



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Untersuchung des Gehalts von Ätherischen Öl in
verschiedenen Produkten und
deren Bedeutung für die Qualität“

verfasst von / submitted by

Sarah Dawoud

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

Wien, 2020 / Vienna, 2020

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

A 449

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

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

Ao.Univ.-Prof. Dr. phil. Chizzola Remigius

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei Ao.Univ.-Prof. Dr. phil. Chizzola Remigius (Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe) für die großartige und geduldige Betreuung ganz herzlich bedanken.

Ich möchte mich im Allgemeinen beim gesamten Department der Veterinärmedizinischen Universität Wien bedanken, welches mich als Pharmaziestudentin aufgenommen und betreut hat.

Ein großer Teil meines Lebens, wenn nicht sogar der größte Teil meines Lebens ist mein Glaube an Jesus Christus!

Oft habe ich mich gefragt, ob Pharmazie wirklich das Richtige für mich sei. Vor allem am Anfang des Studiums habe ich mir schwer getan, mich zurecht zu finden, doch Gott hat mich niemals verlassen. Ich habe Gottes Wirken in vielen schwierigen Prüfungssituationen gespürt.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei S.E. Bischof Gabriel, der für mich immer ein offenes Ohr hatte und mich mit Gebeten unterstützt hat, bedanken.

Ein großes Dankeschön gebührt meinen liebevollen und geduldigen Ehemann Christopher Dawoud, der mich in den letzten sieben Jahren unterstützt und motiviert hat stets weiter zu machen und niemals aufzugeben. An schlechten Tagen war er immer für mich da und ohne ihn hätte ich es nicht geschafft.

Ich danke meinen Eltern, Schwiegereltern und Brüdern für ihre große Liebe und ihren Glauben an mich. Ohne Sie wäre es nicht möglich gewesen, die Danksagung meiner Diplomarbeit zu schreiben.

Ich bedanke mich bei all meinen Freunden und Liebsten! Bei meiner besten Freundin Monika Toma, bei meinen Freundinnen und Universitätskolleginnen Saly Abdel-Ghafour, Sara Eskander, Sarah Mikhaeil und Barbara Soliman. Unsere stundenlangen Lerntage, Laborstrapatzen und das gegenseitige motivieren sind die Erinnerungen, die mir auf ewig mit einem Lächeln im Gedächtnis bleiben werden.

„Wer nicht neugierig ist, erfährt nichts.“

– Johann Wolfgang von Goethe

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
1. Einleitung	7
1.1 Ätherisches Öl	7
1.1.1 Allgemeines	7
1.1.2 Gewinnung	7
1.1.3 Pharmakokinetik	8
1.1.4 Wirkungen und Anwendungsgebiete	8
1.1.5 Nebenwirkungen	9
1.2 Die Echte Kamille	9
1.2.1 Beschreibung	10
1.2.2 Inhaltsstoffe	11
1.2.3 Wirkung und Anwendungsgebiete	11
1.2.4 Nebenwirkungen	12
1.3 Der Salbei	12
1.3.1 Beschreibung	13
1.3.2 Inhaltsstoffe	14
1.3.3 Wirkungen und Anwendungsgebiete	15
1.3.4 Nebenwirkungen	16
1.4 Arbeitshypothese	17
2. Material und Methoden	18
2.1 Material	18
2.1.1 Alnatura Kmillen Tee ®	19
2.1.2 Milford Kamillen Tee ®	19
2.1.3 Teekanne FixMille ®	19
2.1.4 Willi Dungal Bio-Tee Kamille ®	19
2.1.5 Sidroga Kamillenblütentee ®	20
2.1.6 Dr. Kottas Kamillenblütentee ®	20
2.1.7 Alnatura Salbei Tee ®	20
2.1.8 Teekanne Kräutergarten Gartensalbei	21
2.1.9 Sidroga Salbeitee ®	21
2.1.10 Dr. Kottas Salbeitee ®	21
2.1.11 PRIMAVERA Salbei Bio ®	22
2.1.12 Salbei 100% ätherisches Öl Apotheker Bauer & Cie. oHG	22
2.1.13 Bombastus Salbeiöl ®	23
2.2 Methoden	23
2.2.1 Probenvorbereitungen	23
2.2.2 Gaschromatographie	27
2.2.3 Auswertung	31
3. Ergebnisse	32
3.1 Gaschromatographische Ergebnisse	32
3.1.1 Ergebnisse der Wasserdampfdestillation	33
3.1.2 Ergebnisse der Mikrodestillation	41
3.1.3 Ergebnisse der Verdünnungsmethode	46
3.1.4 Ergebnisse der Headspace-Technik	47
3.1.5 Ergebnisse der Extraktionsmethode	55
4. Diskussion	56
5 Zusammenfassung	61
6 Abstract	62

<i>I. Anhang</i>	63
I.I. Abkürzungen	63
I.II. Literaturverzeichnis	64

1. Einleitung

1.1 Ätherisches Öl

1.1.1 Allgemeines

Ein ätherisches Öl ist ein lipophiles, flüchtiges und stark lichtbrechendes Produkt mit wahrnehmbarem Geruch (1, 2). In der Regel sind ätherische Öle meist farblos oder gelblich (Ausnahme ist zb. das blaue Kamillenöl). Sie bestehen aus 50 oder mehreren Einzelbestandteilen, wobei nur einige wenige Substanzen dominieren. Die Hauptgruppen sind Monoterpene, Sesquiterpene und Phenylpropane. Weitere Verbindungen sind Polyketid-Derivate, Paraffinkohlenwasserstoffe, Fettsäuren, Stickstoff- und Sauerstoffhaltige Verbindungen (1).

Bildungs- und Speicherorte des ätherischen Öls sind entweder Absonderungsidoblasten und -gewebe (Ölzellen in Blätter oder Blüten, Lysigene Exkretbehälter nach Auflösung der Zellwände) oder Drüsenzellen und -gewebe (Drüenschuppen, Drüsenhaare, Schizogene Sekretbehälter, die durch Ausweichen von Drüsenzellen entstehen) (1).

1.1.2 Gewinnung

Das Abtrennen des ätherischen Öls aus der zerkleinerten Droge erfolgt laut europäischen Arzneibuches (Ph.Eur) durch Wasserdampfdestillation in einer Rücklaufdestillationsapparatur (Abb. 1) (2). Das Ph.Eur gibt hierbei einen Mindestgehalt an ätherischem Öl an, dass in der Pflanze enthalten sein sollte. Diese Gehaltsangaben erfolgen in ml/kg (1, 2).

Weitere Methoden zur Gewinnung des ätherischen Öls ist die Extraktion mit organischen, leicht flüchtigen Lösungsmittel (zB: PE 50 °C) oder die Mechanische Behandlung (1, 2). Die Mechanische Behandlung wird vorallem bei Früchten der Citrus-Gattung angewendet, um das Öl aus der Fruchtschale zu gewinnen (2).

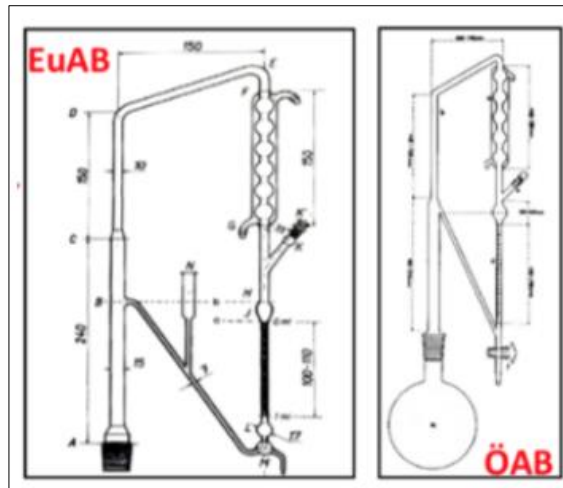


Abb. 1 Rücklaufdestillationsapparat des europäischen Arzneibuches (Ph.Eur) und des österreichischen Arzneibuches (ÖAB) (1).

1.1.3 Pharmakokinetik

Ätherische Öle werden oral, inhalativ, oder topisch verabreicht. Aufgrund ihres lipophilen Verhaltens werden sie rasch resorbiert und zum Teil unverändert über die Niere und Atemwege ausgeschieden (1).

1.1.4 Wirkungen und Anwendungsgebiete

Ätherische Öle haben durch ihre unterschiedlichen Wirkungen ein großes Anwendungsspektrum. Sie wirken unter anderem antibakteriell, antimykotisch und viruzid. Durch ihre örtliche Reizwirkung auf der Haut wirken sie hyperämsierend, wodurch ein Wärmegefühl hervorgerufen wird. Sie wirken innerlich reizend auf die Schleimhäute des Mundes und Magen-Darm-Traktes, wodurch die Ausschüttung der Magen-, Galle- und Pankresflüssigkeit gesteigert wird. Inhalativ wirken ätherische Öle ebenfalls reizend auf die dortigen Schleimhäute der Atemwege; dadurch wird die Vermehrung der Tracheobronchialsekretion induziert. Durch die Reizwirkung der ätherischen Öle auf die Chemorezeptoren wirken sie beruhigend, weshalb ätherische Öle in der Aromatherapie einen hohen Stellenwert besitzen (1).

Durch ihre Wirkungen ergeben sich mehrere unterschiedliche Anwendungsgebiete.

Ätherische Öle werden eingesetzt als Expectorantia, Rhinologica, Aquaretika und Diuretika, Antiseptika (Mundpflege- und Gurgelmittel) und Desinfizientia, Antiphlogistika, Stomachika, Cholagoga, Carminativa, Spasmolytica, Nervina, und Sedativa, Kreislaufanregend, Gewürze und Kosmetika (1).

1.1.5 Nebenwirkungen

Natürlich besitzen ätherische Öle auch Nebenwirkungen und können nicht unbedenklich angewandt werden. Sie können bei Überdosierung starke unerwünschte Wirkungen wie zum Beispiel Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Kopfschmerzen, Schwindel, Atemlähmung, Kontaktdermatitiden durch Zersetzungsprodukte, Leberschädigung, Albuminurie und Hämaturie hervorrufen (1).

Ätherische Öle werden häufig missbrauchlich als Abortivum verwendet, da sie eine Hyperämie der Gebärmutter als auch eine Stoffwechsel- und Gefäßschädigungen des Fötus hervorrufen. Deshalb wird in der Schwangerschaft von der Verwendung abgeraten (1).

1.2 Die Echte Kamille

Steckbrief von Echte Kamille

Name (dt.)	Echte Kamille
Name (lat.)	<i>Matricaria chamomilla</i> L. = <i>Matricaria recutita</i> L.
Arzneidroge (dt.)	Kamillenblüten/ Kamillenfluidextrakt/ Kamillenöl
Arzneidroge (lat.)	Matricariae flos/ Matricariae extractum fluidum/ Matricariae aetheroleum
Familie	Asteraceae (Korbblütler)
Erntezeitpunkt	Mai

Wirkungen	Entzündungshemmend, spasmolytisch, antimikrobiell, anxiolytisch. wundheilungsfördernd, antioxidativ, antidepressiv, antidiarrheal, antidabetischen, leberprotektiv
Anwendung	<u>innerlich in Form von Teeaufgüssen bei:</u> Magen- und Darmbeschwerden. Besonders bei Durchfall mit krampfartigen Bauchschmerzen, Reizdarmsyndrom <u>äußerlich bei:</u> Entzündungen der Schleimhäute, der Mundhöhle oder des Zahnfleisches sowie bei Hauterkrankungen
Inhaltsstoffe	- Flavonoide: Apigenin, Apigenin-7-O-Glycoside, Quercetin, Luteolin, Luteolin-7-O-Glucosid - Phenolcarbonsäure: Kaffeesäure, Chlorogensäure - Cumarin - Ätherische Öle: (-)-a-Bisabolol, Farnesen, Chamazulen

1.2.1 Beschreibung

Die Echte Kamille (*Matricaria recutita* L.) gilt als eine altbekannte Heilpflanze, deren getrocknete Blütenköpfe (*Matricariae flos*) als Arzneimittel verwendet werden (3).

Sie zählt zur Familie der Korbblütler (*Asteraceae*) und ist mit anderen bekannten Arzneipflanzen aus der Familie der *Asteraceae* wie zum Beispiel dem Löwenzahn, der Ringelblume oder dem Beifuß verwandt (4-7).

Matricaria recutita ist eine einjährige Pflanze mit aufrechtem, verzweigtem Stängel. Ihre schmalen aromatischen Blätter sind zwei- bis dreifach gefiedert und stehen einzeln an den Enden der verzweigten Sprossspitzen (8). Sie besitzt ein hohles, kegelförmiges Blütenköpfchen mit weißen langen Zungeblüten und vielen gelben, kurzen Röhrenblüten, das sich von der Römischen Kamille sowie anderen minderwertigen Kamillensorten unterscheidet (8-10).

1.2.2 Inhaltsstoffe

Die chemischen Inhaltsstoffe dieser Pflanze sind:

- Ätherische Öle (laut Ph.Eur mind. $4 \text{ ml} \times \text{kg}^{-1}$ blaues Öl): Bisaboloide (0–50%), Guajanolide (die Proazulene Matricin und Matricarin, die nur in der Droge und nicht im ätherischen Öl enthalten sind) sowie die durch Wasserdampfdestillation resultierenden Azulene (2–18%, überwiegend blaues Chamazulen), Spathulenol (etwa 1%), Spiroether (20–30%)
- Flavonoide bis zu 6%: hauptsächlich Apigenin und Apigenin-7-O-glucosid (min. 0,25%), Quercetin- und Luteolinglykosiden sowie methoxylierten, lipophilen Flavonoiden
- Phenolcarbonsäure: Kaffeesäure, Vanillinsäure, Syringasäure
- Cumarin: Umbelliferon, 7-Hydroxycumarin und Herniarin (7-Methoxycumarin) 0,01–0,08%
- Polysaccharide
- Lipide, Phytosterole, Cholin, Aminosäuren, mineralische Bestandteile (11).

1.2.3 Wirkung und Anwendungsgebiete

Die Echte Kamille wird seit Jahrtausenden bei verschiedensten Beschwerden eingesetzt. Die positiven Effekte konnten in zahlreichen wissenschaftlichen Studien nachgewiesen werden (9, 10).

Ergebnisse einer Studie aus dem Jahr 2016 bestätigen die Vermutung, dass die Arzneipflanze häufig aufgrund ihrer antioxidativen, antimikrobiellen (antiparasitär, antibakteriell, antiviral), antidepressiven, antidiarrhealen, und antiinflammatorischen Wirkung angewandt wurde. Zudem wirkt sie bei der Angiogenese, hat osteoblastische Aktivitäten, wirkt leberprotektiv und besitzt antidabetische Eigenschaften.

Neben diesen Eigenschaften besitzt sie auch eine protektive Wirkung bei Gonarthrit, Colitis ulcerosa, beim Prämenstruellen Syndrom als auch im Bereich gastrointestinaler Krankheiten (10).

Durch den in der Kamillenblüte (*Matricariae flos*) enthaltenen Wirkstoff, Bisabolol wird die Magenschleimhaut geschützt, weshalb man von einer ulkusprotektiven Wirkung der echten Kamille spricht. Die spasmolytische (krampflösende) Wirkung lässt sich auf das Flavonoid Apigenin zurückführen. Es eignet sich hierdurch auch zur Behandlung bei einem Reizdarm-Syndrom und bei krampfartigen Schmerzen im

Bereich des Magen-Darmtrakts. Bisabolol zeichnet sich zudem durch seine Hemmung der Pepsinsekretion im Magen aus. Zusätzlich wird durch den Wirkstoff die Synthese magenprotektiver endogener Prostaglandine gefördert (9, 10).

Folgende Anwendungsgebiete werden von der Kommission E und von European Scientific Cooperative on Phytotherapy (ESCOP) angeführt:

- innerliche Anwendung: gastrointestinale Spasmen und entzündliche Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes
- äußerlich Anwendung: Haut- und Schleimhautentzündungen sowie bakterielle Hauterkrankungen inklusive Erkrankungen der Mundhöhle und des Zahnfleisches; Erkrankungen im Anal- und Genitalbereich (Bäder und Spülungen); entzündliche Erkrankungen und Reizzustände der Luftwege (Inhalationen) (11).

1.2.4 Nebenwirkungen

Ein Auftreten von Kontaktallergien durch die Echte Kamille sind sehr selten, jedoch kommt es durch den zunehmenden Import aus Argentinien zu vermehrten Verfälschungen (speziell durch *Anthemis cotula*, Stink-Hundskamille), die eine Zunahme von Kamillenallergien mit sich ziehen (11).

1.3 Der Salbei

Steckbrief von Echter Salbei

Name (dt.)	Echter Salbei
Name (lat.)	<i>Salvia officinalis</i> L
Arzneidroge (dt)	Salbeiblätter/ Salbeiöl/ Dalmatinische Salbeiöle
Arzneidroge (lat.)	Salviae officinalis folium/ Salviae aetheroleum/ Salviae officinalis aetherolea
Familie	Lamiaceae (Lippenblütler)

Erntezeitpunkt	Mai - Juli
Wirkungen	antiviral, entzündungshemmend, adstringierend, antioxidativ, antiproliferative, neuroprotektiv
Anwendung	<u>Äußerlich:</u> Entzündungen im Mund- und <u>Innerlich:</u> Verdauungsstörung, Blähungen, Entzündungen der Darmschleimhaut, Durchfällen
Inhaltsstoffe	- Ätherisches Öl: (-)-α-Thujon und (+)-β-Thujon), Campher , Cineol, α-Pinen, Borneol, Bornylacetat, Viridiflorol, Humulen, α- und β-Caryophyllen, Caryophyllenepoxid, - Lamiaceengerbstoffe: Rosmarinsäure - Bitterstoffe: Carnosol - Flavonoide - Phenolglykoside - Triterpene: Ursol-, Oleanolsäure

1.3.1 Beschreibung

Als eines der ältesten Heilpflanzen gilt der Salbei (*Salvia, salvare = heilen*). Er gehört zur Familie der Lamiaceae (Lippenblütler) und war ursprünglich im Mittelmeerraum heimisch (11, 12). Er wächst als Halbstrauch, wird bis zu 80cm groß, besitzt aromatische Pflanzenteile und blüht von Mai bis Juli auf (12).

Die verschiedenen Arten des Salbeis:

1. Der Echte Salbei (*Salvia officinalis* L.) liefert die Salbeiblätter (*Salviae officinalis folium*) und das daraus destillierte Salbeiöl (*Salviae aetheroleum*) bzw. Dalmatinische Salbeiöle (*Salviae officinalis aetherolea*).
2. Der griechische Salbei (*Salvia fruticosa* Mill., Synonym: *Salvia triloba* L. fil.) liefert den Dreilappigen Salbei (*Salviae trilobae folium*) sowie das Griechische Salbeiöl (*Salviae fruticosae aetheroleum*).

3. Der spanische Salbei (*Salvia lavandulifolia* Vahl) liefert das Spanische Salbeiöl (*Salviae lavandulifoliae aetheroleum*).
4. Der Muskatellersalbei (*Salvia sclarea* L.) liefert das Muskatellersalbeiöl (*Salviae sclareae aetheroleum*) (11).

1.3.2 Inhaltsstoffe

Je nach Art besitzt der Salbei eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung.

Die Inhaltsstoffe des Echten Salbeis sind folgende:

- Ätherisches Öl (Ph.Eur. mind. 1,5% [Ganzdroge], bzw. mind. 1,0% [geschnittene Droge]: 35-60% Thujone (Gemisch aus (-) - α -Thujon und (+) - β -Thujon), 20-35% Campher, 6-15% 1,8-Cineol, α -Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol (bis zu 9%), α -Humulen, β -Caryophyllen und Caryophyllenepoxid
- Lamiaceengerbstoffe: 2-6%, Rosmarinsäure und verschiedene Rosmarinsäurederivate, u. a. Salvianolsäure K und L, Sagerininsäure, Melitrinsäure A, Methylmelitrinsäure A, Sagecumarin
- Bitterstoffe (Diterpene): Carnosol (= Pikrosalvin, entsteht beim Trocknen aus Carnosolsäure), Rosmanol, Safficinolid
- Flavonoide: 1-3%, Luteolin- und Apigeninderivate sowie Glycosylflavone
- Phenolglykoside: Caffeoyl-fructosylglucosid, Caffeoyl-apiosylglucosid,
- Triterpene: Ursol-, Oleanolsäure (1, 11).

Die zwei officinellen Salbeiarten, Echter und Dreilappiger Salbei, enthalten α - und β -Thujon, 1,8-Cineol und Campher in unterschiedlichem Mengenverhältnis (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Unterschiedliche Mengenverhältnisse der Inhaltsstoffe Tujon, 1,8-Cineol, Campher, Borneol und Carnosol zwischen den Salbeiarten (*S.officinalis*, *S. lavandulifolia*, *S.fruticos*) (1)

Inhaltsstoffe	<i>S.officinalis</i>	<i>S.lavandulifolia</i>	<i>S.fruticos</i>
α -Thujon	35-60%	max. 0,5%	5-6%
1,8-Cineol	6-15%	10-30,5%	40-60%
Campher	20-35%	11-36%	bis 25%
Borneol	6-15%	1-7%	ca. 0,35%
Carnosol	bis 0,4%	-	ca. 0,20%

1.3.3 Wirkungen und Anwendungsgebiete

Die geschnittene Droge findet Verwendung in Form des Filterteebeutels und dient zur Herstellung des Salbeitees (Infus). Das Infus wird in weiterer Folge als Gurgelflüssigkeit und zur Mundspülung verwendet. Aus Salbei der verschiedenen Arten werden die entsprechenden Öle destilliert. Die Verwendung der Öle liegt in der Herstellung von Parfüms mit herber Gewürznote und von Mundwässern (11). Unterschiedliche Extrakte wie Fluidextrakt, Dickextrakt und Sprühtrockenextrakt als auch Tinkturen (*Salviae tinctura*) werden aus Salbeiblättern verarbeitet. Fluidextrakte werden in Gele eingearbeitet, diese werden zumeist auf entzündliche Stellen im Bereich des Zahnfleisches und Gaumens verwendet (11).

Schon in der Antike wurde Salbei als Fiebermittel und Zahnreinigungsmittel verwendet. In der Volksmedizin wird Salbei neben den genannten Anwendungen als Gurgelmittel bei Angina und Kehlkopfentzündungen, bei Erkrankungen der Harnorgane, als stopfendes Mittel, als Gallenmittel, bei Kopfschmerzen, Nachtschweiß und Koliken angewandt (11).

Auch heutzutage wird der Salbei aufgrund seiner antiviralen, entzündungshemmenden und adstringierenden Wirkung verwendet. Deshalb wird er äußerlich in Form von Spülung bei Entzündungen im Mund- und Rachenraum sowie innerlich als Teegetränk bei Verdauungsstörungen, Blähungen, Entzündungen der Darmschleimhaut und bei Durchfällen eingesetzt (8, 12).

Zusätzlich hat der Salbei durch seine phenolischen Substanzen (Carnosolsäure, Carnosol, Rosmarinsäure und Rosmarinsäurederivate) eine starke antioxidative Wirkung, was zur besseren Haltbarkeit von Nahrungsmitteln und Gewürzmischungen beiträgt (11). Neben der genannten Wirkung, haben Carnosolsäure und Carnosol einen antioxidativen, entzündungshemmenden, antiproliferativen und neuroprotektiven Effekt (13).

Studien zeigten, dass Salbeiöl *in vitro* und *in vivo* zu einer Hemmung der Acetylcholinesterase führt und somit bei jungen Probanden die Stimmung und die kognitive Leistungsfähigkeit verbesserte (14). Weitere Forschungsergebnisse zeigten zudem, dass Salbei nicht nur die kognitive Leistung von gesunden Probanden verbesserte, sondern auch bei Patienten mit kognitiver Beeinträchtigung oder Demenz zu einer Verbesserung führte (12, 15, 16).

Durch die Aktivierung von Muskarin- und Nikotinrezeptoren, durch Pilocarpin beziehungsweise Nikotin, wurde die gedächtnisfördernde Wirkung von Salbei verstärkt. Wiederum zeigte sich, dass der Effekt durch die Blockade von Muskarin- und Nikotinrezeptoren durch Scopolamin beziehungsweise Mecamylamin abgeschwächt wurde (12, 15, 16).

Darüber hinaus wurde berichtet, dass Salbei die Acetylcholinesterase-Aktivität hemmt. Durch diese Wirkung könnte möglicherweise auch das Absinken des Acetylcholin-Spiegels im Gehirn von Alzheimer-Kranken verhindert werden. Bis zum heutigen Zeitpunkt zählen Hemmer der Acetylcholinesterase zu den führenden Wirkstoffen gegen Morbus Alzheimer. Der Salbei gilt hier als eine vielversprechende Quelle für die Entwicklung von neuen Therapeutika (12, 15, 16).

1.3.4 Nebenwirkungen

Nebenwirkungen sind selten, da nur geringe Dosen an Öl in den phytotherapeutischen Mitteln enthalten sind. Missbräuchliche Verwendung des ätherischen Öls und das darin enthaltene Thujon kann jedoch zu Vergiftungserscheinungen, wie Benommenheit, Schwindel oder Kopfschmerzen, führen (11).

1.4 Arbeitshypothese

Da sich im Rahmen der zunehmenden Globalisierung die Anzahl an Produkten, die Arzneipflanzenteile oder –extrakte enthalten, laufend erweitert und somit auch aus Regionen ohne strengen Qualitätsstandards hierorts in Umlauf gebracht werden können, ergibt sich der Bedarf an kontrollierter Nachprüfung und Recherche.

Da die protektive Wirkung der Kamille und des Salbeis allseits bekannt ist, werden diese nicht nur in Apotheken, sondern auch in Supermärkten verkauft. Inwieweit die Präparate gültige Standards einhalten und einen therapeutischen Effekt erzielen können, gilt es zu hinterfragen.

Die Vielfalt an Produkten führte zu folgenden Fragestellungen:

1. Sind in den gekauften Produkten, ätherische Öl Komponente der Kamille bzw. von Salbei nachweisbar?
2. Entsprechen die Präparate der geforderten Qualität laut europäischen Arzneibuches (PhEur.) bzw. laut Lebensmittelkodex?
3. Gibt es inhaltliche Unterschiede zwischen den Produkten aus der Apotheke und den Produkten aus dem Supermarkt?
4. Gibt es andere Methoden zur Gewinnung des ätherischen Öls, die mit der im Ph.Eur angeführten Wasserdampfdestillation, vergleichbar sind?

2. Material und Methoden

2.1 Material

Die zu untersuchenden Präparate wurden teilweise aus der Apotheke und teilweise aus dem Supermarkt gekauft.

Bei den Präparaten handelt es sich um Teepräparate und reine ätherische Öle (siehe Tabelle 2 und 3).

Tabelle 2: Kamille haltige Produkte

Probe	Produkt	Herkunft	Art
1	Alnatura Kamillen Tee	S*	Fest, trocken, Teebeutel
2	Milford Kamillen Tee	S*	Fest, trocken, Teebeutel
3	Teekanne FixMille	S*	Fest. trocken, Teebeutel
4	Willi Dungl Bio-Tee Kamille	S*	Fest, trocken, Teebeutel
5	Sidroga Kamillenblütentee	A**	Fest, trocken, Teebeutel
6	Dr. Kottas Kamillenblütentee	A**	Fest, trocken, Teebeutel

* Supermarkt (S)

** Apotheke (A)

Tabelle 3: Salbei haltige Produkte

Probe	Produkt	Herkunft	Art
7	Alnatura Salbei Tee	S	Fest, trocken, Teebeutel
8	Teekanne Kräutergarten Gartensalbei	S	Fest, trocken, Teebeutel
9	Sidroga Salbeitee	A	Fest. trocken, Teebeutel
10	Dr. Kottas Salbeitee	A	Fest, trocken, Teebeutel
11	PRIMAVERA Salbei Bio	A	Flüssige Ware
12	Salbei 100% ätherisches Öl Apotheker Bauer und Cie. oHG	A	Flüssige Ware
13	Bombastus Salbeiöl	A	Flüssige Ware

Die Produktbeschreibungen der untersuchten Präparate wurden aus den Packungsbeilagen sowie der Verpackung der jeweiligen Produkte entnommen.

2.1.1 Alnatura Kamillen Tee ®

Produktinformation: Für diesen besonders milden Alnatura Tee werden die Blüten der Kamille verwendet.

Zutaten: Kamille aus biodynamischem Landbau.

Herkunft: Ägypten.

Zubereitung: Pro Tasse einen Aufgussbeutel mit sprudelnd kochendem Wasser übergießen und 8-10 Minuten ziehen lassen.

2.1.2 Milford Kamillen Tee ®

Zutaten: Kamille

Zubereitung: Pro Tasse mindestens 1 Teebeutel, mit frischem, sprudelnd kochendem Wasser aufgießen, 6 Minuten ziehen lassen und genießen!

2.1.3 Teekanne FixMille ®

Beschreibung: Die strahlend gelben Kamillenköpfchen versprühen mit ihrem blumigen Duft einen Hauch von Sommerfrische. Durch ihren angenehm milden Geschmack verwöhnen diese kleinen Wunder der Natur zudem Ihren Gaumen. Der Kamille werden schon seit Jahrhunderten wohltuende Eigenschaften zugeschrieben. Sie beruhigt den Magen und hilft Ihnen gleichzeitig dabei, sich zu entspannen. Tauchen Sie ein in die wunderbare Welt der Kamille und lassen Sie sich durch eine Tasse TEEKANNE FixMille verzaubern.

Zubereitung: Teebeutel unbedingt mit frischem, sprudelnd kochendem Wasser aufgießen (200ml) und 5-8 Minuten ziehen lassen. Wir empfehlen 1 Teebeutel pro Tasse TEEKANNE FixMille. Süßen nach Belieben.

Ziehzeit: 5 - 8 Minuten

2.1.4 Willi Dungl Bio-Tee Kamille ®

Beschreibung: Dieser Tee passt zu jeder Jahreszeit. Der Aufguss der Kamille beruhigt und ist besonders sanft zum Magen, während der köstlich milde und aromatische Geschmack die Sinne verwöhnt. Traditioneller und herrlicher Teegenuss.

Zubereitung: Gießen Sie den Tee mit 100° C heißem Wasser auf und lassen diesen dann 5 Minuten ziehen.

Hinweis: Das heiße Wasser nicht direkt auf den Beutel gießen, denn durch das plötzliche Aufquellen des Tees könnte der Teebeutel platzen.

Zutaten: Kamille aus kontrolliert biologischem Anbau.

2.1.5 Sidroga Kamillenblütentee ®

Produktinformation: Sidroga Kamillenblütentee ist ein traditionelles, pflanzliches Arzneimittel zur Anwendung bei Krämpfen und entzündlichen Erkrankungen im Magen-Darm-Bereich, bei leichten Entzündungen der Mund- und Rachenschleimhaut und bei leichten Reizungen der oberen Luftwege. Die Anwendung dieses traditionellen pflanzlichen Arzneimittels in den genannten Anwendungsgebieten beruht ausschließlich auf langjähriger Verwendung.

Wirkstoff: Kamillenblüten

1 Filterbeutel enthält 1,5g Kamillenblüten

Art der Anwendung: Zum Trinken, Spülen, Gurgeln oder Inhalieren nach Bereitung eines Teeaufgusses.

2.1.6 Dr. Kottas Kamillenblütentee ®

Produktinformation: DR. KOTTAS Kamillenblütentee ist ein traditionelles pflanzliches Arzneimittel zur Anwendung bei Krämpfen und entzündlichen Erkrankungen im Magen-Darm-Bereich, bei leichten Entzündungen der Mund- und Rachenschleimhaut, bei leichten Reizungen der oberen Luftwege, zur Unterstützung der Heilung kleinflächiger oberflächlicher Hautentzündungen und als unterstützende Maßnahme bei Erkrankungen im Anal- (Analfissuren, Hämorrhoiden) und Genitalbereich.

Wirkstoff: Kamillenblüten (Matricariae flos).

Der Arzneitee ist in 20 Doppelkammerfilterbeutel zu 1,0 g abgepackt, gebrauchsfertig dosiert, inhaltsstoffe- und aromageschützt.

2.1.7 Alnatura Salbei Tee ®

Produktinformation: Die Salbeiblätter zeichnen sich durch einen intensiv aromatischen Geschmack aus und verleihen diesem Tee die besondere Würze.

Zutaten: Salbei aus biologischer Landwirtschaft

Herkunft: Osteuropa

Zubereitung: Pro Tasse einen Aufgussbeutel mit sprudelnd kochendem Wasser übergießen und 8-10 Minuten ziehen lassen.

2.1.8 Teekanne Kräutergarten Gartensalbei

Produktinformation: Unverkennbar ragen die dunkelblau-violetten Blüten des Salbeis in den Himmel und bieten schon von weitem einen wunderschönen Anblick. Bei näherer Betrachtung wird man durch den silbrigen Schimmer der Blätter sowie deren ausströmenden aromatischen Duft verzaubert. Durch den wunderbar würzigen Geschmack einer Tasse TEEKANNE Kräutergarten® Bio Gartensalbei aus biologischer Landwirtschaft verwöhnen Sie zudem Ihren Gaumen. Denn bei TEEKANNE schaffen es nur die Besten in den Tee!

Zubereitung: Teebeutel unbedingt mit frischem, sprudelnd kochendem Wasser aufgießen (200ml) und 5 Minuten ziehen lassen. Wir empfehlen 1 Teebeutel pro Tasse TEEKANNE Gartensalbei.

Zutaten: Salbei aus 100% kontrolliert biologischer Landwirtschaft

Inhalt: 20 Doppelkammerbeutel à 1,5 g

2.1.9 Sidroga Salbeitee ®

Produktinformation: Sidroga Salbeitee ist ein traditionelles pflanzliches Arzneimittel zur Anwendung bei Erwachsenen und Jugendlichen ab 12 Jahren (bei leichten Verdauungsbeschwerden wie Sodbrennen und Blähungen, zur Linderung bei starkem Schwitzen) und bei Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern ab 6 Jahren (bei Entzündungen im Mund- und Rachenraum). Die Anwendung dieses traditionellen pflanzlichen Arzneimittels in den genannten Anwendungsgebieten beruht ausschließlich auf langjähriger Verwendung.

Wirkstoff: Salbeiblätter

Inhalt: 1 Filterbeutel enthält: 1,5 g Salbeiblätter.

Art der Anwendung: Zum Tinken oder Gurgel nach Bereitung eines Teeaufgusses.

2.1.10 Dr. Kottas Salbeitee ®

Produktinformation: DR. KOTTAS Salbeitee ist ein traditionelles pflanzliches Arzneimittel zur symptomatischen Behandlung bei leichten Verdauungsbeschwerden

wie Sodbrennen und Blähungen, zur Linderung bei starkem Schwitzen, zur symptomatischen Behandlung von Entzündungen im Mund- und Rachenraum, zur Unterstützung der Heilung kleinflächiger oberflächiger Hautentzündungen. Zur symptomatischen Behandlung bei leichten Verdauungsbeschwerden wie Sodbrennen und Blähungen, zur Linderung bei starkem Schwitzen. Wirkstoff: Salbeiblätter (Folium Salviae). Der Arzneitee ist in 20 Doppelkammerfilterbeuteln zu 1,6 g abgepackt, gebrauchsfertig dosiert, inhaltsstoff- und aromageschützt.

2.1.11 PRIMAVERA Salbei Bio ®

Duftprofil: krautig, würzig

Duftwirkung: vitalisierend

Duftnote: Kopfnote

Qualität: Bio, NATRUE Biokosmetik, vegan, tierversuchsfrei

Botanische Bezeichnung: *Salvia officinalis*

Inhaltsstoffe: *Salvia Officinalis* (Sage) Oil aus kontrolliert biologischem Anbau, Limonen natürliche Bestandteile des ätherischen Öls, Linalool natürliche Bestandteile des ätherischen Öls

Herkunft: Bosnien, Frankreich

Pflanzenteil: Kraut

Gewinnung: Wasserdampfdestillation

Anwendung: Kosmetikum zur Aromapflege der Haut. Max. 1 Tropfen in 50ml

PRIMAVERA Mandelöl bio mischen.

Nicht unverdünnt anwenden. Haut- und Schleimhautkontakt unverdünnt vermeiden.

2.1.12 Salbei 100% ätherisches Öl Apotheker Bauer & Cie. oHG

Produktbeschreibung: Natürlich enthaltene, potentiell allergisierende Inhaltsstoffe des ätherischen Öles: Citral Eugenol Geraniol Limonene Linalool Gefahr!

Kann beim Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.

Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Kann die Lunge schädigen. Kann allergische Hautreaktionen verursachen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Unter Verschluss aufbewahren.

Inhalt: 10ml *Salvia officinalis* 100% ätherisches Öl

2.1.13 Bombastus Salbeiöl ®

Salbeiöl ist ein vitalisierendes Duftöl. 100 % naturreine ätherische Öl.

Anwendung: Für krautig-würzige Dufterlebnisse werden bis zu 2 Tropfen Salbeiöl auf ca. 50 ml Wasser in die Duftlampe gegeben.

Zur Hautpflege wird 1 Tropfen Salbeiöl ins Waschwasser gegeben oder bis zu 2 Tropfen Salbeiöl werden mit ca. 50 ml Basisöl gemischt.

Zur Mundpflege wird 1 Tropfen Salbeiöl auf 1 Glas Wasser gegeben.

Inhaltsstoffe: *Salvia officinalis* oil, Geraniol*, Limonene*, Linalool*.

*Bestandteil im ätherischen Öl

Pflanzenteil: Kraut

Gewinnung: Wasserdampfdestillation

Note: Kopfnote

Duftbeschreibung: frisch-würzig, krautig, klar

Gefahr: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Nicht in der Schwangerschaft verwenden. Empfohlene Menge nicht überschreiten. Gefahr. Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. Kann allergische Hautreaktionen verursachen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann die Atemwege reizen.

2.2 Methoden

2.2.1 Probenvorbereitungen

Die Produkte wurden unterschiedlichen Probenvorbereitungen unterzogen und anschließend mit chromatographischen Methoden analysiert.

2.2.1.1 Wasserdampfdestillation (Proben 1-10)

Als erste Methode zur Gewinnung des ätherischen Öls aus Teedrogen wurde die übliche Wasserdampfdestillation aus dem europäischen Arzneibuch (Ph.Eur) angewandt.

20g Droge, aus Teebeuteln, wurden mit 500ml Aqua destillata (Aqu.dest.) in einen 1000 ml Rundkolben zwei Stunden unter Rückfluss destilliert. Mit Hilfe einer Heizhaube konnte sich das flüchtige ätherische Öl von der Teedroge abtrennen und

sich durch Kondensation in der „Olive“ der Wasserdampfdestillationsapparatur sammeln (siehe Abb.2).

Als Hilfsphase wurde 0,2 ml Xylol mit einer Messpipette hinzugefügt, welches sich ebenfalls in der Olive befand. Dies diente zur Bindung des ätherischen Öls und verhinderte dessen Verflüchtigung.

Nach dem Destillationsprozess wurde die Heizhaube abgeschaltet und die Apparatur zum Abkühlen stengelassen. Anschließend wurde das gewonnene ätherische Öl in der Messskala abgelesen. Das Öl wurde in einer Epruvette aufgefangen und mit einer Spatelspitze Natriumsulfat (NaSO_4) versetzt. Dies diente zur Entfernung des ungewollten Wassers im ätherischen Öl.

Danach wurde das reine ätherische Öl 1:100 mit einem internen Standard (0,02g Hexadecan in 100ml Xylol) verdünnt. Der interne Standard, ein organisches Lösungsmittel, diente als Vergleichsubstanz.

Die Proben wurden bis zur chromatographischen Messung kühl gestellt (Tiefkühlschrank).

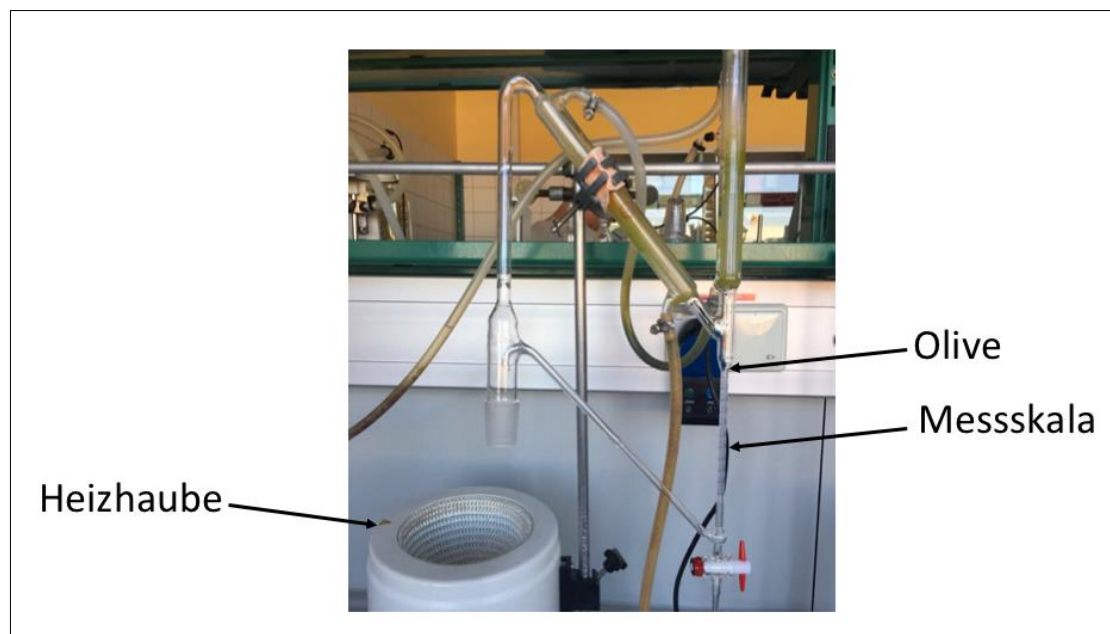


Abb. 2: Wasserdampfdestillation im Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe

2.2.1.2 Mikrodestillation (Proben 1-10)

Die Mikrodestillation ist keine im Ph.Eur angeführte Methode, um den Anteil an ätherischem Öl aus trockenen und festen Produkten zu trennen. Jedoch hat sie einige Vorteile gegenüber der Wasserdampfdestillation: zum einen benötigt sie wesentlich weniger Probenmaterial und zum anderen kann man sechs Proben gleichzeitig destillieren. Das zieht einen deutlich geringeren Zeitaufwand als bei der Wasserdampfdestillation nach sich.

Im Wesentlichen ist die Mikrodestillation aus zwei Gefäßen aufgebaut. Diese sind ein Probengefäß und ein Auffanggefäß, welche über eine dünne Kapillare miteinander verbunden sind. Die Kapillare entspricht der Säule in der Gaschromatographie jedoch ohne Beschichtung.

Im Probengefäß befanden sich 0,1g-0,4g Drogematerial, 10ml Aqu. Dest., 300µl interne Standard (Hexadecan in Hexan 0,2mg/ml) und eine Siedefritte. Im Auffanggefäß wurden 1ml Aqu. dest. und 0,5g Natriumchlorid (NaCl) abgefüllt, um eine bessere Lösung der lipophilen Bestandteile in der organischen Phase zu erlangen. Durch das Erhitzen des Probengefäßes verflüchtigten die ätherischen Öl Komponenten zusammen mit der Hexanphase über die Kapillare in das Auffanggefäß. Das Auffanggefäß wurde kühl gehalten, um ein Kondensieren der ätherischen Öle zu ermöglichen. Am Ende der Destillation ertönte ein akustisches Signal. Nach der zirka einstündigen Destillationszeit wurde die Kapillare rasch aus den Probengefäßen gezogen, um ein Zurückziehen der Probe durch das Abkühlen zu verhindern. Im Auffanggefäß wurde Aqu. dest. hinzugefügt, sodass die Hexanphase in die Verengung kam. Die Hexanphase mit dem darin gelösten ätherischen Öl wurde vorsichtig abpipetiert und in ein Gaschromatographie-Vial (GC-Vials) abgefüllt. Die Proben wurden bis zur chromatographischen Messung kühl gestellt (Tiefkühlschrank).

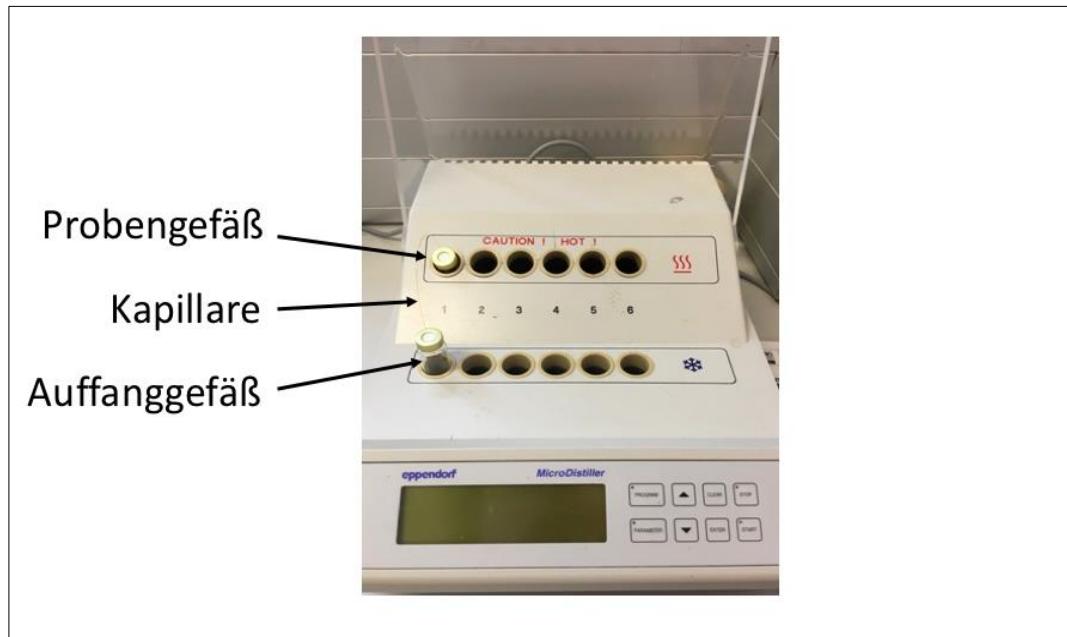


Abb. 3: Mikrodestillation im Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe

2.2.1.3 Verdünnung (Proben 11-13)

Die reinen ätherischen Öl Produkte aus der Apotheke wurden direkt in GC-Vials mit demselben internen Standard 1:100 (0,02g Hexadecan in 100ml Hexan) verdünnt und anschließend ausgewertet. Die Proben wurden bis zur chromatographischen Messung kühl gestellt (Tiefkühlschrank).

2.2.1.4 Headspace-Festphasenmikroextraktion (Kopf- bzw. Dampfraum HS-SPME) - Technik (Probe 1-13)

Die Headspace -Festphasenmikroextraktion Technik ist eine weitere elegante Möglichkeit, um flüchtige Bestandteile von der nicht oder nur schwer flüchtigen Matrix abzutrennen.

Von den Tee-Präparaten wurden 100 mg Probensubstanz in GC-Vials eingewogen und mit 10µl internen Standard (0,4mg/ml Cyclododecanon in Methanol) auf ein Filterpapier versetzt. Das Filterpapier soll dazu dienen, dass das Probenmaterial in den Vials nicht herumgewirbelt wird.

Die flüssigen Präparate (Probe 11-13) wurden zuerst 1:100 mit Hexan verdünnt und anschließend wurden 10µl des Gemisches mit 10µl internen Standard (0,4mg/ml Cyclododecanon in Methanol) in GC-Vials abgefüllt. In dem Dampfraum über der

Probe stellt sich bei erhöhten Temperaturen (50° bei salbeihaltigen Proben und 80° bei kamillehaltigen Proben) ein Gleichgewicht der flüchtigen Bestandteile zwischen Gasraum und Probe ein. Eine beschichtete Faser wird für eine halbe Stunde dem erwärmten Dampfraum ausgesetzt. Während dieser Inkubationszeit adsorbieren die flüchtigen Komponenten an der Faser, die dann direkt in den Einspritzblock des Gaschromatographen eingeführt werden kann. Durch die hohe Temperatur des Einspritzblockes werden die flüchtigen Komponenten von der Faser desorbiert und direkt auf die Trennsäule aufgetragen. Die dabei verwendeten Einstellungen werden weiter unten angegeben.

Der wesentliche Vorteil, den diese Methode verspricht, ist der geringe Zeitaufwand, den man in die Probenvorbereitung investiert.

2.2.1.5 Extraktion von Pflanzenproben mit Dichlormethan (Proben 2 und 4)

Die Extraktionsmethode stellte ein weiteres Verfahren dar.

50-100mg genau abgewogenes Pflanzenmaterial wurde in eine Eprovette eingewogen und mit 1,5ml Dichlormethan (DCM, CH_2Cl_2) (inklusive internem Standard Hexadecan) versetzt. Die Eprovette wurde gut verschlossen und für 30 Minuten im Ultraschallbad bei Raumtemperatur, ohne Kühlung extrahiert.

Danach wurde der Überstand mit einer mit Watte umwickelten Pasteurpipette abgehoben und in ein GC-Vial übergeführt.

Die Proben wurden bis zur chromatographischen Messung kühl gestellt (Tiefkühlschrank).

2.2.2 Gaschromatographie

2.2.2.1 Allgemeines

Die Gaschromatographie ist eine Analysemethode zur Auftrennung eines Gemisches in seine einzelnen Bestandteile. Sie dient unter anderem zur Bestimmung der Zusammensetzung von ätherischen Ölen, Prüfung auf Reinheit und chirale Reinheit bei ätherischen Ölen. Die aufzutrennenden Substanzen müssen gasförmig sein oder sich in den gasförmigen Zustand überführen lassen (durch Derivatisierung) (17)

Im Allgemeinen besteht eine Chromatographie aus einer mobilen (beweglichen) und einer stationären (unbeweglichen) Phase. Bei der Gaschromatographie (GC) ist die

mobile Phase, ein chemisch inertes und hoch gereinigtes Trägergas (z.B.: He, N₂, H₂) und bei der Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) eine Flüssigkeit (Eluent). (17)

Die stationäre Phase kann ein Feststoff (Sorbens) oder eine Flüssigkeit (Trennflüssigkeit) sein, die auf einer Säule fixiert ist. Häufig werden gepackte Säulen in der Flüssigchromatographie und Kapillarsäulen in der Gaschromatographie verwendet. In der GC ist die stationäre Phase ein viskoser Flüssigkeitsfilm; entweder eine sehr unpolare Phase (z.B.: modifiziertes Polysiloxan) oder eine sehr polare Phase (z.B.: Polyethylenglykol). In der HPLC ist die stationäre Phase ein Feststoff. (17)

2.2.2.2 Vorgang

Nach Einspritzen der Probe in den Injektor (Probengeber), verdampfen die flüssigen Proben und werden vom Trägergas in die Trennsäule transportiert. Dort werden die einzelnen Komponenten unterschiedlich stark in der stationären Phase reversibel festgehalten. Je nach Stärke dieser Wechselwirkungen erscheinen die Bestandteile der Substanz zu verschiedenen Zeiten (den Retentionszeiten) am Ende der Trennsäule. Mit Hilfe eines Detektors werden die getrennten Substanzen analysiert und in Abhängigkeit ihrer Retentionszeit graphisch dargestellt. Als Detektoren wird ein Massenselektivedetektor (MSD) oder Flammenionisationsdetektor (FID) eingesetzt. Anhand der Fläche unterhalb des Peaks, kann man die Anteile der einzelnen Komponenten im Probengemisch ermitteln (17).

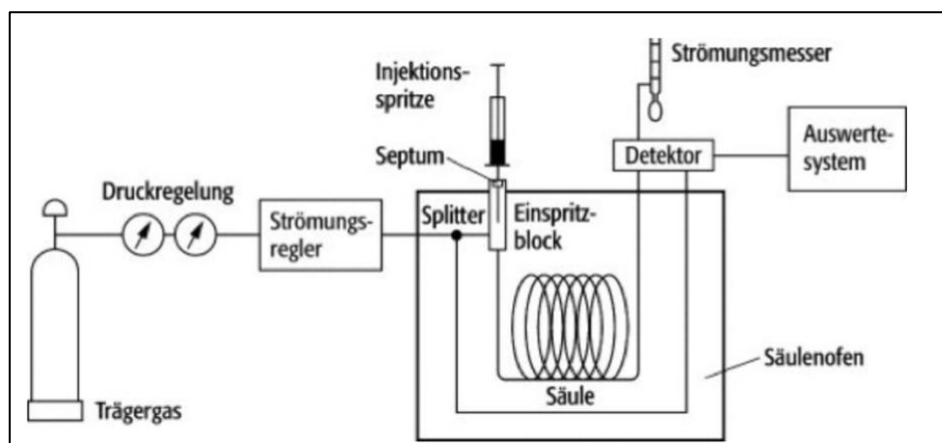


Abb. 4: Systematische Aufbau einer Gaschromatographie (17)

2.2.2.3 GC/MS-Parameter für flüssige Proben (Destillate und Extrakte)

Gerät:

- HP 6890 mit MSD 5972

Einspritzblock:

- Einspritzmenge 1,0 µl
- Temperatur 250°C
- Splitverhältnis 20:1

Trennung:

- Trennsäule HP-5Ms, 30m x 250µm x 0.25µm
- Trägergas Helium 1,3ml/min konstanten Durchfluss
- Ofenprogramm: 45°C 2 Minuten halten, danach mit 4°C/min auf 220°C, danach mit 15°C/min auf 280°C, 4 Minuten halten

Massenselektiverdetektor (MSD):

- Übergangsstück zum MSD 280°C
- Scanbereich M/Z 40 (low mass) bis M/Z 300 (high mass)
- MSD-Temperatur 177°C



Abb. 5: Gaschromatographie im Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe

2.2.2.4. GC/MS-Parameter für die SPME

Gerät:

- Agilent Technologies 7890A mit VL MSD 5975C

Probengeber:

- CTC-PAL
- Probengläser: 10 ml
- Faser: PDMS-DVB, polydimethylsiloxanedivinybenzene, Supelco
- Exposition der Faser: 30 Minuten bei 50° C für Salbei-Proben, 30 Minuten bei 80° C für Kamillen-Proben

Einspritzblock:

- Temperatur 250°C
- Splitverhältnis 10:1
- Desorbionsdauer: 5 Minuten

Trennung:

- Trennsäule HP-5Ms, 30m x 250µm x 0.25µm
- Trägergas Helium 1,3 ml/min konstanten Durchfluss
- Ofenprogramm: 50°C, 1 Minute halten, danach mit 5°C/min auf 220°C, danach mit 15°C/min auf 280°C, 4 Minuten halten
- Nach der Trennsäule Aufteilung des Gasstroms zu etwa gleichen Teilen zum MSD und zum FID

Massenselektiverdetektor (MSD):

- Übergangsstück zum MSD 280°C
- Scanbereich M/Z 40 (low mass) bis M/Z 400 (high mass)
- Verstärkung: Gain Factor 1,0
- MSD-Temperatur: Source 230° C, Quadrupol 150° C

Flammenionisationsdetektor (FID)

- Temperatur: 250° C
- Wasserstoff: 40 ml/Min
- Synthetische Luft: 400 ml/Min



Abb. 6: Gaschromatograph mit Probengeber für die SPME im Institut für Tierernährung und Funktionelle Pflanzenstoffe

2.2.3 Auswertung

Für die Auswertung der Chromatogramme wurde die Chemstation Software von Agilent Technologies herangezogen. Für die Identifizierung der Massenspektren der einzelnen Komponente, wurden die Spektrenbibliotheken NIST 08 und WILEY 275 verwendet. Zur Berechnung der Retentionszeiten der Komponenten, dienten die Retentionszeiten der homologen Alkane (C₈- C₂₀), die unter denselben Bedingungen analysiert wurden (18).

Mit der Annahme, dass alle Komponenten gleich empfindlich wie der interne Standard erfasst werden, erfolgt die quantitative Auswertung über den Totalionenstrom. Damit wurden die Gehaltsangaben für die identifizierten flüchtigen Komponenten errechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Gaschromatographische Ergebnisse

Zur Analyse der flüchtigen Inhaltsstoffe wurden verschiedene Versuche unternommen, um herauszufinden, wie sich die flüchtige Komponente aus den 13 Proben bestmöglichst extrahieren lassen.

Tabelle 6 zeigt, mit welchen Probenvorbereitungsmethoden (siehe Kapitel 2.2.1) die einzelnen Produkte behandelt wurden, um das ätherische Öl zu gewinnen, welches anschließend mittels GC/MS und/ oder GC/FID vermessen wurden.

Ätherisches Öl, welches durch die Wasserdampfdestillation und Mikrodestillation gewonnen wurde, oder nur mit dem Internen Standard verdünnt wurde, wurde ausschließlich mit der GC/MS vermessen. Ätherisches Öl, das mit Hilfe der Head-Space-Technik von seiner Matrix abgetrennt wurde, wurde mit zwei Detektoren, der GC/MS und GC/FID, vermessen.

Mit Hilfe der aus dem Chromatogramm ermittelten Retentionszeiten wurden die Inhaltsstoffe lokalisiert. Die Massenspektren der einzelnen Peaks wurden mit den Einträgen einer Spektren-Datenbank (NIST 08 und WILEY 275) verglichen.

Retentionsindizes wurden aus den Retentionszeiten der Inhaltsstoffe und der homologen Alkane (C₈- C₂₀), die unter denselben Bedingungen analysiert wurden, errechnet und mit Literaturangaben verglichen (18).

Tabelle 4 Übersicht der Probenvorbereitungs-Methoden die an den zu untersuchenden Produkten angewandt wurden.

Probe	WD *	MD**	V***	E*****	HS*****
1 Alnatura Kamillen Tee	X	X			X
2 Milford Kamillen Tee	X	X		X	X
3 Teekanne FixMille	X	X			X
4 Willi Dungl Bio-Tee Kamille	X	X		X	X
5 Sidroga Kamillenblütentee	X	X			X
6 Dr.Kottas Kamillenblütentee	X	X			X
7 Alnatura Salbei Tee	X	X			X
8 Teekanne Kräutengarten Gartensalbei	X	X			X
9 Sidroga Salbeitee	X	X			X
10 Dr.Kottas Salbeitee	X	X			X
11 Primavera Salbei Bio			X		X
12 Salbeiöl Apotheke Bauer			X		X
13 Bombastus Salbeiöl			X		X

*WD = Wasserdampfdestillation

**MD = Mikrodestillation

***V = Verdünnung

****E= Extraktionsmethode

*****HS= Headspace-Technik

3.1.1 Ergebnisse der Wasserdampfdestillation

Der Gesamtgehalt des ätherischen Öls in der Probe wurde durch das Ablesen der Messskala, nach der Wasserdampfdestillation, erfasst. Folgende Formel wurde hierbei verwendet:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (\text{ätherisches Öl} + Xylol) - [ml (Xylol)]}{\text{Einwage in g}} * 100$$

Der ermittelte Prozentsatz an ätherisches Öl, wurde anschließend mit dem geforderten Gehalt laut Ph.Eur verglichen (siehe Tabelle 5) (2,11).

Tabelle 5: Prozentsatz der flüchtigen Inhaltsstoffe der Kamille und des Salbeis und ihr Mindestgehalt laut Ph.Eur.

Kamille (<i>Matricaria recutita</i>)	mind. 4 ml × kg⁻¹ blaues Öl (entspricht 0,4%) - Bisaboloide: 0– 50%, - Camazulen: 2–18% - Spathulenol: ~1% - Spiroether: 20–30%
Salbei (<i>Salvia officinalis</i>)	mind. 1,5% [Ganzdroge], bzw. mind. 1,0% [geschnittene Droge] Thujone: 35-60% (Gemisch aus (-) -α-Thujon und (+) -β-Thujon), Campher: 20-35% Eucalyptol (1,8-Cineol): 6-15% α-Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol: bis zu 9% Humulen, α- und β-Caryophyllen und Caryophyllenepoxid

Für die Berechnung der quantitativen Zusammensetzung der einzelnen Komponente im Produkt, wurde folgende Formel verwendet:

$$\% = \frac{\text{Peakfläche der Substanz}}{\text{Gesamtpeakfläche}} * 100$$

Die errechneten Gehälter wurden auf eine Kommastelle gerundet und anschließend mit der Literatur verglichen.

3.1.1.1 Kamille haltige Produkte

Tabelle 7, gibt eine Übersicht über die ermittelten Inhaltsstoffe der Kamille haltigen Produkte (1-6), bei denen auswertbare Chromatogramme erhalten wurden. Die flüchtigen Inhaltsstoffe sind in Prozent (%) angegeben.

Tabelle 6: Quantitative Zusammensetzung der Kamille haltige Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time**	RI*	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Artemisia Keton	9,395	1065	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
α -Terpinolen	10.502	1102	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
Isomenthon	11,987	1158	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,3
Isomenthol	12.553	1177	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0
Trans-Anethol	15,638	1285	2,3	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
Decansäure	17.873	1373	2,8	0,0	0,0	2,9	1,8	4,7
Trans- β -Farnesen	20.013	1458	5,2	3,4	6,0	3,7	16,0	8,8
(-) Spathulenol	23,005	1582	2,3	0,0	1,8	2,0	2,5	2,0
α -Bisabololoxid B	24.741	1659	8,0	25,8	14,5	15,6	19,9	27,5
Bisabolonoxid	25.371	1687	6,8	13,8	10,3	9,0	10,9	13,4
Chamazulen	26.424	1736	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0
Bisabololoxid A	26.762	1751	52,0	36,7	48,6	44,3	32,0	26,9
Z-Spiroether	29.492	1883	2,1	12,0	0,0	2,6	2,9	2,0
E-Spiroether	29.774	1896	11,8	0,0	8,6	6,0	8,5	7,0
Palmitinsäure	31.059	1963	6,6	7,3	4,9	2,9	1,6	1,1

RI = Retentionsindices der homologen Alkane (C₈- C₂₀)

Ret Time = Retentionszeit. Die Zeit, die eine chemische Verbindung bei der Säulen-Chromatographie benötigt, um die Säule zu durchwandern (17)

3.1.1.1.1 Alnatura Kamillen Tee (Probe 1)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,3ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,34g} * 100 = 0,5\%$$

Der Kamillentee von der Firma Alnatura entspircht mit 0,5% blauem ätherischen Öl den Mindestgehalt laut Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 2,3%
- α -Bisabololoxid B: 8,0%
- Bisabolonoxide: 6,8%
- Bisabololoxid A: 52,0%
- Chamazulen: 0,0%
- Z-Spiroether: 2,1%
- E-Spiroether: 11,8%

Die Inhaltsstoffe (-) Spathulenol und Chamazulen liegen nicht innerhalb der angegebenen Spanne des Ph.Eur. Zusätzlich überschreitet Bisabololoxid A den maximal zulässigen Wert.

3.1.1.1.2 Milford Kamillen Tee (Probe 2)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml(0,25ml) - 0,2ml(Xylol)}{20,26g} * 100 = 0,2\%$$

Der Milford Kamillentee liegt mit 0,2% unterhalb des geforderten Mindestgehalts an blauem ätherischem Öl laut Ph.Eur.

Nichtsdestotrotz erfüllt das Teepräparat, als Supermarktprodukt, den Anforderungen des Lebensmittelkodex. Dieser besagt, dass mindestens 0,2% ätherisches Öl der Trockensubstanz (Kamillentee) enthalten sein müssen, um als Kamillentee gelten zu können. (19)

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 0,0%
- α -Bisabololoxid B: 25,8%
- Bisabolonoxide: 13,8%
- Bisabololoxid A: 36,7%
- Chamazulen: 0,0%
- Z-Spiroether: 12,0%
- E-Spiroether: 0,0%

Die Komponente (-) Spathulenol, Chamazulen und Spiroether (Z und E) liegen nicht innerhalb der angegebenen Spanne des Ph.Eur.

3.1.1.1.3 Teekanne FixMille (Probe 3)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,2ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,8g} * 100 = 0,0\%$$

Der FixMille Kamillentee entspricht weder den Anforderungen des Ph.Eur noch den Anforderungen des Lebensmittelkodex.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 1,8%
- α -Bisabololoxid B: 14,5%
- Bisabolonoxide: 10,3%
- Bisabololoxid A: 48,6%
- Chamazulen: 0,0%
- Z-Spiroether: 0,0%
- E-Spiroether: 8,6%

Weder Chamazulen noch Spiroether (Z und E) liegen innerhalb der angegebenen Spanne des Ph.Eur.

3.1.1.1.4 Willi Dungl Bio-Tee Kamille (Probe 4)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,22ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,00g} * 100 = 0,1\%$$

Der Kamilletee von Willi Dungl entspricht mit 0,1% nicht der gewünschten Menge an ätherischem Öl laut Ph.Eur oder Lebensmittelkodex.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 2,0%
- α -Bisabololoxid B: 15,6%
- Bisabolonoxide: 9,0%
- Bisabololoxid A: 44,3%
- Chamazulen: 0,0%
- Z-Spiroether: 2,6%
- E-Spiroether: 6,0%

Die Inhaltsstoffe Chamazulen und Spiroether (Z und E) liegen nicht innerhalb der angegebenen Spanne des Ph.Eur.

3.1.1.1.5 Sidroga Kamillenblütentee (Probe 5)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,31ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,16g} * 100 = 0,5\%$$

Der Kamilletee, aus der Apotheke, von der Firma Sidroga entspricht mit 0,5% ätherisches Öl den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 2,5%
- a-Bisabololoxid B: 19,9%
- Bisabolonoxide: 10,9%
- Bisabololoxid A: 32,0%
- Chamazulen: 4,0%
- Z-Spiroether: 2,9%
- E-Spiroether: 8,5%

Alle Werte liegen innerhalb der angegebenen Spanne laut Ph.Eur.

3.1.1.1.5 Dr.Kottas Kamillenblütentee (Probe 6)

Gehalt an ätherischen Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,25ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,22g} * 100 = 0,2\%$$

Der Dr.Kottas Kamilletee aus der Apotheke, entspricht mit 0,2% ätherisches Öl nicht den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) Spathulenol: 2,0%
- a-Bisabololoxid B: 27,9%
- Bisabolonoxide: 13,4%
- Bisabololoxid A: 26,9%
- Chamazulen: 4,0%
- Z-Spiroether: 2,0%
- E-Spiroether: 7,0%

Alle Werte liegen innerhalb der angegebenen Spanne im Ph.Eur.

3.1.1.2 Salbei haltige Produkte

In Tabelle 7, sind die eluierten Inhaltsstoffe aus den diversen Salbei haltigen Teeprodukten (Probe 7-10) in % dargestellt.

Tabelle 7: Quantitative Zusammensetzung der Salbei haltigen Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10
α -Pinen	6.107	941	0,0	0,0	1,0	1,2
Camphen	6.447	955	0,0	0,0	2,0	1,7
β -Pinen	7.126	979	0,0	0,0	0,3	0,3
β -Myrcen	7.485	991	0,0	0,0	0,2	0,3
Limonen	8.485	1030	0,0	0,0	1,0	1,8
Eucalyptol	8.558	1033	3,7	13,0	8,2	9,9
Linalool	10.498	1099	0,0	0,0	0,7	0,8
β -Thujon	10.633	1105	16,0	4,8	24,2	22,4
α -Thujon	10.934	1117	5,1	3,2	5,8	7,0
(-)-Campher	11.715	1146	25,8	15,0	24,6	24,0
Borneol	12.373	1168	0,0	4,1	4,5	4,5
Terpinen-4-ol	12.664	1178	0,0	0,0	0,6	0,6
α -Terpineol	13.056	1196	0,0	3,3	0,3	0,5
Estragol	13.170	1197	0,0	0,0	0,0	0,4
Bornylacetat	15.618	1285	1,8	0,0	2,7	2,2
Sabinylnacetat	15.799	1293	0,0	0,0	0,3	0,0
α -Terpinylacetat	17.297	1352	0,0	2,1	0,0	0,0
β -Caryophyllen	19.129	1422	1,0	0,0	0,7	1,2
α -Humulen	19.987	1457	2,9	0,0	1,4	2,0
Caryophyllen-Oxid	23.115	1587	1,7	7,8	0,9	1,0
Viridiflorol	23.349	1599	17,1	17,5	12,4	7,7
Humulenoxid	23.726	1616	4,3	6,2	1,6	1,8
Manool	32.877	2057	12,2	23,0	5,2	5,6

3.1.1.2.1 Alnatura Salbei-Tee (Probe 7)

Gehalt an ätherischem Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml(0,29ml) - 0,2ml(Xylol)}{20,00g} * 100 = 0,5\%$$

Der Alnatura Salbeitee entspricht mit 0,5% ätherischem Öl nicht den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) - α -Thujon und (+) - β -Thujon: 5,1 und 16,0%
- Campher: 25,8%
- Eucalyptol: 3,7
- α -Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol: 0,0%, 0,0%, 1,8%, 0,0%, 17,1%

Mit Ausnahme von Eucalyptol, liegen nicht innerhalb der geforderten Spanne.

3.1.1.2.2 Teekanne Kräutergarten Gartensalbei (Probe 8)

Gehalt an ätherischem Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml(0,2ml) - 0,2ml(Xylol)}{20,00g} * 100 = 0,0\%$$

Entspricht nicht den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) - α -Thujon und (+) - β -Thujon: 3,2% und 4,8%
- Campher: 15,0%
- Eucalyptol: 13,0
- α -Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol: 0,0%, 4,1%, 0,0%, 0,0%, 12,4%

Mit Ausnahme von Eucalyptol, liegen die Werte nicht innerhalb der geforderten Spanne.

3.1.1.2.3 Sidroga Salbeitee (Probe 9)

Gehalt an ätherischem Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml(0,45ml) - 0,2ml(Xylol)}{20,4g} * 100 = 1,2\%$$

Der Sidroga Salbeitee entspricht mit 1,2% ätherischem Öl den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) - α -Thujon und (+) - β -Thujon: 5,8% und 24,2%
- Campher: 24,6%
- Eucalyptol: 8,2%
- α -Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol: 1,0%, 4,5%, 2,7%, 0,7%, 12,4%

Thujon (α und β) und Viridiflorol entsprechen nicht den benötigten Anforderungen.

3.1.1.2.4 Dr.Kottas Salbeitee (Probe 10)

Gehalt an ätherischem Öl:

$$\%(V/G) \text{ ätherisches Öl} = \frac{ml (0,4ml) - 0,2ml (Xylol)}{20,00g} * 100 = 1,0\%$$

Der Salbeitee aus der Apotheke von Dr.Kottas entspricht mit 1% den Anforderungen des Ph.Eur.

Quantitative GC-Bestimmung der Zusammensetzung des ätherischen Öls:

- (-) - α -Thujon und (+) - β -Thujon: 7,0% und 22,4%
- Campher: 24,0%
- Eucalyptol: 9,9%
- α -Pinen, Borneol, Bornylacetat, Linalool, Viridiflorol: 1,2%, 4,5%, 2,2%, 0,8%, 7,7%

Die Werte liegen innerhalb der angegebenen Spanne, bis auf Thujon (α und β) das um 5,6% unterhalb des Mindestgehalts liegt.

3.1.2 Ergebnisse der Mikrodestillation

3.1.2.1 Kamille haltige Produkte

Da die Mikrodestillationsapparatur keine Messskala besitzt, lässt sich keine Aussage über den Gesamtgehalt an ätherischem Öl in der Droge treffen. Jedoch konnte die quantitative Zusammensetzung des ätherischen Öls nach chromatographischer Analyse berechnet werden (Tabelle 9, 10).

Tabelle 8: Quantitative Zusammensetzung der Kamille haltige Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time**	RI*	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Limonen	8.479	1029	5,1	0,0	0,8	1,1	0,0	0,0
Eucalyptol	8.474	1032	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
γ -Terpinen	9.237	1060	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Artemisia Keton	9.385	1065	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
α -Terpinolen	10.403	1099	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linalool	10.523	1103	0,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,9
Campher	11.739	1149	1,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0
Isomenthon	12.012	1159	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,3
Isomenthol	12.597	1178	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Carvon	14.419	1245	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>trans</i> -Anethol	15.697	1285	0,8	0,0	1,5	1,6	0,4	0,6
Caprinsäure	17.966	1377	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	3,7
Trans- β -Farnesen	20.048	1460	1,0	3,1	5,5	4,0	12,9	9,4
E-Nerolidol	22.680	1569	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
(-) Spathulenol	23.070	1585	0,0	1,1	1,6	1,4	2,0	1,5
Hexadecan	23.428	1598	20,4	19,5	17,9	10,2	4,8	5,8
E- β -Santalol	24.786	1738	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
α -Bisabololoxid B	24.794	1661	4,7	17,0	11,5	14,0	16,7	23,5
Z- α -Santalol	24.938	1674	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,7
α -Bisabolol + Bisabolonoxid	25.433	1689	3,4	8,0	7,8	7,2	7,8	9,9
Chamazulen	26.484	1738	0,6	3,3	1,1	0,5	3,3	2,9
Bisabololoxid A	26.822	1754	51,4	33,4	51,1	50,3	35,7	29,3
Z-Spiroether	29.570	1886	8,5	14,5	6,8	9,2	12,9	11,4
E-Spiroether	29.847	1900	13,8	4,8	9,2	4,1	6,2	2,2
Methylpalmitat	30.371	1927	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Palmitinsäure	31.45	19,67	0,4	14,8	1,0	1,6	0,6	0,9

3.1.2.1.1 Alnatura Kamillentee (Probe 1)

Durch Mikrodestillation werden die geforderten Gehälter von Spathulenol und Chamazulen im Kamillentee der Firma Alnatura nicht erreicht wird (siehe Tabelle 8). Zusätzlich überschreitet Bisabololoxid A den maximal zulässigen Wert.

Durch die Mikrodestillation lässt sich weniger *trans*-Anethol aus der Droge erfassen als durch die Wasserdampfdestillation. Die Inhaltsstoffe E-Nerolidol, E- β -Santalol, Eucalyptol, Campher und Linalool werden durch die Mikrodestillation detektiert.

3.1.2.1.2 Milford Kamillen Tee (Probe 2)

Bis auf Spiroether (Z und E), entsprechen alle Werte den Anforderungen des Ph.Eur.

3.1.2.1.3 Teekanne FixMille (Probe 3)

Chamazulen, Bisabololoxid A, Spiroether (Z und E) liegen nicht innerhalb der angegebenen Spanne im Ph.Eur. Der Inhaltsstoff *trans*-Anethol wurde durch Mikrodestillation erfasst.

3.1.2.1.4 Willi Dungal Bio-Tee Kamille (Probe 4)

Chamazulen und Spiroether (Z und E) liegen nicht innerhalb der angegebenen Spanne laut Ph.Eur. Es sind Spuren von Z- α -Santalol, *trans*-Anethol, Linalool und Campher im Produkt durch Mikrodestillation nachweisbar.

3.1.2.1.5 Sidroga Kamillenblütentee (Probe 5)

Alle Werte, bis auf Spiroether (Z und E) liegen innerhalb der der angegebenen Spanne. Auch in diesem Produkt waren Spuren von Z- α -Santalol und *trans*-Anethol zu finden.

3.1.2.1.6 Dr.Kottas Kamillenblütentee (Probe 6)

Bis auf Spiroether (Z und E) liegen alle Werte innerhalb der angegebenen Spanne. Auch hier waren Spuren von Z- α -Santalol, *trans*-Anethol, Linalool und E-Nerolidol im Produkt nachweisbar.

3.1.2.2 Salbei haltige Produkte

Tabelle 9: Quantitative Zusammensetzung der Salbei haltigen Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10
α -Pinen	6.013	935	0,7	1,2	1,2	2,0
Camphen	6.380	950	1,1	1,3	2,5	2,7
β -Pinen	7.089	980	0,2	0,7	0,4	0,5
Vinylhexanol	7.208	984	0,0	0,2	0,2	0,1
β -Myrcen	7.467	993	0,1	0,4	0,2	0,5
α -Terpinen	8.155	1016	0,1	0,2	0,1	0,1
p-Cymol	8.298	1025	0,0	0,0	0,6	0,6
Limonen	8.406	1029	0,4	0,0	1,1	2,6
Eucalyptol	8.544	1032	3,8	15,3	8,9	11,7
γ -Terpinen	9.324	1060	0,1	0,2	0,1	0,1
Linalool	10.527	1104	0,4	0,5	0,8	0,8
β -Thujon	10.652	1109	8,3	4,2	22,2	20,2
α -Thujon	10.962	1121	2,3	2,0	6,0	6,4
Sabinol	11.575	1142	0,0	0,0	0,1	0,1
(-)-Campher	11.743	1150	15,2	13,5	23,0	21,1
Borneol	12.408	1172	3,6	3,3	3,9	3,7
Terpinen-4-ol	12.712	1182	0,3	0,7	0,6	0,5
p-Cymen-8-ol	12.827	1191	0,0	0,0	0,1	0,1
α -Terpineol	13.113	1196	0,3	2,2	0,3	0,4
Estragol	13.288	1200	0,0	0,0	0,0	0,4
(+)-Carvon	14.537	1249	0,0	0,0	0,0	0,1
(-)-Bornylacetat	15.657	1289	0,9	0,6	2,7	1,9
Sabinylacetat	15.737	1291	0,0	0,4	0,4	0,0
Thymol	15.864	1294	0,0	0,2	0,2	0,0
Carvacrol	16.282	1303	0,3	0,2	0,1	0,1
α -Terpinylacetat	17.352	1354	0,0	0,8	0,0	0,1
β -Caryophyllen	19.184	1425	1,0	1,1	0,9	1,6
α -Humulen	20.047	1455	2,5	1,3	2,1	2,7
Caryophyllen-Oxid	23.181	1584	2,1	4,3	1,0	0,7

Viridiflorol	23.424	1599	17,3	14,6	8,4	6,9
Humulenoxid	23.797	1616	4,6	3,4	1,7	1,2
Palmitinsäure	31.152	1968	0,4	0,6	0,0	0,0
Manool	32.966	2057	21,2	14,6	5,2	5,4

3.1.2.2.1 Alnatura Salbeitee (Probe 7)

Beim Teepräparat von Alnatura liegen die Hauptkomponenten des Salbeis unterhalb der geforderten Spanne. Der Inhaltsstoffe Viridiflorol liegt jedoch überhalb des zulässigen Maximalwerts von 9%.

3.1.2.2.2 Teekanne Kräutergarten Gartensalbei (Probe 8)

Ähnlich wie beim Salbeitee von der Firma Alnatura liegen auch hier die geforderten Gehälter unterhalb der Spanne. Der Inhaltsstoff Viridiflorol ist ebenfalls erhöht.

3.1.2.2.3 Sidroga Salbeitee (Probe 9)

Der Thujongehalt im Teepräparat aus der Apotheke der Firma Sidroga liegt unterhalb der gewünschten Grenze.

3.1.2.2.4 Dr.Kottas Salbeitee (Probe 10)

Auch beim Salbeitee der Firma Dr.Kottas, der aus der Apotheke stammt, wird der gewünschte Thujongehalt durch Mikrodestillation nicht erreicht.

3.1.3 Ergebnisse der Verdünnungsmethode

Tabelle 10: Quantitative Zusammensetzung der Salbei haltigen Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 11	Probe 12	Probe 13
α -Thujen	6.014	938	0,0	0,1	0,7
α -Pinen	6.276	934	4,5	6,2	5,3
Fenchon	6.259	948	0,0	0,1	0,1
Camphen	6.589	961	4,9	7,2	6,8
Sabinen	7.142	974	0,0	0,8	0,2
β -Pinen	7.222	984	1,2	1,8	2,7
β -Myrcen	7.561	996	0,9	0,8	0,9
α -Phellandren	7.890	1009	0,0	0,1	0,1
α -Terpinen	8.217	1022	0,2	0,2	0,2
p-Cymol	8.446	1031	1,6	1,2	0,8
Limonen	8.559	1035	2,2	2,6	1,8
Eucalyptol	8.629	1038	8,8	13,9	12,4
(Z)- β -Ocimen	8.783	1044	0,1	0,0	0,2
γ -Terpinen	9.350	1064	0,3	0,6	0,6
α -Terpineol	10.162	1091	0,1	0,2	1,5
Linalool	10.597	1106	0,0	0,9	0,6
β -Thujon	10.768	1113	29,6	26,5	21,6
α -Thujon	11.005	1122	6,0	4,0	6,1
(-)-Campher	11.804	1151	15,8	18,8	17,4
Borneol	12.388	1171	3,6	3,5	3,4
Terpinen-4-ol	12.684	1181	0,6	0,9	0,5
α -Terpineol	13.136	1196	0,0	1,3	0,1
(-)-Bornylacetat	15.624	1287	2,3	2,1	1,9
Sabinylacetat	15.804	1294	0,5	0,2	0,1
β -Caryophyllen	19.143	1423	4,1	2,8	5,8
Aromadendren	19.608	1442	0,4	0,0	0,0
α -Humulen	20.007	1458	6,2	1,9	6,9
Allo-Aromadendren	20.164	1464	0,2	0,1	0,1
α -Amorphene	20.543	1479	0,2	0,0	0,0

δ-Cadinen	21.675	1526	0,3	0,0	0,0
Caryophyllenoxid	23.117	1587	0,4	0,1	0,3
Viridiflorol	23.360	1597	3,6	0,7	1,3
Humulenoxid	23.732	1616	2,2	2,7	3,3
Manool	32.879	2057	0,8	0,3	0,1

3.1.3.1 Primavera Salbei Bio (Probe 11)

Das reine ätherische Öl der Firma Primavera, welches 1:100 mit Hexadecan als internen Standard verdünnt wurde und anschließend chromatographisch vermessen wurde, erfüllt, bis auf den Linalool-Wert, den gewünschten Anforderungen eines Salbeiöls aus *Salvia officinalis*.

3.1.3.2 Salbei 100% ätherisches Öl Apotheker Bauer (Probe 12)

Der gewünschte Thujongehalt wird bei diesem ätherischen Öl nicht erreicht.

3.1.3.3 Bombastus Salbeiöl (Probe 13)

Auch bei diesem Salbeiöl liegt der Thujongehalt unterhalb des erforderlichen Wertes.

3.1.4 Ergebnisse der Headspace-Technik

Wie bereits unter Punkt 2.2.14 beschrieben, ist die Headspace-Technik eine weitere Methode, um flüchtige Komponenten aus der Probe zu extrahieren. Da sich diese Methode sowohl für Proben in flüssigen als auch festen Aggregatzustand eignet, wurden alle 13 Proben dieser Methodik unterzogen.

Anders als bei den anderen Probenvorbereitungen wurden hier Doppelbestimmungen durchgeführt und zusätzlich die 13 Proben mit Hilfe eines MSD und FID analysiert. Bei den Auswertungen der Ergebnisse wurde der Mittelwert für MSD als auch für FID der beiden Proben erhoben (siehe Tabelle 11,12,13,14).

3.1.4.1 Kamille haltige Produkte - MSD Mittelwert

Tabelle 11: Quantitative Zusammensetzung der Kamille haltige Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Eucalyptol	11.092	1026	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Artemisia Keton	11.900	1055	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
Linalool	13.044	1092	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
β -Thujon	13.307	1100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Campher	14.459	1143	1,0	0,3	0,3	0,6	0,0	0,1
Menthon	14.702	1151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
L-Borneol	15.106	1165	0,5	0,0	0,40	0,4	0,0	0,4
Carvon	17.370	1242	1,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>trans</i> -Anethol	18.439	1283	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Caprinsäuremethylester	19.325	1317	4,5	0,9	0,4	0,4	0,6	5,6
β -Caryophyllen	22.056	1421	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3
<i>trans</i> - β -Farnesen	22.828	1450	1,8	4,2	4,3	4,1	31,9	21,1
α -Humulen	22.913	1454	1,3	1,8	0,8	0,4	0,0	0,0
Germacren D	23.603	1481	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4
β -Selinen	23.749	1487	1,6	1,5	0,9	1,3	1,0	0,6
Bicyclogermacren	23.975	1495	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
β -Bisabolen	24.151	1501	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
γ -Cadinen	24.408	1512	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
δ -Cadinen	24.559	1520	0,8	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3
Dendrolasin	25.653	1566	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
(-)-Spathulenol	25.921	1577	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4
Caryophyllenoxid	26.078	1584	1,8	2,4	1,8	1,6	2,5	1,9
Viridiflorol	26.283	1592	0,8	1,0	0,9	0,7	0,3	0,4
τ -Cadinol	27.337	1640	3,3	2,8	3,5	2,8	0,0	0,4
α -Bisaboloxid B	27.672	1654	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
α -Bisabolol	28.218	1680	0,8	0,0	0,7	0,8	0,3	0,1
Bisabolonoxid	28.295	1683	6,6	21,7	10,8	12,4	16,1	23,2
Myristinsäuremethylester	28.972	1714	0,0	8,6	0,9	0,0	2,4	2,6
Chamazulen	29.402	1736	4,8	0,0	3,9	6,9	5,5	7,1

Bisabololoxid A	29.689	1749	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
E-Spiroether	32.421	1888	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,3
Z-Spiroether	32.682	1898	44,1	39,8	52,2	55,3	22,4	20,1
Palmitinsäuremethylester	33.062	1921	8,7	5,4	9,4	4,7	8,8	5,2

3.1.4.2 Kamille haltige Produkte - FID Mittelwert

Tabelle 12: Quantitative Zusammensetzung der Kamille haltige Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6
Eucalyptol	11.092	1026	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
Artemisia Keton	11.900	1055	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Linalool	13.044	1092	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
β -Thujon	13.307	1100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Campher	14.459	1143	1,3	0,9	0,5	1,3	0,0	0,2
Menthon	14.702	1151	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
L-Borneol	15.106	1165	0,3	0,0	0,5	0,2	0,0	0,4
Carvon	17.370	1242	1,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Trans-Anethol	18.439	1283	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Caprinsäuremethylester	19.325	1317	2,9	0,2	0,0	0,0	0,4	4,2
β -Caryophyllen	22.056	1421	0,8	0,6	0,0	0,0	0,1	0,3
Trans- β -Farnesen	22.828	1450	2,9	6,0	5,7	5,3	37,7	24,8
α -Humulen	22.913	1454	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Germacren D	23.603	1481	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,6
β -Selinen	23.749	1487	1,3	1,3	0,6	0,9	1,0	0,5
Bicyclogermacren	23.975	1495	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
β -Bisabolen	24.151	1501	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
γ -Cadinen	24.408	1512	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
δ -Cadinen	24.559	1520	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
Dendrolasin	25.653	1566	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
(-)-Spathulenol	25.921	1577	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4
Caryophyllenoxid	26.078	1584	1,9	2,6	1,9	1,7	2,3	1,9
Viridiflorol	26.283	1592	0,5	1,2	1,0	0,8	0,3	0,5
τ -Cadinol	27.337	1640	3,9	2,8	3,2	2,6	0,0	0,4

α -Bisabololoxid B	27.672	1654	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
α -Bisabolol	28.218	1680	0,7	0,0	0,9	0,9	0,3	0,1
Bisabolonoxid	28.295	1683	5,9	19,1	9,4	11,3	13,5	20,9
Myristinsäuremethylester	28.972	1714	0,0	8,2	0,0	0,0	2,0	1,2
Chamazulen	29.402	1736	4,9	0,0	5,6	6,8	4,7	7,8
Bisabololoxid A	29.689	1749	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
E-Spiroether	32.421	1888	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3
Z-Spiroether	32.682	1898	38,3	37,3	47,0	52,2	19,7	18,7
Palmitinsäuremethylester	33.062	1921	15,0	10,6	14,2	8,5	9,6	7,0

Die SPME-Technik erfasst die einzelnen Inhaltsstoffe mit einer höheren Empfindlichkeit, weshalb hier mehrere Inhaltsstoffe aufgelistet sind. Dennoch konnten viele der typischen Inhaltsstoffe für Kamille nicht in allen Proben gefunden werden.

Die charakteristischen Komponente E-Spiroether, α -Bisabololoxid B und Spathulenol wurden weder mit MSD noch mit FID in den Proben 1-4 ermittelt. In Probe 6 waren keine Spuren von α -Bisabololoxid B ersichtlich. Hingegen war der Z-Spiroether mehr als erforderlich in allen Kamille haltigen Proben enthalten.

Bisabololoxid A, konnte durch die SPME-Technik nicht detektiert werden.

Das Chamazulen, ebenfalls ein kennzeichnender Stoff für Kamille, war mittels MSD und FID in allen Proben, bis auf Probe 2 erkennbar.

3.1.4.3 Salbei haltige Produkte – MSD Mittelwert

Tabelle 13: Quantitative Zusammensetzung der Salbei haltigen Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10	Probe 11	Probe 12	Probe 13
α -Pinen	8.325	927	1,0	2,4	0,5	1,1	2,0	2,6	2,2
Camphen	8.743	943	1,7	2,5	0,9	1,3	2,3	3,2	3,2
Sabinen	9.395	967	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1
β -Pinen	9.541	972	0,3	1,3	0,1	0,3	0,5	0,0	1,5
β -Myrcen	9.916	982	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,4	0,3
α -Phellandren	10.291	997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
α -Terpinen	10.639	1010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
p-Cymol	10.909	1020	0,3	0,0	0,3	1,2	0,8	1,1	0,6
Limonen	11.012	1024	1,0	0,0	0,7	10,0	1,3	2,2	1,3
Eucalyptol	11.078	1026	10,2	32,6	5,0	6,8	6,8	7,7	6,3
γ -Terpinen	11.913	1055	0,3	0,0	0,2	3,1	0,1	0,5	1,1
cis-Sabinenhydrat	12.198	1064	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
α -Terpinolen	12.753	1083	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,6
Fenchon	12.827	1084	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linalool	13.076	1093	0,3	0,0	1,3	0,7	0,2	0,6	0,3
β -Thujon	13.325	1101	26,4	12,9	21,5	13,2	23,4	20,3	14,1
α -Thujon	13.613	1111	8,9	6,3	6,7	4,6	4,2	3,5	4,3
Isothujon	14.152	1131	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Trans-Pinocarveol	14.339	1138	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
(-)-Campher	14.505	1144	32,2	27,0	29,1	17,9	12,4	15,7	12,9
3-Thujanol	14.935	1159	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Borneol	15.065	1163	3,5	2,9	5,6	4,6	2,8	4,5	3,7
Terpinen-4-ol	15.386	1174	0,5	0,8	1,0	0,7	0,3	1,0	0,4
p-Cymen-8-ol	15.622	1181	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
α -Terpineol	15.762	1186	0,0	1,5	0,6	0,9	0,2	2,3	0,2
Linalylacetat	17.520	1249	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
(-)-Bornylacetat	18.415	1282	1,8	1,1	6,1	2,8	2,7	4,5	3,1
Sabinylnacetat	18.555	1287	0,0	0,0	1,3	0,4	0,4	0,5	0,1
α -Terpinylacetat	20.116	1348	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

α -Cubeben	20.169	1349	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
α -Ylangen	20.777	1371	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
α -Copaen	20.894	1371	0,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2
Longifolen	21.728	1410	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
β -Caryophyllen	22.066	1421	1,8	2,8	6,8	7,1	8,7	10,5	14,9
β -Ylangen	22.267	1429	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Aromadendren	22.564	1441	0,1	0,5	0,0	0,4	0,5	0,3	0,1
α -Humulen	22.929	1455	2,5	0,0	7,5	9,3	12,2	7,5	16,9
Allo-Aromadendre	23.107	1462	0,2	0,0	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4
γ -Cadinen	23.441	1498	0,1	0,0	0,1	0,4	0,5	0,0	0,1
Viridiflorol	23.939	1494	0,1	0,0	0,2	0,3	1,0	0,7	0,2
α -Cadinen	24.006	1498	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0
δ -Cadinen	24.385	1512	0,2	0,0	0,1	0,3	0,8	0,0	0,2
d-Cadinen	24.572	1520	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,4	0,0
Caryophyllenoxid	26.087	1584	0,5	0,0	0,0	1,1	1,1	1,1	1,5
Viridoflorol	26.282	1592	4,2	2,7	2,7	5,7	12,8	6,4	6,7
Ledol	26.548	1604	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5
Humulenoxid	26.694	1610	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

3.1.4.4 Salbei haltige Produkte - FID Mittelwert

Tabelle 14: Quantitative Zusammensetzung der Salbei haltigen Präparate in %

Inhaltsstoffe	Ret.Time	RI	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10	Probe 11	Probe 12	Probe 13
α -Pinen	8.325	927	0,9	2,3	0,4	1,0	2,0	2,3	2,1
Camphen	8.743	943	1,6	2,5	0,8	1,4	2,5	3,2	3,2
Sabinen	9.395	967	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1
β -Pinen	9.541	972	0,3	1,4	0,1	0,3	0,7	0,0	1,5
β -Myrcen	9.916	982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,4
α -Phellandren	10.291	997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
α -Terpinen	10.639	1010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
p-Cymol	10.909	1020	0,3	0,0	0,2	1,1	0,7	0,8	0,5
Limonen	11.012	1024	1,0	0,0	0,6	10,9	0,0	2,0	1,2
Eucalyptol	11.078	1026	8,4	29,5	4,0	6,7	8,0	7,5	6,1
γ -Terpinen	11.913	1055	0,0	0,0	0,0	2,9	0,1	0,4	1,0
cis-Sabinenhydrat	12.198	1064	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
α -Terpinolen	12.753	1083	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5
Fenchon	12.827	1084	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linalool	13.076	1093	0,4	0,0	1,3	0,8	0,2	0,5	0,3
β -Thujon	13.325	1101	29,5	14,0	26,1	15,6	31,1	25,8	17,2
α -Thujon	13.613	1111	9,6	6,9	7,7	5,1	5,3	3,8	4,9
Isothujon	14.152	1131	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Trans-Pinocarveol	14.339	1138	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
(-)-Campher	14.505	1144	34,7	28,3	34,2	20,2	14,1	17,3	14,1
3-Thujanol	14.935	1159	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Borneol	15.065	1163	3,4	3,1	5,4	4,7	2,9	4,1	3,4
Terpinen-4-ol	15.386	1174	0,3	0,8	0,9	0,6	0,3	0,9	0,4
p-Cymen-8-ol	15.622	1181	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
α -Terpineol	15.762	1186	0,0	1,5	0,4	0,8	0,2	2,0	0,2
Linalylacetat	17.520	1249	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Bornylacetat	18.415	1282	1,3	0,8	4,7	2,3	2,2	3,2	2,2
Sabinylacetat	18.555	1287	0,0	0,0	0,9	0,3	0,4	0,4	0,1
α -Terpinylacetat	20.116	1348	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

α -Cubeben	20.169	1349	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
α -Ylangen	20.777	1371	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
α -Copaen	20.894	1371	0,0	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2
Longifolen	21.728	1410	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
β -Caryophyllen	22.066	1421	1,7	2,5	6,1	6,9	0,0	9,5	14,3
β -Ylangen	22.267	1429	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Aromadendren	22.564	1441	0,0	0,6	0,0	0,3	0,5	0,3	0,1
α -Humulen	22.929	1455	2,1	1,4	6,6	8,9	12,1	6,5	16,9
Allo-Aromadendre	23.107	1462	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
γ -Cadinen	23.441	1498	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,0	0,1
Viridiflorol	23.939	1494	0,0	0,0	0,2	0,1	1,0	0,6	0,2
α -Cadinen	24.006	1498	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
δ -Cadinen	24.385	1512	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,1
d-Cadinen	24.572	1520	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,3	0,0
Caryophyllenoxid	26.087	1584	0,6	0,0	0,0	1,2	1,1	0,9	1,3
Viridoflorol	26.282	1592	3,5	2,6	2,1	5,0	11,9	4,9	5,4
Ledol	26.548	1604	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4
Humulenoxid	26.694	1610	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9

Die MSD-Ergebnisse sind mit den FID-Ergebnissen vergleichbar.

Die Hauptkomponente des Salbeis werden größtenteils in den Teepräparaten als auch in den reinen ätherischen Öl-Produkte erfasst. Dennoch liegen sie nicht alle in ihren, laut Literatur, geforderten Marge.

Der geforderte Gehalt (35-60%) des charakteristischen Inhaltsstoffes Thujon wird sowohl mit dem MSD als auch mit dem FID bei allen Produkten detektiert. Jedoch erfüllt nur Probe 7 (Alnatura Salbeitee) mittels MSD den geforderten Anteil. Mittels FID erfüllen Probe 7 und Probe 11 (Primavera Salbei-Bio) den gewünschten Thujongehalt.

Im Allgemeinen lässt sich aus Tabelle 13 und 14 herauslesen, dass die Thujonwerte, welche mit Hilfe des FID detektiert werden, höher liegen als jene mittels MSD.

Dasselbe gilt für die Komponente Borneol.

Eucalyptol, ein weiterer essentieller Inhaltsstoffe für Salbei, wird mit beiden Detektoren in fast allen Proben erfasst. Probe 8 (Teekanne Kräutergarten Gartensalbei) zeigt jedoch mit 29,5% den höchsten Gehalt an Eucalyptol. α -Humulen

konnte in Probe 8 mittels MSD nicht ausfindig gemacht werden, hingegen mittels FID mit 1,4%.

3.1.5 Ergebnisse der Extraktionsmethode

Die Durchführung der Probenverarbeitung mittels der Extraktionsmethode zeigte mithilfe der GC bei den Proben 2 und 4 keine auswertbaren Ergebnisse.

4. Diskussion

Diese Studie bestätigt, dass die charakteristische ätherische Öl Komponente sowohl in den Teeprodukten als auch in den reinen ätherischen Ölen enthalten sind.

Manche Komponente sind durch gewisse Probenvorbereitungen besser in Erscheinung getreten, als manch andere. Dennoch kann gesagt werden, dass die üblichen Probenvorbereitungen zur Gewinnung des ätherischen Öls aus der Trockensubstanz mit der Wasserdampfdestillation mithalten können.

Vergleicht man die Wasserdampfdestillation, mit der nicht Arzneibuch konformen Methode der Mikrodestillation, so kann man erkennen, dass bei den Kamille haltigen Teeprodukten die Werte durchaus vergleichbar sind. Durch die Mikrodestillation wurden mehr flüchtige Inhaltsstoffe aus der Droge extrahiert als durch die Wasserdampfdestillation. Das Chamzulen konnte in 4 der 6 Proben mit der Wasserdampfdestillation nicht ermittelt werden. Sticher et al. zeigte, dass man Chamazulen nur in destillierten Ölen findet, da sie bei der Destillation aus der nichtflüchtigen Vorstufe Matricin entstehen (20). Im Vergleich hierzu gelang es jedoch mittels Mikrodestillation komplikationsfrei. Ebenfalls konnte der Inhaltsstoff Spiroether durch die Mikrodestillation besser herausgelöst werden als durch die Wasserdampfdestillation. Jedoch erreichten die Bestandteile α -Bisabololoxid B und Bisabololoxid + α -Bisabolol durch die Wasserdampfdestillation höhere Ergebnisse, Grund dafür könnte die größere Menge an verwendetem Drogematerial sein. Vergleicht man nun die Ergebnisse der Wasserdampfdestillation mit den Ergebnissen der inovativen Headspace-Technik, stellt man folgendes fest:

Inhaltsstoffe wie zum Beispiel Carvon, ein charakteristischer Inhaltsstoffe von Kümmel (*Carum carvi*) (11), konnte durch die SPME in den Proben 1 und 5 identifiziert werden. Jedoch mit der Wasserdampfdestillation nicht. Genauso konnte die Substanz β -Selinen, eine Komponente des ätherischen Hanföls und Selleriesamenöls (11), mit der SPME in allen Kamille haltigen Proben bestimmt werden. Dies gelang mit der Wasserdampfdestillation nicht. Inhaltsstoffe wie β -Caryophyllen, α -Humulen, Caryophyllenoxid und Viridiflorol, welche als Bestandteile des Salbeiöls gelten, konnten mit Hilfe der SPME in den Kamille haltigen Teeprodukten identifiziert werden.

Chamazulen, welches durch die Wasserdampfdestillation nicht bestimmt werden konnte, erreichte mit der SPME in fast allen Proben arzneibuch-konforme Ergebnisse. Auf der anderen Seite lässt sich aus den Tabellen 6 und 11 herauslesen, dass wichtige Hauptkomponenten wie das Spathulenol, α -Bisabololoxid B, Bisabololoxid A und E-Spiroether mittels SPME nicht ausreichend in der Droge erfasst werden konnten. Dies liegt wohl daran, dass die Bisaboloide als oxidierte Sesquiterpene schwerer flüchtige Komponenten sind. Sie gehen selbst bei den 80°C der Inkubation weniger in den Dampfraum über als andere, flüchtigere Komponenten und sie werden offensichtlich auch nicht ausreichend an die SPME-Faser adsorbiert. Deshalb ist die SPME in der hier angewandten Form nicht geeignet, Kamillen haltige Produkte zu charakterisieren.

Auch bei den Salbei haltigen Präparaten waren die Ergebnisse der Mikrodestillation mit den Ergebnissen der Wasserdampfdestillation vergleichbar. Inhaltsstoffe wie α -Pinen, Campher und Eucalyptol kamen durch die Mikrodestillation besser zum Vorschein, als durch die Wasserdampfdestillation.

Jedoch erreichte das charakteristische Thujon durch die herkömmliche Wasserdampfdestillation höhere Werte. Vor allem in Probe 7 (Alnatura Salbeitee) gab es einen deutlichen Unterschied im Thujongehalt zwischen der Wasserdampfdestillation und der Mikrodestillation: β -Thujon erreichte durch die Mikrodestillation einen Wert von 8,3%, während die Wasserdampfdestillation die doppelte Menge mit 16% ergab.

Stellt man die Ergebnisse der salbeihaltigen Präparate aus der Wasserdampfdestillation mit den Ergebnissen der SPME gegenüber, stellt man fest, dass sich die Werte in ähnlichen Rängen befinden. Gewisse Komponenten lassen sich mit der Wasserdampfdestillation besser ermitteln als mit der SPME und auch umgekehrt. Beispielsweise lassen sich die Salbei haltigen Inhaltsstoffe Borneol, α -Caryophyllen, α -Humulen, Viridiflorol und Limonen mit Hilfe der Head-Space-Technik besser identifizieren. Jedoch konnten Humolenoxid und Manool mittels Headspace nicht erfasst werden. Wiederum konnten viele andere Nebenkomponten, welche durch die Wasserdampfdestillation nicht ersichtlich waren, mit der SMPE detektiert werden (siehe Tabelle 13, 14).

Die Verünnungsmethode zeigte, dass in den reinen ätherischen Öl-Präparaten der Firmen Primavera, Bombastus und Bauer, die geforderten Inhaltsstoffe des Salbeis

vertreten waren. Mit Ausnahme des Linalools, welches im Produkt Primavera Salbei-Bio durch die Verünnungsmethode nicht nachgewiesen werden konnte. Mittels SPME konnten jedoch wiederum Spuren des Linalools im Produkt Primavera Salbei-Bio festgestellt werden. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass durch die Verdünnungsmethode bessere Ergebnisse erreicht wurden, als durch die SPME. Dies könnte jedoch daran liegen, dass bei der Verdünnungsmethode eine größere Menge an Produkten für die GC verwendet wurde.

Zwei von drei Präperaten des ätherischen Öls der Firma Bombastus sowie der Firma Bauer erfüllten nicht den geforderten Thujongehalt.

Die unterschiedlichen Ergebnisse des Salbeis könnten jedoch wie bereits Jug-Dujakovic et al. zeigten an den differenten Erntezeitpunkten liegen. Eine lange trockene Periode in der vegetativen Phase kann hierbei eine Basis für eine höhere Produktion an ätherischen Öl in *Salvia officinalis* darstellen. (21) Jug-Dujakovic et al. zeigten auch, dass die Thujone und Campher die Hauptkomponenten des ätherischen Öls aus *Salvia officinalis* darstellen. (21) Dies stimmt mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie überein.

Auf die Fragestellung, ob in der Praxis die gekauften Produkte tatsächlich den Anforderungen des Ph.Eur entsprechen würden, lässt sich folgende Aussage treffen: Unter den Kamille haltigen Waren entsprachen nur die Probe 1 (Alnatura Kamillentee) und Probe 5 (Sidroga Kamillenblütentee) den Gehaltsanforderungen des Ph.Eur an 0,4% blauem ätherischen Öl durch Wasserdampfdestillation. Der zweite Kamillentee der Apotheke von Dr. Kottas erreichte nicht die geforderten 0,4% an blauem ätherischen Öl. Natürlich ist eine Berufung auf eine mangelhafte Charge möglich, jedoch lagen sämtliche andere Inhaltsstoffe in der entsprechenden Spanne.

In den meisten kamillehaltigen Teeprodukten konnten die Inhaltsstoffe Chamazulen, Spiroether und vereinzelt Spathulenol und Bisabololoxid A weder durch Wasserdampfdestillation noch durch Mikrodestillation in ausreichender Menge nachgewiesen werden.

Durch die SPME konnten wichtige Inhaltsstoffe wie Spiroether, und Bisabololoxid A nicht identifiziert werden, jedoch gelang es, anders als bei der Wasserdampfdestillation und der Mikrodestillation mit derselben Methode (SPME)

Chamazulen in den Proben nachzuweisen. Das pflanzliche Ausgangsmaterial kann je nach Herkunft sehr variabel sein. Je nachdem ob α -Bisabolol oder eines seiner Oxide die Hauptkomponente ausmachen, sind vom Kamillenöl verschiedene Chemotypen bekannt. Raal et al. zeigte, dass auch andere Kamilleninhaltsstoffe gewissen Schwankungen unterliegen (22, 23)

In den salbeihaltigen Produkten wurde der geforderte Thujongehalt nicht erreicht. Eine Ausnahme hierbei stellte das ätherische Öl der Firma Primavera dar. Jedoch entsprachen die beiden Salbeitees aus der Apotheke den geforderten Gesamtgehalt an ätherischem Öl von mind. 1,0% [geschnittene Droge], während alle weiteren Salbeitees aus dem Supermarkt nicht diesen Gesamtgehalt erfüllten.

Hingegen muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass Produkte aus dem Supermarkt nicht den Anforderungen des Arzneibuches gerecht werden müssen. Der Lebensmittelkodex besagt hierzu, dass mindestens 0,2% an ätherischem Öl im Kamillentee enthalten sein muss (24).

Da ein Salbeitee in erster Linie nicht zum Verzehr, sondern zum Gurgeln oder zur Herstellung von Parfüms geeignet ist, gibt es keine exakte Definition, welches Maß an ätherischem Öl im Salbeitee des Supermarkts enthalten sein muss. (siehe 1.3.3)

Abschließend lässt sich aus dieser Studie feststellen, dass die Mikrodestillation und die SPME zur Gewinnung der ätherischen Öle zu anschaulichen Ergebnissen führen, angesichts der Tatsache, dass ein deutlich geringeres Drogenmaterial im Verhältnis zur Wasserdampfdestillation (1:200) verwendet werden muss. Durch die Verwendung geringerer Probenmaterialien ist es möglich, dass gewisse Inhaltsstoffe nicht zu genüge erfasst werden können. Ein Problem kann dabei die Inhomogenität der Probe sein, wodurch es bei der Analyse geringer Probenmengen zu Ungenauigkeiten und schlechter Reproduzierbarkeit kommen kann. Vorteile der Mikrodestillation und der SPME liegen in der kürzeren Destillationszeit und der geringeren Probenvorbereitungszeit.

Die Frage ob nun Teeprodukte aus der Apotheke besser sind als Teeprodukte aus dem Supermarkt kann pauschal nicht beantwortet werden. Dies liegt vor allem an den unterschiedlichen Richtlinien, denen sich die Produkte und somit auch die Firmen stellen müssen. Nichtsdestotrotz erfüllten die Teeprodukte der Firmen Teekanne und Willi Dungl weder die Anforderungen des Lebensmittelkodex noch die des Ph.Eur.

Die Mehrheit der Teepräparate aus der Apotheke besaß einen höheren Anteil an destilliertem ätherischem Öl, als die Teepräparate aus dem Supermarkt.

Um genauere Aussagen auf die genannten Fragestellungen treffen zu können, sind weitere Studien notwendig, in denen auch unterschiedliche Chargen desselben Präparats analysiert werden.

Nur so kann sichergestellt werden, dass die Produzenten, die gestellten Anforderungen erfüllen und der Verbraucher ein ausreichend qualitatives Produkt erhält.

5 Zusammenfassung

Der quantitative als auch qualitative Nachweis von ätherischem Öl in verschiedenen Präparaten stellt einen wichtigen Aspekt Qualitätskontrolle dar. Nur so kann sichergestellt sein, dass bestimmte Präparate auch die suspizierten therapeutischen Effekte erreichen können.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden Kamille haltige und Salbei haltige Produkte aus der Apotheke und aus dem Supermarkt auf deren ätherische Öl Gehälter untersucht und miteinander verglichen.

Mit Hilfe unterschiedlicher Probenvorbereitungen wurde das ätherische Öl aus dem Produkt extrahiert und anschließend mit chromatographischen Methoden analysiert. Die durchgeführten Probenvorbereitungen wurden anschließend mit der im Arzneibuch angeführten Wasserdampfdestillation verglichen. Die Ergebnisse wurden schlussendlich auf Konformität durch das Arzneibuch- oder den Lebensmittelkodex überprüft.

Diese Studie bestätigt, dass die charakteristischen Komponenten des ätherischen Öls sowohl in den Teeprodukten als auch in den reinen ätherischen Ölen enthalten sind. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die unüblichen Probenvorbereitungen zur Gewinnung des ätherischen Öls aus der Trockensubstanz mit der Wasserdampfdestillation mithalten können.

Unter den Kamille haltigen Waren entsprachen nur zwei Produkte den Gehaltsanforderungen des Ph.Eur an 0,4% blauem ätherischen Öl durch Wasserdampfdestillation. Der aus der Apotheke stammende Kamillentee von Dr.Kottas erreichte nicht die geforderten 0,4% an blauem ätherischen Öl. In den salbeihaltigen Produkten wurde der geforderte Thujongehalt nicht erreicht. Eine Ausnahme hierbei stellte das ätherische Öl der Firma Primavera dar. Jedoch entsprachen zwei Salbeitees aus der Apotheke den geforderten Gesamtgehalt an ätherischem Öl von mind. 1,0% [geschnittene Droge], während alle weiteren Salbeitees aus dem Supermarkt den Anforderungen nicht entsprachen.

Weiterführende Studien zur qualitativen Überprüfung der Produkte sind notwendig, um die Ergebnisse der vorliegenden Studie verifizieren zu können.

6 Abstract

Both the quantitative and the qualitative detection of essential oil in different pharmaceutical preparations are of great importance to a quality control and therefore in need of continuous monitoring. The high standardized quality checks form the basis for the therapeutic outcome of every product.

This study was conducted to investigate the volatile components of *Matricaria recutita* and *Salvia officinalis* L. in teas and in pure essential oils. The different products were purchased from a pharmacy and a supermarket. Different sample preparation techniques as the classic hydrodistillation in Clevenger type device, microdistillation, and SPME were used to obtain the volatile fractions which were then analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS) and flame ionization detector (GC/FID) to determine their relative and absolute compositions. In the next step, the outcomes were compared with both the European pharmacopoeia standards and the guidelines of the Austrian Codex Alimentarius in order to determine if the products fulfill the given criteria.

The study confirms that the characteristic essential oil components were contained in the tested tea and pure oil products. The results showed that the unusual sample preparations that were used to extract the essential oil, such as microdistillation and solid phase microextraction (SPME), were comparable to the conventional steam distillation. Only two products containing *Matricaria recutita* complied to the European pharmacopoeia standards with its essential oil content of 0.4 percent through steam distillation. Although Dr.Kottas chamomile tea was purchased from a pharmacy, it did not fulfill the required quality standard of 0.4 percent essential oil content. None of the sage products from the supermarket have fulfilled the quality standards of thujone content, even though there were two pharmacy products that met the European pharmacopoeia criteria with a minimum of 1.0 percent essential oil content. Further studies are required to verify the results of this study and to evaluate statistical significance.

I. Anhang

I.I. Abkürzungen

Ph.Eur	Europäischen Arzneibuches
ml	Mililiter
kg	Kilogramm
g	Gramm
µl	Mikroliter
Aqu.dest.	Aqua destillata
DCM	Dichlormethan
E	Extraktionsmethode
ESCAP	European Scientific Cooperative on Phytotherapy
FID	Flammenionisationsdetektor
GC-Vials	Gaschromatographie-Vial
GC	Gaschromatographie
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
HS	Headspace
ÖAB	Österreichisches Arzneibuch
NaCl	Natriumchlorid
NaSO ₄	Natriumsulfat
MD	Mikrodestillation
MS	Massenspektrometrie
MSD	Massenselektiver Detektor
SPME	Festphasenmikroextraktion
WD	Wasserdampfdestillation
V	Verdünnungsmethode

I.II. Literaturverzeichnis

1. JM R. Skript Antiinfektiva, Antineoplastika und (Bio)pharmazeutika mit Wirkung auf das Immunsystem. 2020.
2. Verlag DA. Europäisches Arzneibuch, Grundwerk 2017
Amtliche deutsche Ausgabe (Ph. Eur. 9.0)2017. 5858 p.
3. GmbH S. Sidroga GmbH;
<https://www.sidroga.at/tees/finder/gesundheitstees/kamillenbluetentee/>
(Letzter Abruf: 11.11.2020).
4. Cwikla C, Schmidt K, Matthias A, Bone KM, Lehmann R, Tiralongo E. Investigations into the antibacterial activities of phytotherapeutics against *Helicobacter pylori* and *Campylobacter jejuni*. *Phytother Res*. 2010;24(5):649-56.
5. Murti Kea. Pharmacological Properties of *Matricaria recutita*: A Review. *Pharmacologia*.3:348-51.
6. ISBN: WHOW. Flos Chamomillae. In: (NIS) WMompcuitNIS, editor. 2010.
7. Tavakoli Ardakani M, Ghassemi S, Mehdizadeh M, Mojab F, Salamzadeh J, Ghassemi S, et al. Evaluating the effect of *Matricaria recutita* and *Mentha piperita* herbal mouthwash on management of oral mucositis in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: A randomized, double blind, placebo controlled clinical trial. *Complement Ther Med*. 2016;29:29-34.
8. GMBH KP. : www.kottas.at/kraeuter/kraeuterlexikon/salbei/
(Letzter Abruf: 11.11.2020).
9. Tresch M, Mevissen M, Ayrle H, Melzig M, Roosje P, M. W. Medicinal plants as therapeutic options for topical treatment in canine dermatology? A systematic review. *BMC Vet Res*. 2019;5(1):174.
10. Miraj S, S. A. A systematic review study of therapeutic effects of *Matricaria chamomila* (chamomile). *Electron Physician*. 2016;8(9):3024-31.
11. Hänsel R, Sticher O. *Pharmakognosie - Phytopharmazie*: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2010.
12. Ghorbania A, Esmaeilizadeh M. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *J Tradit Complement Med*. 2017;7(4):433-40.
13. Poeckel D, Greiner C, Verhoff M, Rau O, Tausch L, Hornig C, et al. Carnosic acid and carnosol potentially inhibit human 5-lipoxygenase and suppress pro-inflammatory responses of stimulated human polymorphonuclear leukocytes. *Biochem Pharmacol*. 2008;76(1):91-7.
14. Scholey AB, Tildesley NT, Ballard CG, Wesnes KA, Tasker A, Perry EK, et al. An extract of *Salvia* (sage) with anticholinesterase properties improves memory and attention in healthy older volunteers. *Psychopharmacology (Berl)*. 2008;198(1):127-39.
15. Dinel AL, Lucas C, Guillemet D, Laye S, Pallet V, Joffre C. Chronic Supplementation with a Mix of *Salvia officinalis* and *Salvia lavandulaefolia* Improves Morris Water Maze Learning in Normal Adult C57Bl/6J Mice. *Nutrients*. 2020;12(6).
16. Miroddi M, Navarra M, Quattropiani MC, Calapai F, Gangemi S, Calapai G. Systematic review of clinical trials assessing pharmacological properties of *Salvia* species on memory, cognitive impairment and Alzheimer's disease. *CNS Neurosci Ther*. 2014;20(6):485-95.
17. Lingenhöhl D, Müller A.
<https://www.spektrum.de/lexikon/physik/gaschromatographie/5544>
(Letzter Abruf: 11.11.2020).

18. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry 4th ed. Carol Stream, IL: Allured Pub. Corp.; 2007.
19. Konsument. Das österreichische Testmagazin <https://www.konsument.at/gesundheit-kosmetik/kamillentee> (letzter Abruf am 11.11.2020).
20. Sticher O, Heilman J, Zündorf I. Hänsel/Sticher Pharmakognosie Phytopharmazie. 10. Auflage ed. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart; 2015.
21. Jug-Dujakovic M, Ristic M, Pljevljakusic D, Dajic-Stevanovic Z, Liber Z, Hancevic K, et al. High diversity of indigenous populations of dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.) in essential-oil composition. *Chem Biodivers*. 2012;9(10):2309-23.
22. Raal A. Comparación de aceites esenciales de *Matricaria recutita* L. de origen diverso. . *Ars Pharmaceutica*. 2003;44.
23. Raal A, Orav A, Püssa T, Valner C, Malmiste B, Arak E. Content of essential oil, terpenoids and polyphenols in commercial chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) teas from different countries. *Food Chemistry*. 2012;131:623 - 38.
24. BMG. Bundesministerium für Gesundheit (o.J.). Allgemeine Information zum Österreichischen Lebensmittelbuch. Online im Internet: <https://www.lebensmittelbuch.at> (Letzter Abruf: 11.11.2020).