



Neues Gymnasium Bochum  
- Europaschule in NRW -  
Markstraße 193  
44799 Bochum

## **Beeinflussung der Konzentrationsfähigkeit durch Einatmen von Duftstoffen**

vorgelegt im Fach	<i>Biologie LK</i>
von	<i>Thorben Royeck</i>
im Schuljahr	<i>2010/2011</i>
Abgabetermin	<i>15.03.2011</i>
Betreuungslehrer/in	<i>Herr Heinz</i>

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	4
2. Experimente zur Prüfung der Hypothese	5
2.1    Experimentaufbau	5
2.1.1    Auswahlkriterien Duftstoffe	5
2.1.2    Form des Testverfahrens	5
2.1.3    Auswahlkriterien Probanden	6
2.2    Experimentdurchführung	7
2.3    Erstellen von Tabellen	8
2.4    Ergebnisbetrachtung	9
2.5    Olfaktorische Wahrnehmung	11
2.6    Erläuterung von Prozessen im Gehirn während der Durchführung von Konzentrationstests	13
2.7    Erklärungsversuche zum Ausgang der Testergebnisse (Auswertung)	15
3. Schlussteil	16
4. Literaturverzeichnis	18
5. Anhang	20
6. Schlusserklärung	21

## **- Danksagung -**

Mein besonderer Dank gilt all denen,  
die zum Gelingen dieser Facharbeit beigetragen haben.

## 1. Einleitung

Diese Facharbeit dient der Überprüfung der Hypothese „Das Einatmen von Duftstoffen beeinflusst die Konzentrationsfähigkeit.“

Bereits im Rahmen meines „Science - Fair“- Projektes: „Kann das Riechen der Aromastoffe Pfefferminz und Vanille den Appetit auf Süßes hemmen?“- im Juni 2009, stellte ich fest, dass Duftstoffe auf die menschliche Wahrnehmung einen enormen Einfluss haben können. Aktuell stieß ich auf die Frage, ob Duftstoffe nicht auch die menschliche Konzentrationsfähigkeit beeinflussen könnten, in Zusammenhang mit den Qualifikationsvorgaben für meinen Berufswunsch Fluglotse, der u.a. eine kontinuierliche, überdurchschnittliche Konzentrationsfähigkeit zwingend voraussetzt.

Sollte sich im Rahmen dieser Facharbeit herausstellen, dass das Einatmen von Duftstoffen einen positiven Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit bewirkt, so könnten diese Duftstoffe individuell von Personen in solchen Bereichen eingesetzt werden, die ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit erfordern, wie z.B. in verschiedenen Berufsgruppen (Pilot, Fluglotse, Kraftfahrer, Busfahrer, Schichtarbeiter etc.).

Auch in Situationen des alltäglichen Lebens, in denen eine erhöhte Konzentrationsfähigkeit erforderlich ist, wie z.B. während Prüfungssituationen etc., könnten diese Duftstoffe von Nutzen sein. Die Überprüfung einer möglichen konzentrationsbeeinflussenden Eigenschaft von Duftstoffen wird in Form eines Experimentes erfolgen.

Im weiteren Verlauf der Facharbeit wird zuerst der Aufbau, danach die Durchführung und abschließend die Ergebnisbetrachtung des Experimentes erläutert. Bevor anschließend auf die Auswertung der Ergebnisse näher eingegangen wird, erfolgt zunächst zum besseren Verständnis eine Erläuterung der olfaktorischen Wahrnehmung sowie der Prozesse, die im Gehirn bei der Durchführung von Konzentrationstests ablaufen.

Dem Resümee schließt sich eine Betrachtung der Entwicklungsmöglichkeiten des Potenzials der konzentrationsfördernden Duftstoffe an.

## 2. Experiment zur Prüfung der Hypothese

### 2.1 Versuchsaufbau

Im Vorfeld waren folgende Fragen zu klären:

- 2.1.1 Welche und wie viele Duftstoffe sollen auf ihren möglichen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit getestet werden?
- 2.1.2 In welcher Form soll die mögliche Beeinflussung durch die Duftstoffe auf die Konzentrationsfähigkeit getestet werden?
- 2.1.3 Wie viele und welche Testkandidaten<sup>1 2</sup> sollen an der Überprüfung teilnehmen?

#### 2.1.1 Auswahlkriterien Duftstoffe

Als Duftstoffe werden nur 100% naturreine ätherische Öle verwendet, um sicher zu stellen, dass es zu keiner Verfälschung von Testergebnissen durch mögliche Beimischungen kommt.

Auf der Website der Firma PRIMAVERA, die u.a. 100% reine ätherische Öle weltweit vertreibt und auf dem Gebiet der Aromatherapie forschend tätig ist, werden sowohl die Eigenschaften als auch die Wirkungen einzelner ätherische Öle ausführlich beschrieben (s. Literaturverzeichnis/ Internet-Quellen).

Mehrere Duftstoffe sind mit dem Hinweis konzentrationsfördernd gekennzeichnet.

Im Testverfahren sollen 2 Duftstoffe auf ihre konzentrationsbeeinflussende Fähigkeit überprüft werden, je ein Duftstoff mit Hinweis auf konzentrationsfördernde Eigenschaft und ein Duftstoff ohne Hinweis.

Zur Ermittlung dieser beiden Duftstoffe werden vorab vier ätherische Öle von sechs Probanden unterschiedlichen Alters und Geschlechts auf ihr Aroma hin bewertet:

- Rosmarin und Lemongrass (mit Hinweis)
- Lavendel und Zeder (ohne Hinweis)

Die Wahl fällt auf die Duftstoffe Rosmarin und Lavendel, da Lemongrass als zu stark reizend und Zeder als extrem abstoßend von den Probanden empfunden wurde.

#### 2.1.2 Form des Testverfahrens

Die Überprüfung einer konzentrationsbeeinflussenden Fähigkeit der Duftstoffe erfolgt im Rahmen eines schriftlichen Testverfahrens. Das Testverfahren besteht aus drei einzelnen Testdurchläufen. Der erste Durchlauf erfolgt ohne Einwirkung eines Duftstoffes.

---

<sup>1</sup> Hinweis zur Gleichstellung von Mann und Frau:

Um ein flüssiges Lesen und eindeutiges Verstehen zu gewährleisten wurde auf die weibliche Form oder den Zusatz „ -/innen “ bei Funktionsbezeichnungen verzichtet.

<sup>2</sup> Testkandidaten = Testprobanden = Probanden

Der zweite Durchlauf erfolgt unter Einwirkung des Duftstoffes Rosmarin und der dritte unter Einwirkung von Lavendel.

Die genaue Testdurchführung wird den Kandidaten in zwei Infoschreiben erläutert (s. Anhang: Infoblätter I und II).

Je Durchlauf ist von den Testkandidaten ein Testbogen mit neun Einzelaufgaben zu lösen (s. Anhang: Testbögen I, II und III). Als Indikatoren für das Vorliegen einer möglichen Konzentrationsbeeinflussung gelten Zeit und Fehlerzahl.

Die Testaufgaben wurden aus drei Büchern entnommen, die typische Konzentrations-tests für Einstellungs- und Eignungsverfahren beinhalten, sowie aus den Online-Monatsheften vom Tebonin-mental-aktiv-Übungsprogramm (s. Literaturverzeichnis/Internet-Quellen).

Bei der Auswahl der Testaufgaben werden verschiedene Typen von Konzentrations-tests berücksichtigt, um eine breites Prüfspektrum abzudecken. Um einen Lerneffekt bei den drei Testdurchläufen auszuschließen, werden für jeden Durchlauf Einzelaufgaben des identischen Typs, aber mit unterschiedlichem Inhalt ausgewählt.

Ein Lerneffekt hätte Einfluss auf die Faktoren Zeit und Fehler und würde das Gesamtergebnis verfälschen. Die Testaufgaben werden eingescannt und in ein eigens erstelltes Layout eingefügt.

### **2.1.3 Auswahlkriterien Probanden**

Um einen möglichst repräsentativen Querschnitt durch alle Alters- und Geschlechtsgruppen zu erreichen, wird die Anzahl der Testkandidaten auf 20 Personen im Alter von 18 - 60 Jahre und auf 10 Probanden je Geschlecht festgelegt, wobei jeweils zwei der männlichen und weiblichen Probanden der Altersgruppe 18-20, 21-30, 31-40, 41-50 und 51-60 zugehörig sein sollen. Das Mindestalter für die Teilnahme wird aus juristischen Gründen auf 18 Jahre festgelegt, da möglicherweise gesundheitliche Nebenwirkungen beim Kontakt mit ätherischen Ölen auftreten können (s. Warnhinweis auf den Originalflaschen der ätherischen Öle).

Die Probanden erhalten vor der Testdurchführung zwei Infoschreiben sowohl über das Testverfahren im Allgemeinen als auch speziell über den Testdurchlauf unter Einwirkung von Duftstoffen. Den Testkandidaten wird ausdrücklich absolute Anonymität zugesichert. Außerdem wird auf Verhaltensweisen beim Auftreten von gesundheitlichen Nebenwirkungen bei der Testdurchführung extra hingewiesen (s. Anhang: Infobögen I und II).

Die Probanden wurden nicht über die möglicherweise zu erwartende konzentrationsbeeinflussende Eigenschaft des jeweiligen Duftstoffes informiert.

Zwischenergebnisse wurden den Probanden nicht mitgeteilt.

## 2.2 Experimentdurchführung

Vor der Testdurchführung erhalten die Testkandidaten jeweils die Testbögen zu den Testdurchläufen I, II, III und die Infoblätter I und II, sowie je zwei in Plastiktüten verpackte Kruken mit jeweils 10 Tropfen 100% reines, ätherisches Rosmarinöl und Lavendelöl. Auf Wunsch werden Zeitmessungsinstrumente und Stifte verteilt.

Das Testverfahren besteht aus drei Testdurchläufen. Je Testdurchlauf ist eine Testbogen mit je 9 Einzelaufgaben von den Testkandidaten zu lösen.

Der erste Testdurchlauf erfolgt ohne Duftwirkung, der zweite unter Einwirkung des Duftstoffes Rosmarin und der dritte unter Einwirkung des Duftstoffes Lavendel.

Die Probanden durchlaufen möglichst an unterschiedlichen Tagen, aber zur gleichen Uhrzeit drei Testdurchläufe, um eine Verfälschung der Ergebnisse durch individuelle Tagesschwankungen zu vermeiden. Vor jedem Testdurchlauf wird das Testbogenvorblatt komplett ausgefüllt (s. Anhang). Da den Probanden absolute Anonymität zugesichert wird, können von den Probanden Nicknamen angegeben werden. Alle Namensangaben sowie Nicknamen werden bei der späteren Ergebnisbetrachtung und Auswertung durch Zahlen ersetzt. Die Probanden beginnen mit der Zeitmessung, sobald der Aufgabentext einer Testseite aufmerksam durchgelesen wurde. Nach Lösung der Aufgabe wird die Zeit gestoppt. Die benötigte Zeit pro Aufgabe wird unten rechts auf jeder Testseite notiert. Bei der Versuchsdurchführung unter Duftstoffeinwirkung müssen die Probanden zusätzlich vor der ersten Testaufgabe den jeweiligen Duftstoff dreimal tief einatmen und vor jeder weiteren Aufgabe einmal tief einatmen. Während des gesamten Testdurchlaufs ist die mit dem Duftstoff gefüllte Kruke offen ca. 30 cm von der Nase entfernt aufzustellen. Für den Fall, dass gesundheitliche Nebenwirkungen wie z.B. Kopfschmerzen, Kreislaufprobleme etc. auftreten, sollen die Probanden nach eigenem Ermessen den Test abbrechen und den Abbruch auf dem Testbogenvorblatt dokumentieren.

## 2.3 Erstellen von Tabellen

Zuerst werden die Testbögen entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den jeweiligen Testdurchläufen I, II und III sortiert. Danach erfolgt die Aufteilung der Testbögen innerhalb des jeweiligen Testdurchlaufs nach dem Geschlecht der Probanden.

Jedem Testbogen wird ein personenbezogener Auswertungsbogen vorgeheftet (s. Anhang: personenbezogener Auswertungsbogen).

Vom Testvorblatt wird das Geschlecht und das Alter übertragen, der Name jedoch durch eine Ziffer (1-10) ersetzt, die gleichzeitig die Position der Reihenfolge in den später erstellten Excel-Tabellen festlegt. Die einmal vergebene Positionsziffer pro Proband ist bindend für alle drei Testdurchläufe. Anschließend wird für alle Testbögen die benötigte Gesamtzeit und die Fehlerzahl ermittelt. Die Ergebnisse werden in den jeweiligen personenbezogenen Auswertungsbogen übertragen und können nun in die Auswertung einfließen. Um die Ergebnisse der drei Testdurchläufe nun besser dokumentieren und erläutern zu können, erfolgt ihre Darstellung in Tabellen- und Diagrammform, jeweils getrennt nach Geschlecht. In der ersten Tabelle werden die Ergebnisse aller drei Testdurchläufe nach den Ordnungskriterien Altersklasse und den Faktoren Zeit und Fehleranzahl je Testdurchlauf dokumentiert (s. Anhang: Tabelle 1, Ergebnisse männliche Probanden/Faktor Zeit und Faktor Fehleranzahl sowie Ergebnisse weibliche Probanden/Faktor Zeit und Faktor Fehleranzahl.)

Alle nun folgenden Einzelschritte der Tabellenerstellung erfolgen parallel für beide Geschlechter. Um ein flüssigeres Lesen zu gewährleisten, werde ich die Einzelschritte nur anhand der männlichen Tabellen erläutern. Die eigentliche Ergebnisbetrachtung erfolgt unter Berücksichtigung beider Geschlechter. Anhand der Daten aus Tabelle 1 werden nun die Mittelwerte der Ergebnisse der drei Testdurchläufe von zwei Probanden je Altersklasse errechnet (s. Anhang: Tabelle 2, Mittelwerte von 2 männlichen Probanden je Altersklasse/ Faktor Zeit und Faktor Fehleranzahl). Anschließend erfolgt eine nähere Betrachtung der Mittelwerte der Ergebnisse in Bezug auf den Faktor Zeit, in der die durchschnittlich benötigte Zeit aller männlichen Probanden pro Testdurchlauf ermittelt wird (s. Anhang: Tabelle 3, nähere Betrachtung der Mittelwerte/ Faktor Zeit männliche Probanden). Anhand dieser Mittelwerte wird ein Säulendiagramm erstellt, um die Ergebnisse besser veranschaulichen zu können (s. Anhang: Tabelle 4, Auswertung Zeit männliche Probanden). In Tabelle 5 erfolgt eine Gegenüberstellung der o.g. Mittelwerte, durch die die prozentuale Veränderung zwischen den einzelnen Testdurchläufen in Bezug auf den Faktor Zeit ermittelt wird (s. Anhang: Tabelle 5, Gegenüberstellung der einzelnen Duftstoffe / Faktor Zeit männliche Probanden). Die weiteren Tabellen 6, 7 und 8 werden nach dem gleichen Prinzip wie die Tabellen 3, 4 und 5 erstellt, jedoch beziehen sich die Tabellen 6, 7 und 8 auf den Faktor Fehleranzahl.



## 2.4 Ergebnisbetrachtung

Aus den Tabellen 1 der weiblichen und männlichen Probanden ergibt sich, dass es beim Testdurchlauf unter Rosmarineinwirkung zu Nebenwirkungen in Form von Kopfschmerzen und Kreislaufproblemen und beim Testdurchlauf unter Lavendeleinwirkung zu extremen Müdigkeitserscheinungen gekommen ist. Eine weibliche Probandin musste den Test aufgrund von Übelkeit sogar abbrechen.

Ergebnisse männliche Probanden Faktor Zeit:

Es erfolgt nun eine genauere Betrachtung der Mittelwerte der männlichen Probanden in Bezug auf den Faktor Zeit. Hierzu werden die Mittelwerte aus Tabelle 2 übernommen und in einem Diagramm dargestellt (s. Anhang: Tabelle 4 männliche Probanden). Das Diagramm zeigt, dass die benötigte Zeit altersklassenübergreifend unter Rosmarineinwirkung am geringsten ist. Bis auf eine Ausnahme in der Altersklasse 31-40 wurde ohne Duftwirkung am meisten Zeit benötigt. Die Testergebnisse unter Lavendeleinwirkung liegen stets über den Ergebnissen, die unter Rosmarineinwirkung entstanden sind. Das gleiche Ergebnis zeigt sich auch, wenn Durchschnittswerte der Altersklassen pro Test ermittelt werden (s. Anhang: Tabelle 3 männliche Probanden)

Die durchschnittliche Zeit, die bei Test 1 (ohne Duftwirkung) benötigt wurde, beträgt 26,92 min., bei Test 2 (unter Rosmarineinwirkung) 22,16 min. und bei Test 3 (unter Lavendeleinwirkung) 24,01 min. Betrachtet man nun die Gegenüberstellung der einzelnen Duftstoffe unter dem Faktor Zeit, so wird dieses Resultat noch einmal bestätigt. (s. Anhang: Tabelle 5 männliche Probanden) Unter Rosmarineinwirkung tritt im Vergleich zum Testdurchlauf ohne Duftstoff eine Verbesserung der Zeit von 9,97% (Altersklasse 31-40) bis zu 25,82% (Altersklasse 21-30) ein. Die durchschnittliche Verbesserung beträgt 17,06%. Betrachtet man den Vergleich zwischen dem Testdurchlauf ohne Duftstoff und dem Test unter Lavendeleinwirkung, so liegt die durchschnittliche Zeitverbesserung durch Lavendel bei 9,95%. Dementsprechend kommt es beim Vergleich zwischen Lavendel und Rosmarin zu einer Verschlechterung durch Lavendel von durchschnittlich 8,43%.

Ergebnisse weibliche Probanden Faktor Zeit:

Die Ergebnisse der weiblichen Probanden weichen kaum von denen der männlichen Probanden ab. Auch hier benötigten die Probanden unter Rosmarineinwirkung am wenigsten Zeit (Durchschnittlich 21,17 min.), (s. Anhang: Tabelle 3 weibliche Probanden).

Unter Rosmarineinwirkung tritt im Vergleich zum Testdurchlauf ohne Duftstoff eine Verbesserung von durchschnittlich 19,01% ein (s. Anhang: Tabelle 5 weibliche Probanden). Betrachtet man den Vergleich zwischen dem Testdurchlauf ohne Duftstoff und dem Testdurchlauf unter Lavendeleinwirkung, so liegt die durchschnittliche Zeitverbesserung durch Lavendel bei 4,53%. Dementsprechend kommt es beim Vergleich zwischen Lavendel und Rosmarin zu einer Verschlechterung durch Lavendel von durchschnittlich 18,91%.

Ergebnisse männliche Probanden Faktor Fehleranzahl:

Bei der Betrachtung der Mittelwerte der männlichen Probanden in Bezug auf den Faktor Fehleranzahl lässt sich erkennen, dass die Probanden den Konzentrationstest unter Rosmarineinwirkung nicht nur schneller, sondern auch fehlerfreier bearbeiten konnten (s. Anhang: Tabelle 6 männliche Probanden). Das Diagramm bestätigt diesen Eindruck (s. Anhang: Tabelle 7 männliche Probanden). Die durchschnittliche Fehlerzahl ohne Dufteinwirkung beträgt 8,40, bei Rosmarin 2,90 und bei Lavendel 6,40.

Bei der Gegenüberstellung der einzelnen Duftstoffe in Bezug auf den Faktor Fehleranzahl kommt es unter Rosmarineinwirkung im Vergleich zum Testdurchlauf ohne Duftstoffeinwirkung zu einer Verbesserung von 25,00% (Altersklasse 51-60) bis zu 85,71% (Altersklasse 31-40). Die durchschnittliche Verbesserung beläuft sich auf 61,55% (s. Anhang: Tabelle 8 männliche Probanden). Im Vergleich der Testergebnisse ohne Duftstoffe und denen unter Lavendeleinwirkung kommt es zu einer durchschnittlichen Verbesserung von 11,87% durch Lavendel. Bei der Gegenüberstellung der Testergebnisse unter Rosmarin- und Lavendeleinwirkung kommt es in den zwei Altersklassen (41-50) und (31-40) zu einer Erhöhung der Fehleranzahl durch Lavendel von über 375% bzw. 600%. Die durchschnittliche Verschlechterung durch Lavendel im Vergleich zu Rosmarin beträgt 226,39%.

Ergebnisse weibliche Probanden Faktor Fehleranzahl:

Die Betrachtung der Mittelwerte der weiblichen Probanden weist leichte Unterschiede zu denen der männlichen Probanden auf. Zum einen ist die durchschnittliche Fehleranzahl mit 11,40 (ohne Duftstoff), 5,00 (Rosmarin) und 11,90 (Lavendel) höher als die der männlichen Probanden (s. Anhang: Tabelle 6 weibliche Probanden), zum anderen tritt durch Lavendel im Vergleich zu den Ergebnissen ohne Duftstoff eine Verschlechterung von durchschnittlich 7,85% ein. Allerdings weist der Rosmarinduftstoff auch hier das beste Ergebnis auf (s. Anhang: Tabelle 8 weibliche Probanden).

## 2.5 Olfaktorische Wahrnehmung<sup>3</sup>

Beim Einatmen werden die Duftmoleküle, die sich in der Luft befinden, durch die Nasenlöcher in die linke und rechte Nasenhöhle geleitet. Eine Scheidewand (Septum) trennt die beiden Nasenhöhlen bis in die Schädelmitte (zur Veranschaulichung s. Anhang, Bilder zur Olfaktorische Wahrnehmung, vgl. Abb. 1). In Richtung Mundhöhle werden die Nasenhöhlen durch eine Gaumenplatte abgegrenzt. Weiter oben in der Schädelmitte münden die beiden durch das Septum getrennten Nasenhöhlen in 2 Kanäle (Choanen), die in direkter Verbindung mit Rachen und Mundhöhle stehen. Duftmoleküle, die von Speisen und Getränken aufsteigen, können durch diese Verbindung in die Nasenhöhlen gelangen. Die Nasenhöhlen sind mit einer Schleimschicht ausgelegt, die sowohl zur Erwärmung, zur Befeuchtung als auch zur Reinigung der Atemluft dient. In jeder Nasenhöhle liegen drei Nasenmuschel übereinander, die aus den Nasenwänden ragen. Die obere Nasenmuschel im Nasendach wird als Riechschleimhaut bezeichnet (Regio olfactoria), da nur diese Riechsinneszellen beinhaltet.

Bei normaler Atmung strömt die Luft hauptsächlich durch die unteren Bereiche. Nur durch intensives Einatmen gelangen mehr Duftmoleküle zur Riechschleimhaut. In beiden Nasenhöhlen ist die Größe der Riechschleimhaut mit einer 1-Euromünze vergleichbar. Auf der Riechschleimhaut befinden sich beim Menschen insgesamt ca. 20 Millionen Riechsinneszellen. Es wird vermutet, dass die Schleimschicht, die die Riechsinneszellen zum Teil bedeckt, aus einer Lösung von Proteinen besteht, den sogenannten olfaktorischen Bindeproteinen (OBP). Diese könnten an dem Transport der Duftmoleküle zu den Riechsinneszellen beteiligt sein, indem sie helfen, die schwerwasserlöslichen Duftmoleküle zu den Riechsinneszellen zu transportieren. Zurzeit geht man von über 100 Bindeproteinen aus, von denen jedes auf eine bestimmte Gruppe von Duftmolekülen spezialisiert ist. Eine Riechsinneszelle (vgl. Abb. 2) besteht zunächst aus einem ovalen Zellkörper (vgl. Abb. 2s) mit einem langen Fortsatz (Dendrit, vgl. Abb. 2d). Am Ende des Dendriten befindet sich eine Verdickung, aus der 20 bis 30 Fortsätze (Cilien, vgl. Abb. 2c) in den Nasenschleim hinein ragen. Aus dem ovalen Zellkörper wächst in Richtung Gehirn eine zentimeterlange Nervenfasern (Axon, vgl. Abb. 2a) hervor, die Informationen durch das löchrige Siebbein hindurch von der Nase zum Gehirn leitet. Nach 4 Wochen Lebensdauer werden sie durch adulte neuronale Stammzellen (Basalzellen) ersetzt. Zwischen den Rezeptorproteinen und den Duftmolekülen gilt ein Schlüssel-Schloss-Prinzip. Nur wenn die chemische Eigenschaft und die Form eines Duftmoleküls zu einem Rezeptor passend sind, kann der Duftstoff an

---

<sup>3</sup> Vgl. Hatt; Dee. Keiner riecht so gut wie du. Die geheime Botschaft der Düfte. 2. Auflage. München: Piper Verlag, 2011, S. 45-58.

den Rezeptor binden. Nun setzen die Rezeptorproteine einen Verstärkungsmechanismus in Gang (vgl. Abb. 3). Durch den Kontakt zwischen Rezeptor und Molekül wird ein G-Protein aktiviert, welches wiederum die Aktivierung einer Adenylatcyclase nach sich zieht. Diese wandelt ATP (Adenosintriphosphat) in den second messenger cAMP (zyklisches Adenosinmonophosphat) um. Meist reicht ein einziges Duftmolekül aus, um 2000 dieser Botenstoffmoleküle zu erzeugen. CAMP öffnet nun Ionenkanäle, durch die positiv geladene Teilchen wie Natrium und Calcium in die Zelle strömen. Durch diesen Ladungsstrom kommt es zur Depolarisierung der Membran, d.h. die Zelle wird erregt. Wenn der Reiz einen bestimmten Schwellenwert (Schwellenpotential) übersteigt, werden Signale durch sogenannte Aktionspotentiale über das Axon zum Riechhirn weitergeleitet.<sup>4</sup> Ohne diese Aktionspotentiale wäre der elektrische Impuls von der Riechzelle viel zu schwach, um das Gehirn zu erreichen. Im Riechhirn oder auch Riechkolben befinden sich 350 kugelförmige Gebilde (genannt Glomerulus, vgl. Abb. 4). Die Nervenfortsätze aller Riechsinnzellen des gleichen Typs enden in einem dieser Glomeruli. Der Glomerulus sammelt sämtliche eingehenden Signale der Riechsinnzellen auf und wird somit aktiviert. Wird der Glomerulus aktiviert, weiß das Gehirn, welcher Duft gerade gerochen wird. Je nach Duftgemisch entsteht dann ein spezifisches Aktivierungsmuster der Glomeruli. Die Glomeruli speichern die Aktivierungsmuster der Duftgemische in den so genannten Mitralzellen ab. Von hier aus werden die Informationen weiter zum Gehirn geleitet, wobei nur ein kleiner Teil der Sinneseindrücke über den Thalamus in den Cortex gesendet wird, wo unser Denken und Bewusstsein sitzt. Der Hauptteil der Informationen wird von den Mitralzellen über eine einzige Nervenbahn direkt ins limbische System geleitet (vgl. Abb. 5), welches wie ein Ring um den Hirnstamm liegt. Im limbischen System führt ein Informationsweg zum Mandelkern, auch Amygdala genannt. Die Amygdala ist in der Lage, vegetative d.h. unwillkürliche Reaktionen einzuleiten, die unsere Emotionen, Instinkte und Triebe beeinflussen. Zum limbischen System gehören weiterhin der Hippocampus, der an Gedächtnisprozessen beteiligt ist, und der Hypothalamus. Der Hypothalamus ist ebenfalls ein Zentrum für Emotionen und Triebe und zugleich die wichtigste Schaltzentrale des vegetativen Nervensystems. Darüber hinaus ist der Hypothalamus eine Hormonzentrale für den menschlichen Körper. Vom Hypothalamus produzierte Hormone werden anschließend von der Hypophyse verteilt. Der Hypothalamus reguliert u.a. unsere Körpertemperatur, Herzfunktion, Hunger- und Durstgefühle, sowie unseren Schlaf-Wach-Rhythmus. Um es mit den Worten von Prof. Dr. Dr. Dr. habil. Hanns Hatt auszudrücken :

„Kein anderer Sinn kann deshalb so unmittelbare Veränderungen in unserem Hormonhaushalt und unserem Verhalten bewirken wie das Riechen.“<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Vgl. [http://www.studentenlabor.de/seminar1/das\\_riechen.htm](http://www.studentenlabor.de/seminar1/das_riechen.htm)

<sup>5</sup> Hatt; Dee. 2011, S. 58

## 2.6 Erläuterung von Prozessen im Gehirn während der Durchführung von Konzentrationstests

„Konzentration (lat. concentra, "zusammen zum Mittelpunkt") ist die willentliche Fokussierung der Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Tätigkeit, das Erreichen eines kurzfristig erreichbaren Zieles oder das Lösen einer gestellten Aufgabe. Fokussierung bedeutet, dass für eine gewisse Zeit auf das momentan Ausgeübte oder Empfundene geachtet wird, je nach Aufgabe auch auf Kommendes.“<sup>6</sup>

Das Lösen von Konzentrationstests stellt für viele Menschen eine Stresssituation dar. Evolutionsbiologisch gesehen hat Stress die Funktion, die mentale und physische Leistungsfähigkeit des Menschen durch die Ausschüttung von Stresshormonen zu erhöhen.<sup>7</sup> Welche Prozesse laufen im Gehirn beim Lösen von Konzentrationstests ab? Stresssituationen werden vom Thalamus, in dem die Nervenstränge der Sinnesorgane zusammenlaufen, erkannt. Anschließend wird der so genannte blaue Kern und der Hypothalamus aktiviert. Der blaue Kern wiederum aktiviert das sympathische Nervensystem.<sup>8</sup> Das sympathische Nervensystem, das den Körper auf Aktivität vorbereitet, gehört mit zum vegetativen Nervensystem. Sämtliche Prozesse, die über das vegetative Nervensystem laufen, sind unwillkürlich, also nicht bewusst steuerbar.<sup>9</sup>

Unter Stress stimuliert das sympathische Nervensystem das Nebennierenmark zur Bildung zweier wichtiger Stresshormone, Adrenalin und Noradrenalin.<sup>10</sup>

Im Gegensatz zum Adrenalin trägt Noradrenalin keine Methylgruppe (-CH<sub>3</sub>) an seiner Aminogruppe. Dementsprechend zeigen Adrenalin und Noradrenalin ähnliche, aber dennoch unterschiedliche Wirkungen. Durch Adrenalin werden zum größten Teil Stoffwechselprozesse beeinflusst. Die wichtigste Rolle des Noradrenalins dagegen ist seine Funktion als Neurotransmitter.<sup>11</sup> „Neurotransmitter sind endogene, biochemische Stoffe, welche die Information von einer Nervenzelle zur anderen über die Kontaktstelle der Nervenzellen, der Synapse, weitergeben.“<sup>12</sup> Mittels Neurotransmitter können Informationen also schneller von Nervenzelle zu Nervenzelle weitergeleitet werden, folglich können die Informationen schneller verarbeitet werden, was eine Steigerung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsleistung bewirkt. Zudem löst Noradrenalin Energiereserven in Form von gespeicherten Zucker- und Fettvorräten, um zu gewährleisten,

---

<sup>6</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/Konzentration\\_\(Psychologie\)#cite\\_note-0](http://de.wikipedia.org/wiki/Konzentration_(Psychologie)#cite_note-0)

<sup>7</sup> Vgl. <http://www.depression-therapie-forschung.de/hormone.html>

<sup>8</sup> Vgl. <http://www.reformhaus-fachlexikon.de/krankheiten/Stress.php>

<sup>9</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Vegetatives\\_Nervensystem](http://de.wikipedia.org/wiki/Vegetatives_Nervensystem)

<sup>10</sup> Vgl. <http://www.reformhaus-fachlexikon.de/krankheiten/Stress.php>

<sup>11</sup> Vgl. [http://www.reformhaus-fachlexikon.de/anatomie\\_physiologie/Adrenalin.php](http://www.reformhaus-fachlexikon.de/anatomie_physiologie/Adrenalin.php)

<sup>12</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Neurotransmitter>

dass der Körper schnell reagieren kann.<sup>13</sup> Wie bereits zu Anfang erwähnt, wird neben dem blauen Kern auch der Hypothalamus aktiviert. Der Hypothalamus produziert nun den „Corticotropin-Freisetzungsfaktor“ (CRF). CRF regt anschließend die Hirnanhangdrüse (Hypophyse) zur Ausschüttung des Hormons Corticotropin an. Über den Blutkreislauf gelangt Corticotropin zur Nebenniere, wo im Folgenden die Produktion des Stresshormons Cortisol initialisiert wird.<sup>14</sup> Cortisol ergänzt Noradrenalin, da Cortisol aufgrund seiner höheren Halbwertszeit den Körper auch noch nach der Noradrenalin-Ausschüttung weiterhin mit Energie versorgen kann.<sup>15</sup> Diese „Hormonkaskade“ unterstützt die Konzentrationsfähigkeit in Stresssituation.

---

<sup>13</sup> Vgl. <http://www.swishealthmed.de/Hormone/Noradrenalin/>

<sup>14</sup> Vgl. <http://www.depression-therapie-forschung.de/hormone.html>

<sup>15</sup> Vgl. <http://www.swishealthmed.de/Hormone/Noradrenalin/>

## 2.7 Erklärungsversuche zum Ausgang der Testergebnisse (Auswertung)

Wie ist es zu erklären, dass laut der Experimentergebnisse beide überprüften Duftstoffe, sowohl Rosmarin als auch Lavendel, konzentrationsfördernde Tendenzen aufweisen?

Bereits bei Themenfindung für diese Facharbeit vermutete ich, dass durch das Einatmen von Duftstoffen Botenstoffe und/oder Hormone ausgeschüttet werden, die einen positiven Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit haben könnten. Bei Recherchen im Internet stieß ich auf die Website von Prof. Dr. Dr. Dr. Dietrich Wabner, Professor für Chemie an der TU München. Per Mail nahm ich Kontakt mit ihm auf. Professor Wabner bestätigte meine Vermutung und mailte eine Liste, in der die physiologische Wirkung einiger Duftstoffe beschrieben wird. Die Angaben basieren auf Untersuchungen, die von Professor Wabner persönlich durchgeführt wurden (s. Anhang: E-Mails).

In dieser Liste stieß ich auf die beiden von mir überprüften Duftstoffe.

### **Ergebniserklärung Testergebnisse Rosmarin:**

Laut der o.g. Liste wird durch das Einatmen des Duftstoffes Rosmarin im Locus Coeruleus Noradrenalin ausgeschüttet. Wie unter Punkt 2.5. bereits beschrieben, handelt es sich bei Noradrenalin um einen Neurotransmitter, der die Übertragung von Signalen/Informationen von Nervenzelle zu Nervenzelle maßgeblich unterstützt und darüber hinaus Energiereserven freisetzt. Wenn also zusätzliches Noradrenalin bei den Probanden während der Bearbeitung der Konzentrationstests ausgeschüttet wird, wäre es theoretisch möglich, dass Signale schneller und effizienter weitergeleitet werden. Eine auf diese Weise hervorgerufene erhöhte Aufmerksamkeit könnte die Konzentrationsleistung der Probanden generell verbessern.

Somit wäre auch die Verbesserung der Testergebnisse in Bezug auf die Faktoren Zeit und Fehleranzahl unter Einwirkung des Duftstoffes Rosmarin erklärbar.

Allerdings darf man in diesem Zusammenhang nicht nur in Bezug auf die Neurotransmitter argumentieren. Ätherische Öle bestehen aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen, die jede für sich eine andere Wirkung hervorrufen könnte.<sup>16</sup> Somit wäre die Freisetzung von Neurotransmittern nur eine mögliche Erklärung von vielen, wieso Rosmarin konzentrationsfördernd wirkt. Nicht außer Acht gelassen werden darf, dass es sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Probanden zu Nebenwirkungen in Form von Kopfschmerzen und Kreislaufproblemen gekommen ist, während sie den Test unter Rosmarineinwirkung bearbeitet haben. Dies könnte durch die

---

<sup>16</sup>[http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische\\_%C3%96le](http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische_%C3%96le)

Stresssituation erklärt werden, in der sich die Probanden befanden. Wie unter Punkt 2.5. erläutert, wird in Stresssituationen Adrenalin und Noradrenalin ausgeschüttet. Insbesondere Adrenalin kann Kopfschmerzen und Kreislaufprobleme verursachen.

### **Ergebniserklärung Testergebnisse Lavendel:**

Laut der o.g. Liste wird durch das Einatmen des Duftstoffes Lavendel im Raphus Nucleus Serotonin ausgeschüttet. Serotonin fungiert ebenfalls als Neurotransmitter, besitzt allerdings eine zu Noradrenalin entgegengesetzte Wirkung. Während Noradrenalin stimulierend wirkt, beruhigt Serotonin eher<sup>17</sup>. Unter Einfluss des Duftstoffes sind die Probanden entspannter und schneiden daher besser ab als beim Testdurchlauf ohne Geruchsstoffe. Vermutlich ist das Ausbleiben einer stimulierenden Wirkung dafür verantwortlich, dass die Probanden unter einer „beruhigenden“ Lavendeleinwirkung schlechter abgeschnitten haben als unter einer „anregenden Rosmarineinwirkung“. Die beruhigende Wirkung von Lavendel könnte ebenfalls erklären, wieso einige Probanden Müdigkeitserscheinungen während des Tests und danach verspürten. Jedoch darf auch hier nicht die Tatsache außer Acht gelassen werden, dass ätherische Öle aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen bestehen, die jede für sich noch eine andere Wirkung hervorrufen könnte.<sup>18</sup> Dies wäre eine Erklärung für die Übelkeit einer Probandin während des Testdurchlaufs unter Lavendelduft. Möglicherweise war die empfundene Übelkeit eine allergische Reaktion auf einen dieser weiteren Inhaltsstoffe. Eine mögliche Erklärung dafür, dass Frauen im Gegensatz zu Männern in Bezug auf den Faktor Fehler unter Lavendeleinwirkung schlechter abgeschnitten haben als beim Testdurchlauf ohne Dufteinwirkung wäre, dass Frauen in einem höheren Maße auf die beruhigende Wirkung von Lavendel reagieren. Eine Ursache hierfür konnte im Hormonhaushalt der Frau begründet sein, was jedoch noch zu überprüfen wäre.

## **3. Schlussteil**

Die Experimentergebnisse zeigen die Tendenz auf, dass das Einatmen der Duftstoffe Lavendel und insbesondere Rosmarin die Konzentrationsfähigkeit positiv beeinflussen kann. Die Anfangshypothese: „Beeinflussung der Konzentrationsfähigkeit durch Einatmen von Duftstoffen“ wurde im Verlauf dieser Facharbeit also bestätigt.

An dieser Stelle darf aber keinesfalls außer Acht gelassen werden, dass die Experimente mit nur 20 Probanden durchgeführt wurden. Um eine empirische Datenerfassung zu gewährleisten und ggf. meine Testergebnisse zu bestätigen, müssten weitere

---

<sup>17</sup> vgl. <http://www.neurolab.eu/index.php/diagnostik/laborparameter/neurotransmitter/>

<sup>18</sup> vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische\\_%C3%96le](http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische_%C3%96le)



Experimente mit weitaus mehr Probanden durchgeführt werden.

Zudem müsste in weiteren Tests geprüft werden, ob es möglich wäre, die Nebenwirkungen, die beim Einatmen von beiden Duftstoffen eingetreten sind, zu vermeiden.

Möglich wäre es beispielsweise, die offene Kruke, gefüllt mit dem jeweiligen Duftstoff, beim Bearbeiten der Tests im größeren Abstand vom Probanden abzustellen. Weiterhin müsste noch getestet werden, welche weiteren Inhaltsstoffe im ätherischen Rosmarin- und Lavendelöl ebenfalls einen Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit bewirken könnten. Wenn die konzentrationsfördernde Wirkung der beiden Duftstoffe durch solche weiterführenden Experimente bestätigt würde, könnten die Duftstoffe wie bereits in der Einleitung erläutert in den Berufsalltag integriert werden. So würden beispielsweise Piloten und Kraftfahrer von der konzentrationsfördernden Wirkung der Duftstoffe profitieren. Ebenso wären auch Einsatzmöglichkeiten während Klausuren in der Schule/Universität möglich. Bis es soweit ist, sind zwar noch einige weitere Experimente nötig, aber die Ergebnisse dieser Facharbeit deuten darauf hin, dass es von Vorteil sein könnte, die konzentrationsfördernde Wirkung von Duftstoffen weiter zu erforschen.

## 4. Literaturverzeichnis

### 1. Bücher:

1. Dee; Hatt: Niemand riecht so gut wie du. Die geheime Botschaft der Düfte, 2. Auflage, München: Pieper Verlag, 2008
2. Hesse; Schrader: Testaufgaben. Das Übungsprogramm. Einstellungs- und Auswahltests erfolgreich bestehen, 2. Auflage, Frankfurt am Main: Eichborn AG 2009
3. Hesse; Schrader: Testtraining Konzentrationsvermögen. Eignungs- und Einstellungstests sicher bestehen, Frankfurt am Main: Eichborn AG 2007
4. Weiler: Testtraining. So knacken sie jeden Test, 2. Auflage, München: Südwest Verlag, 1990

### 2. Internet-Quellen:

1. „Adrenalin/Noradrenalin“  
<[http://www.reformhaus-fachlexikon.de/anatomie\\_physiologie/Adrenalin.php](http://www.reformhaus-fachlexikon.de/anatomie_physiologie/Adrenalin.php)>  
Zugang 21.2.2011
2. „Ätherische Öle“  
<[http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische\\_%C3%96le](http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84therische_%C3%96le)>Zugang 25.2.2011
3. „Konzentration (Psychologie)“  
<[http://de.wikipedia.org/wiki/Konzentration\\_\(Psychologie\)#cite\\_note-0](http://de.wikipedia.org/wiki/Konzentration_(Psychologie)#cite_note-0)>  
Zugang 20.2.2011
4. „Mental-aktiv“  
<<http://www.mental-aktiv.de/mental-aktiv/Mentaltraining/Ubungen-klassisch.php>>  
Zugang 19.2.2011

## 5. NATUTRAL OIL RESEARCH ASSOCIATION

<<http://www.nora-international.de/>>Zugang 24.2.2011

## 6. „Neurotransmitter“

<<http://www.neurolab.eu/index.php/diagnostik/laborparameter/neurotransmitter/>>  
Zugang 26.2.2011

## 7. „Neurotransmitter“

<<http://de.wikipedia.org/wiki/Neurotransmitter>>Zugang 21.2.2011

## 8. „Noradrenalin - das zweite Hormon und Neurotransmitter für die Stressantwort“

<<http://www.swisshealthmed.de/Hormone/Noradrenalin/>>Zugang 21.2.2011

## 9. „PRIMAVERA“

<<http://www.primaveralife.com/de/index.php>>Zugang 19.2.2011

## 10. „PRIMAVERA“

<<http://www.primavera.de/Gesundheit/Aetherische+Oele/index.htm>>  
Zugang 19.2.2011

## 11. „Stress“

<<http://www.reformhaus-fachlexikon.de/krankheiten/Stress.php>>Zugang 20.2.2011

## 12. „Vegetatives Nervensystem“

<[http://de.wikipedia.org/wiki/Vegetatives\\_Nervensystem](http://de.wikipedia.org/wiki/Vegetatives_Nervensystem)>Zugang 20.2.2011

## 13. Katharina Willmann: „Das Riechen- Von der Nase bis ins Gehirn“

<[http://www.studentenlabor.de/seminar1/das\\_riechen.htm](http://www.studentenlabor.de/seminar1/das_riechen.htm)>Zugang 19.2.2011

## 14. „Zusammenhang von Depression und Stress“

<<http://www.depression-therapie-forschung.de/hormone.html>>Zugang 20.2.2011

**E-Mails:**

Prof. Dr. Dr. Dr. Wabner, Dietrich:

prof.wabner@nora-international.de, 25.02.2011

## 5. Anhang

1. Testbögen I, II und III
2. Infoschreiben I und II
3. Personenbezogener Auswertungsbogen
4. Ergebnisse männliche Probanden, Tabelle 1-8
5. Ergebnisse weibliche Probanden, Tabelle 1-8
6. Olfaktorische Wahrnehmung, Bilder 1-5
7. E-Mail Verkehr mit Prof. Dr. Dr. Dietrich Wabner inklusive Liste zur physiologischen Wirkung von etherischen Ölen
8. E-Mail Verkehr mit Prof. Dr. Dr. Dr. med. habil. Hanns Hatt
9. Materialliste
10. Bilder Versuchsauswertung

## Schlussklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

---

(Ort; Datum)

---

(Unterschrift)

# Inhaltsverzeichnis

## -Anhang-

1. Testbögen I, II und III
2. Infoschreiben I und II
3. Personenbezogener Auswertungsbogen
4. Ergebnisse männliche Probanden, Tabelle 1-8
5. Ergebnisse weibliche Probanden, Tabelle 1-8
6. Olfaktorische Wahrnehmung, Bilder 1-5
7. E-Mail Verkehr mit Prof. Dr. Dr. Dietrich Wabner inklusive Liste zur physiologischen Wirkung von etherischen Ölen
8. E-Mail Verkehr mit Prof. Dr. Dr. Dr. med. habil. Hanns Hatt
9. Materialliste
10. Bilder Versuchsauswertung