960 | 1.7926 |
| Bekanntheit | 2.133 | 2.3746 | 0.001 | 3.737 | 1.1162 |
| Wirkung | -2.680 | 1.8344 | 0.200 | -1.950 | 2.4763 |

Die Probanden zeigten einen deutlichen Unterschied bei der Bewertung des Zirbenöls und der Kontrollgruppe ohne Duft hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung (Tabelle 21, $p = 0.012$, $p = 0.000$, $p = 0.010$). Sie empfanden den Zirbenduft als wesentlich angenehmer, bekannter und beruhigender als die Kontrollbedingung.

Tabelle 21: Vergleich der Duftbewertung des Zirbenöls und der Kontrollgruppe hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Werte)

| Probanden | Zirbe | | | Kontrolle | |
|--------------------|------------|--------------------|--------------|------------|--------------------|
| | Mittelwert | Standardabweichung | p-Wert | Mittelwert | Standardabweichung |
| Hedonik | 1.413 | 2.1185 | 0.012 | 0.183 | 1.4999 |
| Bekanntheit | 2.133 | 2.3746 | 0.000 | -1.033 | 2.3714 |
| Wirkung | -2.680 | 1.8344 | 0.010 | -1.460 | 1.6937 |

5.4 Interpretation der Ergebnisse

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse lässt sich sagen, dass die Inhalation des Zirbenöls im Vergleich zum Orangenabsolue und zur Kontrollgruppe ohne Duft einen positiven und beruhigenden Effekt auf den Menschen ausübt.

Die Probanden fühlten sich nach der Inhalation des Zirbenöls im Vergleich zum Orangenabsolue tendenziell wacher und ausgeruhter, während die Teilnehmer in der Kontrollgruppe müder und schläfriger wurden. Lubinic beschrieb das Zirbenöl ebenso als energetisierend und empfiehlt somit die Anwendung des Öls bei Kraftlosigkeit und Antriebsarmut (Lubicic, 2004). Mobasher Rizi berichtete in der Orangenölstudie von keiner erfrischenderen Wirkung des Orangenduftes im Vergleich zur Kontrollgruppe (Mobasher Rizi, 2019). Janisch verwies in seiner Arbeit, dass sich Männer in der Orangengruppe tendenziell wacher fühlten, während Frauen schläfriger wurden und sogar vereinzelt über Kopfschmerzen klagten. Dies lässt sich auf die intensivere Geruchswahrnehmung und somit schlechtere Adaption von Frauen auf den Orangenduft zurückführen (Janisch, 2019).

Ebenso kam es in der vorliegenden Studie bei den Teilnehmern nach der Beduftung mit dem Zirbenöl zu einer stark beruhigenden Wirkung sowie zu einem besseren Wohlbefinden im Vergleich zum Orangenabsolue und zur Kontrollgruppe ohne Duft. In beiden Duftgruppen kam es zu einer deutlichen Abnahme des systolischen Blutdrucks. Wabner und Beier stützen diese Erkenntnisse und empfehlen daher die Verwendung des Zirbenöls bei Ängsten, Depressionen und Schlaflosigkeit (Wabner & Beier, 2012). Grote et al. zeigten in ihrer Schlafstudie ebenso die beruhigende Wirkung des Zirbenholzes auf den Menschen. Hier kam es bei den Probanden durch den Schlaf im Zirbenbett zu einer Abnahme der Herzfrequenz, einer verbesserten Schlafqualität und der Aktivierung des Parasympathikus (Grote et al. 2021).

All diese Erkenntnisse zeigen die positive und entspannende Wirkung der Zirbe auf den Menschen und erklärt die lange Tradition der Verwendung von Zirbenprodukten aller Art im alpenländischen Raum.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Achmüller, A. (2012): Teufelskraut, Bauchwehblüml, Wurmtod - Das Kräuterwissen Südtirols - Mythologie, Volksmedizin und wissenschaftliche Erkenntnisse. Edition Raetia, Bozen: S. 276.

Ak N.O., Cliver D.O., Kaspari C.W. (1994): Decontamination of plastic and wooden cutting boards for kitchen use. *Journal of Food Protection*, 57 (1): S. 23–30.

Andrews R.E., Parks L.W., Spence K.D. (1980): Some effects of Douglas fir terpenes on certain microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 40 (2): S. 301–304.

Apetrei C.L., Spac A., Brebu M., Tuchilus C., Miron A. (2013): Composition, and antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of a full-grown *Pinus cembra* L. tree from the Calimani Mountains (Romania). *Journal of the Serbian Chemical Society*, 78 (1): S. 27–37.

Bentley F.K., García-Cerdán, J.G., Chen H.-C., Melis A. (2013): Paradigm of monoterpene (β -phellandrene) hydrocarbons production via photosynthesis in cyanobacteria. *Bioenergy Research*, 6 (3): S. 917–929.

Bosilcov A., Mitterdorfer C., Vergeiner C., Joas K. (2019): Composition of the essential oil from the needles and twigs of organic Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) from Tyrol. Poster Presentation, 20th ISEO, September 2019, Vienna, Austria.

Bundesgesundheitsblatt (2010): Richtwerte für monocyclische Monoterpene (Leitsubstanz d-Limonen) in der Innenraumluft. Mitteilung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 53 (11): S. 1206–1215.

Chaudhari M. (2020): Untersuchungen zum geschlechtsspezifischen Einfluss von ätherischem Zirbenholzöl nach Inhalation. Diplomarbeit an der Universität Wien: S. 28-41.

Cheng Z., Jiang J., Yang X., Chu H., Jin M., Li Y., Tao X., Wang S., Huang Y., Shang L., Wu S., Hao W., Wei X. (2017): The research of genetic toxicity of β -phellandrene. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 54. S. 28–33.

Chizzola R., Müllner K. (2020): Variability of volatiles in *Pinus cembra* L. within and between trees from a stand in the Salzburg Alps (Austria) as assessed by essential oil and SPME analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68 (2): S. 567–579.

Dormont L., Roques A., Malosse C. (1997): Efficiency of spraying mountain pine cones with oleoresin of Swiss stone pine cones to prevent insect attack. *Journal of Chemical Ecology*, 23 (10): S. 2261–2274.

Elegbede J.A., Elson C.E., Qureshi A., Tanner M.A., Gould, M.N. (1984): Inhibition of DMBA-induced mammary cancer by the monoterpene d-limonene. *Carcinogenesis*, 5 (5): S. 661–664.

Faik J. (2018): Statistik mit SPSS – Alles in einem Band für Dummies. 1.Auflage WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim: S. 485, 501.

Farjon A. (2017): *Pinus cembra* - The IUCN Red List of Threatened Species. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T42349A95684563.en>, Jänner 2022.

Farjon A. (2018): Pines - Drawings and descriptions of the genus *Pinus*. 2.Auflage Brill Verlag, Leiden - Boston: S. 59.

Fugmann B., Adam G. (1997): Römpf-Lexikon Naturstoffe. Thieme Verlag, Stuttgart: S. 305.

Gernandt D.S., López G.G., García S.O., Liston A. (2005): Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon*, 54 (1): S. 29–42.

Grote V., Frühwirth M., Lackner H.K., Goswami N., Köstenberger M., Likar R., Moser M. (2021): Cardiorespiratory interaction and autonomic sleep quality improve during sleep in beds made from *Pinus cembra* (stone pine) solid wood. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (18): S. 9749.

Guzmán-Gutiérrez S.L., Gómez-Cansino R., García-Zebadúa J.C., Jiménez-Pérez N.C., Reyes-Chilpa R. (2012): Antidepressant activity of *Litsea glaucescens* essential oil - Identification of β -pinene and linalool as active principles. *Journal of Ethnopharmacology*, 143 (2): S. 673–679.

Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. (2003). Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *Journal of Applied Microbiology*, 95 (4): S. 853–860.

Hänsel R., Sticher O. (2010a): *Pharmakognosie – Phytopharmazie*. 9. Auflage Springer Medizin Verlag, Heidelberg: S. 952.

Hänsel R., Sticher O. (2010b): *Pharmakognosie – Phytopharmazie*. 9. Auflage Springer Medizin Verlag, Heidelberg: S. 1018.

Ibrahim M., Kainulainen P., Aflatuni A. (2001): Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: With special reference to limonene and its suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science*, 10 (3): S. 243–259.

Ikei H., Song C., Miyazaki Y. (2016): Effects of olfactory stimulation by α -pinene on autonomic nervous activity. *Journal of Wood Science*, 62(6): S. 568–572.

Janisch R. (2019): Geschlechtsspezifischer Einfluss von Orangen-Absolue unter Adaptionsbedingungen. Diplomarbeit an der Universität Wien: S. 30-45.

Johanneum Research (2012): Bioinhibitorische Wirkung der Zirbe. Eigenverlag, Graz, Austria: S. 2-3,
https://issuu.com/icc_werbeagentur/docs/bioinhibitorischewirkung-mottenabwehr.

Joung D., Song C., Ikei H., Okuda T., Igarashi M., Koizumi H., Park B.J., Yamaguchi T., Takagaki M., Miyazaki Y. (2014): Physiological and psychological effects of olfactory stimulation with D-Limonene. *Advances in Horticultural Science*, 28(2): S. 90–94.

Kader E. (2016): Wirkung von ätherischem Sandelholzöl auf den Menschen unter Adaptionsbedingungen: Der Einfluss des Rauchverhaltens. Diplomarbeit an der Universität Wien: S. 29.

Kuhnt M., Proebstle A., Rimpler H., Bauer R., Heinrich M. (1995): Biological and pharmacological activities and further constituents of *Hyptis verticillata*. *Planta Medica*, 61 (3): S. 227–232.

Lappas C.M., Lappas N.T. (2012): d-Limonene modulates T lymphocyte activity and viability. *Cellular Immunology*, 279 (1): S. 30–41.

Lee S.K., Lee H.J., Min H.Y., Park E.J., Lee K.M., Ahn Y.H., Cho Y.J., Pyee J.H. (2005): Antibacterial and antifungal activity of pinosylvin, a constituent of pine. *Fitoterapia*, 76 (2): S. 258–260.

Lis A., Kalinowska A., Krajewska A., Mellor K. (2017): Chemical composition of the essential oils from different morphological parts of *Pinus cembra* L. *Chemistry & Biodiversity*, 14 (4): e1600345.

Lubinic E. (2004): Handbuch Aromatherapie - 88 ätherische Öle im Porträt - so kombinieren Sie sie richtig - Tipps für die richtige Wellness-Anwendung zu Hause. Haug Verlag, Stuttgart: S. 181.

Mobasheri Rizi F. (2019): Untersuchungen zum Einfluss der olfaktorischen Adaption von Orangenabsolue auf den Menschen anhand psychophysiologischer Parameter. Diplomarbeit an der Universität Wien: S. 35-42.

Moser M. (2021a): Die Kraft der Zirbe – Gesundheit und Lebensqualität nachhaltig verbessern mit dem Königsbaum der Alpen. Goldmann Verlag, München: S. 46-47.

Moser M. (2021b): Die Kraft der Zirbe – Gesundheit und Lebensqualität nachhaltig verbessern mit dem Königsbaum der Alpen. Goldmann Verlag, München: S. 50-51.

Moser M. (2021c): Die Kraft der Zirbe – Gesundheit und Lebensqualität nachhaltig verbessern mit dem Königsbaum der Alpen. Goldmann Verlag, München: S. 20.

Moser M. (2021d): Die Kraft der Zirbe – Gesundheit und Lebensqualität nachhaltig verbessern mit dem Königsbaum der Alpen. Goldmann Verlag, München: S. 59, 73.

Moser M. (2021e): Die Kraft der Zirbe – Gesundheit und Lebensqualität nachhaltig verbessern mit dem Königsbaum der Alpen. Goldmann Verlag, München: S. 102-103.

Mücke W., Lemmen C., (2010): Duft und Geruch - Wirkungen und gesundheitliche Bedeutung von Geruchsstoffen. Ecomed Medizin, Heidelberg – München – Landsberg – Frechen – Hamburg: S. 33-34.

Mühlbauer R.C., Lozano A., Palacio S., Reinli A., Felix R. (2003): Common herbs, essential oils, and monoterpenes potently modulate bone metabolism. *Bone*, 32 (4): S. 372–380.

Ochocka J.R., Asztemborska M., Sybilska D., Langa W. (2002): Determination of enantiomers of terpenic hydrocarbons in essential oils obtained from species of *Pinus* and *Abies*. *Pharmaceutical Biology*, 40 (5): S. 395–399.

Park J.-S., Lee G.-H. (2011): Volatile compounds and antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils of the needles of *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (4): S. 703–709.

Pirker M. (2013): Untersuchung zum geschlechtsspezifischen Einfluss von ätherischen *Mentha*-Ölen auf den Menschen nach Inhalation. Diplomarbeit an der Universität Wien: S. 39.

p-Wert: <https://de.wikipedia.org/wiki/P-Wert>, Jänner 2022.

Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., Bruni R. (2005): Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91 (4): S. 621–632.

Sagunski H., Heinzow B. (2003): Richtwerte für die Innenraumluft - Bicyclische Terpene Leitsubstanz α -Pinen. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 46 (4): S. 346–352.

Schütt P. (2008a): Lexikon der Nadelbäume. Lizenzausgabe Nikol Verlag, Hamburg: S. 347.

Schütt P. (2008b): Lexikon der Nadelbäume. Lizenzausgabe Nikol Verlag, Hamburg: S. 350.

Schütt P. (2008c): Lexikon der Nadelbäume. Lizenzausgabe Nikol Verlag, Hamburg: S. 351.

Schütt P., Lang K.J., Schuck H.J. (1984): Nadelhölzer in Mitteleuropa - Bestimmung, Beschreibung, Anbaukriterien. G. Fischer Verlag, Stuttgart: S. 127.

Setzer W.N., Setzer M.C., Moriarity D.M., Bates R.B., Haber W.A. (1999): Biological activity of the essential oil of *Myrcianthes* sp. nov. "Black Fruit" from Monteverde, Costa Rica. *Planta Medica*, 65 (5): S. 468–469.

Silva A.C.R. da, Lopes P.M., Azevedo M.M.B. de, Costa D.C.M., Alviano C.S., Alviano D.S. (2012): Biological activities of α -pinene and β -pinene enantiomers. *Molecules* (Basel, Switzerland), 17 (6): S. 6305–6316.

Stan-Lotter H., Aschl J. (2004): Arvenholz gegen Bakterien – Auszug aus Abschlussbericht – Untersuchung zur möglichen antibakteriellen Wirkung von Zirbenholz durchgeführt am Institut für Genetik und Allgemeine Biologie der Universität Salzburg 11. Juli 2001. *Bündnerwald*, 2: S. 37-42.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013a): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis. 1.Auflage Stadelmann Verlag, Wiggensbach: S. 726.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013b): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis. 1.Auflage Stadelmann Verlag, Wiggensbach: S. 466.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013c): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis. 1.Auflage Stadelmann Verlag, Wiggensbach: S. 180-181.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013d): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis. 1.Auflage Stadelmann Verlag, Wiggensbach: S. 121, 728.

Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G. (2013e): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis. 1.Auflage Stadelmann Verlag, Wiggensbach: S. 333.

Steyer R., Schwenkmezger P., Notz P., Eid M. (1997): Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) – Handanweisung. Hogrefe – Verlag für Psychologie, Göttingen – Bern – Toronto – Seattle: S. 3-7.

Thumm A., Kettenring M.M. (2020a): Waldmedizin - Die Heilkraft der ätherischen Baumöle. 3.Auflage JOY Verlag, Oy-Mittelberg: S. 67.

Thumm A., Kettenring M.M. (2020b): Waldmedizin - Die Heilkraft der ätherischen Baumöle. 3.Auflage JOY Verlag, Oy-Mittelberg: S. 68.

Valsami E.-A., Psychogyiou M.E., Pateraki A., Chrysoulaki E., Melis A., Ghanotakis, D.F. (2020): Fusion constructs enhance heterologous β -phellandrene production in *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Journal of Applied Phycology*, 32 (5): S. 2889–2902.

Wabner D., Beier C. (2012): Aromatherapie - Grundlagen, Wirkprinzipien, Praxis. 2.Auflage, Elsevier Urban & Fischer Verlag, München: S. 315.

Wattenberg L.W., Sparnins V.L., Barany, G. (1989): Inhibition of N-nitrosodiethylamine carcinogenesis in mice by naturally occurring organosulfur compounds and monoterpenes. *Cancer Research*, 49 (10): S. 2689–2692.

Wojnicka-Półtorak A., Celiński K., Chudzińska E., Prus-Głowacki W., Niemtur S. (2015): Genetic resources of *Pinus cembra* L. marginal populations from the Tatra Mountains - implications for conservation. *Biochemical Genetics*, 53 (1-3): S. 49–61.

Wolkinger F. (1993a): Bäume und Sträucher Österreichs - Eine umfassende Beschreibung aller einheimischen wildwachsenden Nadel- und Laubgehölze sowie der wichtigsten Sträucher. Austria-Medien-Service, Graz: S. 68.

World Medical Association Declaration of Helsinki (1997): Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. *Journal of the Medicinal Association*, 277(11): S. 925-926.

Yang Y.-C., Choi H.-Y., Choi W.-S., Clark J.M., Ahn Y.-J. (2004): Ovicidal and adulticidal activity of *Eucalyptus globulus* leaf oil terpenoids against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (9): S. 2507–2511.

Yang H., Woo J., Pae A.N., Um M.Y., Cho N.-C., Park K.D., Yoon M., Kim J., Lee C.J., Cho S. (2016): α -Pinene, a major constituent of pine tree oils, enhances non-rapid eye movement sleep in mice through GABAA-benzodiazepine receptors. *Molecular Pharmacology*, 90 (5): S. 530–539.

Zhou J.-Y., Tang F.-D., Mao G.-G., Bian R.-L. (2004): Effect of α -pinene on nuclear translocation of NF- κ B in THP-1 cells. *Acta Pharmacologica Sinica*, 25 (4): S. 480–484.

7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: <i>Pinus cembra</i> L. (übernommen aus Schön H. (2010): Botanik im Bild. https://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Pinus-cembra.htm , Jänner 2022)..... | 3 |
| Abbildung 2: männliche Blüten (übernommen aus Mrkvicka A. (2010): Botanik im Bild. https://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Pinus-cembra.htm , Jänner 2022)..... | 5 |
| Abbildung 3: unreife Zapfen aus den weiblichen Blüten (übernommen aus Lauber K., Wagner G. (1998): Flora Helvetica. 2.Auflage Verlag Paul Haupt, Bern – Stuttgart – Wien: S.77)..... | 5 |
| Abbildung 4: reifer Zapfen mit keimenden Samen (übernommes aus Horak E. (2004): Botanik im Bild. https://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Pinus-cembra.htm , Jänner 2022)..... | 5 |
| Abbildung 5: Studienablauf (modifiziert übernommen aus Grote et al., 2021) | 7 |
| Abbildung 6: Verlauf der Herzfrequenz in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot) (übernommen aus Grote et al., 2021) | 8 |
| Abbildung 7: Verlauf des Puls-Atem-Quotienten in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot) (übernommen aus Grote et al., 2021) | 9 |
| Abbildung 8: Verlauf des Vagustonus in Zirben- (blau) und Spanplattenbetten (rot) (übernommen aus Grote et al., 2021) | 9 |
| Abbildung 9: Struktur von Pinosylvin (Grafik erstellt mit MarvinSketch 18.10)..... | 11 |
| Abbildung 10: Struktur von α -Pinen (Grafik erstellt mit MarvinSketch 18.10) | 14 |
| Abbildung 11: Struktur von β -Pinen (Grafik erstellt mit MarvinSketch 18.10) | 15 |
| Abbildung 12: Struktur von Limonen (Grafik erstellt mit MarvinSketch 18.10)..... | 16 |
| Abbildung 13: Struktur von β -Phellandren (Grafik erstellt mit MarvinSketch 18.10) | 16 |
| Abbildung 14: Blutdruckmessgerät | 26 |
| Abbildung 15: Beispiel zur Intensitätsbewertung des Dufts aus dem Fragebogen | 29 |
| Abbildung 16: Beispiel zur Duftbewertung aus dem Fragebogen | 29 |
| Abbildung 17: Brillenkonstruktion (Kader, 2016)..... | 30 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 18: Zeitlicher Ablauf der Untersuchung..... | 33 |
| Abbildung 19: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des systolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen..... | 37 |
| Abbildung 20: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des diastolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen..... | 38 |
| Abbildung 21: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Ruhe-Unruhe (RU) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen | 40 |
| Abbildung 22: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Wachheit-Müdigkeit (WM) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen | 41 |
| Abbildung 23: Differenz der Mittelwerte (Ende-Anfang) des Parameters Gute-Schlechte Stimmung (GS) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen | 43 |
| Abbildung 24: Verlauf der wahrgenommenen Duftintensitäten (Mittelwerte) der Probanden in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte)..... | 44 |

8 TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: KBE (Kolonie-bildende Einheiten) der verschiedenen Holzarten nach Inkubation in feuchter Umgebung (modifiziert übernommen aus Stan-Lotter & Aschl, 2004) | 11 |
| Tabelle 2: Hauptinhaltsstoffe (in %) des ätherischen Zirbelkiefernöls aus den Nadelzweigen, deren Werte ab 1.0% betragen (modifiziert übernommen aus Lis et al., 2017)..... | 12 |
| Tabelle 3: Enantiomerenverhältnis (in %) des ätherischen Zirbelkiefernöls aus den Nadelzweigen (modifiziert übernommen aus Lis et al., 2017) | 13 |
| Tabelle 4: DPPH-Radikalfängeraktivität, anhand der EC ₅₀ -Werte, des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle (BHA) (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013) | 18 |
| Tabelle 5: Antimikrobielle und antimykotische Wirkung (Durchmesser der Hemmzone, mm) des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle Ampicillin, Chloramphenicol und Nystatin, mittels Agardiffusionsmethode (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013) .. | 19 |
| Tabelle 6: Antimikrobielle und antimykotische Wirkung des ätherischen Zirbenöls der Nadeln (EON) und Zweige (EOT) im Vergleich zur Positivkontrolle Ampicillin und Nystatin, mittels Mikrobrühe-Verdünnungsmethode (modifiziert übernommen aus Apetrei et al., 2013)..... | 20 |
| Tabelle 7: Auswirkung des Insektenbefalls der Zapfen von <i>P. uncinata</i> nach Besprühung mit dem Zapfenoleoresin von <i>P. cembra</i> (modifiziert übernommen aus Dormont et al., 1997)..... | 21 |
| Tabelle 8: Vergleich der Monoterpene (in %) in den Zapfen von <i>P. cembra</i> mit den flüchtigen Verbindungen, vor bzw. nach der Besprühung mit den Zapfenoleoresin der Zirbe, in den Zapfen von <i>P. uncinata</i> (modifiziert übernommen aus Dormont et al., 1997)..... | 22 |
| Tabelle 9: Zuordnung der Items zu den Skalen und den Kurzformen (modifiziert übernommen aus Steyer et al., 1997) | 27 |
| Tabelle 10: Zusammensetzung des Zirbenöls (modifiziert übernommen aus Bosilcov et al., 2019) | 31 |
| Tabelle 11: Anfangs- und Endwerte des systolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert) | 36 |

| | |
|--|----|
| Tabelle 12: Anfangs- und Endwerte des diastolischen Blutdrucks des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert) | 38 |
| Tabelle 13: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Ruhe-Unruhe (RU) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert) | 39 |
| Tabelle 14: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Wachheit-Müdigkeit (WM) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert) | 41 |
| Tabelle 15: Anfangs- und Endwerte des Befindlichkeitsparameters Gute-Schlechte Stimmung (GS) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert) | 42 |
| Tabelle 16: Intensitätsbewertung („Adaptionswerte“; Int.) des Gesamtkollektivs in den drei Duftgruppen: Orange, Zirbe und Kontrolle ohne Duft; (Mittelwerte, Standardabweichungen) | 45 |
| Tabelle 17: Vergleich der Intensitätsbewertung der Probanden zwischen den zwei Duftgruppen: Orange und Zirbe bei Minute 30; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)..... | 46 |
| Tabelle 18: Vergleich der Intensitätsbewertungen der Probanden zwischen den zwei Duftgruppen: Zirbe und Kontrolle ohne Duft bei Minute 30; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Wert)..... | 46 |
| Tabelle 19: Duftbewertung des Zirbenöls hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung im Gesamtkollektiv; (Mittelwerte, Standardabweichungen) | 47 |
| Tabelle 20: Vergleich der Duftbewertung des Zirbenöls und des Orangenabsolues hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Werte)..... | 48 |
| Tabelle 21: Vergleich der Duftbewertung des Zirbenöls und der Kontrollgruppe hinsichtlich Hedonik, Bekanntheit und Wirkung; (Mittelwerte, Standardabweichungen, p-Werte)..... | 48 |

9 ANHANG

9.1 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 bestimmte ätherische Öle auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen hat (Aromatherapie).

2. Wie läuft die Studie ab?

An dieser Studie werden insgesamt ungefähr 30 Personen teilnehmen.
Ihre Teilnahme an der Studie ist mit einem Besuch verbunden, der etwa 45 Minuten dauern wird.

Während der Studie werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Erhebung der Stimmungslage mit Hilfe eines Fragebogens
- Blutdruckmessung

Sie werden gebeten hierzu zum vereinbarten Termin in das UZAll in der Althanstrasse 14, Raum 2D550, zu kommen. Die Einhaltung der vereinbarten Besuchstermine, einschließlich der Anweisungen des Studienpersonals, ist von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieser Studie.

Ablauf der Sitzungen:

Nach dem Eintreffen am Studienort haben Sie fünf Minuten „Verschnaufpause“, in denen Sie bei der ersten Sitzung aufgefordert werden, die Einverständniserklärung bezüglich der Teilnahme an der Studie zu unterschreiben. Danach nehmen Sie in einem Sessel Platz und es wird Ihnen eine Brillenkonstruktion angepasst, die Sie während der Studiendauer tragen müssen. Anschließend werden Sie gebeten einen Befindlichkeitsfragebogen auszufüllen. Außerdem wird Ihr Blutdruck gemessen. Die folgenden 30 Minuten bleiben Sie still sitzen, entspannen sich und werden alle 5 Minuten durch ein akustisches Signal aufgefordert, die Intensität des Duftstoffes zu bewerten. Während dieser Zeit wird die Studienmitarbeiterin immer wieder die Brillenkonstruktion anpassen/kontrollieren. Dann füllen Sie noch einmal einen Befindlichkeitsfragebogen aus und der Blutdruck wird gemessen. Am Ende der 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 35 Jahren alt sind
- schwanger sind
- rauchen
- 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 erklären sich bereit, dass Sie:

- a.) Unmittelbar vor der Untersuchung körperlichen und psychischen Stress (Sport, Zeitnot, Termindruck, Prüfungen) vermeiden.
- b.) Am Tag der Untersuchung keine Parfums oder stark riechende Deos anwenden.
- c.) Während der Studienperiode den Anweisungen der studierendurchführenden Personen Folge leisten und alle Vorkommnisse bezüglich Ihrer Gesundheit unverzüglich melden, auch wenn kein offensichtlicher Zusammenhang mit der Studie besteht.

6. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie ausscheiden.

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 darin ausnahmslos 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 studierendurchführenden Personen im Interesse meiner eigenen Sicherheit nachkommen soll und dass ein Verschweigen von bestehenden Krankheitszuständen oder vorangegangenen Medikamenteneinnahmen meine eigene Sicherheit gefährden kann.

Ich werde den Anordnungen, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet.

Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

.....
(Datum und Unterschrift des/der Probanden/in)

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

9.2 Mehrdimensionaler 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 | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

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 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

MUSTER

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 **chesten** zutrifft.

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

MDBF-Langform

| Datum und Uhrzeit | | | | | | Datum und Uhrzeit | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Im Moment fühle ich mich | überhaupt nicht | | | | sehr | Im Moment fühle ich mich | überhaupt nicht | | | | sehr |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. zufrieden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 13. schläfrig | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. ausgeruht | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 14. wohl | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. ruhelos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 15. ausgeglichen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. schlecht | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 16. unglücklich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. schlapp | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 17. wach | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. gelassen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 18. unzufrieden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. müde | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 19. angespannt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. gut | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 20. frisch | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. unruhig | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 21. glücklich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. munter | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 22. nervös | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. unwohl | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 23. ermattet | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. entspannt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 24. ruhig | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | überhaupt nicht | | | | sehr | | überhaupt nicht | | | | sehr |

GS WM RU

9.3 Fragebogen zur Duftbewertung

KENN-NR _____

DATUM _____

Bitte bewerten Sie durch Anbringen einer senkrechten Linie ...

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

sehr
unangenehm _____

sehr
angenehm

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

völlig
unbekannt _____

sehr
bekannt

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

beruhigend _____

anregend

9.4 Fragebogen zur Intensitätsbewertung

CODE:

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

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

geruchlos



sehr
intensiv

9.5 Log sheet

| | | |
|-------------------------|----------------------|---|
| Name: | Code: | |
| Email: | | |
| Wohnort: | | |
| Alter: | Pille: ja / nein | |
| Nichtraucher: ja / nein | | |
| Allergien/Asthma: | | |
| Geschlecht | | |
| Termin: | Uhrzeit: | Blutdruck: |
| | | Beginn Ende |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| | | Puls: |
| | | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| Sonstige Beobachtungen | | |