



DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Riechvorgänge vor der Riechsinneszelle bis zur
Großhirnrinde am Beispiel ätherischer Öle“

verfasst von / submitted by

Ivana Krupnikovic

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

Magistra der Pharmazie (Mag.pharm.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

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

A 449

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

Diplomstudium Pharmazie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. pharm. Dr Gerhard Buchbauer

Danksagung

Ich möchte mich in erster Linie sehr gerne, bei Frau Ass.-Prof. Mag. Dr. Iris Stappen herzlich bedanken, die mir dieses inspirative Thema anvertraut, mich betreut hat und während der Entstehung dieser Diplomarbeit immer mit nützlichen Vorschlägen für mich da war. Ebenso danke ich Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. Gerhard Buchbauer für seine Betreuung.

Ein weiterer Dank gilt meinen Eltern und meinem Bruder, da sie mich nicht nur während des Studiums, sondern auch durch mein Leben unterstützt und motiviert haben. Ich konnte das nicht ohne euch erreichen.

Diese Arbeit widme ich euch..

Großer Dank an alle meine Freunde sowie an das Kollektiv der Haydn Apotheke (1050) für die Bereicherung meiner Studienzeit in jedem Hinblick sowie für die gute und respektvolle Zusammenarbeit.

Zusammenfassung

Heutzutage ist die Anwendung von unterschiedlichen Phytopharmaka bei verschiedenen physischen und psychischen Beschwerden weit verbreitet.

Diese Arbeit ermöglicht einen sowohl allgemeinen als auch detaillierten Überblick über die verfügbaren Daten bezüglich der ätherischen Öle, die vor allem in der Aromatherapie eingesetzt werden. Es werden die interessantesten Gebiete der Anwendung von ätherischen Ölen besprochen mit einem tieferen Einblick in die Verbindung zwischen Düften und Emotionen und der Einsatz bei der Linderung von psychischen Störungen.

Die ätherische Öl-Therapie hat einen besonderen Vorteil in einer individuellen Therapiemöglichkeit. Deswegen ist es wichtig zu wissen, welche Bestandteile, Einsatzgebiete, Applikationsmöglichkeit und Herkunft sie haben. Die Anwender sind überzeugt davon, dass die pflanzlichen Zubereitungen in jedem Hinblick unbedenklich und sicher sind. In der Realität ist aber oftmals anderes. Es kann zu Arzneimittelwechselwirkungen sowie einer Reihe von Nebenwirkungen kommen, die hier beschrieben werden.

Der Geruchssinn ermöglicht uns den Eintritt in die duftende Umwelt. Mit der Hilfe unseres Riechsystems sind wir in der Lage kleine, flüchtige Stoffe sogar in stark niedrigen Konzentrationen wahrzunehmen und eine große Anzahl von chemischen Substanzen zu unterscheiden. Jeder einzelne Baustein der Riechbahn, von der Nasenschleimhaut bis zum Großhirn, wie auch eine komplexe Abfolge von elektrophysiologischen und biochemischen Prozessen sind essentiell um zu verstehen, wie wir die Düfte registrieren und wie, in weiterer Folge, ätherische Öle in der Aromatherapie wirken.

Abschließend wird erwähnt, wie groß die Macht der Gerüche ist, die uns immer wieder überrascht

Abstract

Today, the use of various phytopharmaceuticals against various physical and mental complaints is widespread. This work provides a general as well as a detailed overview of the available data regarding essential oils, which are mainly used in aromatherapy. The most interesting areas of essential oil applications are discussed, with a deeper insight in the connection between fragrances and emotions, and the use in alleviating mental disorders.

Essential oil therapy has a special advantage as an individual therapy option. Therefore, it is important to know which components, areas of application, application possibilities and origins they have. Users are convinced that the herbal preparations are harmless and safe in every respect. In reality, this is not always true. It could come to drug interactions, as well as to a number of side effects that are described here.

The sense of smell allows us to enter the fragrant environment. With the help of our olfactory system, we are able to detect small, volatile substances, even in very low concentrations, and to distinguish a huge number of chemical substances. Every single component of the olfactory tract, from the nasal mucosa to the cerebrum to a complex sequence of electrophysiological and biochemical processes, are essential to understand how we register fragrances and how essential oils act in aromatherapy.

Finally, it is mentioned how wide the power of the odors is, which surprises us again and again.

Inhaltverzeichnis

Allgemeiner Teil	1
Ätherische Öle	1
Definition.....	1
Vorkommen	3
Strukturbesonderheiten der ätherischen Öle	4
Biosynthesewege.....	8
Einsatzgebiete	10
Anwendung in der Pharmazie.....	11
Nebenwirkungen von ätherischen Ölen	16
Aromatherapie	18
Definition der Aromatherapie	18
Geschichte.....	18
Aromatherapie heutzutage	20
Geruchswahrnehmung	22
Die Aufgabe der Sinnesorgane.....	22
Reizübertragung / Elektrische Eigenschaften der Nervenzelle	23
Sinneszelle	26
Riechhirn	29
Duftempfindung	31
Geruchssinn.....	33
Reaktion des Zentralnervensystems auf ätherische Öle	37
Emotionen	37
Komponenten der Emotionen	39
Theorien zur Emotionsentstehung.....	40
Biochemie der Emotionen.....	42
Erweckung von Emotionen durch Gerüche	43
Olfaktorische Manipulation	46
Wie groß ist die Macht der Gerüche?	46
Positive Aspekte	46

„ Olfaktorisches Doping“	47
Anziehung durch Düfte	48
Duftmarketing	49
Fazit	51
Literaturverzeichnis	52
Abbildungsverzeichnis	62

Allgemeiner Teil

Ätherische Öle

Definition

Unter dem Begriff *ätherische Öle* versteht man leicht flüchtige, in der Regel ölige Pflanzenextrakte, die einen charakteristischen Geruch haben. Sie sind Duftstoffe, die entweder durch Wasserdampfdestillation aus Pflanzen und Pflanzenteilen oder durch das Pressen der Schalen von Zitrusfrüchten hergestellt werden können. Ätherische Öle können durch das Anstechen der Öldrüsen oder der Ölbehälter gewonnen werden. Das Wort *ätherisch* stammt vom griechischen Begriff *aither* und bedeutet "Himmelsluft" bzw. weist auf die leicht flüchtigen Eigenschaften der ätherischen Öle hin. (Rapo et al., 2013)

Sie werden als Öle bezeichnet auch aufgrund weiterer physikochemischer Eigenschaften wie ihre dickflüssige, ölige Konsistenz und Dichte <1 (mit Ausnahme von Nelken-, Zimt-, Senföl). Sie können aber auch im festen Zustand (Rosenöl) sein oder aus zwei Fraktionen bestehen: flüssige und ein Bestandteil, der sich absetzt. Nach der Farbe sind sie farblos bis hin zu hellgrün, grünlich gelb, goldgelb. Öle, die Azulene enthalten, sind grün bis dunkelblau, während Öle, die Phenole enthalten golden sind, aber später dunkler werden. Abgesehen von wenigen Ausnahmen sind sie leichter als Wasser.

Die Zusammensetzung von ätherischen Ölen variiert zum einen abhängig vom Pflanzenorgan, zum anderen auch von Umwelt- und genetischen Faktoren. (Golos et al., 2014)

Einige Pflanzen enthalten ätherisches Öl in allen Teilen (Weichholz). Die Menge und die chemische Zusammensetzung von ätherischem Öl können sich innerhalb einer Pflanze, abhängig vom Pflanzenorgan, unterscheiden. Die Öle können frei oder gebunden (an Zucker – als Glykoside) vorliegen. Als gebunden können die Inhaltstoffe durch fermentativen Abbau freigesetzt werden. Der Gehalt an ätherischem Öl kann ebenso stark variieren. (Rollinger, 2017)

Die Rolle der ätherischen Öle in der Pflanzenwelt ist vielfältig. Wenn die Pflanze verletzt wird, werden sie ausgeschüttet, erzielen einen antimikrobiellen Effekt und können gegen Erkrankungen schützend wirken (inkl. Insekten und Herbivore). Bei den Blüten geben sie der Pflanze nicht nur einen angenehmen und aromatischen Duft, sondern spielen auch eine wichtige Rolle bei der Bestäubung. (Sobel et al., 1999)

Die ätherischen Öle gelten als sehr wichtige Heilstoffe. Aufgrund ihrer sehr komplexen Zusammensetzung, die sich in einer großen Zahl in pharmakologisch aktiven Einzelsubstanzen widerspiegelt, zeigen sie ein sehr breites Wirksamkeitsspektrum. Sie sind sowohl für innerliche als auch äußerliche Anwendung geeignet. Ätherische Öle sind wertvolle Naturprodukte, die als Rohstoffe in verschiedensten Bereichen ihre Anwendung finden können, vor allem in der Kosmetik, Parfümindustrie und der Lebensmittelindustrie.

Die Zusammensetzung des ätherischen Öls in den jeweiligen Pflanzen hängt stark von sowohl extrinsischen (ökologische Aspekte) als auch intrinsischen (genetische, sexuelle Variationen) Faktoren ab. Genetische Variationen führen zu unterschiedlichen Ausprägungen von Stoffwechselwegen und dadurch zu qualitativen und quantitativen Variationen der Öle. Die Qualität der ätherischen Öle ist sehr stark von solchen Faktoren abhängig.

Sowohl die ätherischen Öle als auch die Pflanzen, aus denen die Öle hergestellt werden, müssen den analytischen Leitlinien entsprechen, die im Europäischen Arzneibuch niedergeschrieben sind. Zusätzlich gibt es von vielen Organisationen (Internationale Standardorganisationen und World Health

Organisation) Leitlinien, die befolgt werden, um eine entsprechende Qualität zu gewährleisten. (WKO, Juni 2015)

Während Pflanzen durch Prüfungen auf Identität (Sinnesprüfung, mikroskopische und makroskopische Prüfung), Reinheit und Gehaltsbestimmungen definiert werden, werden die Öle üblicherweise durch chromatografische Analysemethoden überprüft. GC-MS, sowie Gas- und Dünnschichtchromatografie finden dabei am häufigsten Anwendung. (Gudi, 2015)

Vorkommen

Zu den Pflanzenfamilien, die häufig ätherische Öle enthalten, zählen vor allem Asteraceae, Apiaceae, Lamiaceae, Cupressaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Rutaceae, Poaceae und Zingiberaceae. Apocyanaceae, Ericaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae und Solanaceae enthalten zwar auch ätherisches Öl, aber nur in sehr geringen Mengen. (Dingermann et al., 2004a)

Die ätherische Öle werden nach der Synthese in den Pflanzen in verschiedenen Gebilden gesammelt und gespeichert, wie z.B. in Drüsenzellen, intrazellulären Exkretträumen, Drüsenhaaren, Drüsenschuppen, Ölzellen sowie in bestimmten Pflanzenteilen, wie Rhizomen, Wurzeln, Harzen, Schalen von Früchten usw. Sowohl die Produktions- als auch die Speicherorte in der Pflanze sind je nach Familie unterschiedlich und können somit zur Charakterisierung genutzt werden. (Sobel et al., 1999)

Beispiele von den Pflanzenteilen, die als Sammelort von ätherischen Ölen dienen:

Knospen – Birke, Pappel

Blüten – Rose, Lavendel

Früchte – Obst, Dolden (z. B. Sellerie)

Galläpfel – Tanne

Schalen – Zitrusfrüchte (Zitrone)

Samen – Mandeln

Wurzeln – Baldrian

Rhizome – Iris, Kalmus

Rinden – Zimt

Holz und Harze von einigen exotischen Arten

Solche spezifischen Strukturen verringern das Risiko von Autotoxizität und können sich an unterschiedlichen Stellen befinden. Sie werden in innere (innerhalb des Pflanzengewebes) und äußere (auf der Oberfläche der Pflanzenorgane) Speicherte klassifiziert. Unter internen Strukturen werden sekretorische Zellen (Idioblasten), Sekretkanäle und Sekrethöhlen verstanden. Externe Strukturen umfassen Drüsen mit Trichomen, Osmophore und epidermale Zellen. (Rollinger, 2017)

Ätherische Öle sind sehr weit verbreitet in der Pflanzenwelt. In etwa 300 Pflanzenfamilien haben mehr als 120 Familien ätherisches Öl in einer oder mehr Gattungen und Arten. Dazu zählen nicht nur die Familien der höheren Pflanzen – Cormophita, sondern auch Familien von niederen Pflanzen – Thallophita, Algen, Pilze und Flechten. Einige Braunalgen enthalten im frischen Talus bis zu 0,2% ätherisches Öl und schon seit langem sind manche Pilzarten für ihren charakteristischen Duft bekannt: *Lactarius* (*Lactarius* sp.) und Trüffel; insbesondere die schwarze Trüffel (*Tuber melanosporum* Vitt.), die aufgrund ihrer spezifischen Aromen als Gewürz verwendet werden. (Frey et al., 2014)

Strukturbesonderheiten der ätherischen Öle

Die ätherischen Öle stellen in der Regel vielfältige Mischungen aus flüchtigen bis halbflüchtigen Komponenten dar, die sehr oft farblos, aber stark riechend sind. Sie sind löslich in verschiedenen organischen Lösungsmitteln, wie Alkoholen, Estern, Ketonen oder Terpenen und zeigen keine Wasserlöslichkeit. (Golos, 2014)

Chemisch sind sie Terpenoidverbindungen, die meistens Gemische aus Mono- und Sesquiterpenen und Phenylpropanderivaten darstellen. Im Grunde sind sie aus einer unterschiedlichen Anzahl von Isopren-Einheiten aufgebaut. Die Isopren Einheit umfasst fünf Kohlenstoffatome, wobei sich die Methylgruppe als auch Doppelbindung an Position 2 befindet. Solche chemischen Verbindungen sind charakterisiert durch ein kleines Molekulargewicht und wenige Sauerstofffunktionsgruppen, die miteinander nicht glykosidisch gebunden sind. (Hänsel & Sticher, 2015)

Sie entstehen durch die sukzessive Kondensation aktivierter Isopren-Einheiten (Abb. 1).

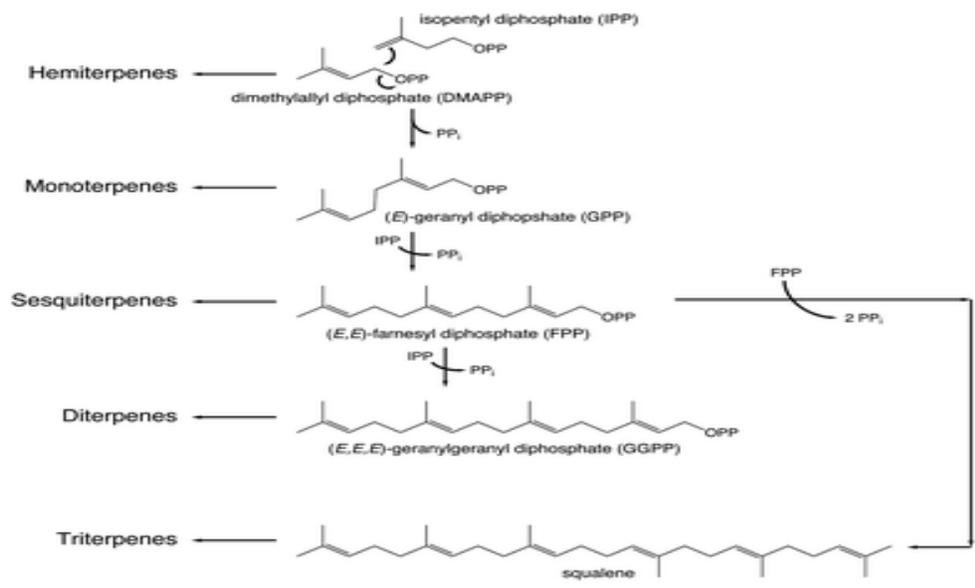


Abb. 1: Methyl-D-erythritol-4-phosphat/ MEP- Weg (Chemgapedia, Wiley-WCH)

Abhängig davon, aus wie vielen Isopren-Einheiten die Grundbausteine des ätherischen Öls aufgebaut sind, unterscheidet man:

MONOTERPENE: Sie bestehen aus zwei Isopren-Einheiten und deren Ausgangsverbindung ist (E)-Geranylpyrophosphat (Abb. 2). Sie sind sehr weit verbreitet und kommen üblicherweise bei den Lamiaceae, Pinaceae und Apiaceae vor. Die Strukturformeln einiger Beispiele sind in Abbildung 3 zu finden.

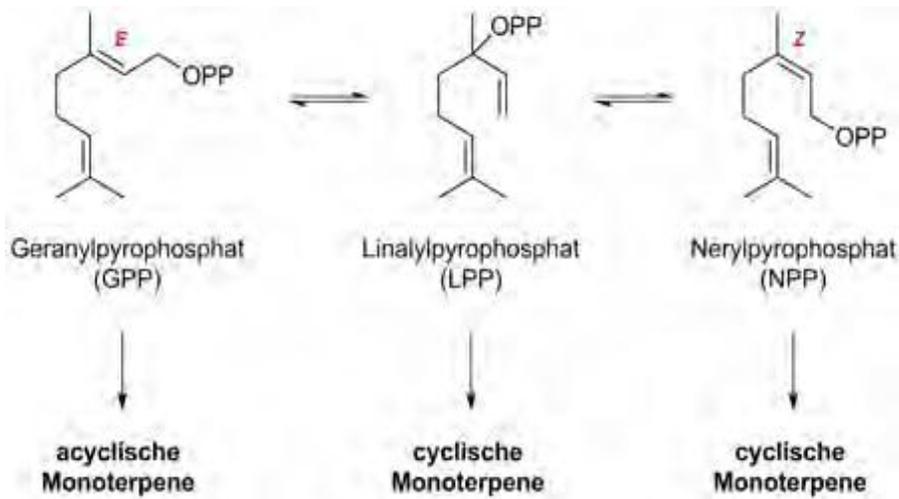


Abb. 2: Monoterpene (Rollinger, 2017)

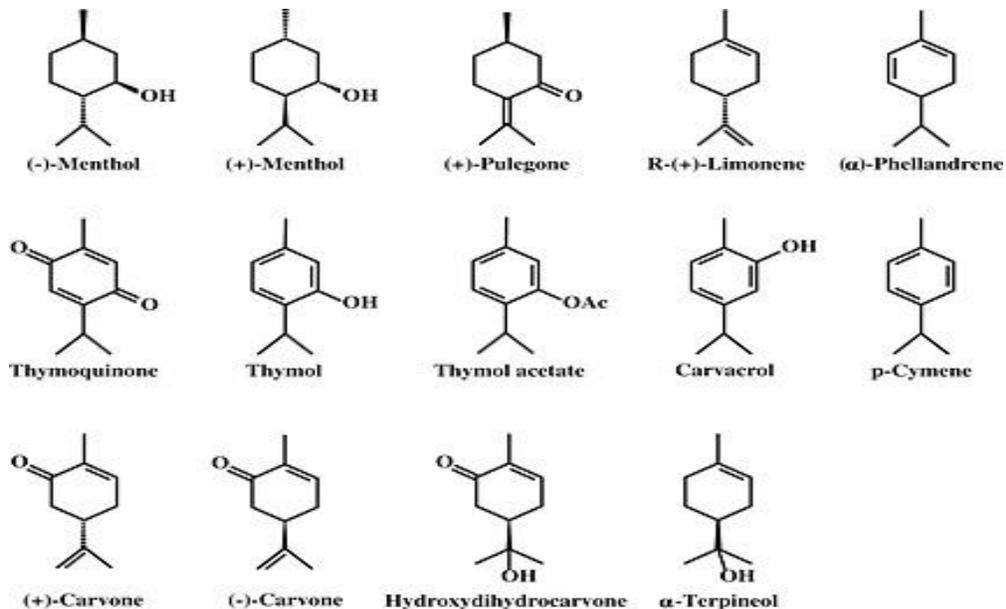


Abb. 3: Monoterpene (Guimarães et al., 2013)

SESQUITERPENE: Diese bestehen aus drei Isopren-Einheiten. Die Ausgangsverbindung für ihre Synthese ist (E, E) -Farnesylpyrophosphat und sie

kommen am häufigsten bei Zingiberaceae, Magnoliaceae, Rutaceae und Asteraceae vor (Abb. 4).

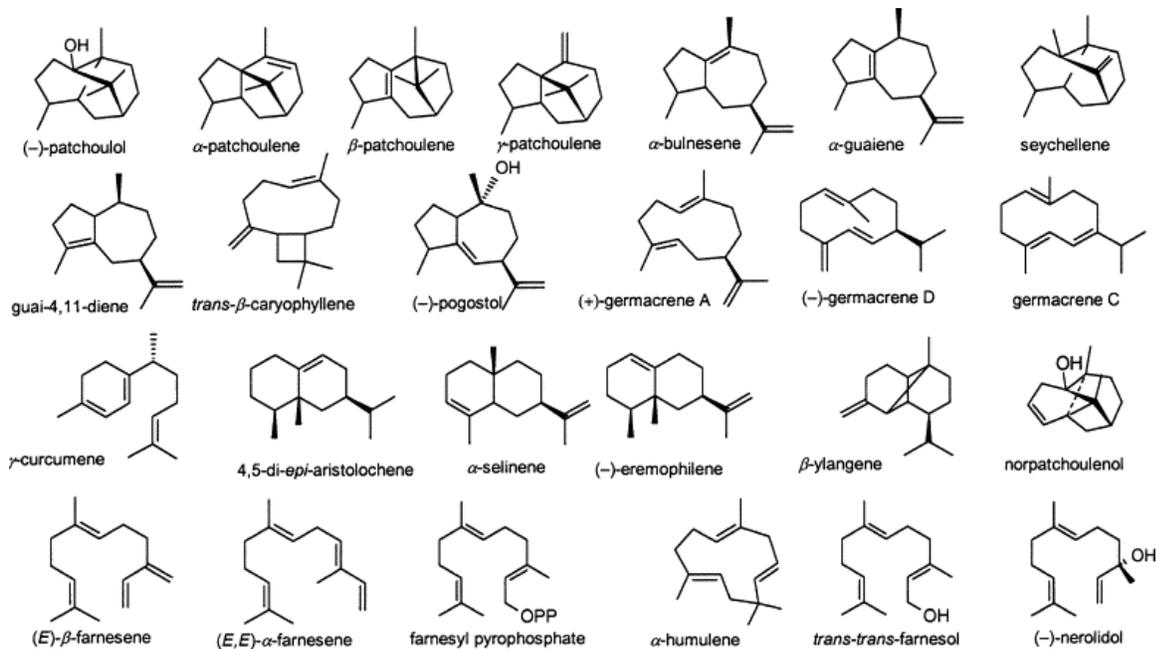


Abb. 4: Sesquiterpene (Deguerry et al., 2006)

PHENYLPROPANE: Hierbei handelt es sich um [C6-C3] Verbindungen. Sie bestehen aus einem Benzolring [C6] und einer n-Propylseitenkette [C3]. Sie sind sekundäre Stoffwechselprodukte, die sich biosynthetisch von den Aminosäuren Phenylalanin oder Tyrosin (beide mit dem Phenylpropan-Grundgerüst) ableiten. Ihre Funktion hängt von ihrer Struktur ab und sie kommen bei vielen Pflanzenarten vor.

Beispiele sind verschiedene Blütenfarbstoffe (Anthocyane), Antibiotika (Phytoalexine) und Signalmoleküle bei Pflanzen-Mikroben-Wechselwirkungen.

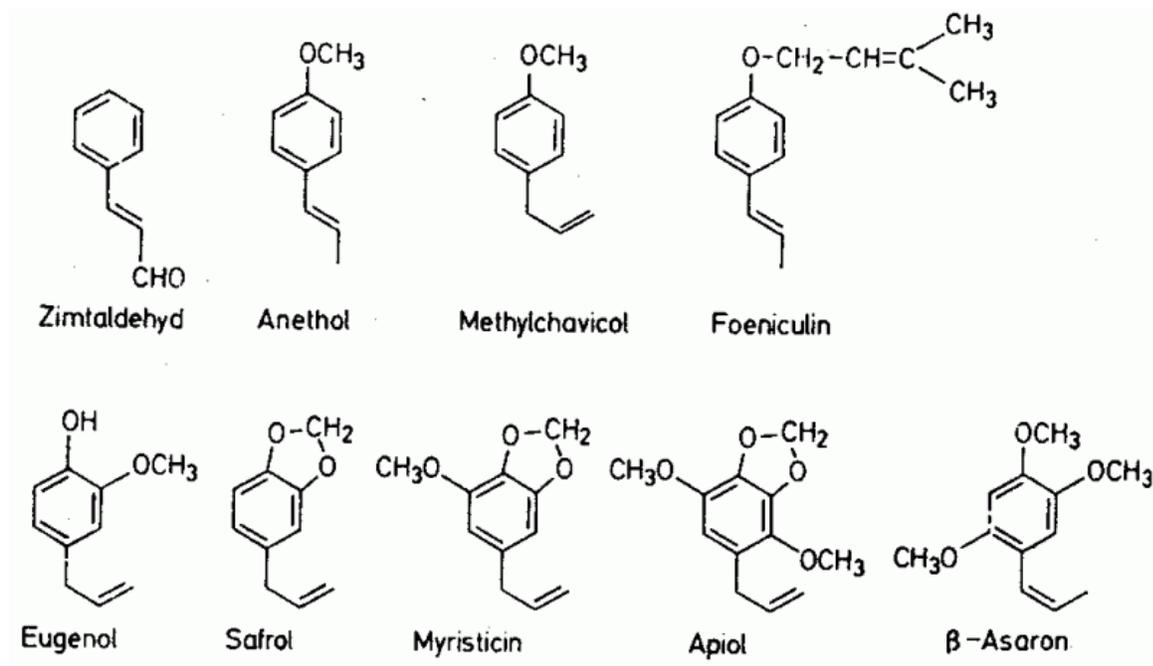


Abb. 5: Phenylpropane (Teuscher, 1979)

Biosynthesewege

In der Natur findet man zwei Hauptgruppen von Metaboliten, und zwar primäre und sekundäre. Die primären Metaboliten umfassen universelle Verbindungen, die bei allen lebenden Organismen vorkommen. Darunter zählt man Proteine, Kohlenhydrate und Nukleinsäuren. Sekundäre Metaboliten sind Alkaloide, Polyketide, Terpene und Phenylpropane.

Die primären Stoffwechselprodukte sind wichtig für das Wachstum und die Entwicklung des Organismus. Der sekundäre Stoffwechsel basiert auf dem primären Metabolismus und steuert die Wechselwirkung des Individuums mit der Umwelt. Er ist notwendig für den Fortbestand und die Existenz in der Umgebung. (Hänsel & Sticher, 2015)

Die Biosynthese von ätherischen Ölen kann auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen und zwar entweder nach dem Acetat-Mevalonat-Weg oder nach dem Nicht-Mevalonat-Weg bzw. Pyruvat-Weg. Unter der Ausgangsverbindung

für die beiden Wege versteht man die biochemisch aktivierte Isopreneinheit bzw. das aktivierte Isopentenyl-diphosphat (IPP) und dessen Isomer 3,3-Dipethylallyl-diphosphat (DMAPP) (Abb. 6). Auf der einen Seite spielt beim klassischen Acetat-Mevalonat-Weg Acetyl-CoA als Vorläufer im Cytosol eine wichtige Rolle. Auf der anderen Seite dient C5-Zucker als Ausgangsstoff für die Synthese, die in Bakterien oder in den Plastiden der grünen Pflanzen stattfindet. (Rollinger, 2017)

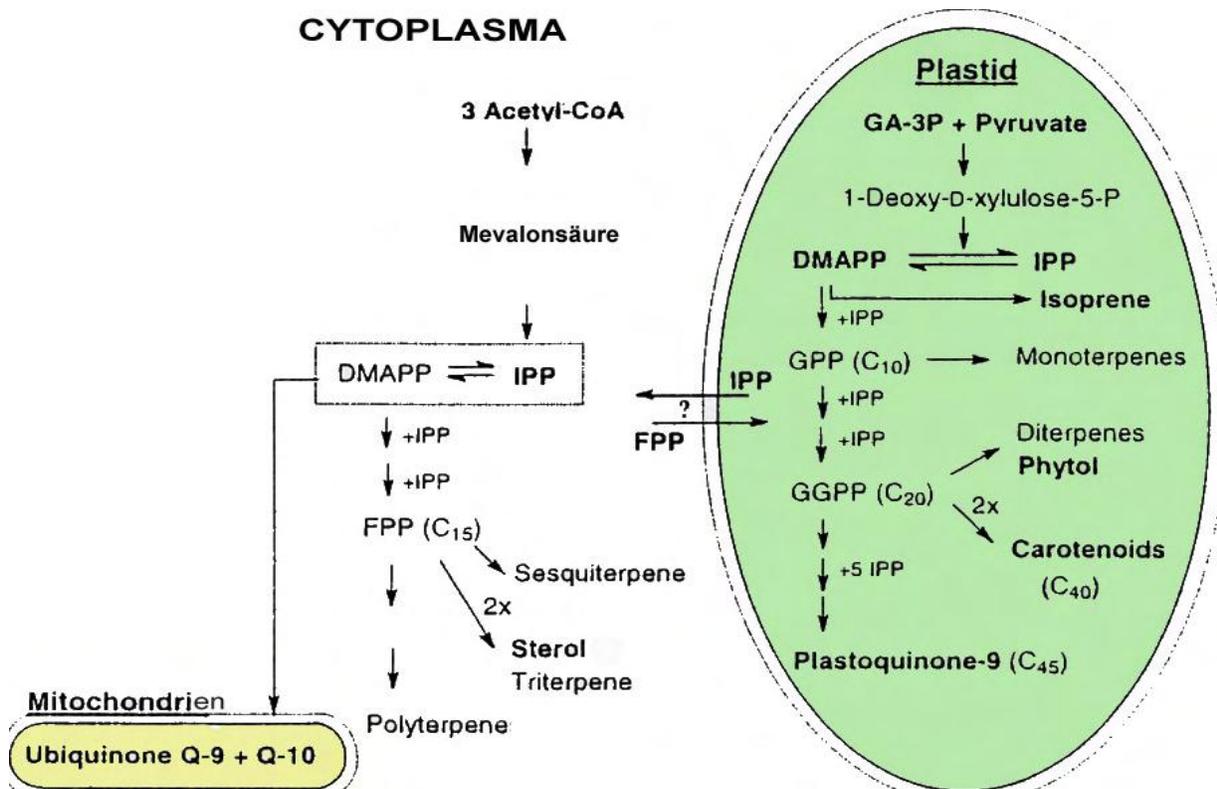


Abb.6: Zwei Biosynthesewege von ätherischen Ölen (Bickel, 2008)

Einsatzgebiete

Schon zur Zeit der alten Hochkulturen in Mesopotamien und Ägypten wurden Duftstoffe bzw. Pflanzenteile meist in Form von Räucherwerk für therapeutische und rituelle Zwecke angewandt. Davon abgeleitet wurde die heutige Bezeichnung *Parfüm* (lat. *per fumum* – „durch den Rauch“) für wohlriechende Duftölmischungen. Der römische Geschichtsschreiber Plinius der Ältere berichtete etwa von der Anwendung von Minzblättern zur Reinigung von Krankenzimmern. (Dingermann et al., 2004b) Dadurch, dass die ätherischen Öle ihre Wirkung auf zwei mögliche Weisen erzielen können (über den Riechsinn und systematisch über den Kreislauf) finden sie ihren Einsatz in vielen verschiedenen Anwendungsgebieten. Die Erregung des Geruchssinns führt zur Sinneswahrnehmung und dadurch werden Gefühle und Erinnerungen geweckt. Dadurch kommt es zur Einwirkung auf Körperabläufe, Stoffwechsel usw.

Ätherische Öle entfalten ihre Wirkungen vorwiegend lokal, werden aber auch nach peroraler Anwendung, aufgrund ihrer Lipophilie und der geringen Molekülgröße ihrer Komponenten, rasch aus dem Magen-Darm-Trakt resorbiert.

Aufgrund ihrer starken Flüchtigkeit gelangen sie nach dem Einatmen durch die Nasenschleimhaut und Bronchialschleimhaut in den Blutkreislauf und weiters zu den Zielorganen, wo sie wirken sollen. Deswegen spricht man sowohl von physiologischen als auch von pharmakologischen Wirkungen. (Buchbauer et al., 2007)

Weitere Applikationsmöglichkeiten sind topisch oder inhalativ, wobei die Resorption über Haut und Schleimhäute stattfindet. Die direkte Wirkung ätherischer Öle, besonders nach topischer Anwendung, beruht darauf, dass sich ihre Bestandteile wegen des lipophilen Charakters reversibel in die Zellmembranen einlagern und so deren Funktion beeinflussen. (Teuscher et al., 2004)

Die perkutane Wirkung erfolgt durch die mechanische Einreibung in die Haut oder die Massage. Da die ätherischen Öle günstige lipophile und kleinmolekulare Eigenschaften aufweisen, werden sie sehr leicht durch die (Schleim-)Hautbarriere resorbiert, gehen über die feinen Kapillaren unseres Organismus in die Blutbahn über und werden durch den Magen-Darm-Trakt aufgenommen. Die Elimination aus dem Körper erfolgt über das Renale System, über die Atemwege und über die Haut. Interessant ist, dass, obwohl ätherische Öle über das ganze Kreislaufsystem wandern können, sie ihre Wirkung genau im Zielorgan erfüllen, wofür sie eingesetzt wurden. Das zeigt sich am besten durch die Anregung bestimmter Gehirnzentren im Zusammenhang mit Reizen, die spezielle ätherische Öle hervorgerufen hatten. Die angeregten Zentren im Gehirn reagieren auf dieses Signal durch die Produktion von verschiedenen Neurotransmittern und lösen dadurch unterschiedliche Körperreaktionen aus. (Teuscher et al, 2012b)

Anwendung in der Pharmazie

Durch die Jahre hat sich der ganze Anwendungsbereich der ätherischen Öle maßgeblich weiterentwickelt. Heute ist das Einsatzgebiet der ätherischen Öle vielfältig. Aufgrund ihres bewiesenen breiten Wirkspektrums finden sie eine Anwendung in fast allen medizinischen bzw. pharmazeutischen Gebieten. Wissenschaftlich wurde festgestellt, dass ätherische Öle folgende Wirkungen haben:

-Sie wirken antibakteriell, viruzid und antimykotisch (v.a. wundheilend) und werden als Konservierungsmittel in verschiedenen galenischen Präparaten wie Salben, Cremes, Gelen, Aerosolen usw. eingesetzt. Aufgrund dieser antimikrobiellen Wirkung, wurden sie oftmals alternativ eingesetzt, um das Wachstum von vielen Krankheitserregern wie Pilzen, Bakterien und Viren sowohl bei Menschen als auch in Nahrungsmitteln zu hemmen. (Tsao& Zhou, 2009)

- Sie sind sekretionsfördernd im Respirationstrakt bei inhalativer Anwendung.
- Ausserdem werden bei innerlicher Gabe durch den brennenden Geschmack von ätherischen Ölen die Schleimhäute im Magen-Darm-Bereich angeregt. Die lokal reizende Wirkung von ätherischen Ölen führt reflektorisch zu sekundären Effekten. Bei der peroralen Einnahme induzieren sie je nach Ort verschiedene Rezeptoren, wie z.B. Geschmacks- und Geruchsrezeptoren, die dadurch angeregt werden. Es werden die Pankreas-, Speichel-, und Gallenflüssigkeit zur Produktion stimuliert. Diese Phase bezeichnet man als reflektorische Phase der Verdauung. Die Chemorezeptoren werden ebenfalls angeregt und dadurch können sie als Geschmacks- und Geruchskorrigenzen agieren. Ebenfalls können sie, durch die Passage der Blut-Hirn-Schranke, stimmungsaufhellend oder beruhigend eingesetzt werden. (Teuscher et al., 2012b)

Die Wirkung von ätherischen Ölen basiert in erster Linie auf der Auslösung der Geruchswahrnehmung. Ebenfalls wird der Einfluss auf Körpermechanismen durch die lipophile Wechselwirkung von den Inhaltstoffen des ätherischen Öls mit den Aufbaustrukturen in den Zellmembranen, membranenthaltene Integritäten und Endomembransystemen hervorgerufen. (Tsao & Zhou, 2009)

Aufgrund dieser zahlreichen Wirkungen werden ätherische Öle in unterschiedlichen Bereichen angewendet:

Dermatologie: Hier erfolgt der Einsatz bei unterschiedlichen Hauterkrankungen (z.B. *Calendula officinalis*, *Matricaria recutita*, *Hypericum perforatum*); Ekzemen – Dermatitis, Herpes Simplex Virus I/II Infektionen (*Melissa officinalis*), Varicella–Zoster Infektionen, Onychomykose und Tinea pedis, diabetische Neuropathie, Wund- und Narbenheilung, Acne vulgaris, psychodermatologische Störungen, Verbrennungen.

Feuchtigkeitscremen sind wichtig, um die Haut vor der Umwelt zu schützen, die Hautbarriere zu reparieren und die Hydratation zu verbessern. Das wurde in vielen Studien nachgewiesen. Als Inhaltstoffe findet man oft natürliche Öle in diesen Cremes, aufgrund ihrer feuchtigkeitsspendenden und

erweichenden Eigenschaften. Als wirksames Prinzip in z.B. Süßmandelöl findet man einen hohen Prozentsatz an Fettsäuren. Deswegen werden sie zur Behandlung von Hautkrankheiten wie Psoriasis und Ekzemen angewendet. (Zeichner et al., 2018)

Geriatric: Einsatzgebiete sind hier Mangelernährung im Alter, sowie Schlafstörungen und Schlaflosigkeit im Alter (*Valeriana officinalis*, *Lavandula angustifolia*), Demenz (*Ginkgo biloba*), Depression im Alter, Dyspepsie, Opstipation, Divertikulose und Divertikulitis, Hautulzera und Wundheilungsstörungen sowie Arthrose. Durch viele Studien besteht eine feste Überzeugung von der erwünschten schlaffördernden Wirkung des Lavendelöls. Die Wirkung beruht auf der Hemmung der spannungsabhängigen Ca-Kanäle. Dadurch wird die Aktionspotential-Weiterleitung verhindert, d.h. die Erregung unterdrückt. (Alaoui et al., 2017)

Chemotherapie: An einer Studie haben 11 Patienten teilgenommen. Hier hat man den Teilnehmern 0.53 g Ingwerpulver gegeben, bevor sie mit Psoralen und Bestrahlung behandelt wurden. Durch diese Vormedikation wurden die durch Bestrahlung induzierten Nebenwirkungen wie Übelkeit und Erbrechen deutlich reduziert. (Meyer et al., 1995)

Eine weitere randomisierte Doppelblind-Studie zeigte die Wirksamkeit von Ingwer als Antiemetikum im Vergleich zu Placebo und Metoclopramid. Die Studie wurde bei 60 Frauen nach einem gynäkologischen Eingriff durchgeführt. Während beide Kontrollgruppen zusätzlich noch mehr Antiemetika benötigen, war das Wiederauftreten von Erbrechen in der Ingwer-Gruppe signifikant geringer. (Bone, 1990)

Eine single-blind, randomisierte Cross-over Studie wurde durchgeführt um zu zeigen, welche Effekte inhalierte Ingwer Aromatherapie auf Übelkeit und Erbrechen, die durch Chemotherapie induziert sind und ob sich gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Frauen mit Brustkrebs verbessert. Die Patienten erhielten eine fünftägige Aromatherapie-Behandlung, bei der entweder

ätherisches Ingweröl oder parfümgerechtes künstliches Placebo (Ingwer-Duftöl) verwendet wurde. Die Ergebnisse dieser Studie waren nicht ausreichend überzeugend, dass die inhalierte Ingwer-Aromatherapie eine wirksame Komplementärtherapie für CINV (Chemotherapy induced nausea and vomiting) darstellt. Die Ergebnisse für HRQoL (Health-related quality of life) waren jedoch ermutigend mit einer signifikanten Verbesserung in mehreren Bereichen. (Lua et al., 2015)

In der Schwangerschaft, als Geburtshilfe und bei der Säuglingen: Ätherische Öle verhindern Ängste in der Schwangerschaft, zeigen beruhigende Wirkung bei Bauchnabelempfindlichkeit in der Schwangerschaft, erleichtern schmerzhaftes Bewegungsprobleme bei Kindern, mindern Blähungen und Ödeme in der Schwangerschaft, helfen bei Schlafstörungen, verringern Hautveränderungen wie *Striae rubre* in der Schwangerschaftszeit, spielen auch eine wichtige Rolle bei der Hypo- und Hyperlactation, Milchstau (Mastitis) und verhindern bei Säuglingen Ikterus, Schlafstörungen und Blähungen.

Eine randomisierte Placebo-kontrollierte Studie wurde bei 52 gesunden schwangeren Frauen durchgeführt. Diese Frauengruppe erhielt jede zweite Woche, 20 Wochen lang, ein 70 Minuten lang andauernde Aromatherapie-Massage mit 2% Lavendelöl. Die Resultate haben gezeigt, dass solche Massagen Stress deutlich reduzieren sowie das Immunsystem der Schwangeren verbessern konnten. (Chen et al., 2017)

Infektiologie und Immunologie: Ätherische Öle sind bekannt für ihre sowohl antibakterielle, antivirale, antimykotische Wirkung als auch für die Wirkung gegen Parasiten und werden bei Rheumatoider Arthritis und bei Kreuzinfektionen eingesetzt. (Hänsel et al., 2010)

Kardiologie: Ätherische Öle helfen bei der arteriellen Hypo- und Hypertonie, Tachykardie und vielen anderen Herz- und Kreislauferkrankungen. (Michallek et al., 2017)

Gastroenterologie und Stoffwechselerkrankungen: Ätherische Öle werden als Spasmolytika, Karminativa, Cholagoga und Lebertherapeutika eingesetzt. Übelkeit und Erbrechen, Dyspepsie, Diarrhoe, Obstipation, Gicht, Erkrankungen der Gallenblase und Gallenwegesowie Entzündungen im Magen-Darm-Trakt können mit ätherischen Ölen gemildert werden.

Man weiß, dass auch im Magen und im Darm Sensorzellen vorhanden sind, die mit Komponenten der ätherischen Öle reagieren. Beispielweise löst ihre Reaktion mit Eugenol oder Thymol eine Freisetzung von Serotonin aus und beeinflusst damit die Motilität und Sekretion des Magen-Darm Traktes. (Plutchik, 1994)

Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass z.B. das sehr wirksame blaue ätherische Öl von *Matricaria recutita* gegen entzündliche Erkrankungen im Magen-Darm-Bereich hilft. Diese Wirkung basiert auf dem antioxidativen Prinzip und der Hemmung von 5-Lipooxygenase und Cyclooxygenase. Dadurch werden die entzündungserregenden Produkte des Arachidonsäurewegs (Prostaglandine, Leukotriene, Thromboxane) weniger gebildet und somit Inflamationsprodukte unterdrückt. Weitere Inhaltsstoffe des Öls wie Flavonoide (Apigenin) und Chamazulencarbonsäure haben zusätzlich noch anxiolytische, durch Bindung an den Benzodiazepin-Rezeptor bzw. *in vitro* COX-2-hemmende Wirkung. *In vivo* wurde die Studie an einem Maus-Modell durchgeführt und dadurch festgestellt, dass die Ölwirkung mit der von Naproxen vergleichbar ist. (Hänsel, 2010)

Eine weitere, von der Wirkung her ähnliche Droge, wäre die Scharfgarbe (*Achillea millefolium*). Sie gehört auch zu den ätherisch ölhaltigen Pflanzen, die eine breite Palette an Wirkungen aufweisen: entzündungshemmend (azulenhaltige Droge), antimikrobiell und antifungal (wegen Phenolcarbonsäure und, ätherischem Öl), spasmolytisch, choloretisch, antionkogen.

Atemwegerkrankungen: Einsatzgebiete für ätherische Öle sind: Asthma bronchiale, Akute und chronische Bronchitis, Pneumonie, Tuberkulose, Mukoviszidose und Erkältungskrankheiten.

Durch Therapieansätze von ätherischen Ölen im respiratorischen Trakt (in Form von Inhalationen, Nasensalben, Kräuterkissen usw.) erzielt man sekretolytische (Anregung von Funktionssteigerung durch die Stimulation von Sekretion der serösen Zellen im Atemwegsschleimhaut), antimikrobielle, antioxidative und, antiinflammatorische Wirkungen. (Kastner, 2012)

Psychiatrie: Der Einsatz hier sind die Psychoneuroimmunologie, bipolare Störungen, Depressionen, Teilleistungsstörungen, Stress, Angst, Erregungs- und Unruhezustände, Einschlafstörungen und Suchtverhalten. Die Vorteile von den in der Pharmazie verwendeten Pflanzen und Ölen sind, dass sie regulierend und nicht betäubend wirken, keinen *Hangover* hervorrufen und zu keiner Abhängigkeit führen. Dadurch fehlen die Entzugserscheinungen und deswegen sind sie für eine Langzeittherapie geeignet. (Buchbauer et al., 2007)

Hormonhaushalt / ZNS: Muskattellersalbei und Grapefruit z. B. lassen den Thalamus Enkephaline und die Hypophyse Endorphine ausschütten, körpereigene Botenstoffe, die ein euphorisierendes Wohlgefühl auslösen. Kamille, Lavendel und Majoran bewirken über den *Raphus Nucleus* die Ausschüttung von beruhigend und schlaffördernd wirkendem Serotonin; Rosmarin lässt über den *Locus ceruleus* das stärkende aufmunternde Noradrenalin ausschütten. (Srivastava et al., 2010)

Nebenwirkungen von ätherischen Ölen

Obwohl ätherische Öle pflanzlicher Herkunft sind, bedeutet es nicht, dass sie keine unerwünschten Wirkungen haben können. Deswegen muss man bei der Anwendung von ätherischen Ölen besonderes vorsichtig sein, wenn sie

bei kleinen Kindern, während der Stillzeit sowie Schwangerschaft eingesetzt werden. Besonders gefährlich bei Kindern sind Verbrennungsgefahr und der Kratschmer-Reflex, was im schlimmsten Fall zu Atemdepression führen kann. Wegen ihrer spezifischen Strukturen (geringere Molekülmasse sowie hohe Lipophilie) sind sie in der Lage die Plazenta-Schranke zu überwinden, und in die Muttermilch überzugehen.

Die Nebenwirkungen im ZNS sind auch nicht zu vernachlässigen. Da die ätherischen Öle Substanzen mit dem lipophilem Charakter sind und ungehindert die Blut-Hirn-Schranke passieren können, können sie ins Zentralnervensystem gelangen und dadurch zu Kopfschmerzen, Schwindel aber auch Erregung, Krämpfe sowie zu schweren lebensbedrohlichen Zuständen wie Atemlähmung führen. (Sticher, 2010b)

AROMATHERAPIE

Definition der Aromatherapie

Aromatherapie wirkt über die ätherischen Öle auf den Körper, Gefühle, Geist und Seele.

„Aromatherapie ist die Anwendung von Duftstoffen zur Heilung oder Linderung oder Verhütung von Krankheiten, Infektionen oder Unwohlsein lediglich durch Inhalation dieser Substanzen. (Buchbauer et al., 1999) Die Aromatherapie schließt nicht die Wechselwirkungen zwischen Düften und Psychologie durch Stimulation der olfaktorischen (den Riechnerv betreffenden) Zentren ein, welche auch als Arachnologie bezeichnet werden. Die rein reflektorischen Antworten des menschlichen Körpers auf einen Duftreiz sind vom physiologischen Geschehen zu trennen oder abzuziehen, um einen Effekt der Aromatherapie zu bewerten. Diese Forderung ist experimentell nicht leicht zu erfüllen.“ (Zitat aus Dingermann et al., 2004b)

Geschichte

Im Jahr 1937 wurde erstmals der Begriff Aromatherapie erwähnt. Die Hauptrolle in der Entstehung des Namens nimmt der französische Chemiker für Kosmetik und ein bekannter Parfümeur Rene Gattefosse ein. Er hat nämlich im Jahr 1910 während seiner Arbeit im Parfümlaboratorium einen Explosionsunfall gehabt, wobei er sich im Bereich der Hand und Kopfhaut verbrannte. Seine Verbrennungen hat er mit Lavendelöl versorgt. Dadurch hat er sich über die rasche und heilende (narbenlose) Wirkung des Öles vergewissert. Das war die Zeitpunkt, wo er angefangen hat, sich mit den Eigenschaften von pflanzlichen Ölen zu beschäftigen. (Edzard et al., 2001)

Gattefosse verfasste das Buch *Aromatherapie*, welches von dem französischen Arzt Jean Valnet im zweiten Weltkrieg verwendet wurde. Nach England wurden die Kenntnisse über Aromatherapie durch Marguerit und Micheline Arcier gebracht. (Werner & Braunschweig, 2012) Angeregt durch dieses Ereignis hat er in diesem Zeitraum, in der Zeit des Ersten Weltkrieges, eine Seife hergestellt. Diese Seife hatte ätherisches Öl als Inhaltsstoff. Dieses Produkt wurde nicht nur für das Waschen von Kleidungs- und Verbandsmaterial, sondern auch als Eau de Toilette verwendet.

Die wohltuende und heilende Wirkung von ätherischen Ölen wurde in allen Urkulturen verwendet. Obwohl erst im 20. Jahrhundert der Begriff *Aromatherapie* geprägt wurde, hatte man seit vielen Jahrhunderten ein Verständnis davon, wie Krankheiten und Befindlichkeitsstörungen durch Düfte gelindert werden können. Die damaligen Kulturen, wie die ägyptische, haben die Öle von verschiedenen Pflanzen (Koriander, Basilikum, Zimt als auch Zedernholz) für die Zeremonie von Mumifizierung genützt. Sie haben die Art der Destillation vor vier Millennien entdeckt und haben daran geglaubt, dass sie sich mittels des blauen, süß riechenden Lotus mit dem Gott in Verbindung setzen können. Aus diesem Grund haben sie die Mischung aus Wein und gepressten Blüten getrunken. (Steele, 1992) Auf der anderen Seite waren Inder, Asiaten und Perser für ihre außergewöhnlichen Phytokenntnisse bekannt. Ihre größte Erfindung war der Campher, der heutzutage viel Verwendung in Medizinpräparaten und in Kosmetik hat. Campher besitzt antiseptische Eigenschaften und wird verwendet äußerlich als Zusatz von Mund- und Hautwässern sowie als Desinfektionsmittel.

Als ölige und alkoholische Lösungen, in Form von Salben und Linimenten zum Einreiben bei Muskelzerrungen, Neuralgien, Frostbeulen, rheumatischen Beschwerden führt lokal zur stark reizenden Wirkung.

Ebenso als Erkältungsmittel bei Katarrhen in oberen Atemwegen wird Campher als Expektoranz verwendet.

Die Wechselwirkungen zwischen den Giften und Antidoten waren damals bei den Indern bekannt. Sie haben einerseits den Eisenhut als Mittel gegen Rheuma in geringeren Dosen verwendet und in höheren als Pfeilgifte. (Schneider, 1966)

Dadurch, dass die Kenntnisse über Pflanzen aus dem Nahen Osten erst später nach Europa gebracht wurden, konnten in Europa nur die Pflanzen wie Rosmarin, Thymian, Lavendel verwendet werden, um ätherische Öle zu gewinnen. (Davis, 2008)

Physisch betrachtet lindern die ätherische Öle Schmerzen und entfernen oder reduzieren verschiedene Arten von Infektionen. Psychisch wirken sie so, dass sie Emotionen stimulieren und balancieren können, und entspannend wirken. Ausserdem stärken ätherische Öle Konzentration, und dadurch Denkens- und Gedächtnissabläufe. In einem spirituellen Sinn fördern sie Intuition, Kreativität. (Hänsel et al., 2010)

Aromatherapie heutzutage

Mit der Zeit haben sich die Aspekte und Anwendungsbereiche der Aromatherapie immer weiterentwickelt. Die Menschen haben immer mehr Interesse für Naturheilmethoden, dadurch hat in den letzten Jahren die Aromatherapie die Welt erobert. Die Applikationsmöglichkeiten sind von Land zu Land unterschiedlich und vielfältig. In Frankreich kommt es überwiegend zur oralen Anwendung, während es sich in England und in den USA mehr um äußerliche Anwendungsmöglichkeiten, wie die Behandlungen in Form von Massagen und Bädern handelt. (Werner & Braunschweig, 2012)

Die Möglichkeiten der Aromatherapie sind vielfältig:

-Förderung der psychischen und physischen Gesundheit

- Verbesserung der Atmung
- Unterstützung der Verdauung und Ausscheidung
- Verbesserung von Ruhe und Schlafphase
- Förderung von Entspannung und Wohlbefinden
- Förderung der eigenen Wahrnehmung
- Verbesserung der Lebensqualität, besonderes von schwer und chronisch kranken Menschen
- Gesundheitsförderung und -erhaltung
- Linderung von Befindlichkeitsstörungen
- Schaffung einer angenehmen Raumatmosphäre
- Stärkung der Selbstheilungskräfte

Geruchswahrnehmung

Die Aufgabe der Sinnesorgane

Die Hauptrolle der Sinnesorgane beim menschlichen Organismus ist die Reaktion auf Umwelteinflüsse. Die Besonderheit dieser Reaktionen basieren auf Reiz-Antwort-Funktionen, die chemischer oder chemisch-physikalischer Art sind, wobei für die Antwortfunktionen Sinnesorgane verantwortlich sind. Diese spezifisch ausgebildeten Strukturen dienen dem Organismus als Hilfe, um die Umwelt, seine Bewegungen und Stellungen als auch die Vorgänge in seinem Inneren zu realisieren. Sowohl Tiere als auch Menschen wären ohne Sinnesorgane lebensunfähig.

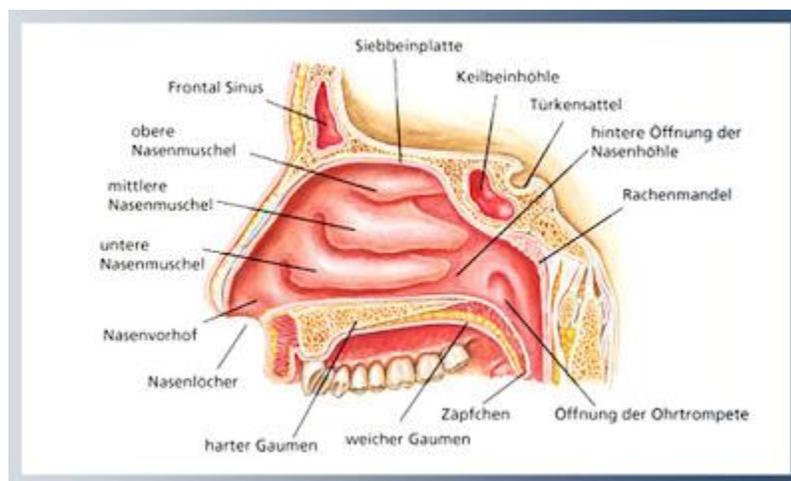


Abb. 7: Die Anatomie der Nase (Stepic, 2013; GlaxoSmithKline Consumer Healthcare)

Der menschliche Geruchssinn unterscheidet sich von dem bei Hunden. Die Partikeln aus der Umgebungsluft gelangen an die Riechschleimhaut im Bereich der Nasenmuschel, wo sich viele Zilien befinden. Die Signale werden dann an die Rezeptorzellen weitergeleitet. Die Verbindung der Geruchsmoleküle mit den Rezeptorzellen resultiert in einer Veränderung der Durchlässigkeit von den Ionenkanälen. Die Information wird über die Riechkolben an die Mitralzellen

weitergeleitet. Endpunkt dieser Bahn ist das Riechhirn, ein Bestandteil des limbischen Systems. Unter diesem Vorgang versteht man die Geruchswahrnehmung. Die Mitralzellen werden alle 14 Tage regeneriert. Die Geruchswahrnehmung hat auch einen Effekt auf den Hormonhaushalt und vegetative Zustände im Körper. (Hülshof, 2005)

Reizübertragung / Elektrische Eigenschaften der Nervenzelle

Das Nervensystem spielt, neben den Sinnesorganen, die wichtigste Rolle bei der Verarbeitung der Informationen aus dem Innen und der Umwelt. Je nach Empfindlichkeit dieser Strukturen hängt es ab, wie gut Reize registriert und wahrgenommen werden. In den Sinneszellen wird der Reiz in Nervenerregung bzw. Aktionspotential übersetzt und weitergeleitet. (Sobel et al., 1998)

Die Nervenzelle (Neuron) besteht aus dem Zelleib (Soma), einen langen Fortsatz (Axon) und einem oder mehreren Fortsätzen (Dendriten). Signale werden von den Dendriten aufgenommen und in Richtung Axon weitergeleitet.

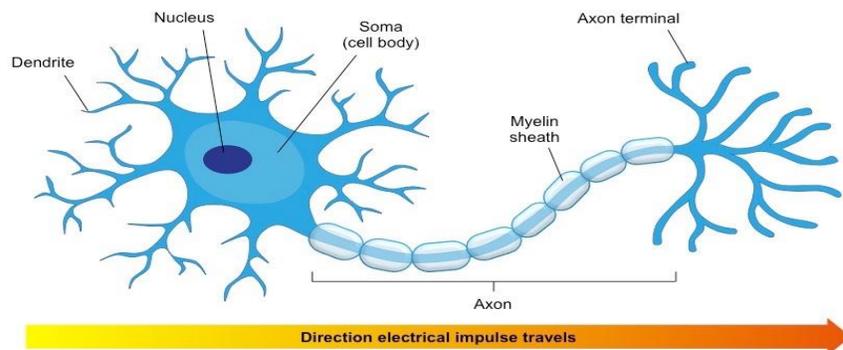


Abb. 8: Motor Neuron (ASU, Arisona Board of Regents)

Die Anzahl von Nerven- und Sinneszellen beträgt bei hochentwickelten Säugtieren mehrere Milliarden. Durchmesser des Axons beträgt 5-20 Mikrometer.

Sowohl jede Zelle des menschlichen Organismus als auch die Nervenzelle ist von einer Phospholipid-Doppelschicht umgeben. Die wichtigste Eigenschaft der Plasmamembran ist, dass sie ein Träger des bioelektrischen Potenzials ist. Das Ruhemembranen Potenzial beträgt -40mV. Wenn es zu Verschiebung des Potenzials in Richtung positive Ladung kommt, kommt es zum Aktionspotential.

Die ungleiche Verteilung von Ionen innerhalb und außerhalb der Zelle führt zu Entstehung eines Membranpotenzials.

Konzentration von Ionen innen: 50 mMol/l Na⁺

400 mMol/l K⁺

40 mMol/l Ca⁺⁺

Außen: 460 mMol/l Na⁺

10 mMol/l K⁺

540 mMol/l Ca⁺⁺

Der Prozess der Geruchswahrnehmung beginnt mit der Bindung von Riechstoffmolekülen an spezifische Rezeptoren, die in den sensorischen Neuronen der Riechschleimhaut exprimiert werden, lokalisiert gegenüber der Nasenhöhle. Dadurch wird eine Signalkaskade ausgelöst (Abb. 14). Diese Signalkaskade umfasst die Aktivierung des G-Protein gekoppelten Rezeptors (GOLF) und das Enzym, das die ATP in cAMP umwandelt. Das Enzym ist vom Typ-III-Adenylylcyclase. Als Folgeaktion kommt es zur Öffnung des cyclischen Nukleotid-gesteuerten (CNG) Kationenkanals. Durch den Eintritt von Ca²⁺- Ionen steigt die positive Ladung innerhalb der Zelle an. Dieser Anstieg dient als Trigger für die Öffnung eines Ca²⁺-abhängigen Cl⁻-Kanals und nachfolgenden Ausgang von Cl⁻ (negative Ladung), und weiters zur Depolarisation der Zellmembran. Es wird angenommen, dass alle diese Proteine, die an dieser intrazellulären Signalübertragung beteiligt sind, in den Zilien lokalisiert sind. (Chatelain et al., 2014)

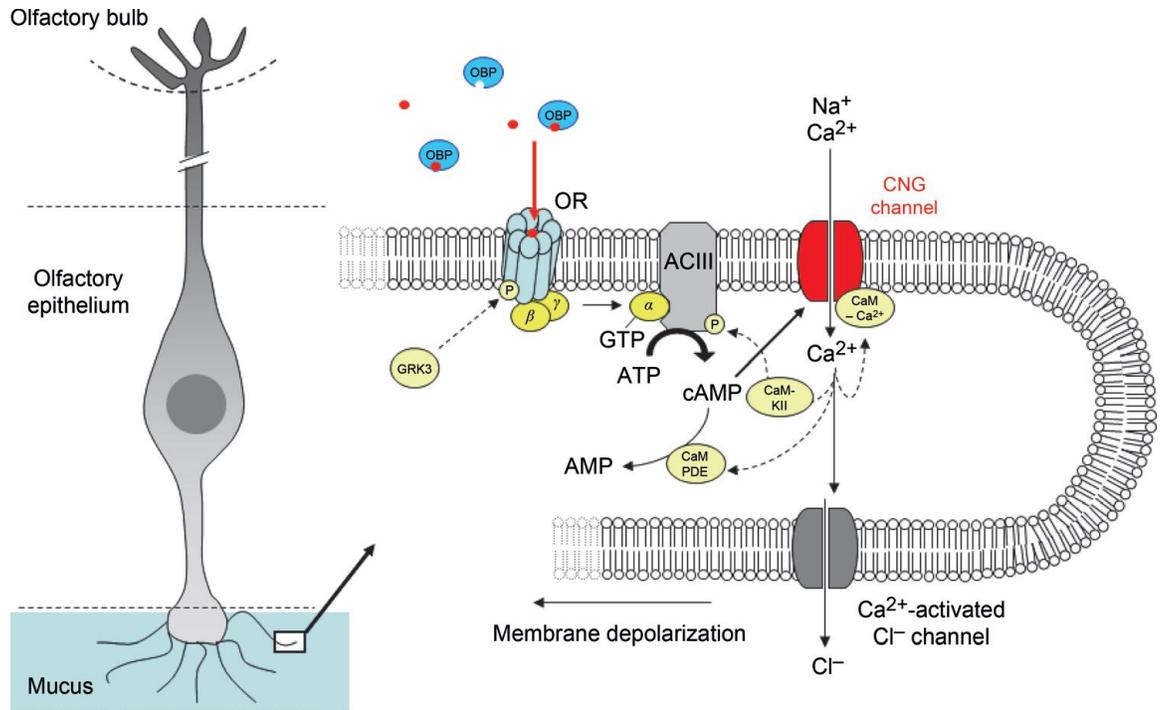
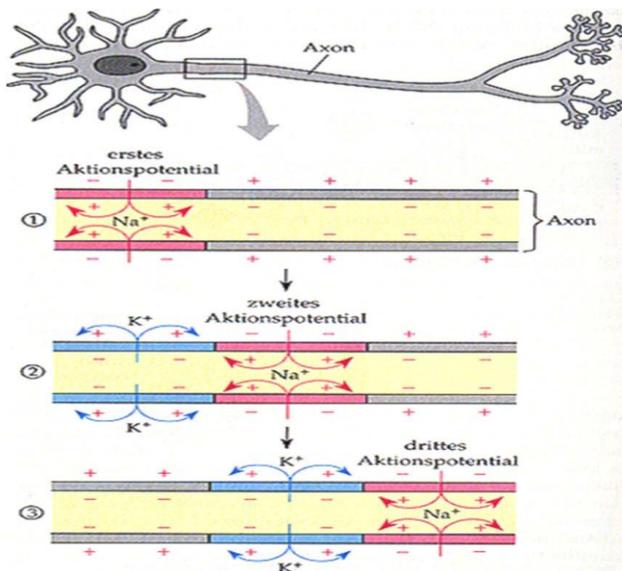


Abb. 14: Olfaktorische Nervenzelle (links) und Signalkaskade (Rechts) (Chatelain et al., 2014)

Wenn jetzt die Nervenzelle an einem bestimmten Ort gereizt und dadurch außerhalb negativ geladen wird, wird das Signal weitergeleitet, dadurch, dass die benachbarten Abschnitte in einigen ms auf der Membran negativ bzw. gereizt werden, Abb. 9: Neuronale Reize (Beckenbauer, 2017)



Die Familie der menschlichen Olfaktorischen Rezeptoren umfasst ca. 400 mutmaßlich funktionelle Rezeptoren, die den GPCRs (G-Protein-gekoppelte Rezeptoren) gehören. Buck und Axel haben das Verständnis der molekularen Mechanismen der Geruchswahrnehmung auf ein höheres Niveau gebracht, indem sie die Genfamilie, die olfaktorisch-spezifisches G-Protein-gekoppelte Rezeptoren kodiert, entdeckt haben. Diese Genfamilie nimmt 3% des gesamten Genoms ein. (Buck, 1991)

Sinneszelle

Die Sinnesreize werden mittels Sinneszelle gemessen. Die Zellen wandeln Reiz in Nervenerregung um, damit das Signal von allen Abschnitten im Nervensystem verstanden werden kann und somit in die richtige Information verarbeitet wird.

Am Anfang lösen entweder geringe, aber spezifische Energiemengen oder spezifische Moleküle eine Verschiebung des Membranpotenzials bzw. eine Änderung der Membranpermeabilität an der Rezeptorzelle aus. Über die Rezeptorzelle wird der Impuls bis zur Synapse weitergeführt.

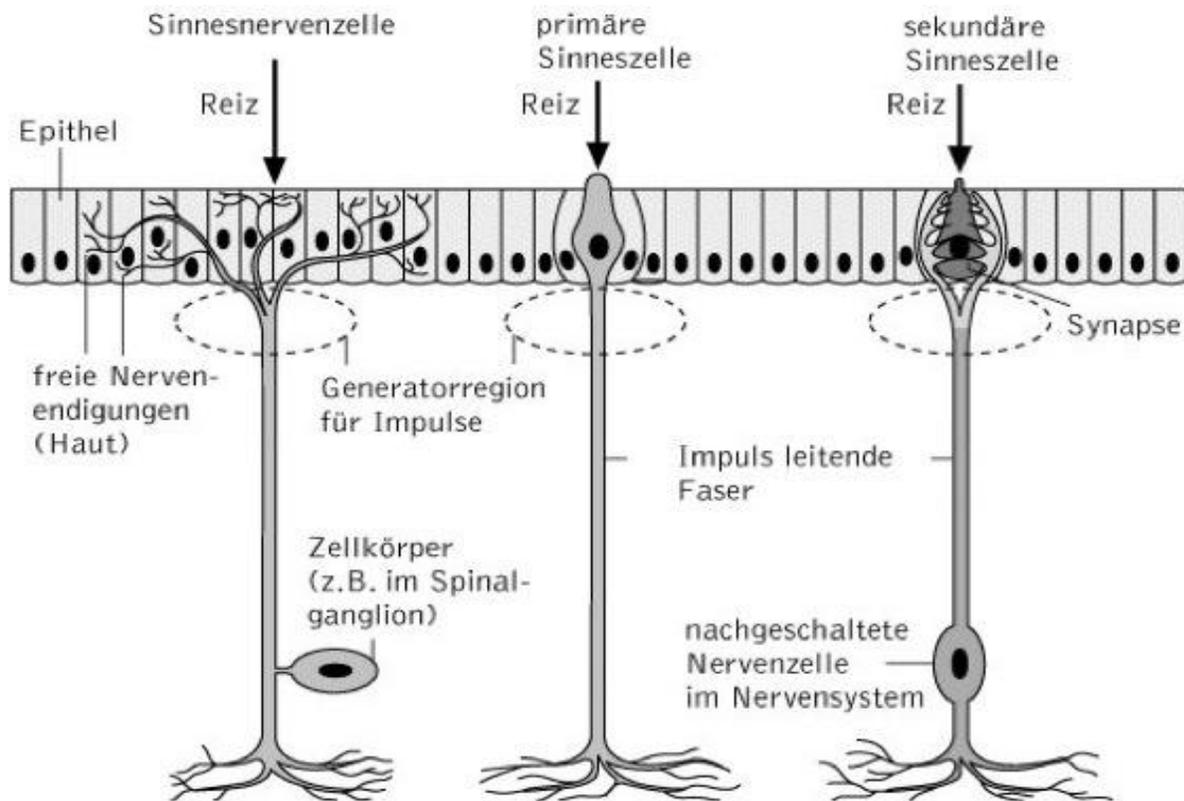


Abb. 10: Sinneszellentypen (Munk et al., 2011)

Man unterscheidet zwei Arten von Sinneszellen: (Mutschler et al., 2007)

- Primäre Sinneszellen sind die Nervenzellen, die zu dem zentralen Nervensystem gehören. Solche Zellen sitzen meistens tief im Körperinneren und besitzen lange Ausläufer mit reizempfindlichen Domänen, die zur Oberfläche ausgehen. Zu dieser Gruppe gehören die Zellen des Riechepitels.

- Sekundäre Sinneszellen sind die Zellen, die wie Epithelzellen im Sinnesorgan liegen und entweder von der Glia der Peripherie oder von endo- oder ektodermalem Gewebe abgeleitet sind. Dazu gehören beispielsweise Stäbchen und Zapfen der Retina.

Neben den Reizarten hängt die Reizübertragung von der Reizintensität ab, z.B. von unterschiedlichen Farben oder verschiedenen Geruchszusammensetzungen.

Das Erkennen der verschiedenen Geruchsstoffe erfolgt über die Riechschleimhaut. Diese Schutzschicht ist sowohl im oberen Teil des Nasenseptums als auch an der oberen Nasenmuschel lokalisiert. Auf der Riechschleimhaut befinden sich ca. 30 Mio. Riehzellen, die chemosensible Oberfläche ausbilden. Diese Riehzellen werden alle ein bis zwei Monate erneuert.

Eine wichtige Rolle beim Riechvorgang spielen die Riechhaare, die dicht auf der Riechschleimhaut angeordnet sind. Sie fungieren als eine Art Filter auf ihrer physiologischen Stelle und verhindern, dass Partikeln wie Schmutz, Bakterien und Krankheitserreger in den Körper gelangen. Die Riechhaare sind hohl und mit kleinen Öffnungen nach außen versehen, wodurch die kleinen Duftmoleküle diffundieren können, um zu den Ausläufern der Haarzellen zu gelangen. Der Kontakt zwischen der Riehzelle und Duftmolekül resultiert in elektrischen Signalen, die zum Gehirn weitergeleitet werden. (Hülshof, 2005).

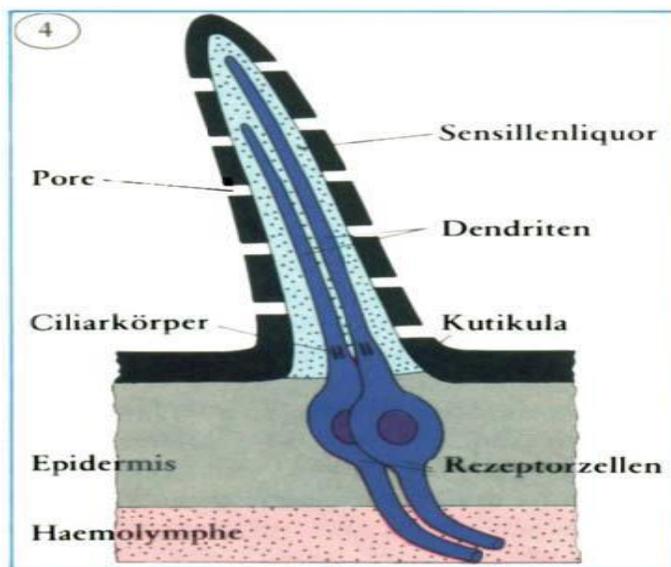


Abb. 11: Riechhaare (Steinbrecht, 1978)

Riechhirn

Die Weiterleitung des Signals geht vom Riechepithel zum *Bulbus olfactorius*. An diesem Ort wird die Information verarbeitet und weiter an das Riechhirn ausgerichtet. (Abb. 12) Das Riechhirn stellt die Sammelstelle aller Geruchsinformationen dar, von der aus sie weiter an den Neokortex und das limbische System abgegeben werden. Dies führt zu einer Geruchswahrnehmung mit emotionalen Begleitreaktionen. (Klinke et al., 1996/2000)

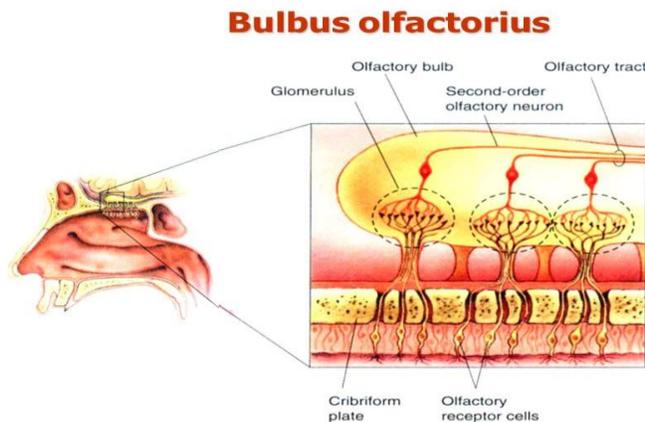


Abb. 12: Riechhirn (Hawkins, 2016)

Das **limbische System** ist eine Funktionseinheit des Gehirns, die der Verarbeitung von Emotionen und der Entstehung von Triebverhalten dient. Dem limbischen System werden auch intellektuelle Leistungen zugesprochen. Die Sichtweise, bestimmte Funktionen (wie die Triebe) nur auf das limbische System zu beziehen und als vom Rest des Gehirns funktionell abgegrenzt zu betrachten, gilt heute als veraltet. Andere kortikale und nicht-kortikale Strukturen des Gehirns üben einen enormen Einfluss auf das limbische System aus. Die Entstehung von Emotion und Triebverhalten muss also immer als Zusammenspiel vieler Gehirnteile gesehen werden und darf nicht dem limbischen System allein zugesprochen werden. (Häusel, 2008)

Das limbische System ist der Sitz unserer Gefühle und deswegen werden ätherische Öle, außer zur bloßen Freude am Duft, dazu benutzt, um unsere Wohlbefinden zu steigern. Es ist auch sehr wichtig zu erwähnen, dass das limbische System mit den anderen Zentren im Gehirn „kommuniziert“, wie z.B. mit dem Zentrum für Emotionen, dem Kurz- und Langzeitgedächtnis und dem Geschmackszentrum.

Verschiedene Ereignisse werden aus der Umwelt im limbischen System gesammelt und bewertet. Als Resultat solcher Ereignisse werden die emotionalen Reaktionen ausgelöst.

Die veränderte elektrische Ladung wird vom Axon des ersten Hirnnervs durch die Siebbeinplatte zum Riechkolben, dem *Bulbus olfactorius* im Vorderhirn, geleitet und über den *Tractus olfactorius* gelangt die Information zum limbischen System. Auf diesem Weg werden Duftmoleküle im Zusammenspiel mit dem Thalamus und Archicortex emotional wahrgenommen: (Bushed et al., 2014)

Die physiologische Schutzbarriere des Gehirns, die sogenannte Blut-Hirn-Schranke, die vom Aufbau her eine Phospholipid-Membran darstellt, dient als mechanische Umhüllung gegen schädigende äußere Einflüsse. Die Riechnerven befinden sich aber außerhalb dieser Hülle und somit steht unser Geruchssinn im direkten Kontakt mit der Außenwelt.

Sensible Nervenendigungen des Trigemini sind auch verantwortlich für den Riechsinn. Der *Nervus trigeminus* ist der fünfte Hirnnerv, der an der Duftwahrnehmung beteiligt ist, sowie an den motorischen Funktionen des Gesichtes, wie Kauen und Beißen. Er führt zur taktile Empfindungen der Gesichtsregion. Es wird als größter Hirnnerven beschreibt. Viele reine Riechstoffe (z.B. Vanille, Wachs, Lavendel, Kaffee, Pfefferminzöl) reizen ausschließlich freie Nervenendungen des Riechnervs. D.h. Diese Gerüche kann man noch wahrnehmen, wenn die Riehzellen zerstört sind. (Schweiger, 2014)

Die motorische Teilung des *Nervus trigeminus* leitet sich von der Basalplatte der Embryonal-Pons ab, und die sensorische Teilung geht von der kranialen Neuralleiste aus. Sensorische Informationen von Gesicht und Körper werden durch parallele Bahnen im zentralen Nervensystem verarbeitet.

Das Riechen ist eng mit dem Einatmungsprozess verbunden. Während des Atmens werden die zerstreuten Duftpartikelchen mit der Atemluft eingesaugt. Die gasförmigen Substanzen neigen immer dazu, den größtmöglichen Raum einzunehmen und deswegen kann jeder flüchtige Stoff eine Art Sphäre ausbilden. "Gewisse archaische Fähigkeiten beim Menschen, wie z.B. das Sichleitenlassen vom Geruch, kommen heute noch in Wendungen wie "seine Nase in etwas stecken" oder „herumschnüffeln“, „immer der Nase nach gehen“ oder „eine Nase für etwas haben“ zum Ausdruck“. (Meyer, 2012)

Beim Riechen eines Geruchstoffes müssen zuerst eine Wahrnehmungsschwelle und auch eine Erkennungsschwelle erreicht werden, die aber erst dann erreicht wird, wenn der Duftstoff in höheren Konzentrationen an der Riechschleimhaut vorliegt. Beim Erreichen der Wahrnehmungsschwelle wird der Geruch unspezifisch wahrgenommen, erst nachdem die Erkennungsschwelle erreicht wurde, kann der Duft erkannt und zugeordnet werden. (Mutschler et al., 2007)

Duftempfindung

Die Studien, die an Ratten, Kaninchen, Affen, Hunden und Igel durchgeföhrt wurden, haben gezeigt, dass abhängig davon, ob ein Duft geschnüffelt wird oder nicht, unterschiedliche Bereiche im Gehirn aktiviert werden. "Ein Geruch veranlasst, unabhängig vom Schnüffeln, hauptsächlich in den seitlichen und den vorderen orbitofrontalen Gehirnwindungen des frontalen Lappens eine Aktivierung. Im Gegensatz dazu föhrt das Schnüffeln von einem

Geruch zu einer Aktivierung in mittleren und hinteren orbitofrontalen Gehirnwindungen des frontalen Lappens“ (Sobel et al., 1998).

Wenn ein Duftstoff über längere Zeit einwirken würde, könnte es zur Entstehung von einer sogenannten Adaptation kommen. Dadurch dass die Riechzellen bei diesem Vorgang gesättigt sind, kann es erst bei einem neuen elektrischen Signal zur Reaktion kommen (Teuscher, 2013).

Die Riechstoffe kann man unterscheiden in: (Arnold & Ganzer, 2005)

- „Reine Riechstoffe“, welche vorwiegend zur Reizung von *Nervus olfactorius* (Riechnerv) führen (Vanille, Wachs)
- Riechstoffe mit hoher Trigeminusreizkomponente (Menthol, Formalin, Salmiak, Essigsäure)
- Riechstoffe mit Geschmackskomponente (Chloroform, Pyridin) (Hülshof, 2005)

Riechstörungen: (Damm et al., 2004)

Durch eine Störung (Dysosmie) oder einen vollständiger Verlust des Geruchssinns (olfaktorische Erkrankungen bzw. Anosmie) kommt es zur Minderung der Lebensqualität, die wiederum zur inadäquaten Reaktion in lebensbedrohlichen Umständen führen kann, wie z.B.: nicht riechen von Kohlenstoffmonoxid. Von einer Anosmie sind etwa 5% der Bevölkerung betroffen und zwar meistens jüngere Menschen. Ursachen der Riechstörung nach ätiologischer Einteilung (Arnold & Ganzer, 2005):

Nicht-sinunasale Ursachen:

- Epitheliale Dysosmie: exogen-toxische, infektiös-virale, postoperative Schädigung des Riechepithels, falsche Zusammensetzung des Riechschleims
- Neuronale Dysosmie: traumatische, oder viral-infektiöse Schädigung der *Fila olfactoria*

- Zentrale Dysosmie: Erkrankungen oder Traumen im Bereich des *Bulbus* und *Tractus olfactorius* oder der zentralen Riechbahnen - Primäre (essenzielle oder idiopathische) Dysosmie

Sinunasale Ursachen: gestörte Luftzuleitung durch mechanische nasale oder nasopharyngeale (gustatorische Dysosmie) Ursachen, z. B. bei Infektionen der Nase/Nasennebenhohlen, bei allergischer Rhinitis, Nasenpolypen, bei intranasaler Raumforderung oder Stenose, bei nasaler Hyperreaktivität

Idiopathisch: jede Riechstörung, die sich ätiologisch oder pathogenetisch nicht einordnen lässt.

Geruchssinn

Unser Geruchssinn ist im Vergleich zu anderen Arten viel weniger entwickelt. Dazu trägt in erster Linie die kleinere Riechoberfläche der Nasenschleimhaut im Gegensatz zu Hunden bei. Besonders in den letzten Jahren wurde festgestellt, dass trotz physiologischer Aufbauunterschiede und theoretisch nachgewiesener geringerer Empfindlichkeit unseres Geruchssinns im Vergleich zu Tieren, unser Geruchssinn in der Lage ist, bestimmte Gerüche leichter zu empfinden als andere Organismen. Ein Beispiel wäre Amylacetat (Abb. 15). Das ist ein Stoff, der nach reifen Bananen riecht. Er wird bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen vom menschlichen Geruchssinn erkannt, was nicht der Fall bei Hunden, Mäusen und Ratten ist. (Heuberger et al., 2017)

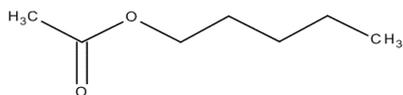


Abb. 15: Amylacetat

Die Anwesenheit einer bestimmten funktionellen Gruppe in einem Molekül beeinflusst einen bestimmten Geruchscharakter: Thiole vermitteln den Geruch von faulen Eiern, Aminen verleihen einen fischigen Geruch und Ester verleihen einen fruchtigen Geschmack. (Trimmer et al., 2017)

Der Geruchssinn ist der unmittelbarste der menschlichen Sinne. Während visuelle, akustische oder haptische Signale erst in der Großhirnrinde des Gehirns verarbeitet werden müssen, wirken Düfte im Gehirn direkt auf das limbische System, wo Emotionen verarbeitet und Triebe gelenkt werden.

Der menschliche Geruchssinn entwickelt sich bis zum achten Lebensjahr, wenn er ein Plateau erreicht, und danach mit dem Alter langsam abgeschwächt wird. Einige Wissenschaftler argumentieren, dass der Geruchssinn bereits in den frühen Zwanzigern abzubauen beginnt. Andere sagen aber, dass die Anfälligkeit des Geruchssinns von der geistigen und körperlichen Gesundheit des Menschen abhängt, wobei ein gesunder Achtzigjähriger einen gleich starken Geruchssinn haben kann wie ein junger Mann.

Deutlich reduzierte Empfindlichkeit gegenüber Geruch hat bei Menschen mit einem verminderten Blutfluss im Gehirn sowie mit der Rauchgewohnheit zu tun. (Hülshof, 2005)

Das menschliche olfaktorische System unterscheidet sich nicht wesentlich von dem olfaktorischen System beispielsweise einer Ziege oder eines Meerschweinchens. Aber seine Rolle im Verhalten bei Menschen erfüllt einen ganz anderen Sinn als bei anderen Säugetieren. Menschen und andere Säugetiere befinden sich in einer Umwelt, die aus einer Vielzahl duftender Impulse besteht. Daher hat sich das olfaktorische System entwickelt, um die Selektion der Vielzahl von Informationen bewältigen zu können. (Mutschler et al., 2007)

Studien haben gezeigt, dass die meisten Probanden den Geruchssinn als am wenigsten wichtig betrachten. Die Menschen haben einen bemerkenswerten, aber unterschätzten Geruchssinn. Obwohl unsere Geruchsdetektionsschwelle sehr niedrig ist, lenkt nur eine hohe Geruchskonzentration spontan unsere Aufmerksamkeit auf den Geruch. Z.B. können Menschen die Angst im Schweiß einer anderen Person riechen und einen Partner wählen, dessen Körpergeruch das gewünschte genetische Material ergibt. (Rasch, 2008)

Die Menschen sind, nicht nur von Natur aus, gut bei der Erkennung von Gerüchen, sondern man kann sie mit Praxis zusätzlich verbessern, durch eine wiederholte Exposition gegenüber Gerüchen, was zur Abnahme der Schwelle für verschiedene Gerüche führt. Studien behaupten, dass entgegen der weitverbreiteten Meinung, blinde Menschen keinen schärferen Geruchssinn im Vergleich zu sehenden Menschen haben. In Experimenten, in denen sowohl Sehende als auch Blinde teilgenommen haben, hatten die besten Ergebnisse in fast allen Tests die sehende Menschen (Mitarbeiter der Abteilung Wasser in Philadelphia, die ausgebildet sind, die Wasserqualität zu überwachen). Wissenschaftler haben festgestellt, dass das Training der wichtigste Faktor ist, der den Geruchssinn verbessern kann. (Bargs-Stahl, 2008)

Blinde Menschen lenken mehr Aufmerksamkeit auf olfaktorische Reize, da sie eine bessere Vorstellung von der Umwelt, in der sie sich befinden, schaffen wollen. Aufgrund des fehlenden Sehsinnes verlassen sich blinde Menschen mehr auf die anderen Sinne. In Studien haben blinde Menschen eine deutlich niedrigere Nachweisgrenze von Geruch und sind bewusster über sein Vorhandensein, jedoch können sie die Gerüche schwer unterscheiden und identifizieren. Wie bei taktilen und Audio-Reizen aktivieren Gerüche auch den visuellen Kortex, auch bei Menschen, die von Geburt blind sind. Eine aktuelle Umfrage von Rombaux und Kollegen zeigte, dass eine bessere Wahrnehmung von Geruch bei blinden Personen mit einer Zunahme des olfaktorischen Rohrs verbunden ist, welches die sensorischen Regionen der olfaktorischen

Rezeptorzelle sammelt. Das Riechrohr kann beispielsweise bei Patienten reduziert werden, bei denen es zu einem Verlust des Geruchssinns gekommen ist. Die Wahrnehmung von Geruch basiert auch auf Erfahrungen aus der Vergangenheit und ist mit Emotionen verbunden. Gerüche können starke emotionale Reaktionen hervorrufen. In Studien wurden Probanden visuelle (Objekt), lexikalische (nach Namen) und olfaktorische (Geruch des Gebäudes) Reize angeboten. Diese waren mit der Aufgabe verbunden, dass sie alles schreiben sollten, was ihnen dadurch in den Sinn kommt. Die Antworten auf visuelle und lexikalische Reize waren im Vergleich zu Schreiben nach olfaktorischen Reizen viel länger, aber die Reaktion auf die Geruchsreize war emotional und sie geht mit dem Speicher zusammen. Es scheint, dass kleine Kinder alle Aromen als angenehm empfinden, vielleicht wegen des Mangels an Erfahrung und ihrer angeborenen Neugier. Die Kinder unter 5 Jahren haben den Geruch von Schweiß als angenehm beurteilt, wobei aber alle über 5 Jahren Schweißgeruch unangenehm fanden. (Hentschel, 2010)

Ob es uns ein Geruch gefällt oder nicht, hängt von der Konzentration und Intensität eines bestimmten Duftes ab.

Die unterschiedliche Duftwahrnehmungen äußern sich nicht nur durch das Lebensalter, sondern auch durch das Geschlecht. Frauen sind in der Lage, Gerüche empfindlicher wahrzunehmen, einzelne Düfte leichter zu unterscheiden und sich besser an bestimmte Gerüche zu erinnern. Dafür sind die angeborenen Unterschiede zwischen Männern und Frauen verantwortlich. Lange hat man geglaubt, dass der dafür verantwortlicher Faktor der Einfluss der Geschlechtshormone in dem Bereich der Riechsinneszellen ist. Die Zahl der Riechsinneszellen und deren Rezeptoren in der Nase ist aber bei Männern und Frauen gleich. Geschlechtsunterschiede haben sich in der Riechleistung unabhängig vom Alter bewiesen. Die unterschiedliche Qualität des Geruchssinns äußert sich durch die Art der Signalweiterleitung und -verarbeitung, wobei der

Riechkolben beteiligt ist. Bei Frauen ist die Anzahl an Nervenzellen in ihren Riechkolben um 50 Prozent höher als bei Männern. (Czichos, 2014).

Warum wurde Geruchssinn bei den Frauen durch die Evolution besser entwickelt?, bleibt die Frage. Es kann sein, wegen Fortpflanzungserfolg, weil die Wahrnehmung des Körpergeruchs dafür sehr wichtig ist. Dadurch sind die Erfindung passenden Partner, als auch die Überlebenschancen von den Kindern verbessert. (Oliviera-Pinto et al., 2014)

Reaktion des Zentralnervensystems auf ätherische Öle

Emotionen

„Emotion ist ein seltsames Wort. Fast jeder denkt, er versteht, was es bedeutet, bis er versucht es zu definieren...“. (Zitat von Schmidt-Atzert aus Heiter, 2008)

„Wenn die Duftinformationen von den Sinneszellen der Nase ins Gehirn geleitet werden, werden zuerst die Emotions- und Gedächtniszentren aktiviert. Daher können sie nicht bei jedem Menschen die gleiche Wirkung auslösen, denn jeder Mensch verbindet mit jedem Duft eine andere Erinnerung. So kann es sein, dass der eine Mensch beim Riechen eines Duftes Angst empfindet, weil er diesen Duft erstmals im Rahmen einer Angstsituation wahrgenommen hat, während ein anderer Mensch im Gegenteil Freude, Vertrauen, eine angstlösende Wirkung erfährt, weil er gegenteilige Erfahrungen mit diesem Duft verbindet.“ (Zitat aus einem Interview mit Hanns Hatt, „Die Nase hat eine direkte Standleitung zu Emotionen und Erinnerungen“)

Unter Emotion bezeichnet man eine Gemütsregung im Sinne eines Affektes. Affekt ist die Qualität des Fühlens, der durch äußere Einflüsse oder psychische Zustände ausgelöst wird. Die Emotion ist ein psychophysiologisches Phänomen, das bewusst oder unbewusst wahrgenommen werden kann. Das Wahrnehmen geht einher mit physiologischen Veränderungen, spezifischen Kognitionen, subjektivem Gefühlserleben und reaktivem Sozialverhalten. (Arnold et al., 2005) Unter Emotionen kann man auch verschiedene menschliche Reaktionen verstehen, die durch einen physikalischen Reiz positive und negative, subjektiv wesentliche Erlebnisse erzeugen. (Rothgangel, 2004)

Forschungsstudien haben gezeigt, dass unsere Gefühle direkt die Art und Weise beeinflussen, wie wir unseren Geruchssinn wahrnehmen. Eine weltweite Umfrage von Reaktionen auf Gerüche hat gezeigt, dass die Verteilung auf die Düfte, die wir lieben und die, die wir nicht so gern riechen nur auf emotionalen Assoziationen basieren. Auch unsere Wahrnehmung von Geschmack und Geruch unterliegt dem Einfluss von unseren Hormonen. Z.B. beschreiben einige Frauen einen stärkeren Geruchssinn während der Schwangerschaft. Auch zeigen die Experimente, dass Frauen in der fruchtbaren Phase des Menstruationszyklus Männer attraktiver finden, weil in diesem Stadium Frauen in einem höheren Maß Testosteron „riechen“ können.

Obwohl die Menschen mehr als 400 Emotionen unterscheiden, sind sie nicht immer in der Lage, sie zu verbalisieren. (Abb. 12) Deshalb werden sie oft durch Ausdrucksphänomene wie Mimik und Gestik bei Menschen, oder Flucht und Angriff bei Tieren ausgedrückt. (Karnath & Thier, 2012)

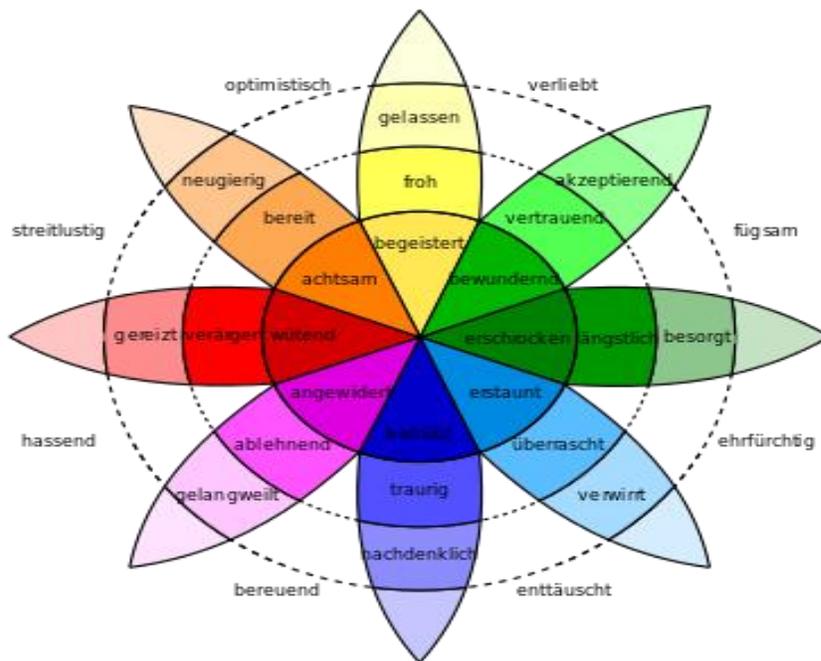


Abb. 13: Rad der Emotionen (Pluchik)

Komponenten der Emotionen

Emotionen haben eine adaptive und kommunikative Funktion. Sie werden im Grunde in komplexe, angenehme, unangenehme aufgeteilt. Grundlegende Emotionen sind angeborene Reaktionen auf Reizen, und äußern sich bei allen Menschen ähnlich. Diese sind Freude, Trauer, Wut, Angst, Ekel und Überraschung. Affekt, Stimmung und Gefühl sind die emotionalen Zustände unterschiedlicher Intensität und Dauer, und der affektive Ton ist ein Erlebnis von Komfort und Beschwerden und ein integraler Bestandteil jedes Gefühls.

Laut Rotgangel werden Emotionen in folgende Komponenten geteilt. (Rotgangel, 2004)

- Physiologische Komponente: die physiologische Komponente bereitet den Körper auf eine artgerechte, ausdrucksvolle Reaktion vor, und führt eine nonverbale Kommunikation durch. Durch die Erfahrung wissen wir, in welchem Zustand wir uns befinden.

Je nachdem, in welchem emotionalen Zustand man sich befindet, kann es zur folgenden physiologischen Änderungen kommen: Pulsfrequenz, Muskeltonus, Körperhaltung, Bewegung etc. (körperlich-physiologische Veränderungen).

- Unter der kognitive Komponente versteht man die kognitiven Vorstellungen und die daraus resultierenden "Kreationen" von Gedankenabläufen abhängig von der Situation (z.B. Angst).

- Die affektive oder Gefühlskomponente spricht über das persönliche Erlebnis verschiedener Gefühle (angenehmes Erleben oder unangenehmes Erleben).

- Die verhaltenskomponente beschreibt ein bestimmtes Benehmen, das durch verschiedene Emotionen ausgelöst wird gefolgt von spezifischer Gestikulation (z.B. zusammengepresste Lippen)

Theorien zur Emotionsentstehung

Unter Emotionen versteht man eine abstrakte Wissenschaft, wesentlich für die Lebewesen und deswegen ist die Physiologie der Emotion und ihre Entstehung ein sehr interessantes Feld für die Beschäftigung vieler Forscher. Schon im 4. Jh v. Chr. definierte Aristoteles die Emotionen als Ausdruck der Lust bzw. Unlust gefolgt von entsprechender körperlicher Erregung. Er hatte so die Emotionszustände wie Furcht, Zorn, Mut, Neid, Freude, Liebe, Hass, Begehren, Sehnsucht, Mitleid und Eifersucht beschrieben (Plutchik, 1994). Im 16. Jh. Hat René Descartes körperliche Erregung als Folge der Emotionen in den

Vordergrund gestellt. Er definierte sechs Basisemotionen definiert: Hass, Liebe, Freude, Trauer, Begierde, Bewunderung. Allerdings konnte er seine Wahl nicht argumentieren. (Trepel, 1995) Ein weiterer Forscher des 16. und 17. Jh. war Thomas Hobbes, der alle Emotionen auf Begehren und Abscheu zurückführte, die sich aus Lust und Schmerz ergaben. Er beschrieb eine große Zahl an Emotionen.

Für den Neuropathologer James W. Papez war das limbische System der wichtigste Schaltkreis für die Entstehung von der Emotionen und für den Wahrnehmungsprozess. Dieser „Papez-Kreis“ besteht aus dem Hippocampus, Thalamus, dem *Gyrus cinguli*, dem Mamillarkörper des Hypothalamus, der Fornix und der Amygdala, die die wichtigste Rolle bei der Entstehung von Emotionen spielt. (Ehlert, 2003) Das Ganze wurde angesehen, weil der Hippocampus und die Amygdala eng mit dem vegetativen Nervensystem verbunden sind. Das viszerale Nervensystem ist das Zentrum für ungewollte Körperfunktionen. (Ehlert, 2003)

Die James-Lange-Theorie besagte, dass physiologische Änderungen, wie Zittern, oder Tränen Antwort auf äußerliche Einflüsse sind und die Emotionen die Wahrnehmung diese Ereignisse sind (Becker-Carus, 2004). Ein wohlbekannter Satz, der mit dieser Theorie im Zusammenhang steht, lautet: „Wir weinen nicht weil wir traurig sind, sondern wir sind traurig, weil wir weinen“. (Trimmel, 2003)

Die Cannon-Bard-Theorie behauptete einen parallelen Ablauf von dem emotionalen Stimulus und den physiologischen Reaktionen. Er basierte seine Theorie auf die Überzeugung, dass der Thalamus und nicht innere Organe als Hauptort der Entstehung von Emotionen dient. (Gerrig & Zimbardo, 2008)

Nach der Zwei-Faktoren-Theorie von Schachter und Singer sind Emotionen aus zwei Bausteinen aufgebaut und zwar aus physiologischer Erregung und kognitiver Bewertung. Die physiologische Reaktion des Körpers entsteht als Folge einer spezifischen Situation und wird vom Individuum bewertet

bzw. beurteilt. Dadurch erfolgt die Zuordnung der entsprechende Situation als Zorn oder Freude. (Myers, 2007)

Die Bewertungstheorie beruht auf persönliche Interpretation und kognitive Bewertung der äußerlichen Ereignisse. (Brunner-Sperdin, 2008)

Biochemie der Emotionen

Von den biochemischen Gesichtspunkten spielen die Neurotransmitter die wichtigste Rolle bei der Emotionenentstehung. Mit der Hilfe von Serotonin werden positive Emotionen verursacht und automatisch negative beruhigt. Es hat sich in vielen Studien gezeigt, dass die Serotoninwirkung konzentrationsabhängig ist. Das heißt, dass das Serotonin in niedrigen Konzentrationen zum aggressiven Verhalten führen kann. Erst bei der Konzentrationserhöhung verbessert sich die Situation. (Schandry, 2011) Ebenfalls wird Dopamin als wichtiger Transmitter sowohl für positives Verhalten als auch für die sozial verbundenen Emotionen beschrieben. Wenn man sich z.B. verliebt fühlt, kommt es zur massiver Dopaminfreisetzung im *Nucleus accumbens*. Sowohl die Verwendung für therapeutische Zwecke als auch der Missbrauch von Opioiden und verschiedenen Stimulanzien beruht auf der Stimulation von dopaminergen Neuronen und führen dadurch zu einer positiven Stimmung. (Schandry, 2001)

Dadurch, dass das limbische und olfaktorische System in der Nähe liegen, kann man die enge Beziehung zwischen den Düften und emotionalen Zuständen, besser verstehen. Heutzutage wurden viele Studien durchgeführt, um den potenziellen Einfluss von ätherischen Ölen auf die Emotionsänderungen zu prüfen. Die Hauptrolle in diesen Studien spielen:

Ein intensiv untersuchtes Feld, was die Emotionen betrifft, ist das Zusammenspiel zwischen Emotionen und Hormonen. Besonders werden die Wechselwirkungen mit Sexualhormonen, Nebennierenhormonen und Hormonen

der Hypophyse beobachtet. Die Studien haben gezeigt, dass Testosteron zu Aggression führt. Diese Daten sind für den Humanbereich weniger relevant. Prolaktin ist für Depressionen, Angst und Feindseligkeit verantwortlich, wobei Oxytocin die Gefühle wie Empathie, Selbstbewusstsein und Vertrauen unterstützt (Schandry, 2011).

Psychische Indikationen:

Dadurch dass das limbische und olfaktorische System in der Nähe liegen, kann man die enge Beziehung zwischen den Düften und emotionalen Zuständen, besser verstehen. Heutzutage wurden viele Studien durchgeführt, um den potenziellen Einfluss von ätherischen Ölen auf die Emotionsänderungen zu prüfen. Die Hauptrolle in diesen Studien spielen:

-Lavendelöl, bei dem ein signifikanter, den subjektiv empfundenen Stress reduzierender, gleichzeitig aber aktivierender Effekt gefunden wurde.

-Lavendel und Rosmarinöl mit einem aktivierenden, stressablösenden Effekt, wobei Rosmarinöl allein mehr zu Unkonzentriertheit führt.

-Orange (*Citrus sinensis* L.) mit dem Einfluss auf eine erhöhte Stimmung sowie einer angstreduzierenden und beruhigenden Wirkung. Alle Zitrusfrüchte wirken entspannend, die fördern Freude, Fröhlichkeit und Optimismus. Dazu zählen Mandarine (*Citrus reticulata*), Bergamotte (*Citrus bergamia*) Grapefruit (*Citrus paradisi*) Zitrone (*Citrus limon*), süße Orange (*Citrus sinensis*), Bitterorange (*Citrus aurantium*).

Erweckung von Emotionen durch Gerüche

Hier geht man davon aus, dass die ähnlichen Hirnregionen für die Wahrnehmung von den Emotionen und Gerüchen verantwortlich sind. (Pause,

2004) Das limbische System steht im direkten Kontakt mit der Amygdala, wo die Geruchswahrnehmung erfolgt. Es ist bereits bekannt, dass das limbische System die Hauptrolle bei der Entstehung und Verbreitung von Emotionen, als auch für die Gedächtnisleistung und das Lernen spielt. Diese in erster Linie strukturelle Beziehung zwischen dem olfaktorischen Reiz und den Gedächtnisprozessen und Emotionen erklärt, warum bestimmte Düfte uns an die Situationen aus unserem Leben erinnern und dadurch die emotionalen Zustände beeinflussen können. Das passiert nicht bei den visuellen und akustischen Reizen. (Hatt, 1990)

Bereits ab der 28. Schwangerschaftswoche kann das ungeborene Baby riechen und dadurch empfundene Düfte im Gehirn speichern. Jede Riechzelle ist auf bestimmte Düfte spezialisiert d. h. die Zellen, die z. B. für das Vanillenduft spezialisiert sind, exprimieren an ihrer Oberfläche Rezeptoren für Vanille. Wenn sie jetzt durch den Duft der Vanillenschote gereizt werden, entsteht ein elektrisches Signal. Die Nase meldet die Duftinformationen unserem Gehirn, und zwar genau unserem limbischen System, das unsere Emotionen und Stimmungen steuert. Das Duftsignal wird vom limbischen System zum Hippocampus weitergeschickt, dem Zentrum unseres Gedächtnisses und unserer Erinnerungen.

Düfte umgeben uns in jedem Augenblick unseres Lebens, sie sind auch da, wenn wir sie nicht bewusst wahrnehmen können. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Düfte positive Gefühle erzeugen können und damit zum Wohlfühlen beitragen. Wohlfühlduft ist eine individuelle Sache und steht im Zusammenhang mit persönlichen Erfahrungen. D. h. wenn man glücklich ist und riecht ein Duft, bleibt dieser Geruch, nach einiger Zeit, in seinem Geruchsgedächtnis. Dieser Effekt wird danach dazu führen, dass dieser bestimmter Geruch später ein Glücksgefühl erzeugt. Geruch kann man als subjektive Wahrnehmung bezeichnen. Deswegen gibt es bei der Bewertung von Geruchsqualitäten individuelle Abschätzung. Diese subjektiv abhängige Bewertung kann sich auch mit der Zeit ändern. (Rempel et al., 2009)

Weil das limbische System ein wesentlicher Baustein der Riechbahn darstellt, sind die Gerüche in der Lage unsere Stimmungen und Motivation zu beeinflussen und dadurch unser Verhalten zu regulieren. Insbesondere werden die unbewusst wahrgenommenen Düfte auf unser Verhalten Einfluss haben. Düfte können von uns als neutral, angenehm oder unangenehm erlebt werden. Dementsprechend reagieren wir mit der Ablehnung (unangenehme Düfte) oder mit der Akzeptierung einer Situation (angenehme Düfte). (Mogenson et al., 1980)

Auf einen negativ empfundenen Geruch reagiert man mit der Abschwächung der Geruchserfahrung und bei positivem Geruchserlebnis, versucht man diese angenehmen Empfindungen beizubehalten. Unbekannte Düfte bringen uns mit den neuen Erlebnissen in Kontakt und genau auf diesem Effekt basiert sich das Duftmarketing. (Steinflitsch et al., 2007)

Negative Gerüche führen zu unterschiedlichen Reaktionen wie: Flucht, die Beseitigung der Gerüche, oder nichts zu machen. Schlechte Gerüche (Gas, Rauch) können oft Gefahren verbergen und deswegen ist es notwendig in diesen Situationen entsprechend zu reagieren, und dadurch wird die letzte Option (nichts zu machen) ausgeschlossen. (Vroon, 1996)

Olfaktorische Manipulation

Wie groß ist die Macht der Gerüche?

Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass Düfte positive wie negative Gefühle erzeugen können und damit zum Wohlfühlen beitragen. Die Nase meldet die Duftinformationen unserem Gehirn und zwar genau unserem limbischen System, das unsere Emotionen und Stimmungen steuert. Düfte umgeben uns in jedem Augenblick unseres Lebens, sie sind auch da, wenn wir sie nicht bewusst wahrnehmen können. Deshalb ist es kein Wunder, dass die Düfte von Menschen gerne in Marketing und zur Verkaufsförderung eingesetzt werden. Hier können wir über das Thema *Negative Eindrücke* sprechen, bzw. über olfaktorische Manipulation, oder über Duftmarketing, als neue Marketing-Strategie. Düfte vermitteln ein gutes Gefühl und in Einkaufszentren werden sie gezielt eingesetzt (in den Klimaanlage) um Kunden anzulocken und ihre Kaufkraft zu heben, indem sie unbewusst einen Duft riechen, der sie an etwas Schönes erinnert. (Bartzos, 2008)

Positive Aspekte

Ätherische Öle können auf unterschiedlichste Weisen auf den Organismus der Menschen Einfluss nehmen. Shirley Price, eine international anerkannte britische Aroma-Expertin hat folgende Aussage getätigt: „Aromatherapie ist die kontrollierte Anwendung von ätherischen Ölen, um die eigene und die Gesundheit anderer zu erhalten und Körper, Geist und Seele auf eine positive Art zu beeinflussen“. (zitiert in: Glück, 2005) Unzählige Duftstoffe können die Stimmung der Menschen beeinflussen, glückliche Erinnerungen und Gefühle wachrufen und somit nachhaltig das Wohlbefinden verbessern. Viele Studien zeigen, dass die ätherischen Öle einen nachhaltigen Einfluss auf

verschiedene Erkrankungen haben, die einerseits körperlich und andererseits seelisch bedingt sein können. (vgl. Steflitsch et.al., 2007)

Die Forschung hat gezeigt, dass angenehme Gerüche eine deutliche Verbesserung der Effizienz bei der Arbeit zeigen. Geschmacksmittel, wie Pfefferminz erhöhen die Aufmerksamkeit und somit steigern die Effizienz. Die medizinische Forschung zeigte, dass Vanillearoma Stress und Angst reduziert. Dieses Aroma beruhigt. Der Effekt wurde nur in reinem Vanille-Extrakt beobachtet, nicht in Parfüm, das eine Mischung aus Vanille und anderen Aromen enthält. (Steflitsch, 2013)

Unzählige Duftstoffe können die Stimmung der Menschen beeinflussen, glückliche Erinnerungen und Gefühle wachrufen und somit nachhaltig das Wohlbefinden verbessern. Viele Studien zeigen, dass ätherische Öle einen nachhaltigen Einfluss auf verschiedene Erkrankungen haben, die einerseits körperlich und andererseits seelisch bedingt sein können. (vgl. Steflitsch et al. 2007)

„ Olfaktorisches Doping“

Die Forschung hat gezeigt, dass angenehme Gerüche eine deutliche Verbesserung der Effizienz bei der Arbeit zeigen. Geschmacksmittel, wie Pfefferminz erhöhen die Aufmerksamkeit und somit steigern die Arbeitsleistung. Die medizinische Forschung zeigte, dass Vanillearoma Stress und Angst reduziert. Dieses Aroma beruhigt. Der Effekt wurde nur in reinem Vanille-Extrakt beobachtet, nicht in Parfüm, das eine Mischung aus Vanille und anderen Aromen enthält. (Wabner, 2012)

Studien über Rosmarin, von Lorraine Oliver und Mark Moss an der Universität in Northumbria, haben gezeigt, dass Rosmarin kognitive Leistungen von Probanden steigerte. Diese Leistungssteigerung äußerte sich nicht nur durch die Geschwindigkeitssteigerung sondern auch durch Erhöhung der Präzision. Für

den Schriftsteller Marcel Proust war zitronen-rumiger Duft eine Art kreative Stimulanz (Proust-Effekt). Andererseits konnte Friedrich Schiller, der Überlieferung zufolge, ohne Geruch nach fauligem Apfel nicht schreiben. Das war seine Inspirationsquelle. (Mai, 2013)

Anziehung durch Düfte

Jeder Mensch ist ein Individuum und hat einen eigenen, ganz spezifischen Körpergeruch. Diese persönliche Duftwolke umkreist uns und spiegelt unser genetisches Profil wider. Sogar die Spermien haben Duftrezeptoren, die auf Vaginalsekret reagieren. (Preuk, 2015) Die persönliche Duftwolke ist aus einer komplexen Mischung verschiedener Duftmoleküle ausgebildet. Individueller Geruch strömt durch die Hautporen und wird überwiegend durch Schweiß aus dem Körper in die Umgebung freigesetzt. Er besteht aus vier Komponenten:

- persönlicher Körperduft, der auf genetischer Basis beruht (HLA- Human Leukocyte Antigen)
- Mikroorganismen auf der Haut zersetzen die Fettsäuren und dadurch entsteht ein typischer Schweißgeruch
- Pheromone
- Pflegeprodukte und Parfüms geben dem Mensch einen künstlichen Duft

Unter HLA-Genfamilie versteht man eine Proteingruppe, die als menschliche Leukozytenantigen (HLA)-Komplex bekannt ist. (Khan et al., 2006) Der HLA-Komplex hilft dem Immunsystem, körpereigene Proteine von fremden Proteinen, die z. B. von den Bakterien oder Viren stammen können, zu unterscheiden. (Marsh et al., 2004) HLA ist eine Form des Haupthistokompatibilitätskomplexes (MHC), einer Genfamilie, die wichtigste Rolle bei der Antigenerkennung spielt. Entscheidend für die Auswahl des

Partners ist sein HLA-Profil. D. h. Dass wir zu einem gewissen Grad Gene riechen können und dadurch wählen wir den Partner mit dem passenden Genstatus, um gesunden Nachwuchs zu bekommen. In vielen Studien wurde bestätigt, dass Frauen als passenden Genprofil Männer wählen, die ein Genprofil haben, das sich deutlich von ihrem eigenen unterscheidet. Laut Hatt, reagieren Frauen auf Magnoliengeruch, der sich an Pheromonrezeptoren in der Nasenschleimhaut bindet, mit der Auslösung einer Reihe von den Reaktionen im Gehirn, die zur Ausschüttung von Geschlechtshormonen führen. Dies betrifft nicht nur das Sexualverhalten, sondern auch die Mutter-Kind Beziehung, Vertrauen usw. (Preuk, 2015)

Duftmarketing

Unter *Duftmarketing* versteht man den Einsatz von Düften zu Marketingzwecken. Es beschäftigt sich mit dem Einfluss der Düfte auf unser Verhalten. „Im Marketing werden bei der Duftverwendung zwei Ziele angestrebt: Einsatz von Duftstoffen, um eine aktivierende und emotional anregende Atmosphäre zu schaffen [...] oder um spezifische produktbezogene Konsumerlebnisse zu vermitteln“ (Kröber, 2000)

Duftmarketing beschäftigt sich mit dem Einsatz von Düften direkt am Verkaufsort. Düfte werden in die Verkaufsräume eingeführt, um die Atmosphäre gemütlicher zu machen und die Verweildauer von Kunden im Geschäft zu verlängern. Die Studien haben gezeigt, dass die Bereitschaft der Käufer diese bedüftete Laden zu besuchen ebenfalls ansteigt. (Milliman/Turley, 2000)

Spangenberg, Crowley und Henderson haben im Jahr 1996 eine Studie zum Thema Düfteneinsatz am Verkaufsort, wobei sich bestätigt hat, dass die Duftintensität ebenso entscheidend ist, um das Verhalten der Menschen zu beeinflussen. (Spangenberg et al., 1996, zit. nach Teller 2007) Am Verkaufsort sollen die Düfte Emotionen freilassen, Stimmung beeinflussen, als auch

Informationen über ein Produkt vermitteln mit dem Ziel Umsatz zu steigern. (Teller, 2007) Wenn man die Düfte, als eine Art nonverbaler Kommunikation, mit anderen nonverbalen Reizen kombiniert würde, könnte es zur Verstärkung des Dufteffektes kommen. (Stöhr, 1998)

Fazit:

Um eine erfolgreiche Aromatherapie zu erzielen, sind die Auswahl der quantitativ hochwertigen ätherischen Öle, individuelle und effective Mischungen mit richtigen Dosierungen, sinnvolle Anwendungsart sowie entsprechende und kompetente Beratung durch ausgebildeten Fachpersonal am wichtigsten. Bereits in einem Tropf des ätherischen Öls ist Pflanzenkraft eingesteckt, die nach entsprechender Applikation in die Blutbahn gelangt, und durch das Reizen des Riechhirns unsere Emotionen und Gefühle steuert. Die persönliche Vorlieben und Erlebnisse spielen in der Aromatherapie eine sehr wichtige Rolle, z.B. Lavendel kann uns einerseits an einen erholsamen schönen Urlaub sowie wunderschöne Felder der Provence erinnern, aber andererseits an eine ungeliebte Person, die nach dieser Duftnote roch. Diese unerwünschten Duftempfindungen sind oft das Problem bei der Durchführung der Aromatherapie in Sinne einer Therapie bei psychischen Erkrankungen. Die individuelle Vorliebe beeinflusst die Gefühlslage und Geruchsempfindung, z. B. in stressigen Situationen nimmt man instinktiv eine, für ihn entspannende Duftnote und wenn man sich konzentrieren muss, sind intensivere Düfte auszuwählen.

Die Durchforschung der ätherischen Ölen, Aromatherapie und Geruchssinn bedeutet für mich: Sinnlichkeit, Leidenschaft, Kreativität, Liebe, Glücks- und Wohlgefühl.

Literaturverzeichnis

Alaoui C.E., Chemin J., Fechtali T., Lory P. (2017): Modulation of T-type Ca²⁺ channels by lavender and rosemary extracts, 12(10):e0186864. doi: 10.1371/journal.pone.0186864.

Arnold W., Ganzer U. (2005): „Hals-Nasen-Ohren Heilkunde“, Georg Thieme Verlag, 4. Auflage, Stuttgart, S. 45-263.

Bargs-Stahl E., Luck-Haller E. (2008): Total phänomenal – Sinne, Geruchswahrnehmung, Planet Schule, URL: <https://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal-sinne/inhalt/hintergrund/der-geruchssinn/mensch.html> (07.04.2018)

Bartzos F. (2008): Duftmarketing-Eine spezielle Form des Neuromarketings, Diplomarbeit, Universität Wien, S. 42-51

Bone M.E., Wilkinson D.J., Young J.R., McNeil J., Charlton S., (1990): „Ginger root--a new antiemetic, The effect of ginger root on postoperative nausea and vomiting after major gynaecological surgery“, Anaesthesia, 45(8): 669-71

Buck L., Axel R. (1991): The family of genes encoding odorant receptors in the channel catfish, Cell, 5. Auflage, S. 657-666

Brunner-Sperdin A. (2008): „Erlebnisprodukte in Hotellerie und Tourismus“, Erich Schmidt Verlag, 1. Auflage, Berlin, S.57.

Buchbauer G., Oberhofer B., Nikiforov A., Jirovetz L., Bicchi C. (1999): „Investigation of the alteration of the composition of various essential oil used in aroma lamp applications“, Flavour and Fragrance Journal, 14, 293-299

Buchbauer G., Steflitsch W., Wolz D. (2007): Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis, „Aromatherapie naturwissenschaftlich betrachtet“, In Steflitsch W., Steflitsch M., 1. Auflage, Springer-Verlag/Wien, S. 229.

Bushdid C., Magnasco M., Vosshall L., Keller A. (2014): Humans can discriminate more than 1 trillion olfactory stimuli, *Science*, 343(6177), S. 1370-1372

Chatelain P., Veithen A., Wilkin F., Philippeau M. (2014): Chemistry and Biodiversity, Deorphanization and characterization of human olfactory receptors in heterologous cells, ChemCom S.A., Route de Lennik, 802, Brussels, Verlag Helvetica Chimica Acta AG, Vorlage 11, Zürich, S. 1765

Chen P.J., Chou C.C., Yang L., Tsai Y.L., Chang Y.C., Liaw J.J. (2017): Effects of aromatherapy massage on pregnant women's stress and immune Function: A Longitudinal, Prospective, Randomized Controlled Trial, 23: 778-786.

Czichos J., (2014): „PLoS One“, Warum Frauen besser riechen können, URL: https://www.wissenschaft-aktuell.de/artikel/Warum_Frauen_besser_riechen_koennen1771015589683.html, (09.03.2018)

Damm M., Temmel A., Welge-Lüssen A. (2004): HNO, 52:112, Springer Berlin Heidelberg, URL: <https://doi.org/10.1007/s00106-003-0877-z> (10.02.2018)

Davis P., (2008): „Aromatherapie von A-Z“, 1. Auflage, Wilhelm Goldmann Verlag, München, S. 14.

Dingermann T., Hiller K., Schneider G., Zündorf I. (2004a): „Arzneidrogen“, 5. Auflage, Elsevier GmbH, München, S. 322.

Dingermann T., Hiller K., Schneider G., Zündorf I. (2004b): „Arzneidrogen“, 5. Auflage, Elsevier GmbH, München, 336.

Ehlert U. (2003): „Verhaltensmedizin“, Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg, S.34.

Edzard E., Pittler M.H., White A. (2001): „Praxis Naturheilverfahren“, 1. Auflage, Springer MedizinVerlag, S. 39-41.

Frey W., Lösch R. (2014): Geobotanik: Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit, 3. Auflage 2010, Nachdruck 2014, Springer Spektrum, S. 182.

Gerrig R.J., Zimbardo P.G. (2008): „Psychologie“; Pearson Studium, 18. Auflage, Addison -Wesley Verlag, München, S. 461.

Frey W., Lösch R. (2014): Geobotanik: Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit, 3. Auflage 2010, Nachdruck 2014, Springer Spektrum, S. 182.

Golos M. (2014): Ätherische Öle und ihr Einfluss auf Arzneimittelwirkung: Einige Beispiele, Diplomarbeit, Hauptuniversität Wien Phytopharmazie, S. 7-11.

Gudi G. (2015): Einsatz schwingungsspektroskopischer Methoden zur Qualitätsbewertung pflanzlicher Rohstoffe und Charakterisierung von Phytoextraktionsprozessen, Dissertation, Universität Berlin, S. 7-9

Mogenson G., Jones D., Yim C. (1980): Progress in Neurobiology, Elsevier, 14: 69-97

Hatt, H. (1990): Physiologie des Riechens und Schmeckens, Vom Reiz der Sinne VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, S. 134.

Hatt H. Interview (2015): „Die Nase hat eine direkte Standleitung zu Emotionen und Erinnerungen“, URL: <http://www.multisense.net/vkf-pos-dialogpraxis/duftmarketing/die-nase-hat-eine-direkte-standleitung-zu-emotionen-und-erinnerungen/> (16.06.2015)

Hänsel R., Sticher O. (2010): „Pharmakognosie – Phytopharmazie“, 9. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 941-966.

Häusel H. G. (2008): Brain View. S. 80.
https://de.wikipedia.org/wiki/Limbisches_System (07.04.2018)

Heiter N. (2008): „Die Rolle von Emotionen: Wie funktionieren Emotionen und wo lassen sie sich nutzen?“, Bachelorarbeit, GRIN Verlag, München, S.5 .

Hentschel N. (2010): Blinde Menschen hören, fühlen und riechen besser, Mittelbayerische Region Amberg, URL: <https://www.mittelbayerische.de/region/amberg-nachrichten/blinde-menschen-hoeren-fuehlen-und-riechen-besser-20847-art544637.html> (07.04.2018)

Heuberger E., Stappe I., Rudolf von Rohr R. (2017): Riechen und Fühlen, 1. Auflage, Fischer und Gann, Kapitel 1: Was die Nase alles kann, S. 32-47.

Hülshoff T. (2005): „Medizinische Grundlagen der Heilpädagogik“, 2. überarb. Auflage, Ernst Reinhardt, GmbH & Co KG Verlag, München, S. 80-83.

Khan M., Mathieu A., Sorrentino R., Akkoc N. (2006): The pathogenetic role of HLA-B27 and its subtypes, Autoimmun Rev. 2007 Jan, 6(3):183-9, PubMed: 17289555.

Karnath H.O., Their P. (2012): „Kognitive Neurowissenschaften“, Springer Verlag, S. 628.

Kastner U. (2012): Phytotherapie in Pädiatrie, Wissensfortschritte im 21. Jh, 1. Vortrag, S. 60-98

Klinke R., Silbernagl S. (1996/2000): „Lehrbuch der Physiologie“, 2., neugestaltete und überarbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, S. 617-621.

Kröber-Riel W., Weinberg P. (2003): Konsumentenverhalten. 8., aktualisierte und ergänzte Auflage, München, S. 43.

Lua PL., Salihah N., Mazlan N. (2015): Effects of inhaled ginger aromatherapy on chemotherapy-induced nausea and vomiting and health-related quality of life in women with breast cancer, Complement Ther Med., 23(3):396-404. doi: 10.1016/j.ctim.2015.03.009.

Mai J. (2013): Wie Gerüche wirken?, URL: <https://karrierebibel.de/duft-knigge-geruch>, (09.03.2018)

Marsh S., Albert E., Bodmer W., Bontrop R., Dupont B., Erlich H., Geraghty D., Hansen J., Hurley C., Mach B., Mayr W., Parham P., Petersdorf E., Sasazuki T., Schreuder G., Strominger J., Svejgaard A., Terasaki P., Trowsdale J. (2004): Nomenclature for Factors of the HLA System, Hum Immunol. 2005 May, 66(5):571-636, PubMed: 15935895.

Meyer K., Schwartz J., Crater D., Keyes B. (1995): „Zingiber officinale (ginger) used to prevent 8-Mop associated nausea“, Dermatol Nurs 7 (4): 242-4.

Meyer W., Reisenzein R., Schutzwohl A. (2001): „Einführung in der Emotionspsychologie“, Hans Huber Verlag, Bern, S.24-39.

Meyer U. (2012): Theoretischer Teil Das Riechen – ein vernachlässigter Leitsinn? Begleitstudie zur Reichweite und Bewertung individueller Geruchserfahrung im Rahmen des Modellversuches „Multisensuelles Design“, Diplomarbeit, Universität Oldenburg, S. 3-8.

Michallek R., Michalek F. (2017): Gefäßmedizin in der ägyptischen Antike, Teil IV, Die Therapie der Gefäßerkrankungen, 22: 195, URL: <https://doi.org/10.1007/s00772-017-0265-8> (08.04.2018)

Milliman R., Turley L.W. (2000): Atmospheric effects on shopping behavior, a review of the experimental evidence, Journal of business research, Nr. 49 (2), S.193-211.

Mutschler E., Schaible H.G., Vaupel P. (2007): „Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen“, 6., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Birkenwaldstraße 44, D-70191 Stuttgart, S. 724-728.

Oliveira-Pinto A., Santos R., Coutinho R., Oliveira L., Santos G., Alho A., Leite R., Farfel J. M., Suermoto C., Grinberg L., Pasqualussi C., Jacob-Filho W., Lent R. (2014): Sexual Dimorphism in the Human Olfactory Bulb: Females Have More Neurons and Glial Cells than Males, URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111733> (09.08.2018)

Pause B.; (2004): Über den Zusammenhang von Geruch und Emotion und deren Bedeutung für klinisch-psychologische Störungen des Affektes. Pabst Science Publishers, Lengerich, S. 26.

Plutchik R. (1994): The Psychology and Biology of Emotion Harper and Row: New York, S. 154-256.

Preuk M. (2015): Liebe geht durch die Nase- Wie der Körpergeruch die Partnerwahl steuert, URL: https://www.focus.de/gesundheit/natuerlich-frisch/ich-kann-ihn-nicht-riechen-welche-rolle-unser-individueller-duft-fuer-die-partnerwahl-spielt_id_4893936.html (15.03.2018)

Rapo V. (2013): Einfluss von Muskatellersalbeiöl auf weibliche Versuchspersonen nach inhalativer Applikation, Diplomarbeit, Universität Wien, S. 26.

Rasch J, (2008): Geruchsinduzierte Reaktivierung von Gedächtnisinhalten im menschlichen Schlaf, Univ. Diss, Univ. Fribourg, S. 34.

Rempel J., Esch FR. (2009): Olfaktorische Reize in der Kommunikation, In: Bruhn M., Esch FR., Langner T. (eds) Handbuch Kommunikation, Gabler, URL: https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8078-6_37 (25.02.2018)

Rollinger M. J. (2017): Antiinfektiva, Antineoplastika, und (Bio)Pharmazeutika mit Wirkung auf das Immunsystem, Modul 2, Universität Wien, S. 45-73.

Romer M. (2007a): „Aromatherapie für die ganze Familie“, 1. Auflage, S. Hirzel Verlag, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, S. 3.

Rothgangel S. (2004): „Kurzlehrbuch Medizinische Psychologie und Soziologie: Mit Faktentrainer“, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S.79- 81.

Schandry R. (2011): „Biologische Psychologie“, Belz Verlag, Weinheim, Basel, S.461.

Schneider A. (1966): „ Das grüne Geheimnis – Eine kleine Plauderei über die große Weltgeschichte der Arzneipflanzen“, Sonderausgabe der Sammlung Natur und Wissen, Verlag Kurt Desch München Wien Basel, S. 30.

Schneider D. (2004): Olfaktion and Taste IV; Proceedings of the fourth International Symposium, Seewiesen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Schweiger S. (2014): Olfaktometrie (Riechtest): Der Geruchssinn des Menschen, Onmeda-Redaktion, URL: <https://www.onmeda.de/behandlung/olfaktometrie-der-geruchssinn-des-menschen-5884-2.html> (07.04.2018)

Shirley P., Price L. (2009): Aromatherapie. Praxishandbuch für Pflege-, Kosmetik- und Gesundheitsberufe, Huber, 2. Auflage, zitiert in Glück, 2005, S.12.

Sobel N., Prabhakaran V., Desmond J.E., Glover G.H., Goode R.L., Sullivan E.V., Gabrieli J.D. (1998): “Sniffing and smelling: separate subsystems in the human olfactory cortex.”, Nature, 392(6673), S. 282-6.

Sobel N., Prabhakaran V., Hartley C.A., Desmond J.E., Glover G.H., Sullivan E.V., Gabrieli J.D. (1999): “Blind smell: brain activation induced by an undetected air-borne chemical.”, Brain, 122(2), S.209-17.

Spangenberg, Eric C. / Crowley, Ayn E. / Henderson, Pamela W. (1996): Improving the Store Environment: Do Olfactory Cues Affect Evaluations and Behaviors?, Journal of Marketing. 60 (2), S. 67-81.

Srivastava J.K., Shankar E., Gupta S. (2010): “Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future”, Molecular Medicine Reports, 3(6), S. 895– 901.

Steele J.J. (1992): „The anthropology of smell and scent in ancient egypt und south american shamanism“, in: Van Toller S., Dodd G. H.(Eds.) Fragrance – The psychology and biology of perfume, Elsevier Applied Siences London New York, S. 287-302.

Steflitsch W., Steflitsch M. (2007): „Aromatherapie – Wissenschaft – Klinik – Praxis“, 1. Auflage, Springer-Verlag/Wien, S. 77.

Steflitsch W. (2013): „Einführung in die Welt der ätherischen Öle“, In Steflitsch W., Wolz D., Buchbauer G., „Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis“, 1. Auflage, Stadelmann Verlag, Wiggensbach, S. 7.

Steinbrecht R. A. (1970): Biologie in unserer Zeit, Zur Morphometrie der Antenne des Seidenspinners *Bombyx mori* L.: Zahl und Verteilung der Riechensillen (Insecta, Lepidoptera), 2. Morph. Tiere S. 68, 93-126.

Sticher O. (2010): „Ätherische Öle und Drogen, die ätherisches Öl enthalten“, In Hänsel R., Sticher O., „Pharmakognosie, Phytopharmazie“, 9., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 956-959.

Stöhr A. (1998): Air Design als Erfolgsfaktor im Handel, Modellgestützte Erfolgsbeurteilung und strategische Empfehlungen, Wiesbaden, S. 23-34, 49-60

Teller C. (2007): Einfluss olfaktorischer Reize auf das Kaufverhalten in Handelsagglomerationen. Wien, (=Schriftenreihe Handel und Marketing, Hrsg.: Peter Schnedlitz, Band 64), S. 23.

Teuscher E., Melzig M. F., Lindequist U. (2004): Biogene Arzneimittel, Lehrbuch der pharmazeutischen Biologie, 6., völlig neu bearbeitete Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, S. 383-437.

Teuscher E., Melzig M.F., Lindequist U. (2012a): „Biogene Arzneimittel – Lehrbuch der Pharmazeutischen Biologie“, 7., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Birkenwaldstraße 44, Stuttgart, S. 374-383.

Teuscher E., Melzig M.F., Lindequist U. (2012b): „Biogene Arzneimittel – Lehrbuch der Pharmazeutischen Biologie“, 7., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Birkenwaldstraße 44, Stuttgart, S. 386-390.

Teuscher E. (2013): „Wirkungsmechanismen ätherischer Öle“, In Steflitsch W., Dietman W., Buchbauer G., „Aromatherapie in Wissenschaft und Praxis“, 1. Auflage, StadelmannVerlag, Wiggensbach, S. 18-20.

Tsao R., Zhou T. (2009): „Natural Antimicrobials from Plant Essential Oils“, American Chemical Society, 18, S. 364-387.

Trepel, M. (1995): Neuroanatomie: Struktur und Funktion Urban und Schwarzenberg; München, Wien, Baltimore, S. 137

Trimmel M. (2003): „Allgemeine Psychologie: Motivation, Emotion, Kognition“, Facultas Verlags-und Buchhandels AG, Wien, S. 66.

Trimmer C., Mainland J. (2017): The olfactory system, Chapter 17, Monell Chemical Senses Center, Philadelphia, PA, United States, University of Pennsylvania School of Medicine, Philadelphia, PA, United States, Elsevier Inc., S. 364.

Vroon P., Amerongen A.,Vries H. (1996): Psychologie der Düfte, Wie Gerüche uns beeinflussen und verführen, Zürich, S. 234-269

Wabner D., Beier Ch. (2012): „Aromatherapie – Grundlagen – Wirkprinzipien – Praxis“, 2. Auflage, Elsevier GmbH, München, S. 1-2.

Werner M., Von Braunschweiger R., (2012): „Praxis Aromatherapie“, 3. Auflage, Karl F. Haug Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH&Co, KG, S. 1-10, 37.

WKO (Wirtschaftskammer Österreich) (2015):
<https://www.wko.at/branchen/handel/arzneimittel-drogerie-parfuemerie/merkblatt-aetherische-oele.pdf> (06.04.2018)

Wolf A., Kafka Z. (1970): vergl. Physiologie 70, S. 105-143

Zeichner J.A., Berson D., Donald A. (2018): The use of an over-the-counter hand cream with sweet almond oil for the treatment of hand dermatitis, 17(1), 78-82.

Zuzarte M., Salgueiro L. (2015): Essential Oils Chemistry, Faculty of Pharmacy, University of Coimbra, Coimbra, Portugal, Springer International Publishing Switzerland Chapter 2, S. 19-20.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: MEP-Weg, Chemgapedia, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

URL: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/5/bc/vlus/chemical_pathways/mep_weg.vlu.html www.chemgapedia.de (09.03.2018)

Abbildung 2: Rollinger J. (2017): Modul 2, Antiinfektiva, Antineoplastika, und (Bio)Pharmazeutika mit Wirkung auf das Immunsystem, Monoterpene, S. 28

Abbildung 3: Guimarães A., Quintans-Junior L. J., Quintans J. (2013): Monoterpenes with Analgesic Activity-A Systematic Review, DOI: 10.1002/ptr.4686, Source: PubMed,

URL: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-monocyclic-monoterpenes_fig4_234086582 (09.03.2018)

Abbildung 4: Deguerry F., Pastore L., Wu Sh., Clark A., Chapell J., Shalk M. (2006): The diverse sesquiterpene profile of patchouli, Pogostemon cablin, is correlated with a limited number of sesquiterpene synthases,

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000398610600289X> , (09.03.2018)

Abbildung 5: Teuscher E. (1979): „Pharmakognosie.“, 3 Bde., Wissenschaftliche Taschenbücher, Phenylpropane, 2. bearbeitete und erweiterte Auflage, Akademie-Verlag, Berlin,

URL: <https://catbull.com/alamut/Lexikon/Indexe/Aetherische%20Oele.htm> (09.03.2018)

Abbildung 6: Bickel M. (2008): Stoffwechselwege der Komponenten der ätherischen Öle, Nutzpflanzen, S. 6,

URL: <http://docplayer.org/44010120-Nutzpflanzen-vorlesung-bickel-sose-kautschuk-und-andere-isoprenoide-nutzpflanzenvorlesung-1.html> (05.02.2018)

Abbildung 7: Stepic S. (2013): „Einfluss von ätherischem Ingweröl auf die subjektive Befindlichkeit beim Menschen“, Diplomarbeit, Universität Wien, GlaxoSmithKline Consumer Healthcare, April 2013

URL: www.besseratmennasenstrips.de/d/service/glossar/nase.jsp (08.02.2018)

Abbildung 8: Structure of a Typical Nerve Cell-Motor Neuron, ASU Ask A Biologist, Verlag Arizona Board of Regents

URL: <http://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-6-humanphysiology/65-neurons-and-synapses/neurons.html> (26.01.2018)

Abbildung 9: Beckenbauer P. (2017): Neuronale Reizleitung, docplayer.org, Neuronale Reizleitung Ionen und elektrische Signale Kurzer Blick auf die Zellbiologie Bildung und Aufrechterhaltung des Ruhepotentials Voraussetzungen für die Entstehung eines Aktionspotentials Weiterleitung

URL: <http://docplayer.org/39308443-Neuronale-reizleitung.html> (09.03.2018)

Abbildung 10: Taschenlehrbuch Biologie, Zoologie, Munk K., (2011)

URL: <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/sinneszellen/10840>

Abbildung 11: Biologie in unserer Zeit (1978) Nr4 Steinbrecht, R. A.: Zur Morphometrie der Antenne des Seidenspinners *Bombyx mori* L.: Zahl und Verteilung der Riech- sensillen (Insecta, Lepidoptera). 2. Morph. Tiere 68,93-126

Abbildung 12: Hawkins D. (2016) Smells are surer than sounds and sights to make your heart-strings crack, Riechhirn,

URL: <http://slideplayer.com/slide/5731111/> (06.04.2018)

Abbildung 13: Plutchik R, Rad der Emotionen,

URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Emotion#/media/File:Plutchik-wheel_de.svg
(15.01.2018)

Abbildung 14: Chatelain P., Veithen A., Wilkin F., Philippeau M. (2014):
Chemistry and Biodiversity, Deorphanization and characterization of human olfactory receptors in heterologous cells, Schematic representation of an olfactory neuron (left) and of the signaling cascade (right), ChemCom S.A., Route de Lennik, 802, Verlag Helvetica Chimica Acta AG, Vorlage 11, Zürich, S. 1765

Abbildung 15: Amylacetat,

URL: http://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/n-Amyl-acetate,MDA_CHEM-818700?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.rs%2F
(08.04.2018)