

Claus M. Passreiter

Institut für Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie,  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, D-40225 Düsseldorf

# Ätherische Öle in der Behandlung chronisch verlaufender bakterieller Infektionen

Vor Entdeckung der antibiotischen Therapie und Impfstoffen waren Infektionskrankheiten Todesursache Nummer eins, sie sind aber nach wie vor eine große Bedrohung für die Menschheit. Obwohl wir die damals häufig auftretenden großen Seuchen wie z.B. die Pest, die Cholera und den Typhus heute weitgehend im Griff haben, zeigen Statistiken der WHO, dass Infektionen, insbesondere der Atemwege und des Gastrointestinaltraktes, immer noch unter den Top Ten der Todesursachen in der Welt zählen [1].

Ursachen für Infektionen sind Bakterien, Viren, Protozoen und andere infektiöse Elemente. Allein an Infektionen mit HI-Viren, den Tuberkulose-Bakterien und den Plasmodien, den Erregern der Malaria, sterben weltweit ca. fünf Millionen Menschen jährlich [1]. Ein zunehmendes Problem ist dabei die Resistenz von Bakterien gegen immer mehr Antibiotika, die weltweit insgesamt zu häufig und zu oft grundlos eingesetzt werden, wodurch die WHO sich gezwungen sah, am 30.4.2014 vor der Bedrohung durch immer mehr multiresistente Keime zu warnen [2]. Das Robert-Koch-Institut (RKI) gibt an, dass nicht nur die schon lange bekannten Problemkeime, wie der Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) und die Glykopeptid-resistenten Enterokokken (VRE), für schwer behandelbare Infektionen verantwortlich sind, sondern dass vermehrt auch gram-negative Bakterien gegen alle  $\beta$ -Laktamantibiotika und auch gegen andere Antibiotikaklassen Resistenzen gebildet haben [3]. Grund für diese Entwicklung ist nach Einschätzung des RKI das Vorhandensein von Resistenzgenen bei allen, insbesondere auch nicht-humanpathogenen Bakterien, verbunden mit der Möglichkeit, diese Informationen in Form von DNA-Fragmenten, den so genannten Plasmiden, an andere Bakterien weiterzugeben. Außerdem führt der Selektionsdruck durch den Einsatz von Antibiotika in vielen Bereichen (Medizin, Tiermast etc.) dazu, dass gerade resistente Keime sich gut und stark vermehren können. Ein reduzierter Gebrauch von Antibiotika bei gleichzeitiger Verhinderung der Keimverbreitung könnte Abhilfe schaffen [3].

Während viele virale Infektionen chronische Verlaufsformen zeigen, ist dies bei Infektionen, die durch Bakterien ausgelöst werden, im Prinzip weniger häufig der Fall, weil diese Keime durch Antibiotika behandelbar sind. Neben der oben angesprochenen Antibiotikaresistenz hat man festgestellt, dass viele Bakterien die Eigenschaft zur Bildung infektiöser Biofilme besitzen, in denen sie über Monate oder Jahre überdauern können, woraus eine chronische Infektion (z.B. Otitis media, Tonsillitis, Prostatitis) resultiert, bei der symptomfreie mit akut entzündlichen Perioden abwechseln [4]. Solche Biofilme zeigen die überraschende Eigenschaft, dass man nicht in der Lage ist, die Infektion mit herkömmlichen Antibiotika zu behandeln, obwohl die aus dem Biofilm entnommenen und in Kultur vermehrten Bakterien gegenüber den gleichen Antibiotika *in vitro* empfindlich sind [4]. Darüber hinaus ist bereits gezeigt worden, dass es in vielen Fällen nicht gelungen ist, Bakterien aus dem infizierten Gewebe zu isolieren, obwohl man molekularbiologisch die Anwesenheit dieser Keime eindeutig belegen konnte [4].

Wenn der Einsatz von Antibiotika nicht zum gewünschten Erfolg führt, kann auch zur Behandlung von Infektionen auf die Phytotherapie zurückgegriffen werden. Eine ganze Reihe von Arzneipflanzen wird in diesem Indikationsgebiet direkt bzw. indirekt verwendet [5-7]. Unter diesen Pflanzen finden sich gehäuft Pflanzen mit ätherischen Ölen, die ihrerseits nach Abtrennung von der Pflanze aufgrund ihrer antibakteriellen und antiviralen Eigenschaften eingesetzt werden. Übersichten über die Anwendung von ätherischen Ölen bei Infektionen finden sich in Lehrbüchern zur Aromatherapie [8,9]. Dort finden sich ausführliche Tabellen, in denen die Wirksamkeit verschiedener Öle gegenüber häufig vorkommenden Keimen anhand der Hemmhöhe im „Aromatogramm“ bestimmt wurde [8,9]. Bei „Aromatogrammen“ wird wie beim für Antibiotika üblichen Antibiogramm ein mit der zu testenden Substanz behandeltes Plättchen auf eine zuvor mit dem Testkeim beimpfte Agarplatte verbracht, die danach bebrütet wird. Je aktiver das Öl ist, umso größer ist der bakterienfreie Bereich um die aufgebrachte Testsubstanz [8,9].

Der in der Pharmazie bereits seit Jahrhunderten geläufige Begriff „Ätherisches Öl“ ist geprägt worden durch die leichte Flüchtigkeit dieser pflanzlichen Öle, die im Gegensatz zu einem fetten Öl keinen Fettfleck z.B. auf einem Filterpapier hinterlassen. Das Öl verfliegt also vollständig in den „Äther“, wie man damals den uns umgebenden Luftraum nannte. Den Begriff „Äther“ hat man auch verwendet, um den Raum zu beschreiben, durch den sich Radiowellen auf damals noch unbekannte Weise ausgebreitet haben. Im deutschen Sprachgebrauch gab es dann noch den Äther (Diäthyläther), der sich ebenfalls durch eine leichte Flüchtigkeit auszeichnete. Die Flüchtigkeit in den „Äther“ hinein verbindet also die beiden unterschiedlichen Produkte. Die damalige deutsche Schreibweise von Äther und auch Äthanol mit dem Umlaut Ä wurde später im Zuge der Internationalisierung der angelsächsischen Schreibweise angepasst und wir schreiben heute auch in Deutschland Ether und Ethanol. Man konnte also meinen, dass auch der Begriff „Ätherisches Öl“ nun zwecks Internationalisierung anders geschrieben werden müsste. Dies macht allerdings wenig Sinn, denn der im englischen Sprachraum gebräuchliche Begriff lautet „essential oil“ und nicht etwa „etheric oil“. Trotzdem finden sich genug Autoren, die Ätherisches Öl heute mit einem E am Anfang schreiben. Eine Antwort auf die Frage, ob nun der eine oder der andere Begriff denn nun richtig ist, erhält man im Duden. Dort wird unter dem Stichwort ätherisch die folgende Erklärung abgegeben: a) (veraltet) himmlisch: -e Sphären; b) [hauch]zart, engelhaft

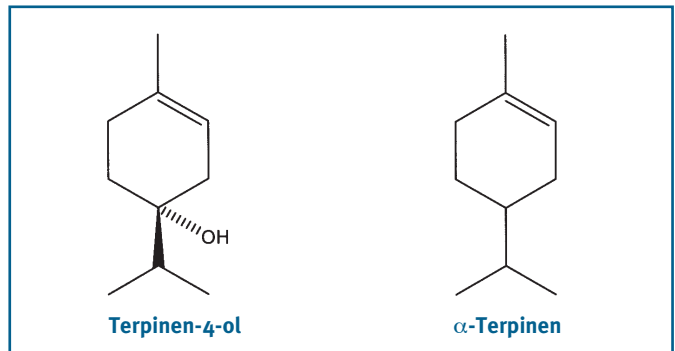
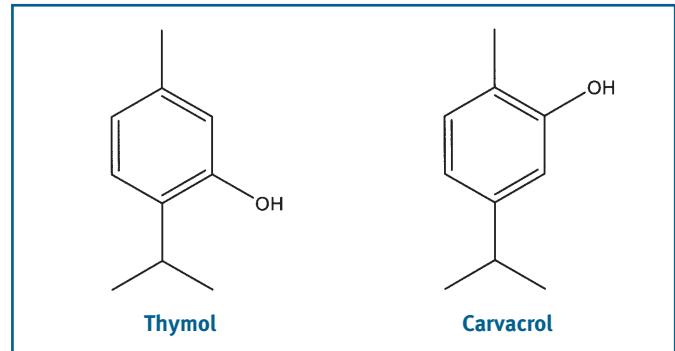
zart. Sucht man das Wort „etherisch“ so wird man auch fündig, allerdings wird man dann auf den Begriff „ätherisch“ verwiesen. Möglicherweise sind heute also beide Schreibweisen erlaubt.

Ätherische Öle sind komplexe Mischungen von niedermolekularen, lipophilen, leicht flüchtigen Substanzen aus Pflanzen. Obwohl mehrere hundert Verbindungen in einem ätherischen Öl enthalten sein können, besitzen die meisten ätherischen Öle zwischen 1 bis 5 Hauptkomponenten, die ca. 95 % des ätherischen Öls ausmachen. Bei diesen Komponenten handelt es sich zumeist um Mono- bzw. Sesquiterpene und Phenylpropane. Daneben kommen auch Kohlenwasserstoffe und schwefel- sowie stickstoffhaltige Substanzen vor [10]. Unter den genannten Substanzen finden sich aliphatische sowie aromatische Alkohole, Ketone, Ester, Lactone, Merkaptane und Amine, so dass die Eigenschaften der Öle sehr stark variieren und sich somit auch ganz unterschiedliche pharmakologische Wirkungen ergeben.

Ein ätherisches Öl ist also ein Gemisch aus vielen verschiedenen Stoffen, das entweder mit Hilfe geeigneter Verfahren, z.B. der Wasserdampfdestillation oder durch Auspressen aus Pflanzen oder Pflanzenteilen gewonnen wurde (natürliches Öl) oder das aus chemisch definierten Substanzen künstlich gemischt wurde (synthetisches Öl). Sind diese synthetischen Öle weitgehend mit den natürlichen Ölen identisch, so spricht man von „naturidentischen Ölen“. Es gibt aber auch künstliche Öle, die gar kein natürliches Vorbild besitzen.

Bei den meisten arzneilich verwendeten ätherischen Ölen, die Arzneibuchqualität besitzen, handelt es sich um natürliche Öle. Bei Reinstoffen wie Campher oder Menthol kann es sich aber um synthetische, naturidentische Verbindungen handeln. Besitzt ein ätherisches Öl keine Arzneibuchqualität, wie dies häufig bei Ölen der Fall ist, die in der kosmetischen Industrie verwendet werden, so können sowohl natürliche wie auch naturidentische Öle zum Einsatz kommen. Unter einem Aromastoff versteht man in der Lebensmittelindustrie einen flüchtigen Stoff, der in einem Lebensmittel erwünscht ist und über den Geruch wahrgenommen werden kann, unabhängig davon, wie seine chemische Struktur aussieht. Ein ätherisches Öl kann dabei als Ganzes auch als Aromastoff dienen und den Geruch und Geschmack eines Lebensmittels oder auch eines Arzneimittels verbessern helfen.

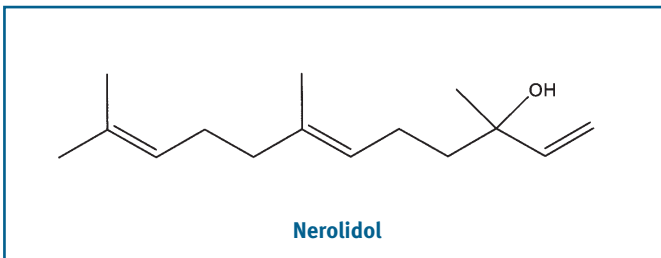
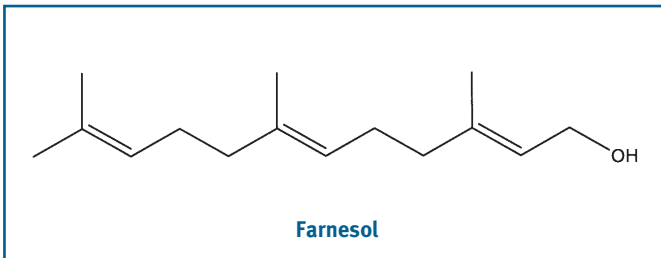
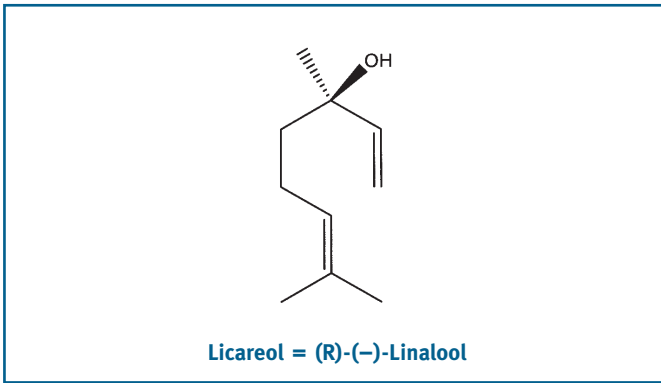
Die Zusammensetzung ätherischer Öle ist sehr unterschiedlich. Meist bestehen sie aus einigen wenigen Hauptkomponenten und einer größeren Anzahl von Nebenkomponten, die jede für sich nur in sehr geringer Konzentration im ätherischen Öl enthalten ist. In der Pflanze wird die Zusammensetzung des ätherischen Öls von der vorhandenen Enzymgarnitur bestimmt. Im Wesentlichen kommen Terpene und Phenylpropane in ätherischen Ölen vor. Einige pharmazeutisch bedeutsame Vertreter dieser Substanzklassen finden Sie in den Abbildungen. Während die Terpene entweder im Cytosol der produzierenden Zellen auf dem Acetat-Mevalonatweg aus dem so genannten „aktiven Isopren“ oder in den Plastiden auf dem DOXP-Weg aus 1-Desoxy-Dxylulose-5-phosphat biosynthetisiert werden, entstammen die Phenylpropane dem Shikimisäureweg, auf dem auch die aromatischen Aminosäuren Phenylalanin und Tyrosin sowie die Zimtsäuren gebildet werden [29,30]. Während die qualitative Zusammensetzung in Bezug auf die überhaupt vorkommenden Komponenten weitgehend fixiert ist, ist die quantitative Zusammensetzung des ätherischen Öls, d.h. die relative Verteilung der Einzelkomponenten zueinander, gewissen Schwankungen unterworfen. Verantwortlich dafür sind natürlich die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Vegetationsbedingungen wie Temperatur, Häufigkeit der auftretenden Niederschläge und Intensität der Sonneneinstrahlung sowie das Vorhandensein von Nährstoffen. Es gibt aber auch Schwankungen im Gehalt des ätherischen Öles einer Pflanze, die mit der Schutzfunktion gegen Fraßfeinde und der Abwehr von Bakterien und Pilzen zu tun hat. So finden sich hohe Gehalte an ätherischem Öl in Pflanzen häufig zur Blütezeit und in der sich anschließenden Fruchtbildungsphase. Die



Zusammensetzung korreliert dabei zum Teil mit dem Auftreten von unterschiedlichen Schädlingen. Es kann z.B. sein, dass die Zusammensetzung des ätherischen Öls im Frühjahr eine andere ist als im Herbst, da die einzelnen Komponenten der Empfindlichkeit der jeweiligen Fraßfeinde angepasst werden [31].

Neben solchen Unterschieden in der Zusammensetzung ätherischer Öle beeinflusst auch die Gewinnungsmethode deren qualitative und quantitative Zusammensetzung. Eine der am weitesten verbreiteten Methoden zur Gewinnung ätherischer Öle ist die Wasserdampfdestillation. Hierbei wird das zerkleinerte Pflanzenmaterial in Wasser gegeben und das Wasser anschließend in einer Destillationsanlage zum Sieden erhitzt. Das Öl tritt dann zusammen mit dem Wasserdampf in die Gasphase ein und lässt sich anschließend nach erfolgter Kondensation vom Wasser trennen und rein gewinnen. Der Zerkleinerungsgrad der Droge richtet sich nach dem Lagerort der ätherischen Öle. Befindet sich das ätherische Öl in Drüsenhaaren an der Oberfläche des entsprechenden Pflanzenorgans, so ist eine Zerkleinerung so gut wie nicht nötig (z.B. Kamillenöl), während Öle, die in Ölbehältern tief im Gewebe gelagert sind (z.B. Fenchel), erst nach Freisetzung durch entsprechende Zerkleinerung mit Wasserdampf extrahiert werden können. Die Methode ist nicht geeignet für Öle, deren Komponenten thermischen Belastungen nicht ausgesetzt werden dürfen. Neben der Wasserdampfdestillation kann man ätherische Öle auch durch Pressung gewinnen. Dies ist eine Methode, die zur Gewinnung von Orangen- oder Zitronenöl angewendet wird. Auch eine Extraktion mit verschiedenen Lösungsmitteln ist möglich, dabei erhält man die so genannten Extraktionsöle. Sehr kostbare Öle kann man im aufwändigen Enflourage-Verfahren gewinnen. Hier werden die Blätter (z.B. Rosenblätter) auf Talg gestreut. Das ätherische Öl diffundiert in den Talg bis zur Einstellung eines Konzentrationsgleichgewichtes und muss dann anschließend in weiteren Gewinnungsschritten vom Talg entfernt werden. Es ist leicht zu verstehen, dass die unterschiedlichen Gewinnungsmethoden in Abhängigkeit von den Eigenschaften der im ätherischen Öl enthaltenen Haupt- und Nebenkomponten zu unterschiedlich zusammengesetzten Ölen führen können. Es ist daher wichtig für eine gleichbleibende Qualität, die jeweilige Gewinnungsmethode zu beachten.

Wie bereits oben angesprochen ist die Chronifizierung einer bakteriellen Infektion eine häufige Folge von auftretender Resistenz gegen



die zuvor eingesetzten Antibiotika bzw. die Bildung von Biofilmen durch die eigentlich empfindlichen Bakterien. Ätherische Öle können auch in diesen Fällen erfolgreich eingesetzt werden. Eine ganze Reihe von ätherischen Ölen wurde hinsichtlich ihrer Wirksamkeit gegen MRSA-Stämme überprüft. Es konnte gezeigt werden, dass das ätherische Öl von *Thymus vulgaris* eine gleichmäßig starke Wirkung auf *S. aureus* zeigte, unabhängig davon, ob es sich um einen MRSA Stamm handelte oder nicht [11]. Die notwendige minimale Hemmkonzentration (MHK) betrug 18,50 µg/ml und der Hemmhof hatte eine Größe von 12 mm bei MRSA und 19 mm bei den nicht multiresistenten Keimen. Zum Vergleich wurden die Hemmhöfe von Gentamycin, Cotrimoxazol und Vancomycin bestimmt, wobei nur letzteres zu einem vergleichbar großen Hemmhof (15 mm) führte, die beiden anderen Antibiotika waren völlig unwirksam [11]. In der gleichen Studie wurde auch das Eukalyptusöl untersucht, das schwächer wirksam war und bei einer MHK von 85,6 µg/ml nur zu einem Hemmhof von 8mm führte [11]. In einer anderen Arbeit wurden die MHK-Werte der ätherischen Öle verschiedener Thymian-Arten (*T. vulgaris* und *T. serpyllum*) gemeinsam mit anderen ätherischen Ölen gegenüber verschiedenen *S. aureus*-Stämmen untersucht [12]. Interessanterweise wurde die minimale Hemmkonzentration in dieser Arbeit in der Gasphase bestimmt. Beide Thymianöle zeigten gleichstarke Aktivität mit MHK-Werten zwischen 33 und 130 µl Öl pro Liter Luft in der Petrischale 260 µl/L beim MRSA-Keim. Die stärkste Wirkung gegenüber allen Stämmen zeigte das ätherische Öl von *Armoracia rusticana*, dem Meerrettich, dessen MHK bei nur 17 µl/L lag, während die Öle von *Origanum sativum*, *Satureja hortensis* und *Satureja montana* mit 130 µg/L wesentlich schwächer, aber immer noch doppelt so stark wirksam wie die Thymianöle waren [12]. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass alle Öle gut zur Raumdesinfektion geeignet sind, was die Anwendung solcher Substanzen z.B. in Krankenhäusern [13] sinnvoll erscheinen lässt, um die Infektionsgefahr mit MRSA-Keimen zu reduzieren. Darüber hinaus könnte man durch Anwendung von Nasensprays mit solchen ätherischen Ölen die nasalen MRSA Erreger

wirksam bekämpfen [12]. Die Hauptkomponente des Thymianöls ist das Monoterpen Thymol, im Quendelöl (*Thymus serpyllum*) ist es das Isomer Carvacrol. Bei beiden Verbindungen handelt es sich um Phenole, deren antibakterielle Wirkung bereits seit langem bekannt ist [14]. Weitere ätherische Öle, die gute Wirkung gegen Staphylokokken und andere Keime zeigen, sind das so genannte Teebaumöl, welches von *Melaleuca alternifolia* gewonnen wird, das Lavendelöl von *Lavandula angustifolia* und das Eukalyptusöl von *Eucalyptus globulus* [15-20].

Oft sind schlecht heilende Wunden die Folge einer MRSA-Infektion. In einer Übersichtsarbeit, die 2004 veröffentlicht wurde, findet sich eine Zusammenfassung der bisher erschienenen Arbeiten zur Aktivität des Teebaumöls bei Infektionen mit *S. aureus* [15]. Die Hauptkomponente des Teebaumöls ist das Terpinen-4-ol, das zu mindestens 40 % enthalten ist [5]. Nach Auffassung der Autoren scheint es aufgrund der veröffentlichten Studien Evidenz dafür zu geben, dass der Einsatz des Teebaumöls in diesem Indikationsgebiet sinnvoll ist. Das Teebaumöl ist nicht nur gegen MRSA aktiv (MHK 0,04-0,35 % V/V), sondern auch gegen weitere Bakterien, unter denen sich auch Problemkeime befinden, sowie gegen eine Reihe von humanpathogenen Viren und Pilzen wirksam [20]. Die Autoren beider Übersichtsarbeiten weisen allerdings darauf hin, dass es noch zu wenige klinische Studien am Patienten gibt, die die bisher *in vivo* und *in vitro* gewonnenen Ergebnisse untermauern [15]. Ähnlich ist es beim Lavendel, dessen Blüten mindestens 1,5 % ätherisches Öl mit den Hauptkomponenten Linalool und Linalylacetat enthalten [5]. Im ätherischen Öl selbst liegen diese beiden Verbindungen in etwa gleicher Konzentration (25 – 45 %) vor. Auch das Lavendelöl ist *in vitro* gegen MRSA und Vancomycin resistente Stämme von *Enterococcus faecalis* in Konzentrationen unter 1 % wirksam [17]. Auch bei Lavendel wird die zu geringe Anzahl klinisch relevanter Daten, das teilweise falsche Design der Studien und die Verwendung von Ölen verschiedener Lavendelarten mit unterschiedlicher Zusammensetzung kritisiert [17]. Nur so kann die Diskussion um die positiven Effekte beendet werden.

Auch zum Wirkungsmechanismus der in den ätherischen Ölen enthaltenen Hauptkomponenten gibt es inzwischen einige Untersuchungen. So fand man beispielsweise heraus, dass die Verwendung von Thymianöl zu umfangreichen Membranschäden bei Bakterien führt, deren Folge eine Lyse der gesamten Zelle ist [21]. Untersuchungen mit Teebaumöl und seinen Hauptkomponenten Terpinen-4-ol und  $\alpha$ -Terpinen, die zu 40 bzw. 20 % im Öl enthalten sind, zeigten, dass diese Verbindungen die Membranen zwar schädigten, was aber nicht zu einer unmittelbaren Lyse führte, die Bakterien aber empfindlicher gegenüber anderen membranschädigenden Substanzen machten [22]. Der Nachweis der Membranschädigung gelang elektronenmikroskopisch über die in der Bakterienzelle gebildeten Mesosomen, deren Auftreten auch nach Verwendung von Antibiotika wie z.B. Vancomycin beobachtet wurde [22]. Behandlung mit Teebaumöl machte *S. aureus* außerdem empfindlicher gegenüber NaCl und verhinderte, dass sich Kolonien auf Kochsalz enthaltenen Medien bildeten [22]. Ebenfalls an *S. aureus* wurde die antibakterielle Wirkung der Terpenalkohole Farnesol und Nerolidol untersucht [23].

Wie eingangs geschildert, sind nicht nur Resistenzen ein Problem in der Behandlung von Infektionen, sondern auch die Bildung bakterieller Biofilme trägt wesentlich zur Entwicklung chronischer Infektionen bei [4]. Wenn Mikroorganismen Biofilme bilden, werden häufig nur die äußeren Schichten von Antibiotika erreicht, wodurch ein großer Teil von Bakterien oder Pilzen im Innern unbehelligt bleibt. Dies fördert die Chronifizierung der Infektion und gleichzeitig auch die Bildung weiterer Resistenzen [24]. Insbesondere in der Zahnheilkunde, wo Bakterien auf den Oberflächen der Zähne und des Zahnhalteapparates siedeln, versucht man diese Biofilme mit Hilfe von Mitteln zur Mundspülung zu bekämpfen. Inzwischen gibt es eine Reihe von Untersuchungen zur Aktivität von ätherischen Ölen und den darin ent-

haltenen Hauptkomponenten gegenüber bakteriellen Biofilmen [24-28]. Untersucht wurden die Aktivitäten verschiedener ätherischer Öle sowie teilweise auch der darin enthaltenen Hauptkomponenten. Es konnte gezeigt werden, dass das ätherische Öl von *Croton cajucara*, dessen Hauptkomponente das aus dem Lavendel bekannte Linalool ist, gegen verschiedene Bakterien wirksam ist. Das isolierte Linalool zeigte jedoch nur ausgeprägte Aktivität gegenüber dem Pilz *Candida albicans* [24]. Auch für die ätherischen Öle von *Eucalyptus smithii*, dessen Blätter zur industriellen Gewinnung des Eukalyptusöls verwendet werden, und *Juniperus communis*, dem Wacholder, konnte gezeigt werden, dass beide Öle aktiv gegenüber von *Staphylococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa* gebildeten Biofilmen sind. Beide Öle waren nicht nur in der Bildungsphase der Biofilme aktiv, sondern waren auch in der Lage, bereits vorhandene Biofilme wirksam zu bekämpfen [25]. Auch für das Terpinen-4-ol, die Hauptkomponente aus dem Teebaumöl, konnte gezeigt werden, dass zuvor hergestellte, mit der Substanz beladene Nanopartikel bereits ab 10 µg/ml in der Lage sind, Biofilme von *C. albicans* wirksam zu zerstören [26]. Eine wichtige Eigenschaft von Mikroorganismen in Biofilmen ist das „Quorum sensing“, d.h. die Bestimmung der Zelldichte mit Hilfe von chemischen Signalen, über die Stoffwechselfvorgänge und die Teilungsrate in den einzelnen Individuen des Biofilms gesteuert werden [27]. In diese Prozesse greift das Carvacrol aus dem Thymian bei der Bildung bestimmter Biofilme bereits in Konzentrationen ein, die das bakterielle Wachstum oder die Überlebensrate der Bakterien noch nicht beeinflussen [27].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz von ätherischen Ölen in der Therapie akuter und chronischer Infektionen durchaus sinnvoll ist. Durch zunehmende Resistenzbildung wird es in der Zukunft noch wichtiger sein, die Wirkung von ätherischen Ölen in dieser Hinsicht zu untersuchen. Weitere Untersuchungen zur Anwendung von ätherischen Ölen allein und auch in Kombination mit Antibiotika wären wünschenswert, insbesondere klinische Untersuchungen sollten die bereits vorhandenen Kenntnisse sinnvoll ergänzen. Neben der Untersuchung der Öle selbst sollten auch die Einzelkomponenten hinsichtlich ihrer Wirkung überprüft werden.

## Literatur

- 01 [www.who.int](http://www.who.int)
- 02 <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/amr-report/en/>
- 03 [http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Antibiotikaresistenz\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Antibiotikaresistenz_node.html)
- 04 Costerton W, Veoh R, Shirtliff M et al. The application of biofilm science to the study and control of chronic bacterial infections. *J. Clin Invest* 2003; 112:1466-1477
- 05 Schilcher H, Kammerer S, Wegener T. Leitfaden Phytotherapie. 4. Aufl. München: Urban & Fischer Verlag; 2010
- 06 Wiesenauer M. PhytoPraxis. 4. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2011
- 07 Wagner H, Wiesenauer M. Phytotherapie: Phytopharmaka und pflanzliche Homöopathika. 2. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2003
- 08 Zimmermann E. Aromatherapie für Pflege- und Heilberufe. 4. Aufl. Stuttgart: Sonntag Verlag; 2008: 74-80
- 09 Wabner D, Beier C (Hrsg.). Aromatherapie. München: Urban & Fischer; 2009: 105-121
- 10 Dingermann T, Hiller K, Schneider G, Zündorf I. Schneider – Arzneidrogen. 5. Aufl. München: Spektrum Akademischer Verlag; 2004
- 11 Tohidpour A, Sattari M, Omidbaigi R et al. Antibacterial effect of essential oils from two medicinal plants against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Phytomedicine* 2010; 17: 142-145
- 12 Nedorostova L, Kloucek P, Urbanova K et al. Antibacterial effect of essential oil vapours against different strains of *Staphylococcus aureus*, including MRSA. *Flavour Fragr. J.* 2011; 26: 403-407
- 13 Beer A-M, Matreitz T. Zur Anwendung ätherischer Öle im Krankenhaus. *Z. Phytother.* 2013; 34: 158-163
- 14 Thoma K, Ullmann E, Fickel O. Die antibakterielle Wirkung von Phenolen in Anwesenheit von Polyäthylenglykolstearaten und Polyäthylenglykolen Wertmindernde Wechselwirkungen von Desinfektions- und Konservierungsmitteln mit nichtionogenen Tensiden. *Arch. Pharm.* 1970; 303: 289-296

- 15 Halcón L, Milkus K. *Staphylococcus aureus* and wounds: A review of tea tree oil as a promising antimicrobial. *Am J Infect Control* 2004; 32: 402-408
- 16 Steflitsch W. Wundbehandlung mit ätherischen Ölen nach operativer Sanierung eines chronischen Abzesses. *Forsch Komplementmed* 2009; 16: 400-403
- 17 Cavanagh H M A, Wilkinson J M. Biological Activities of Lavender Essential Oil. *Phytother. Res.* 2002; 16: 301-308
- 18 Sherry E, Boeck H, Warncke P H. Topical application of a new formulation of Eucalyptus oil phytochemicals clears methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. *Am J Infect Control* 2002; 29: 346
- 19 Elaissi A et al. Chemical composition of 8 eucalyptus species essential oils and the evaluation of their antibacterial, antifungal and antiviral activities. *B BMC Complementary Altern. Med.* 2012; 12: 81-95.
- 20 Carson C F, Hammer K A, Riley T V. Melaleuca alternifolia (tea tree) oil: A review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clin. Microbiol. Rev.* 2006; 19: 50-62.
- 21 Horne D S et al. Antimicrobial effects of essential oils on *Streptococcus pneumoniae*. *J. Essent. Oil Res.* 2001; 13: 387-392.
- 22 Carson C F, Mee B J, Riley T V. Mechanism of Action of Melaleuca alternifolia (Tea Tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2002; 46: 1914-1920.
- 23 Inoue Y et al. The antibacterial effects of terpene alcohols on *Staphylococcus aureus* and their mode of action. *FEMS Microbiol. Lett.* 2004; 237:325-331.
- 24 Alviano W S et al. Antimicrobial activity of Croton cajucara Benth linalool-rich essential oil on artificial biofilms and planktonic microorganisms. *Oral Microbiol. Immunol.* 2005; 20: 101-105.
- 25 Camporese A. Attività in vitro degli oli essenziali di *Eucalyptus smithii* e *Juniperus communis* su biofilms batterici e prospettive di efficacia nella terapia complementare inalatoria delle infezioni croniche e recidivanti dell via aeree superiori. *Le infezioni in Medicina.* 2013; 2: 117-124.
- 26 Sun L, Zhang C, Ping L. Characterization, antibiofilm, and mechanism of action of novel PEG-stabilized lipid Nanoparticles loaded with terpinen-4-ol. *J. Agric. Food Chem.* 2012; 60: 6150-6156.
- 27 Burt S A, et al. The natural antimicrobial carvacrol inhibits quorum sensing in *Chromobacterium violaceum* and reduces bacterial biofilm formation at sub-lethal concentrations. *PLoS one* 2014; 9: e93414. doi:10.1371/journal.pone.0093414
- 28 Selim S A, et al. Chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil and methanol extract of the Mediterranean cypress (*Cupressus sempervivens* L.). *BMC Complementary Altern. Med.* 2014; 14:179-186.
- 29 Breitmaier E. (1999) Terpene - Aromen, Dufte, Pharmaka, Pheromone, 1. Auflage B. G. Teubner Stuttgart, Leipzig 1999.
- 30 Eisenreich W. et al. (1998) *Chemistry & Biology* 5: 221-233.
- 31 Morrow P. A. et al. (1980) *Oecologia* 45: 209-219.



## Der Autor

apl. Prof. Dr. Claus M. Passreiter

ist außerplanmäßiger Professor am Institut für Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf, an der er Pharmazie studierte und mit einem Thema zur Untersuchung von Inhaltsstoffen aus *Arnica sachalinensis* und *A. amplexicaulis* promoviert wurde. Er habilitierte sich dort später mit seinen Untersuchungen zur biologischen Aktivität von mittelamerikanischen Arzneipflanzen, die volksmedizinisch gegen Malaria und andere Tropenkrankheiten verwendet werden. Sein heutiges Arbeitsgebiet umfasst neben den Arzneipflanzen Mittelamerikas auch die phytochemische Untersuchung von afrikanischen Arzneipflanzen, die gegen Krebserkrankungen eingesetzt werden. Er ist seit Jahren in Fort- und Weiterbildung für pharmazeutisches Personal engagiert und ist seit 2006 auch wissenschaftlicher Mitherausgeber des Apotheken Magazins.



# Fortbildungs-Fragebogen 5/2016

## Mit dem Apotheken Magazin Fortbildungspunkte sammeln

Jede Ausgabe enthält einen speziellen Fortbildungsartikel und einen dazu gehörigen Fortbildungsfragebogen, für dessen richtige Ausfüllung und Ein-sendung jeder Einsender einen von der Bundesapothekerkammer Berlin akkreditierten Fortbildungspunkt erhalten kann. OPTIONAL: Zusätzlich sind im gesamten Heft Beiträge enthalten, die als Fortbildungsbeiträge gekennzeichnet sind. Zur Gesamtheit dieser Beiträge gibt es einen weiteren Frage-bogen nur für Abonnenten. Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort richtig. Die Lösungen werden Ihnen zusammen mit dem Fortbildungspunkt mitgeteilt. Wenn Sie in jeder Heftausgabe beide Fortbildungsfragebögen richtig einsenden, können Sie sich übers Jahr insgesamt 20 Fortbildungspunkte aus der Kategorie „Bearbeiten von Lektionen“ (rezertifiziert durch die Bundesapothekerkammer, Veranstaltungs-Nr.: BAK 2015/402) sichern. Bitte auf Lesbar-keit achten!



02 08 / 6 20 57 41

### 1. Gute Wirkung gegen Staphylokokken zeigen auch die ätherischen Öle von:

1. *Lavandula angustifolia*      2. *Eucalyptus globulus*  
3. *Valeriana officinalis*      4. *Melaleuca alternifolium*  
5. *Harpagophytum procumbens*

- a) 1, 2 und 5 sind richtig  
 b) 1, 2 und 4 sind richtig  
 c) 2, 3 und 4 sind richtig  
 d) 1, 2 und 3 sind richtig  
 e) alle sind richtig

### 2. Chemisch finden sich im Ätherischen Öl...

1. Ester                      2. Phenylpropane  
3. Ketone                    4. Lactone  
5. Kohlehydrate

- a) 1, 2 und 5 sind richtig  
 b) 1, 2 und 4 sind richtig  
 c) 1, 2, 4 und 5 sind richtig  
 d) 1, 2, 3 und 4 sind richtig  
 e) alle sind richtig

### 3. Unter einem Biofilm versteht man...

- a) einen Teil der Cytoplasmamembran  
 b) eine Bakterienkolonie auf der Agarplatte.  
 c) einen infektiösen Bakterienfilm z.B. bei einer Otis media  
 d) eine biologische Kultur von Milchsäurebakterien  
 e) einen biologischen Lehrfilm

### 4. Eine der Hauptkomponenten im Lavendelöl ist...

- a) Lavendulol  
 b) Linalool  
 c) Cineol  
 d) Thymol  
 e) Terpinen

### 5. Bei VRE handelt es sich um:

- a) Vollkommen Resistente Erreger  
 b) Vancomycin resistente Erreger  
 c) Vorübergehend resistente *Escherichia coli* Bakterien  
 d) Vancomycin resistente *Escherichia coli* Bakterien  
 e) Vancomycin resistente Stämme von *Enterococcus faecalis*

### 6. *Eucalyptus smithii* und *Juniperus communis* sind wirksam gegen Biofilme von:

- a) *Candida albicans*  
 b) *Pseudomonas aeruginosa*  
 c) *Borrelia burgdorferi*  
 d) *Mykobakterium tuberculosis*  
 e) *Escherichia coli*

### 7. Die Aktivität von ätherischen Ölen bestimmt man mit Hilfe eines

- a) Chromatogramms  
 b) Antibiotogramms  
 c) Aromatogramms  
 d) Autogramms  
 e) Mikrogramms

### 8. Kostbare ätherische Öle gewinnt man durch...

- a) Extraktion mit Lösungsmitteln.  
 b) Wasserdampfdestillation.  
 c) Perkolation.  
 d) Auspressen.  
 e) das Enfleurage-Verfahren.

### 9. Ein natürliches ätherisches Öl enthält...

- a) nur eine Komponente.  
 b) nur Spuren von Phenylpropanen.  
 c) viele verschiedene Komponenten aus der Gruppe der Terpene und Phenylpropane.  
 d) auch synthetische Stoffe.  
 e) keine Sesquiterpene.

### 10. Ein ätherisches Öl lässt sich leicht von einem fetten Öl unter-scheiden, indem man...

- a) seine Farbe betrachtet.  
 b) einen durch das Öl verursachten Fleck auf einem Filterpapier beob-achtet.  
 c) den Schmelzpunkt bestimmt.  
 d) eine HPLC Untersuchung durchführt.  
 e) die optische Drehung misst.

Ja, ich möchte das Apotheken-Magazin für 25,- Euro regelmäßig erhalten!

Bitte ankreuzen

Lösen Sie – exklusiv für Abonnenten – auch den ABO-Fragebogen im hinteren Hefteile und Sie erhalten einen zusätzlichen Fortbildungspunkt!

Ich abonniere das Apotheken-Magazin zum Jahresvorzugspreis von 25,- EUR (10 Ausgaben inkl. MwSt. und Versand, Inland). Das Abonnement gilt für ein Jahr und kann danach jederzeit gekündigt werden.

Gebr. Storck GmbH & Co. oHG  
Duisburger Straße 375 · 46049 Oberhausen  
Tel. 02 08-8 48 02 24 · Fax 02 08-8 48 02 42

BITTE KONTAKTDATEN IN BLOCKSCHRIFT VOLLSTÄNDIG EINTRAGEN!

Berufsbezeichnung:  Apotheker/in       Pharmazie-Ingenieur/in       PTA

Name: \_\_\_\_\_ Apotheke: \_\_\_\_\_

E-MAIL: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_ PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Fax-Nr.: \_\_\_\_\_ PLZ/Ort (falls abweichend): \_\_\_\_\_