



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Der Einfluss subjektiv bedeutsamer Gerüche auf physiologische Indikatoren von  
Basisemotionen

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

|                                                      |                                        |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Verfasserin / Verfasser:                             | Elisabeth Lingg                        |
| Matrikel-Nummer:                                     | 0203243                                |
| Studienrichtung /Studienzweig<br>(lt. Studienblatt): | A 474 Ernährungswissenschaften         |
| Betreuerin / Betreuer:                               | Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Buchbauer |

Wien, im April 2010



## **Danksagung**

Ich möchte mich sehr herzlich bei Herrn Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Buchbauer bedanken, unter dessen Leitung diese Diplomarbeit entstanden ist.

Mein Dank gilt weiters Frau Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup> Eva Heuberger für die Betreuung dieser Arbeit und die praktischen Ratschläge während der experimentellen Phase.

Frau Mag.<sup>a</sup> Sandra Weber danke ich herzlichst für ihre praktische Unterstützung und kompetente Betreuung während der gesamten Zeit sowie für die Freundschaft, die in dieser Zeit entstanden ist.

Frau Sophie Obhlidal möchte ich für die gute Zusammenarbeit danken.

Bei Frau Mag.<sup>a</sup> Susanne Friedl, Frau Mag.<sup>a</sup> Katharina Oedendorfer und Herrn René Klucky bedanke ich mich herzlichst, da sie während der experimentellen Phase stets ein offenes Ohr für meine Sorgen und Probleme hatten.

Mein ganz spezieller Dank gilt Frau Mag.<sup>a</sup> Julia Dornetshuber und Frau DI.<sup>in</sup> Teresa Keßler für ihre Freundschaft und ihre Hilfe beim Schreiben dieser Arbeit.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner ganzen Familie, die immer hinter mir steht, bedanken. Im Speziellen gilt dieser Dank meinen Eltern Gabriele und Dr. med. Elmar Lingg, die mir ein Doppelstudium ermöglichen, meinen Brüdern Martin und Christoph Lingg sowie Stefan Jocham, der trotz räumlicher Distanz stets bei mir ist.



## Inhaltsverzeichnis

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Allgemeiner Teil .....                                             | 1  |
| 1.1 Der Geruchssinn.....                                             | 1  |
| 1.1.1 Anatomie und Verschaltung des Geruchsorgans .....              | 2  |
| 1.2 Emotionen.....                                                   | 5  |
| 1.2.1 Das limbische System.....                                      | 6  |
| 1.2.2 Das autonome Nervensystem .....                                | 8  |
| 1.2.3 Emotionen als Reaktionsmuster des autonomen Nervensystems..... | 10 |
| 1.3 Psychophysiologie.....                                           | 12 |
| 1.3.1 Hauttemperatur.....                                            | 13 |
| 1.3.2 Hautleitfähigkeit.....                                         | 13 |
| 1.3.3 Atemfrequenz.....                                              | 14 |
| 1.3.4 Elektromyographie (EMG).....                                   | 15 |
| 1.3.5 Elektrooculographie (EOG).....                                 | 15 |
| 1.3.6 Herzschlagfrequenz.....                                        | 16 |
| 1.4 Stadtgerüche.....                                                | 17 |
| 1.5 Ziel der vorliegenden Untersuchung.....                          | 18 |
| 2 Experimenteller Teil.....                                          | 19 |
| 2.1 Allgemeiner Versuchsaufbau.....                                  | 19 |
| 2.2 Versuchspersonen.....                                            | 19 |
| 2.3 Voruntersuchung.....                                             | 20 |
| 2.4 Hauptuntersuchung.....                                           | 21 |
| 2.4.1 Räumlichkeiten.....                                            | 21 |
| 2.4.2 Stadtgerüche der vorliegenden Untersuchung.....                | 22 |
| 2.4.3 Verwendete Software, Geräte und Materialien.....               | 23 |
| 2.4.4 Ablauf der Hauptuntersuchung.....                              | 25 |
| 2.4.5 Physiologische Parameter.....                                  | 26 |
| 2.4.5.1 Hauttemperatur.....                                          | 26 |

## II

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.4.5.2 Hautleitfähigkeit.....                            | 26 |
| 2.4.5.3 Atemfrequenz.....                                 | 27 |
| 2.4.5.4 Aktivität der Unterarmmuskulatur.....             | 27 |
| 2.4.5.5 Frequenz des Lidschlags.....                      | 28 |
| 2.4.5.6 Herzschlagfrequenz.....                           | 28 |
| 2.4.6 Fragebogen.....                                     | 29 |
| 2.4.7 Datenbearbeitung.....                               | 29 |
| 2.4.7.1 Physiologische Parameter .....                    | 29 |
| 2.4.7.2 Fragebogenauswertung.....                         | 33 |
| 2.4.8 Statistische Auswertung.....                        | 33 |
| 3 Ergebnisse.....                                         | 36 |
| 3.1 Physiologische Parameter.....                         | 36 |
| 3.1.1 Hauttemperatur.....                                 | 36 |
| 3.1.2 Hautleitfähigkeit.....                              | 37 |
| 3.1.3 Atemfrequenz.....                                   | 43 |
| 3.1.4 Frequenz des Lidschlages.....                       | 44 |
| 3.1.5 Aktivität der Unterarmmuskulatur.....               | 45 |
| 3.1.6 Herzschlagfrequenz.....                             | 46 |
| 3.1.7 Herzschlagfrequenzvariabilität.....                 | 47 |
| 3.2 Fragebogen .....                                      | 49 |
| 3.2.1 Assoziation der Gerüche mit den Basisemotionen..... | 49 |
| 3.2.2 Valenz.....                                         | 50 |
| 3.2.3 Intensität.....                                     | 53 |
| 3.2.4 Bekanntheit.....                                    | 56 |
| 3.2.5 Benennung.....                                      | 58 |
| 3.2.6 Emotionale Erinnerung .....                         | 64 |
| 4 Diskussion.....                                         | 69 |
| 5 Zusammenfassung.....                                    | 76 |
| 6 Literaturverzeichnis.....                               | 80 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 7 Anhänge.....    | 85 |
| 7.1 Anhang 1..... | 85 |
| 7.2 Anhang 2..... | 86 |
| 7.3 Anhang 3..... | 87 |
| 7.4 Anhang 4..... | 88 |
| 8 Lebenslauf..... | 91 |





# 1 Allgemeiner Teil

## 1.1 Der Geruchssinn

Der Geruchssinn ist ein chemisches Sinnessystem, das neben dem Geschmackssinn zu unseren ältesten Sinnen gehört (Birbaumer & Schmidt, 2003). Neben dem Riechen ist der Geruchssinn auch wesentlicher Bestandteil des Schmeckens, da beim Essen und Trinken Duftmoleküle sowohl ortho- (durch die Nase) als auch retronasal (von der Mundhöhle) an das Riechepithel gelangen (Goldstein, 2002).

Die Besonderheit des Geruchssinnes gegenüber allen anderen Sinnen liegt in der direkten Verknüpfung seiner zentralen Leitungsbahnen mit dem limbischen System (Birbaumer & Schmidt, 2003).

Der Mensch kann mit Hilfe seines Geruchssinnes, auch olfaktorischer Sinn genannt, bis zu 10000 Düfte unterscheiden. Obwohl es im Tierreich weit empfindlichere Geruchssysteme als den Geruchssinn des Menschen gibt, liegt die Geruchsschwelle beim Menschen sehr niedrig. Es genügen bei manchen Substanzen schon  $10^8$  Geruchsmoleküle in einem Raum, um einen Duft wahrzunehmen (Birbaumer & Schmidt, 2003).

In Abhängigkeit von der Konzentration des Duftes in der Luft werden verschiedene **Geruchsschwellen** unterschieden. Die **Wahrnehmungsschwelle** bezeichnet die Konzentration des Duftstoffes, die eine unspezifische Geruchsempfindung hervorruft. Man nimmt einen Geruch wahr, kann diesen aber nicht benennen und identifizieren. Die **Erkennungsschwelle** ist die Konzentration, ab welcher der Geruch spezifisch benannt werden kann. Diese zwei Schwellen unterscheiden sich meist um den Faktor 10. Diese Schwellenwerte für einen Duft können interindividuell, aber auch intraindividuell variieren. So zeigt eine hungrige Person einen geringeren Schwellenwert für einen bestimmten Duftstoff als eine satte Person. Das Riechvermögen verringert

sich im höheren Alter, bei Rauchern, während der Schwangerschaft (unter dem Einfluss von Progesteron) und der Menstruation (Hatt, 2006).

Im Vergleich mit den Geschmacksreizen kommt es bei Gerüchen schneller zur Adaptation und der Duftstoff kann nicht mehr erkannt werden. Weiters ist es schwieriger, einen Duft zu benennen als einen Geschmack (Birbaumer & Schmidt, 2003).

### 1.1.1 Anatomie und Verschaltung des Geruchsorgans

Geruchsmoleküle sind flüchtig und müssen sich im Sekret des Riechepithels lösen (Schandry, 2006). Das **Riechepithel** befindet sich auf beiden Seiten der hinteren oberen Nasenhöhle und ist jeweils etwa 5 cm<sup>2</sup> groß. Es besteht aus den Riechzellen, Stützzellen, Basalzellen und den Bowman-Drüsen (Birbaumer & Schmidt, 2003). Die **Bowman-Drüsen** produzieren das Sekret, in dem sich das Duftmolekül löst. Zwischen den **Stützzellen** liegen die **Riechzellen**, die die Sensoren für Duftstoffe sind. Die Riechzellen haben eine Lebensdauer von etwa einem Monat. Die **Basalzellen** können zu Riechzellen ausdifferenzieren und erneuern somit das Riechepithel (Birbaumer & Schmidt, 2003; Schandry, 2006). Diese für das Nervensystem ungewöhnliche Neubildung der Sinneszellen ist notwendig, da die empfindlichen Zellen ständig mit Reizstoffen, Bakterien und Schmutz in Kontakt kommen (Goldstein, 2002).

Aus dem Zellkörper der Riechzellen treten ein **Dendrit** und ein **Axon** aus. Der Dendrit endet an der Oberfläche des Riechepithels und ist dort zu einem Endkolben verdickt (s. Abb. 1) (Schandry, 2006). An diesem befinden sich die Zilien mit G-Protein-gekoppelten **Rezeptoren** für die Geruchsmoleküle (Birbaumer & Schmidt, 2003). Ein Duftstoff aktiviert nicht nur einen spezifischen Rezeptor. Er aktiviert mit seinen funktionellen Gruppen viele Rezeptortypen mit unterschiedlicher Affinität. Ein einzelner Rezeptor kann umgekehrt von funktionellen Gruppen verschiedener Duftmoleküle aktiviert

werden. Wenn ein Duftstoffmolekül mit seinen funktionellen Gruppen mehrere Geruchsrezeptoren mit unterschiedlicher Intensität und somit ein für diesen Duftstoff charakteristisches Muster an Rezeptoren aktiviert, wird ein Geruch wahrgenommen. Da das Aktivierungsmuster konzentrationsabhängig ist, kann der Geruch eines Duftstoffes durch eine Konzentrationsänderung stark variieren. Thioterpineol beispielsweise wird in geringer Konzentration als „tropische Frucht“, in höherer Konzentration als „Grapefruit“ und in noch höherer Konzentration als „Gestank“ wahrgenommen (Malnic et al., 1999).

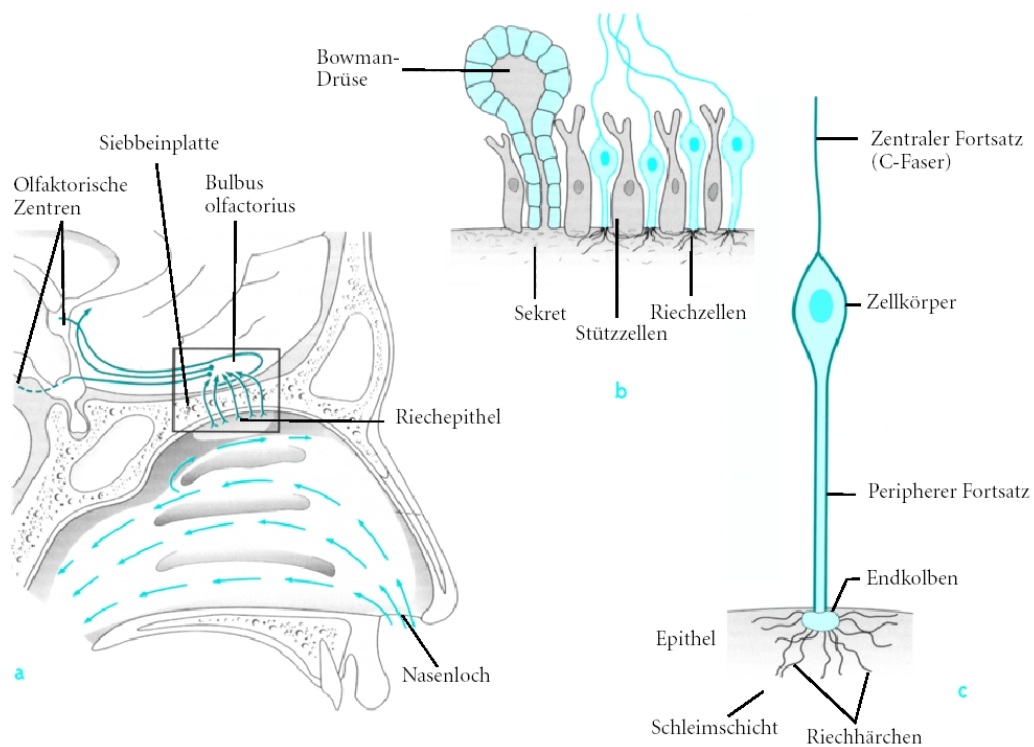


Abbildung 1: a Längsschnitt durch die menschliche Nase, b Riechepithel c eine einzelne Riechzelle (Schandry, 2006)

Durch die Bindung an den G-Protein-gekoppelten Rezeptor wird ein Membranpotential ausgelöst, das sich über den Zellkörper auf das Axon ausbreitet. Das **Axon** ist ein langer Fortsatz der Riechzelle in Richtung Zentralnervensystem. Die Axone mehrerer

Riechzellen bündeln sich zu den sogenannten **Fila olfactoria** und treten durch die Siebbeinplatte aus der Nasenhöhle aus (s. Abb. 1). Gemeinsam ziehen sie dann als **Nervus olfactorius** zum **Bulbus olfactorius** (Birbaumer & Schmidt, 2003).

Der Bulbus olfactorius ist eine Ausstülpung des Telenzephalons und gehört zum Paläokortex, dem ältesten Teil des Endhirns. Der Bulbus olfactorius wird zum **primären olfaktorischen Kortex** gezählt. Von ihm aus werden Projektionen in sekundäre olfaktorische Areale gesendet, die wiederum die Geruchsinformationen über direkte und indirekte Verbindungen in die tertiären olfaktorischen Strukturen und in weitere Hirnregionen weiterleiten (s. Abb. 2) (Albrecht & Wiesmann, 2006).

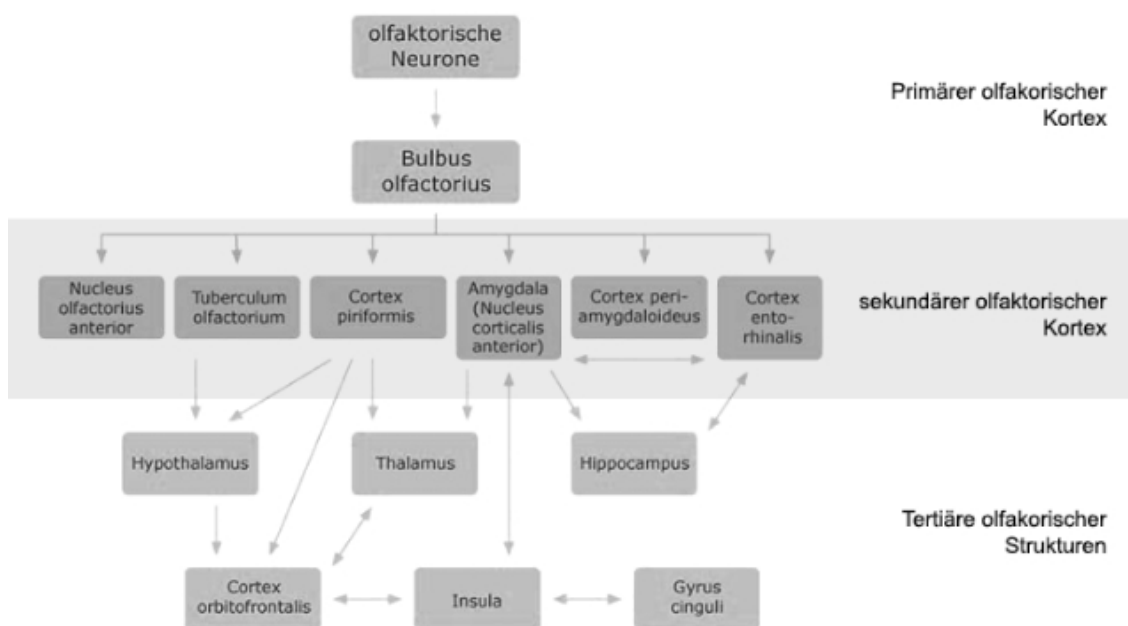


Abbildung 2: Überblick über die zentralnervösen Projektionen der olfaktorischen Neurone (mod. nach Albrecht & Wiesmann, 2006)

Areale des limbischen Systems (Amygdala, Hippocampus, Gyrus cinguli), die für Emotionen und Gedächtnisprozesse verantwortlich sind, besitzen Afferenzen zum **orbitofrontalen Kortex**. Dieser projiziert zum Hypothalamus, zu den ventralen Basalganglien und zum Hirnstamm und hat somit Einfluss auf das autonome

Nervensystem, das Verhalten und die endokrine Regulation (Albrecht & Wiesmann, 2006). Durch die enge Verbindung des Geruchssinnes mit dem limbischen System und dem Hypothalamus können Gerüche Emotionen auslösen (Birbaumer & Schmidt, 2003; Winston et al., 2005) und wirken direkt auf das Gedächtnissystem (Schandry, 2006).

Der Geruchssinn kann Informationen direkt ohne Umschaltung im Thalamus in das limbische System und in Teile der Großhirnrinde leiten. Somit kann die Verarbeitung von Geruchsempfindungen unbewusst stattfinden (Albrecht & Wiesmann, 2006).

Neben dem Riechepithel spielt auch der **Nervus trigeminus** eine Rolle in der Wahrnehmung von Gerüchen. Er ist für das Schmerzempfinden verantwortlich. Seine freien Nervenenden innervieren unter anderem die gesamte Schleimhaut der Nasenhöhle (Birbaumer & Schmidt, 2003). Duftstoffe in hohen Konzentrationen wie Ammoniak, Chlor und Salzsäure aktivieren den Nervus trigeminus. Sie werden als stechend und beißend empfunden. Bei einigen Duftstoffen wie Eukalyptus wird aber auch in schwachen Konzentrationen neben dem olfaktorischen das trigeminale System aktiviert. Im Unterschied zu den Reaktionen auf hohe Konzentrationen reagiert der Nervus trigeminus mit längerer Latenzzeit und einer weniger ausgeprägten Adaptation (Hatt, 2006).

## **1.2 Emotionen**

Laut Ekman (1992) werden sechs Basisemotionen unterschieden: Wut, Angst, Trauer, Freude, Ekel und Überraschung. Alle anderen Emotionen werden durch eine Mischung dieser Basisemotionen dargestellt. Diese sechs Emotionen setzen schnell ein, treten unwillkürlich auf und sind von kurzer Dauer. Zudem besteht ein Zusammenhang zwischen den Antworten des autonomen Nervensystems und dem Verhalten. Jede Basisemotion wird durch einen spezifischen Gesichtsausdruck und ein spezifisches

physiologisches Antwortmuster, das mit ihr einhergeht, charakterisiert (Ekman, 1992). Dieses Muster kann mit Hilfe der Methoden der Psychophysiologie untersucht werden.

### 1.2.1 Das limbische System

James W. Papez brachte 1937 erstmals den limbischen Lappen mit emotionalem Geschehen in Verbindung. Unter dem Begriff limbisches System werden verschiedene Strukturen des Kortex zusammengefasst. Diese sind neben der Emotionsgenese für das Lernen und die Gedächtnisbildung verantwortlich. Das limbische System besteht aus dem limbischen Kortex, der Amygdala und dem Hippocampus sowie dem Fornix und den Mamillarkörpern (s. Abb. 3) (Carlson, 2004).

Die **Amygdala** generiert Emotionen und wird als Sitz des emotionalen Gedächtnisses bezeichnet. Ein eingehender Stimulus wird zur Amygdala weitergeleitet. Dort erfolgt die Einschätzung seiner emotionalen Relevanz, und dem Reiz wird sehr schnell eine spezifische emotionale Intensität verliehen (Lammers, 2006). Die Aktivierung der Amygdala durch einen Geruch ist sowohl von der Intensität als auch von der Valenz des Duftstoffes abhängig (Winston et al., 2005).

Die Gedächtnisfunktionen der Amygdala sind implizit und emotional (LaBar & Cabeza, 2006). Die Wiedergabe einer Erinnerung aus dem impliziten Gedächtnis erfolgt ohne willentliche Anstrengung und unbewusst (Birbaumer & Schmidt, 2003). Ein Reiz, der zu einer emotionalen Erinnerung geführt hat, ruft bei einem erneuten Eintreten die gespeicherte Emotion, oft unbewusst, wieder hervor (McGaugh & Cahill, 2003).

Das explizite Gedächtnis sitzt im **Hippocampus** sowie im perirhinalen und entorhinalen Kortex des Gehirns (LaBar & Cabeza, 2006). Bei den hier abgerufenen Erinnerungen können der Ort und die Umstände, unter denen diese Erinnerung entstanden ist, beschrieben werden (Birbaumer & Schmidt, 2003). So wird der emotionale Teil der

Erinnerung von der Amygdala repräsentiert, der kognitive Teil vom Hippocampus (LaBar & Cabeza, 2006).

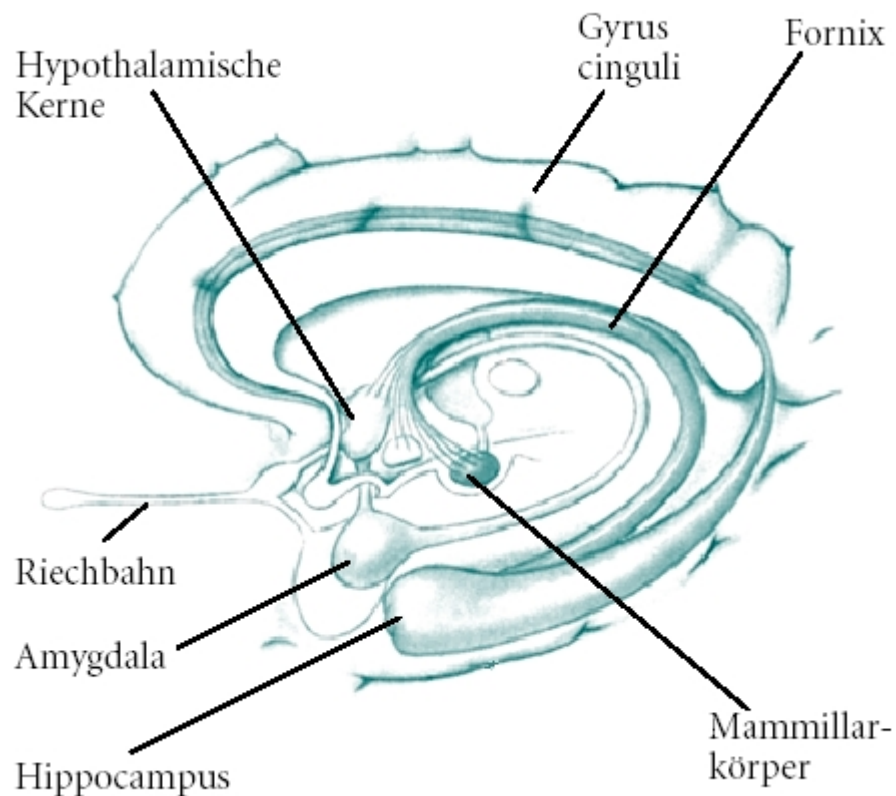


Abbildung 3: Das limbische System. Der Gyrus cinguli ist eine Region des limbischen Kortex (mod. nach Schandry, 2006)

Die **Mammillarkörper** sind Auswölbungen an der Hirnbasis und enthalten Teile des **Hypothalamus**. Der Hypothalamus ist an der Aktivierung des autonomen Nervensystems beteiligt (Carlson, 2004). In Abbildung 3 ist die anatomische Nähe der Riechbahn zum limbischen System gut erkennbar.

### 1.2.2 Das autonome Nervensystem

Die Aufgabe des autonomen Nervensystems (ANS), auch vegetatives Nervensystem genannt, ist die Aufrechterhaltung der Homöostase im Körper. Diese Regulation erfolgt unwillkürlich und unbewusst. Das ANS innerviert das Herz, die Drüsen und die glatte Muskulatur aller Organe im Körper. Dadurch werden Atmung, Kreislauf, Verdauung, Stoffwechsel, Drüsensekretion, Körpertemperatur und Fortpflanzung reguliert (Schandry, 2006; Birbaumer & Schmidt, 2003).

Aufgrund anatomischer und neurochemischer Unterschiede wird das ANS in drei Untersysteme eingeteilt: das **sympathische Nervensystem**, das **parasympathische Nervensystem** und das **Darmnervensystem** (Schandry, 2006).

Sowohl der Sympathikus als auch der Parasympathikus besitzen Anteile im zentralen Nervensystem (ZNS) und im peripheren Nervensystem. Die **Steuerung** der Reaktionen des ANS findet im Gehirn durch ein ganzes Netzwerk von Strukturen statt. Der Hypothalamus gilt als das wichtigste Regulationsorgan. Daneben sind Strukturen des Kleinhirns, des limbischen Systems, des Septums, Teile der Basalganglien des orbitofrontalen Kortex, der Inselrinde, Bereiche des somatosensorischen Kortex, Strukturen der Formatio reticularis und des Nucleus tractus solitarii beteiligt. Vom ZNS ausgehend werden die Informationen über das Rückenmark und periphere neuronale Verbindungen zu den inneren Organen geleitet (Schandry, 2006).

Die beiden Systeme erzielen im Zielorgan antagonistische Effekte (s. Tab. 1). Der Sympathikus wirkt im Allgemeinen erregend. Er wird im Notfall und in emotionalen Situationen, durch Kälte und Schmerz aktiviert. Er stellt die benötigte Energie bereit und führt zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit des Organismus. Der Parasympathikus hat meist eine dämpfende Wirkung und ist während des Schlafes und in Ruhe aktiv. Er



bewirkt ein Wiederauffüllen der Energiereserven (Birbaumer & Schmidt, 2003; Schandry, 2006; Sequeira et al., 2009) .

Die meisten Organe werden sowohl vom Sympathikus als auch vom Parasympathikus innerviert. Eine Ausnahme sind die Blutgefäße und die Schweißdrüsen. Sie besitzen nur Verbindung zum sympathischen Nervensystem (Birbaumer & Schmidt, 2003; Critchley, 2002; Sequeira et al., 2009).

| Erforgsorgan         | Funktion des Sympathikus                                                                               | Funktion des Parasympathikus                                                                             |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Herz                 | Zunahme der Schlagfrequenz<br><br>Erweiterung der Koronargefäße<br><br>Verkürzung der Überleitungszeit | Abnahme der Schlagfrequenz<br><br>Kontraktion der Koronargefäße<br><br>Verlängerung der Überleitungszeit |
| Schweißdrüsen        | Sekretion                                                                                              | Keine Verbindung                                                                                         |
| Periphere Blutgefäße | Konstriktion                                                                                           | Außer Dilatation im Genitalbereich keine Verbindung                                                      |
| Skelettmuskelgefäße  | Konstriktion                                                                                           | Dilatation                                                                                               |
| Auge                 | Pupillenerweiterung<br><br>Kontraktion des Ziliarmuskels für Nahsicht                                  | Pupillenverengung<br><br>Keine Verbindung                                                                |
| Lunge                | Bronchodilatation<br><br>Hemmung der Sekretion                                                         | Bronchienkontraktion<br><br>Stimulation der Sekretion                                                    |
| Nebennierenmark      | Sekretion von Adrenalin                                                                                | Keine Verbindung                                                                                         |
| Niere                | Vasokonstriktion und Hemmung der Urinbildung                                                           | Kein Effekt                                                                                              |
| Blase                | Harnverhaltung                                                                                         | Harnentleerung                                                                                           |

*Tabelle 1: Zusammenstellung der wichtigsten Wirkungen von Sympathikus und Parasympathikus (mod. nach Gramann & Schandry, 2009)*

### 1.2.3 Emotionen als Reaktionsmuster des autonomen Nervensystems

Schon Aristoteles beobachtete typische Körperv Veränderungen, die durch Emotionen hervorgerufen werden (Schandry, 2006).

*„So scheinen auch seelische Vorgänge wie Zorn, Sanftmut, Furcht, Mitleid, Mut, ferner Freude, sowie Liebe und Hass in Verbindung mit dem Körper zu stehen. Denn bei allen diesen ist der Körper irgendwie beteiligt.“ (Aristoteles)*

Durch die Beteiligung des limbischen Systems an der Regulation des ANS ist es nicht verwunderlich, dass eine Emotion und eine emotionale Erinnerung ein bestimmtes Antwortmuster des ANS erzeugen können. Daneben hat auch der orbitofrontale Kortex, der für die Bewertung der Valenz eines Duftstoffes verantwortlich gemacht wird, einen Einfluss auf das autonome Nervensystem (Albrecht & Wiesmann, 2006).

Schon 1884 vertrat der amerikanische Philosoph, Mediziner und Psychologe William James die Theorie, dass sich im Körper ein Reaktionsmuster als Folge eines emotionsauslösenden Reizes einstellt. An diesem Muster sind laut James das hormonelle, muskuläre und vegetative System beteiligt. Die Wahrnehmung der Veränderungen im Körper erzeugt beim Mensch die Emotion (Schandry, 2006).

Zahlreiche Studien untersuchten die durch Emotionen hervorgerufenen spezifischen Reaktionsmuster des autonomen Nervensystems. Die Basisemotionen wurden durch emotionale Gesichtsausdrücke (Ekman et al, 1983), olfaktorische (Alaoui-Ismaïli et al., 1997a; Alaoui-Ismaïli et al., 1997b; Vernet-Maury et al., 1999) und visuelle Reize (Collet et al., 1997), Filmausschnitte (Christie & Friedmann, 2004; Kreibitz et al., 2007 ) sowie

Wiedererleben einer autobiographischen, stark emotionalen Situation (Rainville et al., 2006) hervorgerufen.

In der Studie von Vernet-Maury et al. (1999) ist es gelungen, durch Düfte Basisemotionen hervorzurufen. Es konnten anhand eines Entscheidungsbaumes mit Hilfe der autonomen Parameter Hautwiderstand, Hautpotential, Hautdurchblutung, Hauttemperatur, Atemfrequenz und Herzfrequenz die autonomen Reaktionen der Person einer bestimmten Emotion zugeordnet werden (s. Abb. 4).

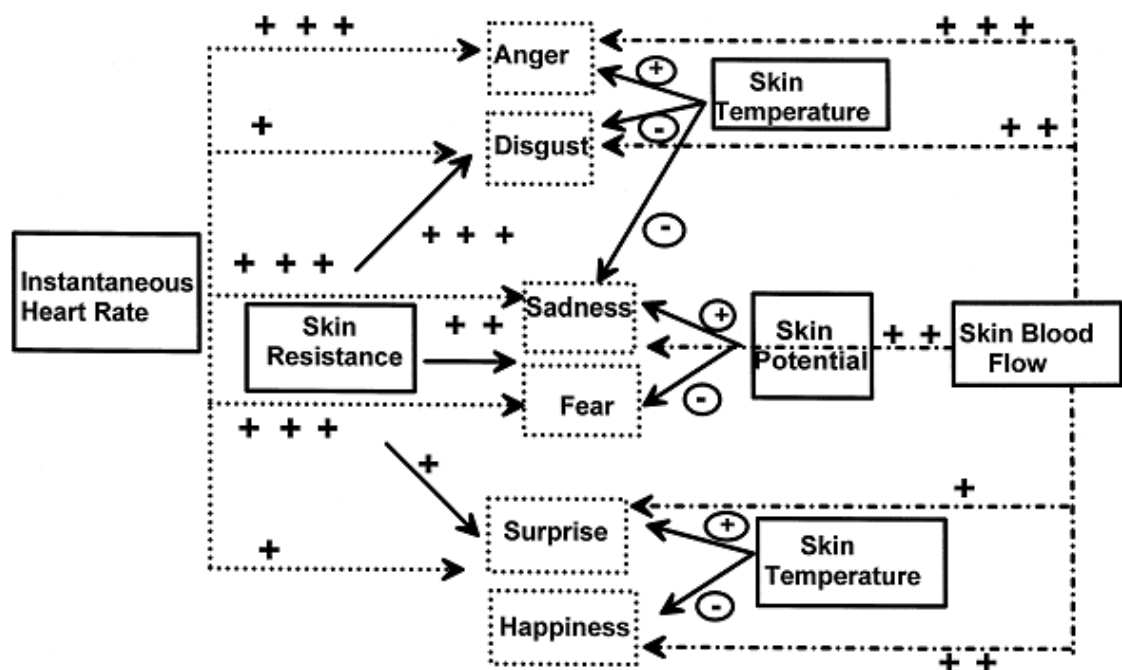


Abbildung 4: Beispiel eines Entscheidungsbaumes nach Vernet-Maury et al., 1999

### **1.3 Psychophysiologie**

Es gibt vier Möglichkeiten, um Emotionen zu untersuchen. Die Messung der Vorgänge im Gehirn, z.B. mit Hilfe des EEGs, die Aufzeichnung vegetativer und hormoneller Prozesse mit Hilfe der Methoden der Psychophysiologie, die Untersuchung motorischer Reaktionen wie Mimik und Gestik, sowie die Erfassung subjektiv erlebter Gefühle meist mittels Fragebögen (Schandry, 2006). Die Psychophysiologie versucht, mit Hilfe empfindlicher Indikatoren psychische Prozesse auf nicht verbalem Wege zu beschreiben, indem sie physiologische Prozesse mit psychischen Vorgängen in Zusammenhang bringt (Schandry, 2006). Die meisten psychophysiologischen Indikatoren wie Pulsfrequenz und elektrodermale Aktivität werden durch das ANS gesteuert (Gramann & Schandry, 2009).

Die Steuerung des ANS erfolgt durch das ZNS. Durch das Messen von Reaktionen des ANS können somit indirekt Gehirnaktivitäten erfasst werden. Spezifische Reize lösen phasische Veränderungen physiologischer Kennwerte des ANS aus (Sequeira et al., 2009).

Elektrodermale und kardiovaskuläre Kennwerte sind gute Indikatoren für die Aktiviertheit und die Valenz emotionaler Reize (Fahrenberg et al., 1979; Sequeira et al., 2009). Da die Schweißdrüsen nur vom Sympathikus innerviert werden, ist die elektrodermale Aktivität ein empfindlicher Parameter, um Aktivitätsveränderungen des sympathischen Nervensystems zu erfassen (Critchley, 2002).

Die Psychophysiologie ist eine experimentelle Wissenschaft. Es werden durch kontrollierte psychologische Reize physiologische Reaktionen induziert (Velden, 1994). In der vorliegenden Untersuchung wurden die physiologischen Reaktionen durch Duftreize hervorgerufen.

### **1.3.1 Hauttemperatur**

In der Psychophysiologie können zwei Temperaturwerte als Kennwert dienen: die Hauttemperatur, die Temperatur der Körperoberfläche und die Körpertemperatur, die Innentemperatur des Organismus (Gramann & Schandry, 2009).

Die Kerntemperatur wird vor allem durch thermoregulatorische Prozesse gesteuert, wobei dies hauptsächlich durch das kardiovaskuläre System geschieht. Die Regulation der Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt durch erhöhte oder verringerte Hautdurchblutung und Schweißbildung (Gramann & Schandry, 2009). Jedoch kann sich die Kerntemperatur durch äußere und innere Einflüsse wie Umgebungstemperatur, Fieber und emotionale Belastung verändern (Fahrenberg et al., 1979).

Die Hauttemperatur stellt einen Indikator für die Durchblutung dar, ist aber auch von der Kerntemperatur, der Schweißsekretion sowie Besonderheiten der beteiligten Gewebe abhängig (Fahrenberg et al., 1979). Im Vergleich zur Körpertemperatur ist die Hauttemperatur sehr stark von der Umgebungstemperatur abhängig (Gramann & Schandry, 2009). Um die Bedingungen konstant zu halten, ist es deshalb notwendig, den Untersuchungsraum gut zu lüften und bei Bedarf zu klimatisieren.

### **1.3.2 Hautleitfähigkeit**

Schon seit Ende des 19. Jahrhunderts sind die Zusammenhänge zwischen Hautleitfähigkeit und psychischen Prozessen bekannt. Die elektrodermale Aktivität (EDA) gilt neben den kardiovaskulären Indikatoren als bedeutungsvollstes Reaktionsmaß der Psychophysiologie (Gramann & Schandry, 2009). Hautelektrische Veränderungen zeigen besonders gut phasische Aktivierungsprozesse an und sind bei niedrigen Aktivierungsgraden als Indikatoren einsetzbar (Fahrenberg et al., 1979).

Die Haut wird von der Hautoberfläche weg in die drei Schichten Epidermis, Dermis und Subcutis unterteilt. Die Subcutis leitet elektrischen Strom sehr gut, die Epidermis ist dagegen ein schlechter elektrischer Leiter (Gramann & Schandry, 2009).

Die Hautleitfähigkeit ist linear abhängig von der Anzahl der aktiven Schweißdrüsen und ihrer Sekretionsrate (Dawson et al., 2000). Zuerst füllt sich der Schweißkanal zur Oberfläche hin mit Schweiß und stellt dadurch einen gut leitenden Pfad zwischen der Hautoberfläche und der leitfähigen Dermis her. Zusätzlich wird durch die Befeuchtung der Epidermis mit Schweiß die Leitfähigkeit für elektrischen Strom an der Hautoberfläche erhöht (Gramann & Schandry, 2009). Zur Messung der Hautleitfähigkeit wird zwischen den Elektroden eine konstante Spannung angelegt.

Die Schweißdrüsen bestehen aus einem sekretorischen Teil, der in der Subcutis bzw. im Übergangsbereich Dermis-Subcutis liegt, und dem Schweißdrüsenkanal, der den Schweiß an die Hautoberfläche transportiert (Gramann & Schandry, 2009). Es gibt zwei Arten von Schweißdrüsen im menschlichen Körper: die Ekkrinen, für die sich die Psychophysiologen primär interessieren, und die Apokrinen. Die ekkrinen Schweißdrüsen dienen vor allem der Thermoregulation und der Ausscheidung von Stoffen und sind am dichtesten an der Handinnenfläche sowie an den Fußsohlen zu finden. Gerade an diesen Stellen reagieren die Schweißdrüsen stärker auf emotionale als auf thermische Reize (Dawson et al., 2000) und eignen sich daher gut zur Ableitung der Hautleitfähigkeit.

### **1.3.3 Atemfrequenz**

Die Atemfrequenz wird in der Psychophysiologie selten als eigenständige Variable verwendet, da sie der willentlichen Steuerung unterliegt und sich durch die Probanden manipulieren lässt. Die Messung der Atmung dient in der Psychophysiologie meist

dazu, atmungsbedingte Artefakte des EKGs und der elektrodermalen Aktivität zu identifizieren (Gramann & Schandry, 2009).

#### **1.3.4 Elektromyographie (EMG)**

Die EMG erfasst die elektrische Muskelaktivität. Durch Aktionspotentiale wird die Kontraktion der Muskelfasern hervorgerufen. Die Aktionspotentiale breiten sich über die Körperflüssigkeit elektrisch bis zur Hautoberfläche aus und können somit durch Elektroden erfasst werden (Velden, 1994). Die quergestreifte Skelettmuskulatur kann willkürlich, aber auch unwillkürlich gesteuert werden. In der Psychophysiologie ist die unwillkürliche Reaktion, die unbewusste Muskelanspannung, von Interesse, da sie in Zusammenhang mit emotionalem Erleben und psychischer Belastung steht (Gramann & Schandry, 2009).

#### **1.3.5 Elektrooculographie (EOG)**

Durch die EOG werden Potentialdifferenzen von Elektroden, die man über und unter bzw. links und rechts neben dem Auge anbringt, aufgezeichnet und so die Augenbewegungen registriert. Der Augapfel ist ein Dipol: zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Augapfels besteht eine Potentialdifferenz von 0.4 bis 1.0 mV (Stern et al., 2001). Durch Augenbewegungen, die auch beim Lidschlag auftreten, erhöht sich die Leitfähigkeit zwischen den Elektroden und dem Dipol des Auges, wobei die Spannungsänderung aufgezeichnet wird.

Die Erfassung des Lidschlags gehört wie auch die Erfassung der Hauttemperatur und der Atemfrequenz in der modernen Psychophysiologie zu den weniger zentralen

Vorgängen. Jedoch können Emotionen wie Ärger und Überraschung zu einer Erhöhung der Lidschlagfrequenz führen. In Ruhe sind starke interindividuelle Schwankungen der Lidschlagfrequenz zu beobachten, intraindividuell ist die Frequenz jedoch relativ stabil (Gramann & Schandry, 2009).

### **1.3.6 Herzschlagfrequenz**

In der Psychophysiologie spielt das kardiovaskuläre System eine große Rolle, da es in Zusammenhang mit psychologischen Prozessen wie Emotionen, Stress und Aktivierung ausgeprägte Reaktionen zeigt. Vielfach untersuchte Indikatoren sind Herzschlagfrequenz, Blutdruck, Schlagvolumen und peripheres Blutvolumen (Gramann & Schandry, 2009), wobei in der vorliegenden Untersuchung nur die Herzschlagfrequenz und die Herzschlagfrequenzvariabilität ermittelt wurden.

Das Elektrokardiogramm (EKG) besteht aus fünf Zacken (P, Q, R, S, und T). Da sich die R-Zacke, die höchste Zacke, am leichtesten identifizieren lässt, wird der zeitliche Abstand, das RR-Intervall, zur Bestimmung der Herzschlagfrequenz gewählt. Die Herzschlagfrequenz kann durch psychische Reize wie Angst und Schmerz ansteigen und durch Entspannung und Orientierung abnehmen. Die Herzfrequenz ist ein sehr empfindlicher Indikator in psychophysiologischen Messungen, da das ZNS direkt über die Herznerven mit dem Herz verbunden ist. Ein hoher Vagustonus führt zu einer erniedrigten Herzfrequenz, eine Sympathikusaktivierung zu einem Frequenzanstieg. Neben den psychischen Einflüssen wirken weitere Faktoren wie die Körpertemperatur und der O<sub>2</sub>-Gehalt des Blutes auf die Frequenz ein (Gramann & Schandry, 2009). Die Atmung selber kann zu einer sogenannten respiratorischen Sinusarrhythmie führen. Hier steigt die Frequenz beim Einatmen und sinkt beim Ausatmen. Diese Erscheinung wird durch tiefes Einatmen verstärkt (Schandry, 1996).



## 1.4 Stadtgerüche

Für die vorliegende Untersuchung wurden für die Stadt Wien typische Gerüche, die mit den sechs Basisemotionen assoziiert werden, ermittelt. Dies erfolgte in zwei Schritten.

Zuerst wurden 50 Wienerinnen und Wiener gefragt, welche Stadtgerüche sie mit den Basisemotionen verbinden. Als Ergebnis wurden 12 Düfte bestimmt, die mit der jeweiligen Basisemotion am häufigsten und eher spezifisch assoziiert wurden (s. Tab. 2) (Förster-Streuffler, im Druck).

| Basisemotion | Stadtgerüche            |                  |
|--------------|-------------------------|------------------|
| Angst        | Desinfektionsmittel (2) | Feuchte Luft (7) |
| Überraschung | Kerzenduft (2)          | Kaffee (3)       |
| Glück        | Warme Sommerluft (4)    | Jasmin (3)       |
| Wut          | Verbranntes (5)         | Computer (2)     |
| Ekel         | Erbrochenes (12)        | Urin (11)        |
| Trauer       | Moder (8)               | Weihrauch (6)    |

*Tabelle 2: Basisemotionen und die damit assoziierten Stadtgerüche, Häufigkeit der Nennung in Klammern*

Im zweiten Teil, der Arbeit im Labor, wurden die komplexen Duftstoffe auf ihre Character Impact Compounds bzw. auf maximal drei dieser Komponenten reduziert (Weißinger, 2009). Die Zusammensetzung der in der folgenden Studie verwendeten Duftstimuli ist in Anhang 1 zu finden.

### ***1.5 Ziel der vorliegenden Untersuchung***

Die vorliegende Untersuchung versuchte, mit Stadtgerüchen die sechs Basisemotionen Angst, Überraschung, Glück, Wut, Ekel und Trauer hervorzurufen. Die Erfassung der ANS-Reaktionen erfolgte durch psychophysiologische Messverfahren. Nach Vorlage der Studie von Vernet-Maury et al. aus dem Jahre 1999 wurde versucht, einen Entscheidungsbaum mit den physiologischen Kennwerten Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit, Atemfrequenz, Aktivität der Unterarmmuskulatur, Lidschlagfrequenz, Herzschlagfrequenz und Herzschlagfrequenzvariabilität für die sechs Emotionen zu erstellen.

## 2 Experimenteller Teil

### 2.1 Allgemeiner Versuchsaufbau

Die vorliegende Untersuchung bestand aus zwei Teilen. Durch die **Voruntersuchung** mit Hilfe der Sniffin' Sticks®, eines standardisierten Tests zur Erfassung der Riechleistung, wurden geeignete Versuchspersonen (Vpn) ausgewählt. Bei der **Hauptuntersuchung** wurde zuerst die Wirkung der Düfte auf die psychophysiologischen Parameter bestimmt und im Anschluss daran mit Hilfe eines Fragebogens die subjektiv assoziierten Emotionen zu den Düften erfragt. Die Hauptuntersuchung wurde mit 30 gesunden, nicht rauchenden Vpn im Alter zwischen 18 und 34 Jahren durchgeführt. Auf eine ausgewogene Geschlechterverteilung wurde geachtet.

### 2.2 Versuchspersonen

Ab März 2009 wurden geeignete Vpn mit Hilfe von Aushängen im UZA1 und UZA2, über Inserate im Pharmapoint-Forum ([www.pharmapoint.at](http://www.pharmapoint.at)) sowie über Mundpropaganda angeworben. Die Terminvereinbarung erfolgte telefonisch und über E-Mail.

Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie waren:

- Frauen und Männer im Alter von 18 bis 40 Jahren
- Nichtraucher
- keine olfaktorischen Beeinträchtigungen (Asthma, Allergie, ...)
- keine neurologischen Erkrankungen
- kein Bluthochdruck
- keine bestehende Schwangerschaft bzw. Stillzeit

Damit keine Personen mit Allergien auf die Duftstoffe an der Untersuchung teilnahmen, wurde nach vorhandenen Allergien gefragt. Eine Katzen-, Penicillin- und Nickelallergie bzw. eine Gräser- und Pollenallergie, die zur Zeit der Untersuchung nicht bemerkbar war, führte nicht zum Ausschluss der Versuchsperson (Vp).

### **2.3 Voruntersuchung**

Im März 2009 wurde mit den halbstündigen Voruntersuchungen begonnen. Zu Beginn wurden Name, Alter, Telefonnummer und E-Mailadresse erhoben und nach Rauchverhalten, Allergien und Medikamenteneinnahme gefragt (s. Anhang 2).

Mit Hilfe der Sniffin' Sticks® wurde die Riechfähigkeit der Vp bestimmt. In einer halbstündigen Sitzung wurde mit jeder Vp einzeln der Diskriminationstest und der Identifikationstest durchgeführt. Die Untersuchung fand je nach Verfügbarkeit im Raum 2D454 oder im Untersuchungsraum des Departments für Klinische Pharmazie und Diagnostik, Spange D, Ebene 4, UZA2 der Universität Wien, statt. Die Vorgehensweise wurde der Bedienungsanleitung der Sniffin' Sticks® der Firma Burghart entnommen.

Während der Untersuchung trug der Untersucher geruchlose Baumwollhandschuhe. Die Sniffin' Sticks® sind Riechstifte, die mit einer Kappe verschlossen sind. Beim Test wurde die Kappe durch den Untersucher kurz abgenommen und der Stift etwa 2 cm für 3-4 s mittig unter die Nase der Vp gehalten. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden die Vpn gebeten, 15 min vor dem Test keinen Kaugummi oder sonstige Nahrung zu konsumieren. Jedoch war es ihnen erlaubt, Wasser zu trinken.

Der Diskriminationstest bestand aus 16 Triplets von Riechstiften. In jeder Dreiergruppe gab es 2 Stifte, die den gleichen Duft enthielten, und einen, der anders roch. Die Vp sollte mit verdeckten Augen nach jedem Triplet den anders riechenden Stift nennen. Nach einer Pause von etwa 30 s folgte die Präsentation des nächsten

Tripletts. Hier mussten mindestens 11 der 16 Dreiergruppen richtig erkannt werden (Diskriminationstest  $n = 30$ ,  $\bar{x} = 14 \pm 1$  richtige Nennungen).

Der Identifikationstest bestand aus 16 Riechstiften, die der Vp unverblindet im Abstand von etwa 30 s dargeboten wurden. Um die Identität des Geruches zu nennen, wurden der Vp auf einer Vorlage aus Papier jeweils 4 Antwortmöglichkeiten zur Auswahl gegeben. Aus diesen musste sie eine Antwort auswählen und somit den Duft benennen. Um für die Untersuchung als geeignet zu gelten, mussten 13 von 16 Riechstiften richtig erkannt werden (Wolfensberger & Schnieper, 1999) (Identifikationstest  $n = 30$ ,  $\bar{x} = 14 \pm 1$  richtige Nennungen).

Im Anschluss wurde mit der geeigneten Vp ein Termin für die Hauptuntersuchung vereinbart. Den nicht geeigneten Personen wurde eine Aufwandsentschädigung von 5 Euro gezahlt.

## **2.4 Hauptuntersuchung**

### **2.4.1 Räumlichkeiten**

Der Raum für die Hauptuntersuchung befand sich im UZA2 der Universität Wien, Department für Klinische Pharmazie und Diagnostik, Spange D, Ebene 4. Um die Messbedingungen konstant zu halten, wurde der abgeschiedene Raum abgedunkelt und nur durch künstliches Licht beleuchtet. Durch die Abgeschlossenheit wurden Störungen durch akustische Reize verhindert. Auch wurde sichergestellt, dass während den Untersuchungsterminen keine Veranstaltungen im benachbarten Seminarraum stattfanden.

Durch eine Klimaanlage konnte die Temperatur auch während der wärmeren Sommermonate auf gleichem Niveau gehalten werden. Zwischen den Sitzungen wurde durch das Öffnen der Fenster sowie mit Hilfe der Klimaanlage der Raum gelüftet.

Im Raum befanden sich 3 Bürostühle, 2 Hocker, 2 Schreibtische mit jeweils einem Computer samt Bildschirm, 2 Tische, 2 Einbauschränke und 2 Regale, die zur Aufbewahrung und Lagerung der benötigten Geräte, Elektroden und anderer Materialien dienten.

Die Vp saß auf einem Bürosessel, die nicht dominante Hand, auf der verschiedene Elektroden befestigt wurden, auf einem weichen Kissen gelagert, entweder auf dem Tisch neben sich oder auf dem Schoß.

## 2.4.2 Stadtgerüche der vorliegenden Untersuchung

In der vorliegenden Untersuchung wurde von den 12 Gerüchen (s. Tab. 3) zu jeder Basisemotion ein Geruch ausgewählt. Die genauen Mischungsverhältnisse können dem Anhang 1 entnommen werden.

| Basisemotion   | Geruch              |
|----------------|---------------------|
| 1 Angst        | Desinfektionsmittel |
| 2 Überraschung | Kerzenduft          |
| 3 Freude       | Sommerluft          |
| 4 Wut          | Verbranntes         |
| 5 Ekel         | Erbrochenes         |
| 6 Trauer       | Moder               |
| 7 Blindprobe   | Wasser              |

*Tabelle 3: Die 6 für die vorliegende Untersuchung verwendeten Gerüche und Wasser*

Die Düfte wurden in kleinen braunen Glasfläschchen mit Drehverschluss aufbewahrt und mit einer Nummer versehen (s. Anhang 1), damit die Vp keine Hinweise auf die Identität der Düfte erhielt. Die Blindprobe Wasser wurde gleichermaßen aufbewahrt und beschriftet. Während der Untersuchung waren die Fläschchen für die Vp nicht zu sehen.

Die Präsentation der Düfte erfolgte in 5 Durchgängen, in jedem Durchgang wurden alle 7 Duftstimuli einmal präsentiert. Die Reihenfolge der Präsentation der Stimuli erfolgte randomisiert. Zwischen den einzelnen Düften und den Durchgängen erfolgte immer eine zweiminütige Pause.

### 2.4.3 Verwendete Software, Geräte und Materialien

Zur Messung der physiologischen Parameter wurde die Software *AcqKnowledge*® Version 3.9.0.17 (© 1992-2007, BIOPAC Systems, Inc., Santa Barbara, California, USA) verwendet.

Das Messsystem MP100 (Biopac Systems, Inc.) bestand aus 6 Modulen inklusive den jeweiligen Elektroden.

- Erfassung der **Hauttemperatur** mit Modul SKT100B, Thermistor (Typ TSD202A)
- Erfassung der **Hautleitfähigkeit** mit Modul GSR100B, 2 Ag/AgCl-Napfelektroden (Typ TSD203)
- Erfassung der **Atemfrequenz** mit Modul RSP100C, Dehnungsmessfühler (Typ TSD201)
- Erfassung der **Muskelspannung** mit Modul EMG100B, 2 Ag/AgCl-Napfelektroden (Typ EL208S)

- Erfassung des **Lidschlags** mit Modul EOG100B, 2 Ag/AgCl-Napfelektroden (Typ EL208S)
- Erfassung der **Herzschlagfrequenz** mit Modul ECG100C, 2 Ag/AgCl-Einwegelektroden Skintact® (Typ T601) der Firma Leonard Lang GmbH, Innsbruck.

Bei den Napfelektroden handelt es sich um nichtpolarisierende Oberflächen Elektroden. Die Elektroden wurden vor dem Anbringen mit Elektrodenpaste Synapse® der Firma MED-TEK (USA-91007 California) gefüllt und mit doppelseitig haftenden Kleberingen der Firma GE Medical Systems (D-79111 Freiburg) angebracht. Damit die Elektroden nicht verrutschten, wurden die Kabel mit Hilfe von Leukosilk® der Firma BSN medical GmbH (D-20253 Hamburg) zusätzlich am Körper der Vp befestigt. Die visköse Elektrodenpaste diente dazu, die elektrische Verbindung zwischen Haut und Elektrode auch bei kleinen Bewegungen zu gewährleisten. Um den Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektrode klein zu halten, wurde vor dem Anlegen der Elektroden Elektrodenpaste in die Haut einmassiert (Gramann & Schandry, 2009).

Die Riechstreifen, mit denen die Duftstimuli präsentiert wurden, wurden von der Firma Primavera Life GmbH (D-87477 Sulzberg) bezogen.

Zur Reinigung der Napfelektroden wurden Baumwolltücher und Wattestäbchen verwendet.



#### **2.4.4 Ablauf der Hauptuntersuchung**

Die Untersuchungen begannen Anfang Mai 2009 und erstreckten sich bis Anfang Juli 2009.

Für die Studie wurden insgesamt 30 Vpn gemessen, 15 weibliche und 15 männliche Personen im Alter zwischen 18 und 34 Jahren ( $\bar{x} = 24 \pm 4$  Jahre). Die Hauptuntersuchung bestand aus einer Sitzung von etwa 2 Stunden. Diese umfasste die Messung der physiologischen Parameter während der Präsentation der Duftreize und eine anschließende Befragung mittels Fragebogen.

Zu Beginn der Untersuchung wurde die Vp kurz über den Ablauf der Sitzung informiert. Die Identität der Gerüche wurde nicht preisgegeben. Dann erfolgten das Anlegen der erforderlichen Elektroden sowie des Atemgurtes und die Überprüfung ihrer Funktion. Die Vp wurde angewiesen, eine bequeme Sitzposition einzunehmen und sich während der Messung nicht zu bewegen. Der Unterarm der nicht dominanten Hand wurde auf einem Kissen gelagert.

Während dieser Sitzung wurden die Hauttemperatur, die Hautleitfähigkeit, die Atmung, die Aktivität der Unterarmmuskulatur, der Lidschlag und die Herzschlagfrequenz aufgezeichnet.

Die Messung der physiologischen Kennwerte dauerte 80 min. Während der ersten 10 min wurden keine Duftreize dargeboten. Diese Zeit diente dazu, dass sich die Vp entspannte und die aufzuzeichnenden Parameter die Ruhewerte erreichten.

Im Anschluss an die Ruhephase präsentierte man die Gerüche mit Hilfe von Riechstreifen. Die Gerüche wurden in kleinen braunen Gläsern mit Schraubverschluss für den Probanden nicht sichtbar auf dem Untersuchungstisch aufgestellt. Der Riechstreifen wurde vom Untersucher in die Flüssigkeit eingetaucht und der Vp am

Anfang eines Atemzuges präsentiert. Sofort danach erfolgte die Entsorgung in eine verschließbare Plastikflasche, um ein weiteres Beduften zu vermeiden. Die Reihenfolge der Gerüche war randomisiert und wurde vor Beginn der Untersuchung festgelegt (s. Anhang 3). Jeder Duft sowie die Blindprobe wurde insgesamt fünfmal präsentiert. Zwischen den einzelnen Stimulationen wurde eine zweiminütige Pause eingelegt.

Nach Ende der Aufzeichnung und dem Entfernen der Elektroden füllte die Vp einen Fragebogen zu den applizierten Düften aus (s. Anhang 4). Danach wurde das Honorar von 30 Euro ausbezahlt und auf Anfrage der Vp die Identität der Gerüche preisgegeben.

## **2.4.5 Physiologische Parameter**

### **2.4.5.1 *Hauttemperatur***

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Hauttemperatur mit Hilfe eines Thermistors ermittelt. Dies ist ein Halbleiter, dessen Widerstand sich mit der Temperatur verändert. Als Ableitungsort wurde die Innenseite des Unterarmes der nicht dominanten Hand kurz unterhalb des Handgelenks gewählt (Gramann & Schandry, 2009). Der Thermistor wurde mit Hilfe von Leukosilk® befestigt. Der Unterarm wurde während der Messung auf einem weichen Kissen mit der Innenseite nach oben gelagert und somit ein Wärmestau unter dem Thermistor verhindert.

### **2.4.5.2 *Hautleitfähigkeit***

Die verwendeten Ag/AgCl Elektroden wurden mit Elektrodenpaste luftblasenfrei gefüllt. Die Elektrodenpaste war das leitende Medium zwischen Elektroden und Haut. Somit wurde die Kontaktfläche der Haut begrenzt und sichergestellt, dass die tatsächliche Kontaktfläche der Haut so groß wie die Elektrodefläche war. Dies war

wichtig, da nicht die Größe der Elektrode sondern die Kontaktfläche mit der Haut die Leitfähigkeitswerte bestimmen (Dawson et al., 2000). Zur bipolaren Ableitung der Hautleitfähigkeit wurden die Elektroden an der nicht dominanten Hand an den Innenseiten der beiden mittleren Gliedern des Zeige- und Mittelfingers angebracht. Die nicht dominante Hand wurde verwendet, da dort die Hornhaut dünner ist und weniger Narben als die dominante Hand vorzeigt (Dawson et al., 2000).

Da Bewegung den Übergangswiderstand verändern kann und dadurch Bewegungsartefakte entstehen, wurde die Hand mit Hilfe eines Kissens über die Dauer des Versuches hinweg bequem und ruhig gelagert.

#### **2.4.5.3 Atemfrequenz**

Die Aufzeichnung der Atmung erfolgte über einen Atemgürtel, der aus einem dehnbaren Klettgürtel sowie einem elektrischer Dehnungsmessfühler bestand. Der Atemgürtel wurde unterhalb des Brustbeins und oberhalb der EKG-Elektroden so fest angebracht, dass ein Verrutschen verhindert, die Atmung aber nicht behindert wurde. Durch das Einatmen wurde der Messfühler gedehnt. Diese Längenänderung wurde direkt in ein elektrisches Signal umgewandelt und die Atmung als wellenförmiges Signal abgebildet.

#### **2.4.5.4 Aktivität der Unterarmmuskulatur**

In der vorliegenden Untersuchung wurden die verwendeten Napfelektroden am Unterarm angebracht. Vor dem Anbringen der Elektroden wurde die Haut mit Elektrodenpaste eingerieben, um den Übergangswiderstand zu verkleinern und die Signalqualität zu verbessern. Danach wurden die zwei Elektroden in der für die Ableitung empfohlenen Position am Unterarm befestigt. Dazu wurde eine Diagonale zwischen dem Epicondylus medialis des Ellenbogens und dem Processus styloideus am

Handgelenk gebildet und diese in drei gleich große Teile aufgeteilt. Die erste Elektrode wurde zwischen dem ersten und dem zweiten Drittel der Diagonale, vom Ellenbogen ausgehend, befestigt. Die zweite Elektrode wurde in 5 cm Abstand zur ersten Elektrode entlang der Diagonale Richtung Handgelenk positioniert (Gramann & Schandry, 2009).

Um Bewegungsartefakte zu vermeiden, wurde die Vp dazu angehalten, den Unterarm ruhig und entspannt neben sich auf ein weiches Kissen zu legen.

Das EMG-Signal weist negative und positive Potentialausschläge auf. Diese werden zur Auswertung gleichgerichtet und die Fläche unter den einzelnen Wellen aufaddiert (Gramann & Schandry, 2009). Dadurch wird ein Gesamtaktivitätswert gewonnen (Velden, 1994), dessen Größe bei Anstieg der Aktionspotentiale pro Zeiteinheit, also der Entladungsfrequenz, sowie mit der Anzahl der aktivierten motorischen Einheiten zunimmt (Gramann & Schandry, 2009). Diese Integration erfolgte bereits während der Aufnahme.

#### **2.4.5.5 Frequenz des Lidschlags**

Die mit Elektrodenpaste gefüllten Ag/AgCl-Napfelektroden wurden, nachdem die Haut mit Elektrodenpaste eingerieben worden war, ober- und unterhalb des linken Auges aufgeklebt (Gramann & Schandry, 2009). Die Kabel wurden mit Hilfe von Leukosilk® am Kopf befestigt, um ein Verrutschen der Elektroden zu verhindern.

#### **2.4.5.6 Herzschlagfrequenz**

Die Ableitung der EKG-Aufzeichnung erfolgte durch Ag/AgCl-Einwegelektroden, die unterhalb des Atemgurtes rechts und links am untersten Rippenbogen aufgeklebt wurden (Schandry, 1996). Um die respiratorische Sinusarrythmie nicht zu verstärken wurde die Vp angehalten, bei der Präsentation der Stimuli nicht extra tief einzusatmen.

### 2.4.6 Fragebogen

Im Fragebogen wurde nach Assoziation der Düfte mit den Basisemotionen und nach emotionalen Erinnerungen, die die Düfte hervorriefen, gefragt. Weiters sollten die Vpn die Valenz, Intensität und Bekanntheit der Gerüche bewerten. Die Präsentation der Gerüche erfolgte wie auch in der physiologischen Untersuchung mittels Riechstreifen. Die Vp durfte hier den Riechstreifen selber in der Hand halten. Die Fragen sollten so spontan wie möglich beantwortet werden. Zu allen Fragen außer der Identität und der spezifischen Erinnerung musste ein Wert zwischen 1 und 10 auf der Likert Skala angekreuzt werden (s. Anhang 4).

### 2.4.7 Datenbearbeitung

#### 2.4.7.1 *Physiologische Parameter*

Da es sich bei Emotionen um phasische, sprich schnell auftretende Reaktionen handelt (Ekman, 1992), wurde ein Zeitfenster von 10 s für die Auswertung aller Parameter gewählt.

Um die physiologischen Parameter jeder Vp zu ermitteln, wurde jeweils der Mittelwert der ersten vier Durchgänge gebildet. Der fünfte Durchgang wurde nicht gewertet, da bei längeren Sitzungen Langeweile und dadurch aversive Stimmungen auftreten können und dies die physiologischen Parameter beeinflussen kann (Gramann & Schandry, 2009).

Zur Auswertung der **Hauttemperatur** wurde jeweils der Mittelwert über ein 10 s-Intervall vor und nach dem Reizeintritt ermittelt. Um die Temperaturänderung durch den Reiz zu ermitteln, wurde der Mittelwert der Hauttemperatur vor dem Reizeintritt

vom Mittelwert der Hauttemperatur nach dem Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Hauttemperatur wird im Folgenden als **DiffTemp** bezeichnet. Die Einheit für die Temperatur ist °C.

Bei der Auswertung der **Hautleitfähigkeit** wurden die phasischen Reaktionen auf den Reiz einzeln ausgewertet. Bei Erregung steigt die Hautleitfähigkeit, diese Steigerung ist als Amplitude erkennbar. Es wurden die Latenzzeit, die Amplitudenhöhe und die halbe Erholungszeit bestimmt (s. Abb. 5). Die Einheit der Leitfähigkeit ist  $\mu\text{mho}$ , die Einheit der Latenzzeit und der halben Erholungszeit ist Sekunden (s).

Um die Hautleitfähigkeit zu normieren wurde sie auf die Einheit  $\mu\text{mho}/\text{cm}^2$  umgerechnet. Die verwendeten Elektroden hatten einen Radius von 3 mm, deshalb wurde der ermittelte Wert durch den Faktor  $(0.3\text{cm})^2 \times \pi = 0.2827$  dividiert.

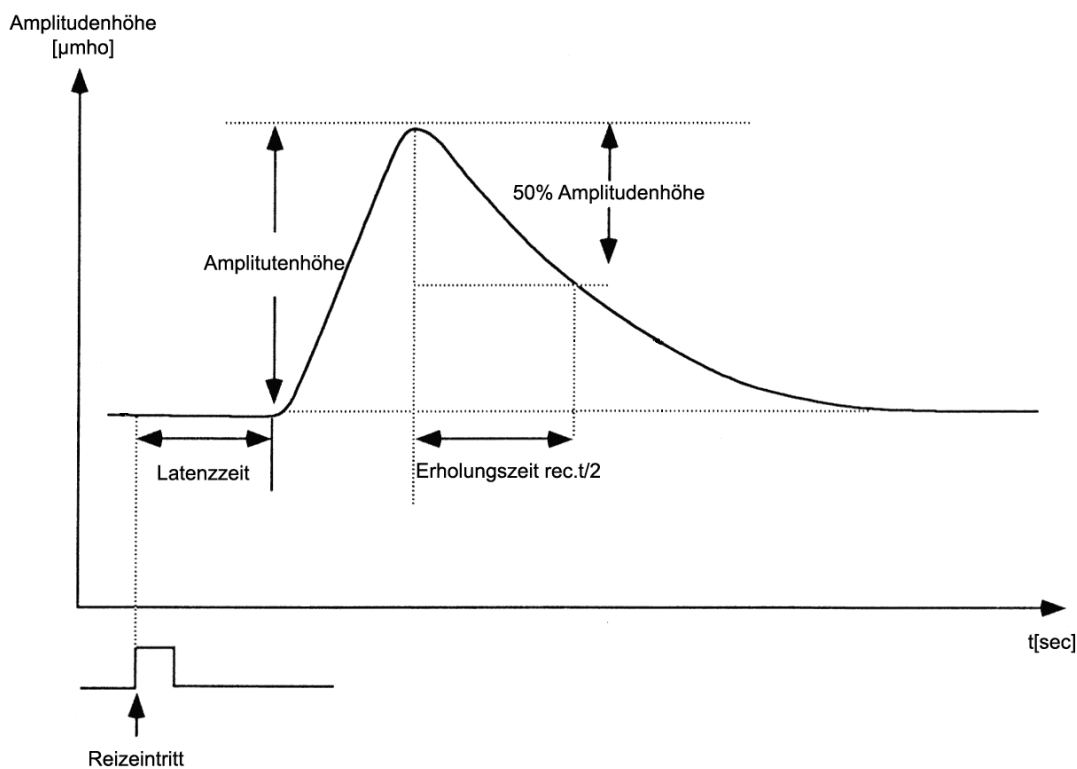


Abbildung 5: Amplitude der Hautleitfähigkeit (mod. nach Boucsein, 1988)

Das **Amplitudenkriterium** betrug  $0.05 \mu\text{mho}/\text{cm}^2$ . Das **Latenzzeitfenster** betrug 1-4 s, innerhalb dieses Zeitintervalls musste die Kurve zu steigen beginnen, um als reizbezogen zu gelten. Die **Latenzzeit (LZ)** begann mit dem Reizeintritt. Dieser wurde mit der Atmung abgestimmt. Die Bestimmung der **Amplitudenhöhe** erfolgte nach Boucsein (1988) (s. Abb. 6).

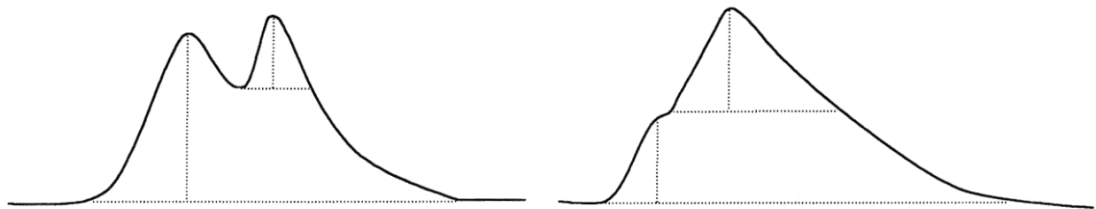


Abbildung 6: Auswertung der Amplitudenhöhe (Boucsein, 1988)

Die größte Amplitudenhöhe wurde gewertet (Boucsein, 1988). Um interindividuelle Unterschiede zu eliminieren, wurden die EDA-Amplituden jeder Vp durch den jeweiligen Maximalwert der Versuchsreihe dividiert (Schandry, 1996). Dieser Wert wird im Folgenden als **EDA/Max** bezeichnet.

Als Zeitparameter der Hautleitfähigkeitsreaktion wurde neben der Latenzzeit die **halbe Erholungszeit  $\text{rec.t}/2$**  ermittelt. Wenn dies durch eine folgende Reaktion nicht möglich war, wurde die Viertel-Erholungszeit  $\text{rec.t}/4$  bestimmt und mit 2 multipliziert, um die  $\text{rec.t}/2$  zu ermitteln. Wenn auch dies nicht möglich war, wurde die Erholungszeit nicht bestimmt (Boucsein, 1988).

Atemartefakte wurden mit Hilfe der Aufzeichnung der Atmung identifiziert und nicht ausgewertet.

Die **Atemfrequenz** wurde jeweils innerhalb des 10 s-Intervalls vor und nach dem Reizeintritt manuell ausgezählt. Um die Änderung der Atemfrequenz durch den Reiz zu ermitteln, wurde die Frequenz vor dem Reizeintritt von der Frequenz nach dem

Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Atemfrequenz wird im Folgenden als **DiffBreath** bezeichnet. Die Einheit ist Atemzüge  $\times 10 \text{ s}^{-1}$ .

Die **Lidschlagfrequenz** wurde jeweils innerhalb des 10 s-Intervalls vor und nach dem Reizeintritt manuell ausgezählt. Um die Änderung der Lidschlagfrequenz durch den Reiz zu ermitteln, wurde die Frequenz vor dem Reizeintritt von der Frequenz nach dem Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Lidschlagfrequenz wird im Folgenden als **DiffBlink** bezeichnet. Die Einheit ist Lidschläge  $\times 10 \text{ s}^{-1}$ .

Zur Ermittlung der **Muskelaktivität im Unterarm** wurde jeweils der Mittelwert des integrierten Signals über 10 s vor und 10 s nach dem Reizeintritt erfasst. Um die Änderung der Muskelaktivität durch den Reiz zu ermitteln, wurde der Mittelwert der Muskelaktivität vor dem Reizeintritt vom Mittelwert der Muskelaktivität nach dem Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Muskelaktivität wird im Folgenden als **DiffEMG** bezeichnet. Die Einheit ist  $\mu\text{Volt}$  ( $\mu\text{V}$ ).

Zur Ermittlung der **Herzschlagfrequenz** wurde jeweils der Mittelwert der Herzschlagfrequenz über das 10 s-Intervall vor und nach dem Reizeintritt mit der Einheit Schläge pro Minute (beats per minute, bpm) erfasst. Um die Änderung der Herzfrequenz durch den Reiz zu ermitteln, wurde der Mittelwert der Herzschlagfrequenz vor dem Reizeintritt vom Mittelwert der Herzschlagfrequenz nach dem Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Herzfrequenz wird im Folgenden als **DiffHR** bezeichnet. Die Einheit ist bpm.

Um die **Herzschlagfrequenzvariabilität** zu ermitteln, wurde jeweils die Standardabweichung der Herzschlagfrequenz über das 10 s-Intervall vor und nach dem Reizeintritt erfasst. Um die Änderung der Herzschlagfrequenzvariabilität durch den Reiz zu ermitteln, wurde die Standardabweichung der Herzschlagfrequenz vor dem Reizeintritt von der Standardabweichung der Herzschlagfrequenz nach dem Reizeintritt subtrahiert. Die Differenz der Herzschlagfrequenzvariabilität wird im Folgenden als **DiffHRSD** bezeichnet. Die Einheit ist bpm.



Von den 30 Vpn, die an der Untersuchung teilgenommen haben, wurden jene 16 (9 weiblich, 7 männlich, Alter  $\bar{x} = 25 \pm 3$  Jahre) in die Auswertung eingeschlossen, bei denen die Aufzeichnung der physiologischen Kennwerte genug auswertbare Daten lieferte. Bei den restlichen 14 Vpn waren die elektrodermalen Reaktionen selten oder nie reizbezogen. Somit konnten diese nicht zur Auswertung herangezogen werden.

#### **2.4.7.2 Fragebogenauswertung**

Um die **Assoziation** des Geruches mit einer der sechs **Basisemotionen** auszuwerten, wurde die Emotion ermittelt, die den höchsten Wert in der Likert-Skala erreicht hatte. Falls mehrere Emotionen gleich hoch bewertet worden waren, erfolgte keine Zuordnung. Zur Auswertung der Assoziation wurden alle 30 Vpn herangezogen.

Zur Auswertung der **Valenz**, **Intensität** und **Bekanntheit** wurde der angekreuzte Zahlenwert der Likert-Skala in ein Exceldatenblatt eingetragen. Hier wurden nur die 16 Vpn ausgewertet, die auch für die physiologischen Parameter herangezogen wurden, da sonst eine Korrelation mit den physiologischen Parametern nicht möglich gewesen wäre.

Die **Benennung** der Düfte sowie die Assoziation der **emotionalen Erinnerung** wurde in das Exceldatenblatt eingetragen. Zur Auswertung wurden alle 30 Vpn herangezogen.

#### **2.4.8 Statistische Auswertung**

Zur Ermittlung des Einflusses des Duftes auf die physiologischen Parameter wurde für jeden Parameter eine **einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) für wiederholte Messungen** durchgeführt. Der Geruch stellte den Messwiederholungsfaktor dar. Es gab

die sieben Faktorstufen Desinfektionsmittel (Des), Kerzenduft (Kerze), Sommerluft (Sommer), Verbranntes (Verbr), Erbrochenes (Erbr), Moder (Moder) und Wasser (Wasser). Die physiologischen Parameter stellten die Zielvariablen dar. Die Nullhypothese  $H_0$ , dass sich die Mittelwerte der jeweiligen physiologischen Parameter unter dem Einfluss der Gerüche nicht voneinander unterschieden, wurde durch die ANOVA überprüft und falls diese Hypothese abgelehnt wurde, die Alternativhypothese  $H_1$  angenommen.  $H_1$  besagte, dass sich mindestens zwei Parameter voneinander unterschieden. Signifikant war dieser Unterschied auf dem Testniveau  $\alpha = 0.05$ . Von einem Trend spricht man wenn  $0.05 < p \leq 0.1$ , dh. die Irrtumswahrscheinlichkeit im Bereich zwischen 5 % und 10 % liegt. Ist der p-Wert  $> 0.1$ , dann gibt es keinen Unterschied zwischen den einzelnen Mittelwerten. Alle Freiheitsgrade wurden nach Greenhouse-Geisser korrigiert (Timischl, 2000; Bortz, 2005).

Wenn die ANOVA auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$  einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte zeigte, wurde durch den post-hoc Test für wiederholte Messungen, das **LSD-Verfahren** festgestellt, welche Mittelwertsunterschiede für den signifikanten Unterschied verantwortlich sind. Hierfür wurden alle Mittelwerte einzeln miteinander verglichen. Beim LSD-Verfahren ist jede Signifikanzprüfung mit der Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha = 0.05$  abgesichert (individuelle Irrtumswahrscheinlichkeit) (Timischl, 2000).

Wenn die ANOVA auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$  keinen signifikanten Unterschied, jedoch einen Trend für einen Unterschied der Mittelwerte zeigte, wurde mit Hilfe des post-hoc **Tests nach Bonferroni** untersucht, ob sich einzelne Mittelwerte signifikant voneinander unterschieden. Die Bonferroni- Korrektur dividiert das Signifikanzniveau jedes Einzelvergleiches durch die Anzahl der Vergleiche. Mit Hilfe dieser Korrektur wurde sichergestellt, dass die Gesamtirrtumswahrscheinlichkeit das 5% Niveau nicht überschritt (Timischl, 2000).

Die Stärke des Zusammenhanges zwischen den physiologischen Parametern und der Valenz, der Intensität und der Bekanntheit der Gerüche wurde durch 2-seitige **Korrelationsanalysen nach Pearson** bestimmt. Der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient  $r$  nach Pearson beurteilt die Stärke einer linearen Abhängigkeit zwischen zwei kontinuierlichen Variablen. Er kann Werte zwischen  $-1$  und  $+1$  annehmen. Das Signifikanzniveau  $\alpha$  betrug  $0.05$ . Mit Hilfe der **partiellen Korrelation** konnte sichergestellt werden, dass eine Korrelation zwischen zwei Variablen nicht durch die Wirksamkeit einer dritten Variablen zustande gekommen ist oder durch deren Einfluss nicht sichtbar wurde (Bortz, 2005, Sachs, 1997, Timischl, 2000). Im Folgenden werden nur die Korrelationen dargestellt, die nach Ausschluss von Ausreißern signifikante Ergebnisse lieferten.

Zur Auswertung der Fragebögen wurde der  $\chi^2$ -Test herangezogen. Der  $\chi^2$ -Test ist ein nicht parametrischer Test. Mit ihm wurde festgestellt, ob die verwendeten Gerüche spezifisch mit den Basisemotionen assoziiert wurden. Dieser Test untersuchte, ob die beobachtete Verteilung einer Zufallsvariablen von einer vorgegebenen Verteilung abwich. Die Zufallsvariable stellte hier die Zuordnung des Geruchs zu einer bestimmten Basisemotion dar. Die vorgegebene Verteilung ist die Annahme, dass der Geruch jeder Emotion gleich oft zugeordnet wird, sprich keine spezifische Zuordnung des Geruches zu einer Basisemotion stattgefunden hat. Somit war die Nullhypothese  $H_0$ , dass der Geruch jeder Emotion gleich häufig zugeordnet wurde, auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$  zu verwerfen, wenn die Verteilung von dieser Gleichverteilung abwich. In diesem Fall wurde der Geruch spezifisch einer Emotion zugeordnet (Timischl, 2000; Bortz, 2005).

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc. © 2008).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Physiologische Parameter

##### 3.1.1 Hauttemperatur

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt, jedoch einen Trend für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.068$ ).

Die Mittelwerte der DiffTemp für die Duftreize sind in Abbildung 7 zu sehen. Der Trend für den Faktor Geruch und die Betrachtung der Abbildung 7 ließ vermuten, dass sich einige Mittelwerte der DiffTemp, insbesondere die des Desinfektionsmittels und von Verbranntes, signifikant unterschieden. Jedoch zeigte der paarweise Vergleich mit dem Bonferroni-Test keine signifikanten Ergebnisse (s. Tab. 4).

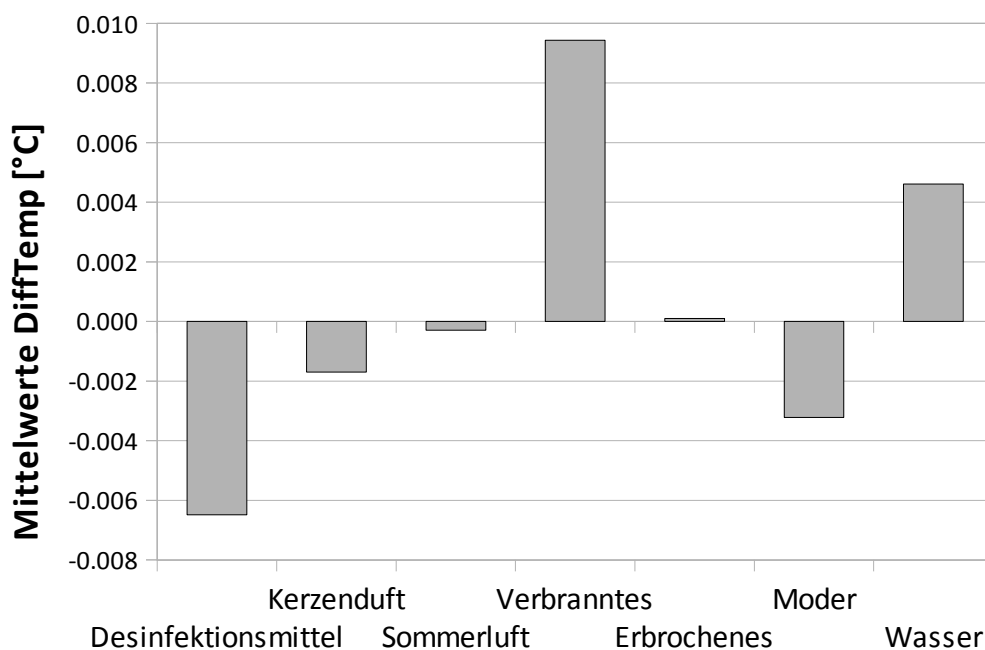


Abbildung 7: Mittelwerte der DiffTemp der 7 Geruchstimuli

|                              | p<br>Bonferroni-Test |
|------------------------------|----------------------|
| DiffTempVerbr-DiffTempDes    | 0.586 (ns)           |
| DiffTempVerbr-DiffTempKerze  | 0.255 (ns)           |
| DiffTempVerbr-DiffTempSommer | 0.318 (ns)           |
| DiffTempVerbr-DiffTempErbr   | 0.175 (ns)           |
| DiffTempVerbr-DiffTempModer  | 0.722 (ns)           |
| DiffTempVerbr-DiffTempWasser | 1.000 (ns)           |

*Tabelle 4: Ergebnisse der paarweisen Mittelwertsvergleiche der DiffTemp; ns: nicht signifikant*

Hinsichtlich Valenz, Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

### 3.1.2 Hautleitfähigkeit

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab einen hoch signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p < 0.001$ ).

Die Mittelwerte der EDA/Max sind in Abbildung 8 zu sehen. Die signifikanten Unterschiede der Mittelwertsvergleiche mit dem LSD-Verfahren werden in Tabelle 5 dargestellt.

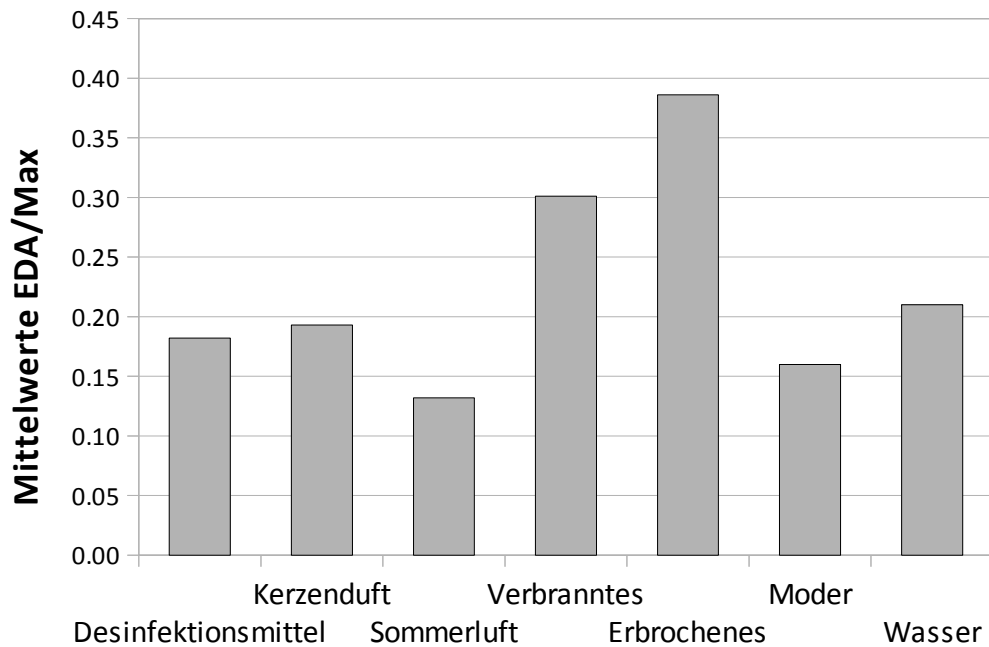


Abbildung 8: Mittelwerte der EDA/Max der 7 Geruchsreize

|                            | p<br>LSD-Verfahren |
|----------------------------|--------------------|
| EDA/MaxVerbr-EDA/MaxDes    | 0.015              |
| EDA/MaxVerbr-EDAMaxKerze   | 0.012              |
| EDA/MaxVerbr-EDA/MaxSommer | 0.001              |
| EDA/MaxVerbr-EDA/MaxModer  | 0.001              |
| EDA/MaxVerbr-EDA/MaxWasser | 0.179 (ns)         |
| EDA/MaxVerbr-EDA/MaxErbr   | 0.054 (ns)         |
| EDA/MaxErbr-EDA/MaxDes     | < 0.001            |
| EDA/MaxErbr-EDA/MaxKerze   | < 0.001            |
| EDA/MaxErbr-EDA/MaxSommer  | < 0.001            |
| EDA/MaxErbr-EDA/MaxModer   | < 0.001            |
| EDA/MaxErbr-EDA/MaxWasser  | 0.013              |

Tabelle 5: Signifikante Mittelwertsunterschiede der EDA/Max; ns: nicht signifikant

Das LSD-Verfahren differenzierte den Geruch Erbrochenes von den neutral-positiven Gerüchen Desinfektionsmittel, Kerzenduft, Sommerluft und Moder sowie Wasser. Der Geruch Verbranntes unterschied sich ebenfalls von den neutral-positiven Gerüchen, jedoch nicht von Wasser. Ein Trend für einen signifikanten Unterschied ( $p = 0.054$ ) der beiden negativen Düfte war erkennbar.

Nach dem LSD-Verfahren zeigte sich eine Trennung zwischen angenehmen (Sommerluft) und unangenehmen Gerüchen (Erbrochenes und Verbranntes). Es zeigte sich zusätzlich eine Trennung zwischen „neutralen“ Gerüchen (Wasser, Bienenwachs, Desinfektionsmittel und Moder) und dem unangenehmen Geruch Erbrochenes hinsichtlich der Amplitudenhöhe. Sommerluft rief die kleinste, die Gerüche Verbranntes und Erbrochenes die größte Amplitudenhöhe hervor.

Es zeigte sich eine hoch signifikante negative Korrelation ( $r = -0.927$ ,  $p = 0.003$ ) zwischen dem Mittelwert der EDA-Amplitude und der Valenz der dargebotenen olfaktorischen Stimuli. Je angenehmer der Geruch bewertet wurde, desto niedriger war die Amplitudenhöhe der Hautleitfähigkeit (s. Abb. 9). Die Korrelation blieb hoch signifikant ( $r = -0.962$ ,  $p = 0.002$ ), wenn durch eine partielle Korrelation für die Intensität korrigiert wurde. Wenn durch eine partielle Korrelation für die Bekanntheit korrigiert wurde, blieb auch diese Korrelation hoch signifikant ( $r = -0.951$ ,  $p = 0.003$ ).

Die Mittelwerte der EDA-Amplitude korrelierten nicht mit der Intensität und der Bekanntheit der dargebotenen Duftstimuli.

Somit zeigte sich, dass als unangenehm wahrgenommene Düfte eine größere Amplitude der Hautleitfähigkeit hervorriefen als angenehme Düfte. Auf diese Korrelation hatten weder die Intensität noch die Bekanntheit einen Einfluss.

Die Korrelation und das LSD-Verfahren zeigte, dass sich die Hautleitfähigkeit zur eindeutigen Unterscheidung von unangenehmen und angenehmen Gerüchen eignete. Unangenehme Gerüche riefen signifikant höhere Amplitudenhöhen als der eindeutig angenehme Duft Sommerluft hervor.

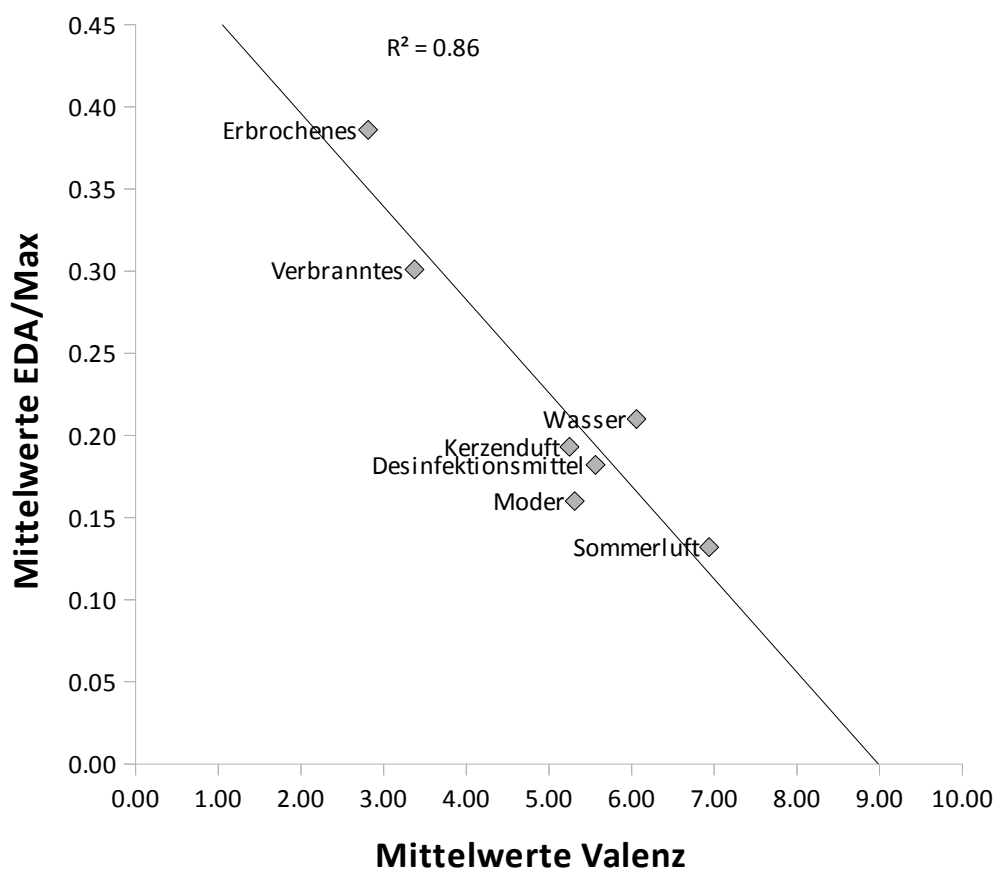


Abbildung 9: Korrelation zwischen den Mittelwerten der EDA/Max und den Mittelwerten der Valenz der 7 Duftstimuli



### Latenzzeit LZ

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.546$ ). Die Mittelwerte der LZ sind in Abbildung 10 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz, Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

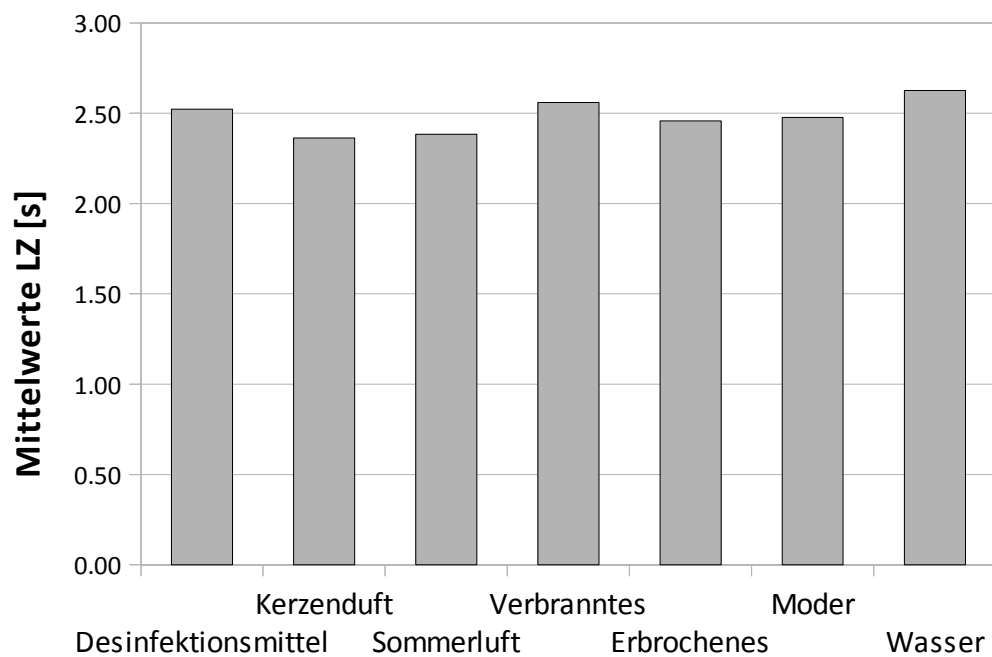


Abbildung 10: Mittelwerte der LZ der 7 Geruchsreize

Halbe Erholungszeit  $\text{rec.t}/2$ 

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.643$ ). Die Mittelwerte der  $\text{rec.t}/2$  sind in Abbildung 11 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz, Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

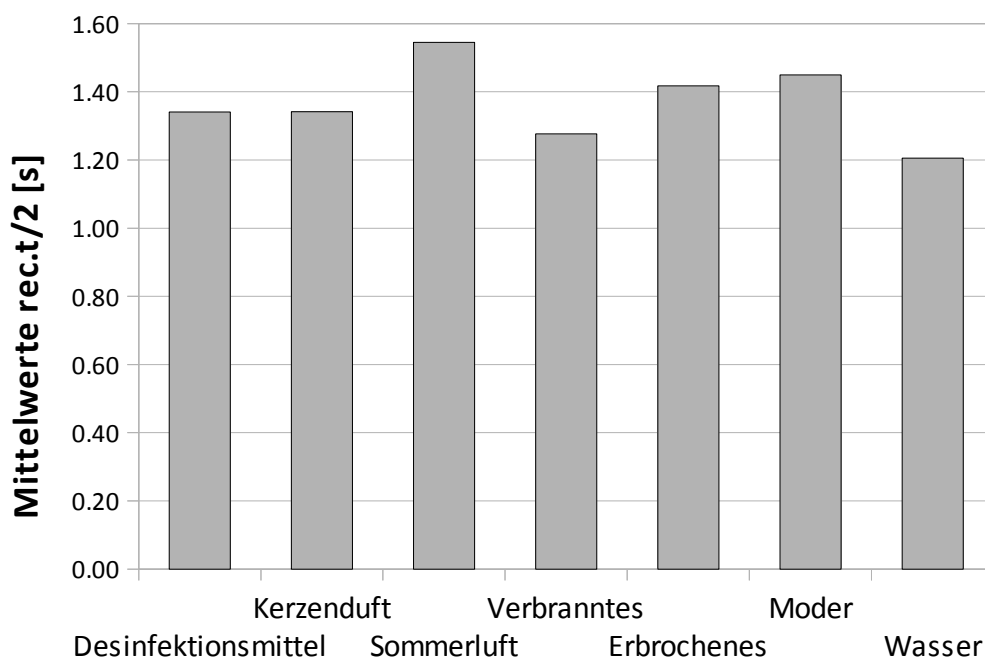


Abbildung 11: Mittelwerte der  $\text{rec.t}/2$  der 7 Duftstimuli

### 3.1.3 Atemfrequenz

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.229$ ). Die Mittelwerte der DiffBreath sind in Abbildung 12 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz, Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

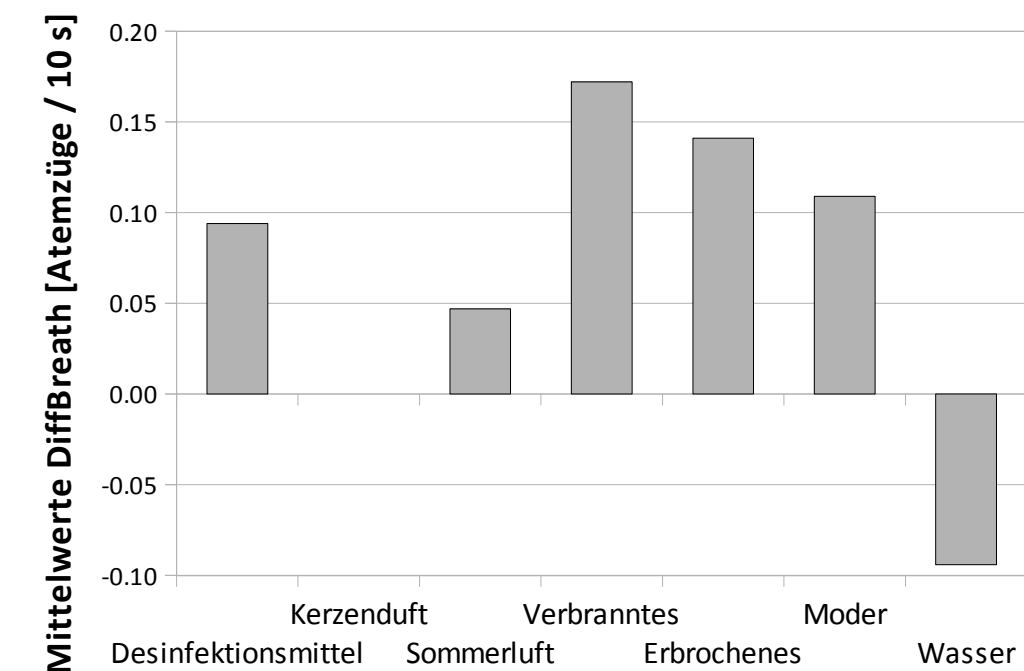


Abbildung 12: Mittelwerte der DiffBreath der 7 Duftreize

### 3.1.4 Frequenz des Lidschlages

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.891$ ). Die Mittelwerte der DiffBlink sind in Abbildung 13 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz und Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

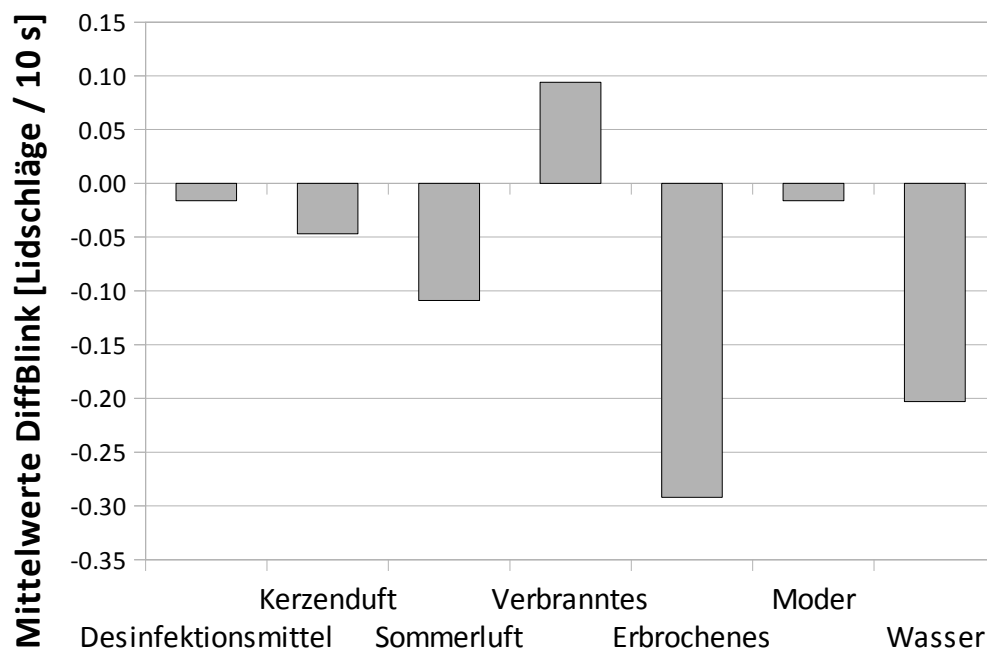


Abbildung 13: Mittelwerte der DiffBlink der 7 olfaktorischen Reize

### 3.1.5 Aktivität der Unterarmmuskulatur

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.408$ ). Die Mittelwerte der DiffEMG sind in Abbildung 14 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz und Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

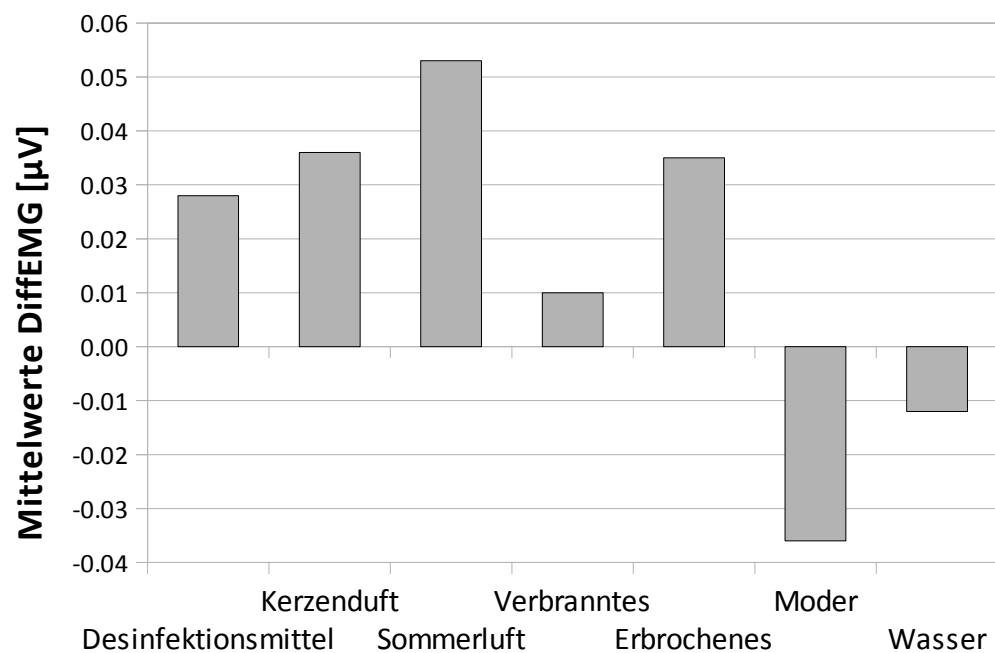


Abbildung 14: Mittelwerte der DiffEMG der 7 Geruchsstimuli

### 3.1.6 Herzschlagfrequenz

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.798$ ). Die Mittelwerte der DiffEMG sind in Abbildung 15 zu sehen.

Hinsichtlich Valenz, Intensität und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

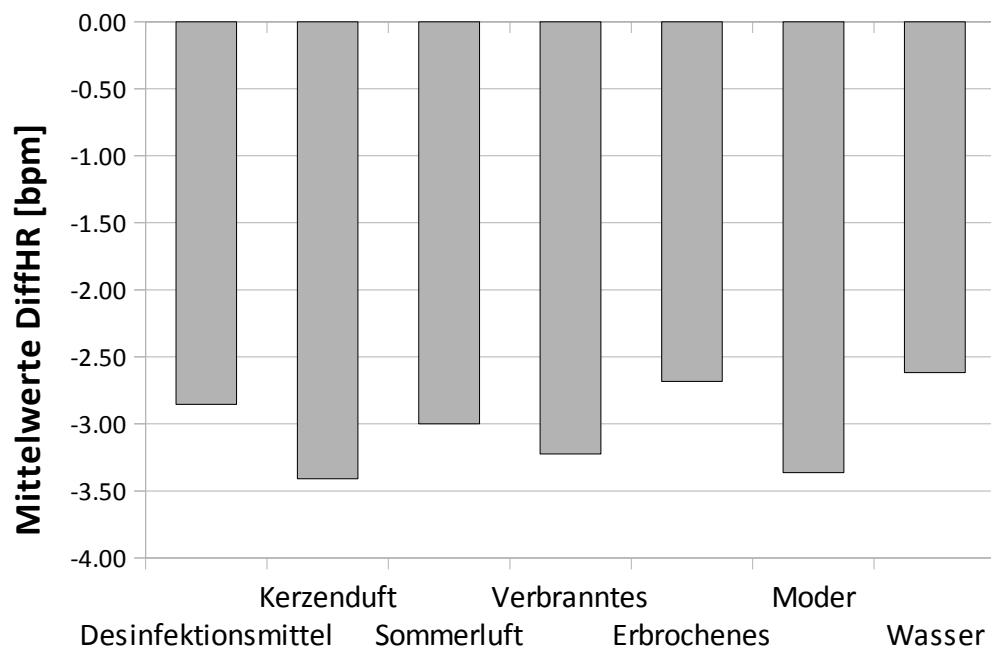


Abbildung 15: Mittelwerte der DiffHR der 7 Geruchsreize

### 3.1.7 Herzschlagfrequenzvariabilität

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab keinen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p = 0.154$ ). Die Mittelwerte der DiffHRSD sind in Abbildung 16 zu sehen.

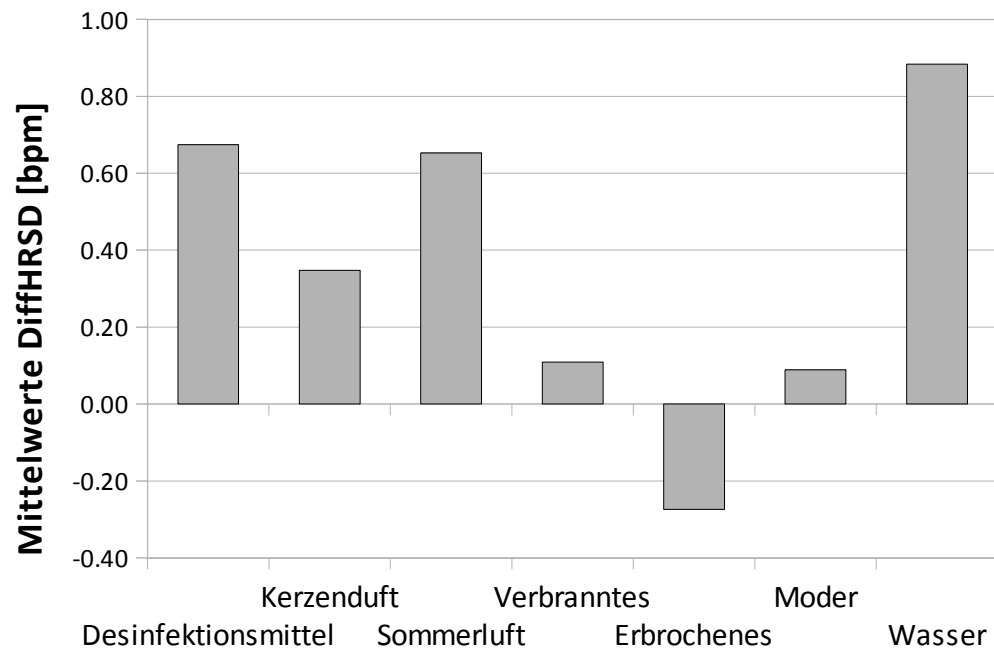


Abbildung 16: Mittelwerte der DiffHRSD der 7 olfaktorischen Stimuli

Es zeigte sich eine signifikant negative Korrelation der Herzratenvariabilität mit der Intensität ( $r = -0.763$ ,  $p = 0.046$ ). Wenn man durch eine partielle Korrelation für die Bekanntheit korrigierte, blieb die Korrelation der Herzratenvariabilität mit der Intensität signifikant ( $r = -0.905$ ,  $p = 0.013$ ). Wenn man durch eine partielle Korrelation für die Valenz korrigierte, wurde die Korrelation der Herzschlagfrequenzvariabilität mit der Intensität insignifikant ( $r = -0.414$ ,  $p = 0.415$ ).

Hinsichtlich Valenz und Bekanntheit wurden keine Korrelationen festgestellt.

Die signifikante Korrelation der Intensität mit der Herzschlagvariabilität zeigte, dass durch intensive Duftstimuli eine geringe Zunahme bzw. eine Abnahme der Herzschlagfrequenzvariabilität hervorgerufen wurde. Durch gering intensive Gerüche stieg die Herzschlagfrequenzvariabilität im Vergleich zum Prästimuluswert stärker an als durch sehr intensive Gerüche (s. Abb. 17). Da jedoch die partielle Korrelation korrigiert für die Valenz insignifikant war, scheint die Valenz der Gerüche einen starken Einfluss auf diese Korrelation gehabt zu haben.

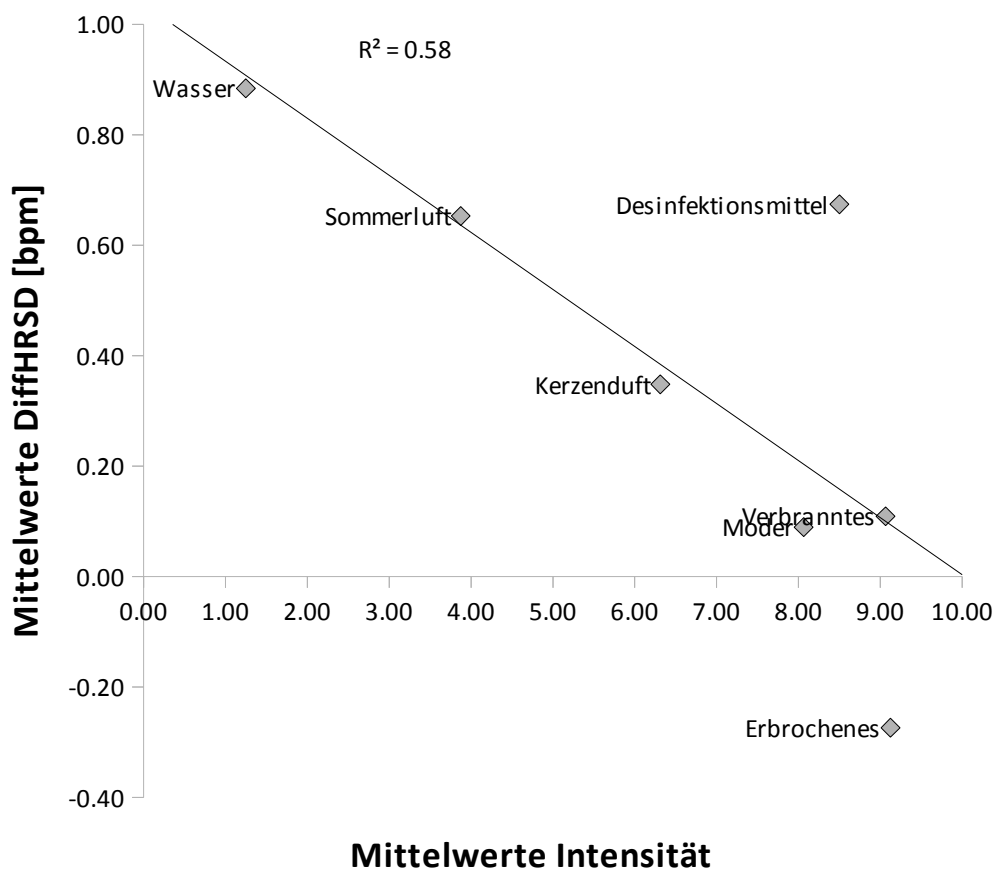


Abbildung 17: Korrelation zwischen den Mittelwerten der DiffHRSD und den Mittelwerten der Intensität der 7 olfaktorischen Stimuli



## 3.2 Fragebogen

### 3.2.1 Assoziation der Gerüche mit den Basisemotionen

Die Auswertung wurde mit allen 30 Vpn durchgeführt um festzustellen, ob die Assoziationen der Gerüche mit den Basisemotionen mit den Ergebnissen der Umfragen mit den Fragebögen (s. Kap. 1.4) übereinstimmen.

Die folgenden Tabellen 6 und 7 zeigen die Häufigkeit der Assoziation des jeweiligen Geruches mit den Basisemotionen.

| Basisemotion  | Desinfektionsmittel | Kerzenduft | Sommerluft |
|---------------|---------------------|------------|------------|
| Angst         | 3                   | 1          | 0          |
| Ekel          | 6                   | 5          | 1          |
| Freude        | 8                   | 16         | 16         |
| Trauer        | 3                   | 1          | 0          |
| Überraschung  | 3                   | 3          | 4          |
| Wut           | 1                   | 0          | 0          |
| Keine Emotion | 6                   | 4          | 9          |

*Tabelle 6: Häufigkeit der Assoziation der Gerüche Desinfektionsmittel, Kerzenduft und Sommerluft mit den Basisemotionen*

| Basisemotion  | Verbranntes | Erbrochenes | Moder | Wasser |
|---------------|-------------|-------------|-------|--------|
| Angst         | 3           | 0           | 0     | 0      |
| Ekel          | 13          | 21          | 11    | 2      |
| Freude        | 3           | 1           | 7     | 4      |
| Trauer        | 0           | 0           | 0     | 1      |
| Überraschung  | 7           | 4           | 7     | 1      |
| Wut           | 0           | 0           | 0     | 1      |
| Keine Emotion | 4           | 4           | 5     | 21     |

*Tabelle 7: Häufigkeit der Assoziation der Gerüche Verbranntes, Erbrochenes, Moder und Wasser mit den Basisemotionen*

Der  $\chi^2$ -Test zeigte, dass die Gerüche Desinfektionsmittel ( $p = 0.219$ ) sowie Moder ( $p = 0.469$ ) keiner Basisemotion spezifisch zugeordnet wurden. Der Geruch Kerzenduft ( $p < 0.001$ ) sowie der Geruch Sommerluft ( $p = 0.001$ ) wurden spezifisch der Basisemotion Freude zugeordnet. Der Geruch Erbrochenes ( $p < 0.001$ ) sowie der Geruch Verbranntes ( $p = 0.017$ ) wurden spezifisch der Emotion Ekel zugeordnet. Wasser wurde signifikant ( $p < 0.001$ ) keiner Basisemotion zugeordnet.

### 3.2.2 Valenz

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p < 0.001$ ). Die Mittelwerte der Valenz sind in Abbildung 18 zu sehen.

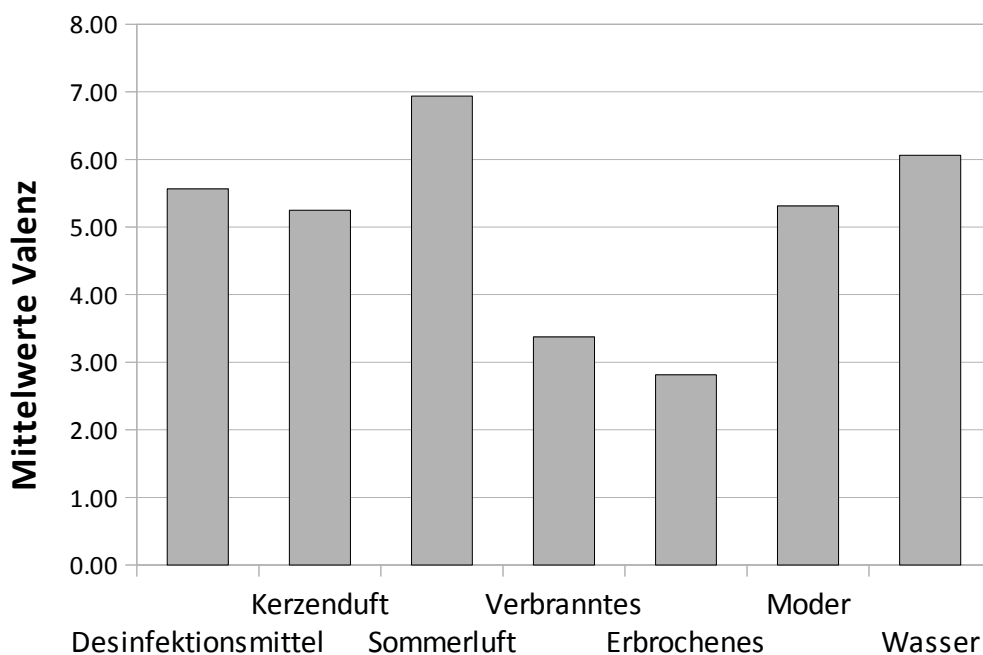


Abbildung 18: Mittelwerte der Valenz der 7 Geruchsreize

Die signifikanten Ergebnisse der paarweisen Einzelvergleiche der Mittelwerte der Valenz, die mit dem LSD-Verfahren ermittelt wurden, werden in Tabelle 8 dargestellt.

|                    | p<br>LSD-Verfahren |
|--------------------|--------------------|
| ValVerbr-ValDes    | 0.008              |
| ValVerbr-ValKerze  | 0.017              |
| ValVerbr-ValSommer | 0.001              |
| ValVerbr-ValModer  | 0.001              |
| ValVerbr-ValWasser | 0.001              |
| ValErbr-ValDes     | 0.002              |
| ValErbr-ValKerze   | 0.029              |
| ValErbr-ValSommer  | < 0.001            |
| ValErbr-ValModer   | 0.042              |
| ValErbr-ValWasser  | < 0.001            |

*Tabelle 8: Signifikante Mittelwertsunterschiede der Valenz*

Die Mittelwertsvergleiche nach dem LSD-Verfahren differenzierten zwischen den positiv-neutralen Gerüchen (Wasser, Desinfektionsmittel, Kerzenduft, Sommerluft und Moder) und den negativen Gerüchen (Verbranntes und Erbrochenes) und spiegelten somit die Ergebnisse der EDA/Max fast eins zu eins wieder. Sommerluft wurde am positivsten bewertet, Erbrochenes am negativsten.

Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen der Valenz und der Intensität der Gerüche ( $r = -0.723$ ,  $p = 0.067$ ) (s. Abb. 19). Diese Korrelation wurde jedoch hoch signifikant, wenn durch eine partielle Korrelation für die Bekanntheit korrigiert wurde ( $r = -0.951$ ,  $p = 0.004$ ). Hinsichtlich Bekanntheit wurde keine Korrelation festgestellt.

Es zeigte sich somit ein großer Einfluss der Bekanntheit auf die negative Korrelation zwischen der Intensität und der Valenz der Reize. Je intensiver eine Reiz wahrgenommen wurde, desto niedriger war dessen Valenz.

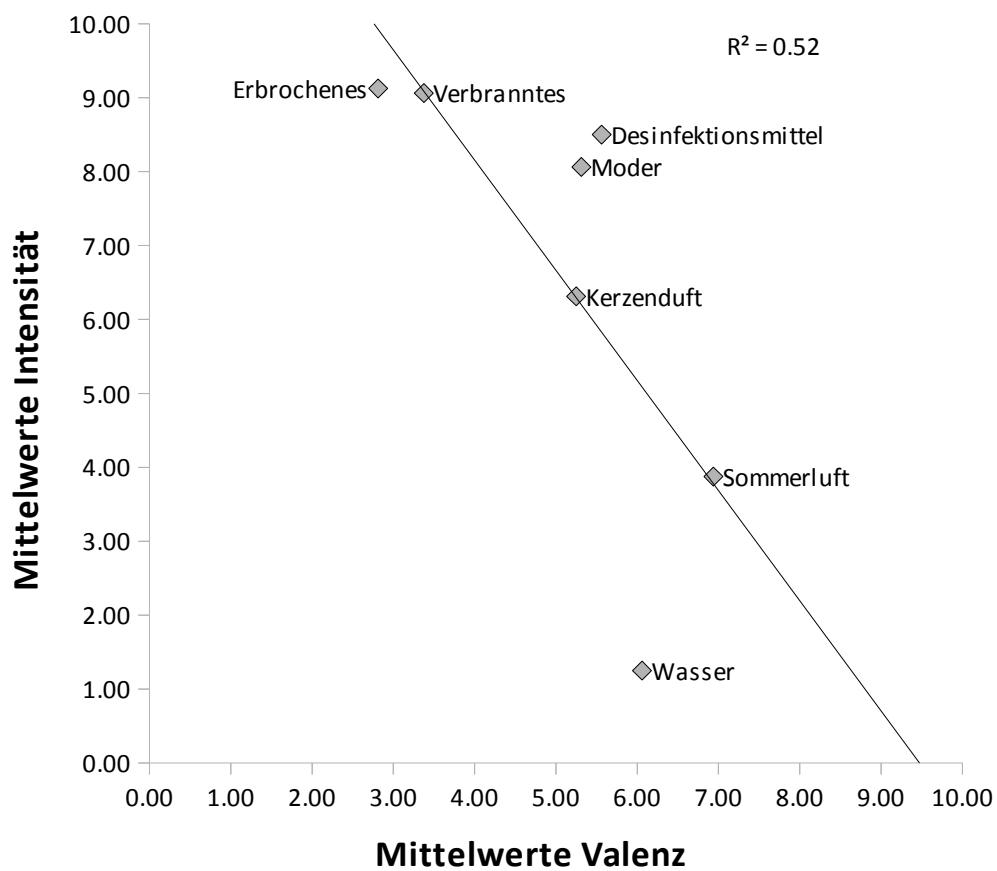


Abbildung 19: Korrelation zwischen den Mittelwerten der Intensität und den Mittelwerten der Valenz der 7 olfaktorischen Reize

### 3.2.3 Intensität

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p < 0.001$ ). Die Mittelwerte der Intensität sind in Abbildung 20 zu sehen.

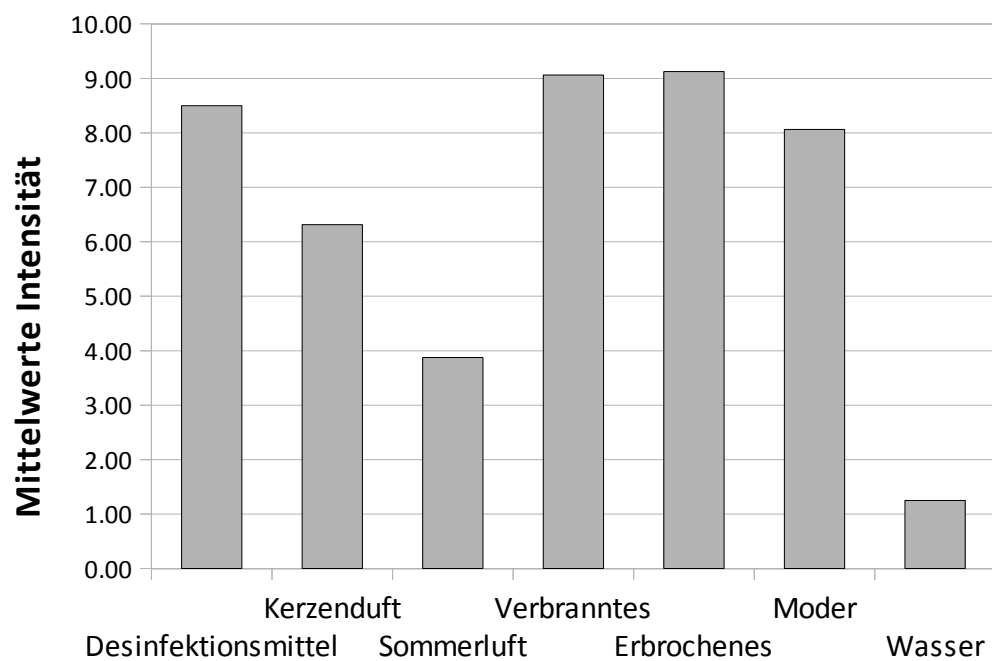


Abbildung 20: Mittelwerte der Intensität der 7 Duftreize

Die paarweisen Einzelvergleiche der Mittelwerte der Intensität, die mit dem LSD-Verfahren ein signifikantes Ergebnis lieferten, werden in Tabelle 9 dargestellt.

|                     | p<br>LSD-Verfahren |
|---------------------|--------------------|
| IntDes-IntKerze     | 0.004              |
| IntDes-IntSommer    | < 0.001            |
| IntDes-IntWasser    | < 0.001            |
| IntKerze-IntSommer  | 0.002              |
| IntKerze-IntVerbr   | < 0.001            |
| IntKerze-IntErbr    | < 0.001            |
| IntKerze-IntModer   | 0.010              |
| IntKerze-IntWasser  | < 0.001            |
| IntSommer-IntVerbr  | < 0.001            |
| IntSommer-IntErbr   | < 0.001            |
| IntSommer-IntModer  | < 0.001            |
| IntSommer-IntWasser | < 0.001            |
| IntVerbr-IntModer   | 0.034              |
| IntVerbr-IntWasser  | < 0.001            |
| IntErbr-IntModer    | 0.033              |
| IntErbr-IntWasser   | < 0.001            |
| IntModer-IntWasser  | < 0.001            |

*Tabelle 9: Signifikante Mittelwertsunterschiede der Intensität der 7 Geruchsstimuli*

Die Mittelwertvergleiche nach dem LSD-Verfahren differenzierten zwischen 4 Gruppen. Die Intensität von Wasser war am geringsten, gefolgt von Sommerluft und Kerzenduft. Die berichtete Intensität dieser Gerüche unterschied sich von jeweils allen anderen Gerüchen signifikant. Die Intensität von Moder, Desinfektionsmittel, Verbranntes und Erbrochenes unterschieden sich untereinander nicht signifikant. Diese 4 Gerüche wurden am intensivsten wahrgenommen.

Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen der Intensität und der Valenz der Gerüche ( $r = -0.723$ ,  $p = 0.067$ ) (s. Abb. 19). Diese Korrelation wurde jedoch hoch

signifikant, wenn durch eine partielle Korrelation für die Bekanntheit korrigiert wurde ( $r = -0.951$ ,  $p = 0.004$ ). Je intensiver ein Geruch war, desto unangenehmer wurde er bewertet.

Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen der Intensität und der Bekanntheit der Gerüche ( $r = 0.719$ ,  $p = 0.068$ ) (s. Abb. 21). Diese Korrelation wurde jedoch hoch signifikant, wenn durch eine partielle Korrelation für die Valenz korrigiert wurde ( $r = 0.950$ ,  $p = 0.004$ ). Je intensiver ein Geruch wahrgenommen wurde, desto bekannter war er.

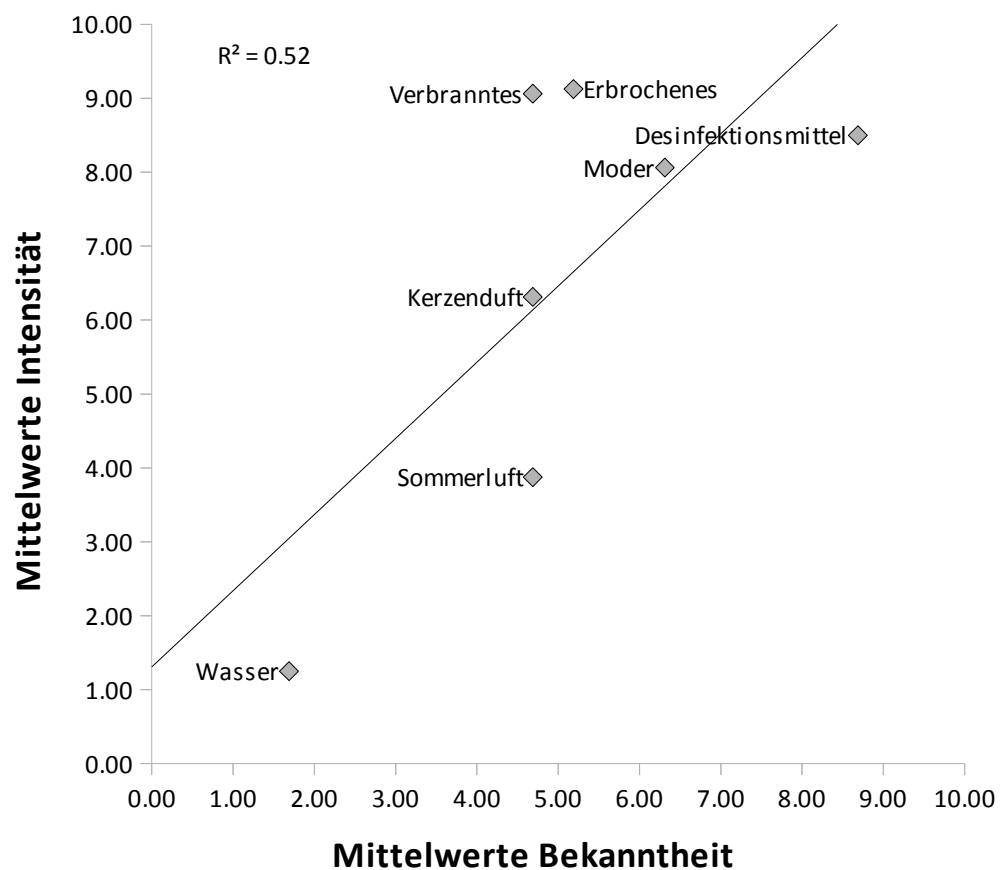


Abbildung 21: Korrelation zwischen den Mittelwerten der Intensität und den Mittelwerten der Bekanntheit der 7 Duftreize

### 3.2.4 Bekanntheit

Die einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Geruch (7 Faktorstufen) ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geruch (Greenhouse-Geisser  $p < 0.001$ ). Die Mittelwerte der Bekanntheit sind in Abbildung 22 zu sehen.

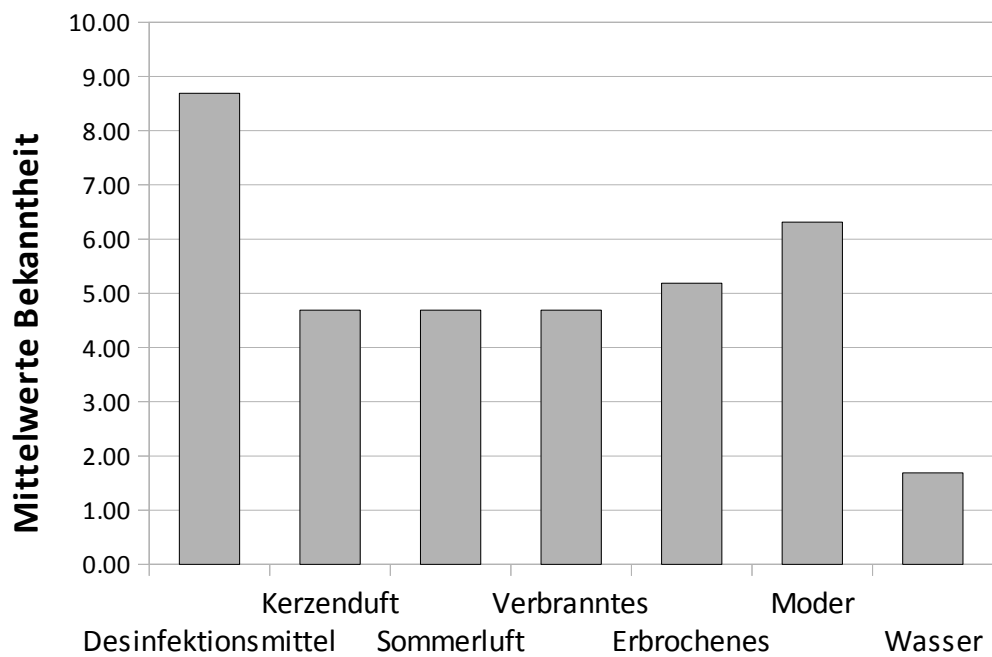


Abbildung 22: Mittelwerte der Bekanntheit der 7 Duftreize



Die paarweisen Einzelvergleiche der Mittelwerte der Bekanntheit, die mit dem LSD-Verfahren ein signifikantes Ergebnis lieferten, werden in Tabelle 10 dargestellt.

|                     | p<br>LSD-Verfahren |
|---------------------|--------------------|
| BekDes-BekKerze     | < 0.001            |
| BekDes-BekSommer    | < 0.001            |
| BekDes-BekVerbr     | < 0.001            |
| BekDes-BekErbr      | 0.001              |
| BekDes-BekModer     | 0.009              |
| BekDes-BekWasser    | < 0.001            |
| BekWasser-BekKerze  | < 0.001            |
| BekWasser-BekSommer | 0.001              |
| BekWasser-BekVerbr  | 0.001              |
| BekWasser-BekErbr   | 0.001              |
| BekWasser-BekModer  | < 0.001            |

*Tabelle 10: Signifikante Mittelwertsunterschiede der Bekanntheit der 7 Gerüche*

Die Mittelwertsvergleiche nach dem LSD-Verfahren differenzierten zwischen 3 Gruppen. Wasser war sehr wenig bekannt, Desinfektionsmittel war sehr bekannt. Die Gerüche Kerzenduft, Sommerluft, Verbranntes, Erbrochenes und Moder unterschieden sich hinsichtlich ihrer Bekanntheit nicht signifikant voneinander.

Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen der Bekanntheit und der Intensität der Gerüche ( $r = 0.719$ ,  $p = 0.068$ ) (s. Abb. 21). Diese Korrelation wurde jedoch hoch signifikant, wenn durch eine partielle Korrelation für die Valenz korrigiert wurde ( $r = 0.950$ ,  $p = 0.004$ ). Je intensiver ein Reiz wahrgenommen wurde, desto bekannter wurde er bewertet.

### 3.2.5 Benennung

Zur Auswertung der Benennung der Gerüche wurden die Fragebogendaten aller 30 Versuchspersonen herangezogen.

Der Geruch **Desinfektionsmittel** wurde von 24 Personen benannt. Bei 3 Personen gab es Mehrfachbenennungen. Den Duft Desinfektionsmittel nannten 13 Vpn (s. Tab. 11).

| Benennungen Desinfektionsmittel | Anzahl der Nennungen |
|---------------------------------|----------------------|
| Desinfektionsmittel             | 13                   |
| Alkohol                         | 4                    |
| Ethanol                         | 2                    |
| Wundbenzin                      | 2                    |
| Klebstoff                       | 1                    |
| Wodka                           | 1                    |
| Arztpraxis                      | 1                    |
| ähnlich Nagellackentferner      | 1                    |
| Isopropanol                     | 1                    |
| Arztpraxis                      | 1                    |

*Tabelle 11: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Desinfektionsmittel*

Der Geruch **Kerzenduft** wurde von 8 Personen benannt. Keine Vp assoziierte mit dem Geruch Kerzenduft. 5 Personen assoziierten diesen Geruch mit Blumen (s. Tab. 12).

| Benennungen Kerzenduft | Anzahl der Nennungen |
|------------------------|----------------------|
| Blume                  | 3                    |
| Banane                 | 1                    |
| Flieder                | 1                    |
| Lösungsmittel          | 1                    |
| Rosenduft              | 1                    |
| Zedernholz             | 1                    |

*Tabelle 12: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Kerzenduft*

Der Geruch **Sommerluft** wurde von 14 Personen benannt. Bei 2 Personen gab es Mehrfachbenennungen. Der Begriff Sommerluft wurde nicht genannt, allerdings zeigten die Benennungen einen Trend in Richtung des „grünen“ Geruchs (s. Tab. 13).

| Benennungen Sommerluft | Anzahl der Nennungen |
|------------------------|----------------------|
| Blumen                 | 3                    |
| Tanne                  | 2                    |
| Blumenwasser           | 2                    |
| Gras                   | 2                    |
| Tomate                 | 1                    |
| Nadelbäume             | 1                    |
| Rose                   | 1                    |
| Topfpflanze            | 1                    |
| Salat                  | 1                    |
| Blumenwiese            | 1                    |
| Grasschnitt            | 1                    |

*Tabelle 13: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Sommerluft*

Der Geruch **Verbranntes** wurde von 13 Personen benannt. Bei 2 Personen gab es Mehrfachbenennungen. Der Begriff Verbranntes wurde einmal genannt. 5 Personen benannten den Geruch mit assoziierten Begriffen (s. Tab. 14).

| Benennungen Verbranntes   | Anzahl der Nennungen |
|---------------------------|----------------------|
| Feuer                     | 2                    |
| Leder                     | 2                    |
| Holz                      | 2                    |
| Wald                      | 2                    |
| Verbranntes               | 1                    |
| Werkzeugschnüre           | 1                    |
| abgebrannte Streichhölzer | 1                    |
| Gummi                     | 1                    |
| Kerzenrauch               | 1                    |
| Grillanzünder             | 1                    |
| Salami                    | 1                    |
| wie beim Zahnarzt         | 1                    |

*Tabelle 14: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Verbranntes*

Der Geruch **Erbrochenes** wurde von 12 Personen benannt. Bei 2 Personen gab es Mehrfachbenennungen. 2 Vp nannten den Begriff Erbrochenes. 8 Personen assoziierten mit säuerlich-negativen Gerüchen (s. Tab. 15).

| Benennungen Erbrochenes | Anzahl der Nennungen |
|-------------------------|----------------------|
| Erbrochenes             | 2                    |
| Kaugummi                | 2                    |
| Schimmel                | 1                    |
| Vergorenes              | 1                    |
| Essig                   | 1                    |
| Baldrian                | 1                    |
| Schweiß                 | 1                    |
| Biomüll                 | 1                    |
| Magensäure              | 1                    |
| fruchtig                | 1                    |
| Ribisel                 | 1                    |
| Pfirsich                | 1                    |

*Tabelle 15: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Erbrochenes*

Der Geruch **Moder** wurde von 18 Personen benannt. Bei 3 Personen gab es Mehrfachbenennungen. Der Begriff Moder wurde 2 mal genannt . 7 Vpn assoziierten mit Erde, 6 mit Gemüse das im Erdboden wächst, sowie 3 mit Gemüseabfällen und Verdorbenem (s. Tab. 16).

| Benennungen Moder  | Anzahl der Nennungen |
|--------------------|----------------------|
| Erde               | 5                    |
| Moder              | 2                    |
| Rote Rüben         | 2                    |
| verfaulte Karotten | 1                    |
| frische Erde       | 1                    |
| feuchte Erde       | 1                    |
| Kompost            | 1                    |
| Reifen             | 1                    |
| Rotkraut           | 1                    |
| Biotonne           | 1                    |
| frischer Spargel   | 1                    |
| Blume              | 1                    |
| Keller             | 1                    |
| Karotte            | 1                    |
| schwarzer Rettich  | 1                    |

*Tabelle 16: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Moder*

**Wasser** wurde von 7 Personen benannt. 3 mal wurde der Begriff Wasser genannt (s. Tab. 17).

| Benennungen Wasser  | Anzahl der Nennungen |
|---------------------|----------------------|
| Wasser              | 3                    |
| Dezenter Handbalsam | 1                    |
| kein Geruch         | 1                    |
| Papier              | 1                    |
| Rose                | 1                    |

*Tabelle 17: Anzahl und Art der Benennung des Geruchs Wasser*

### 3.2.6 Emotionale Erinnerung

Der Geruch **Desinfektionsmittel** rief bei 19 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. Bei 7 Personen gab es Mehrfachbenennungen. Bis auf eine Ausnahme erinnerte dieser Geruch an Verletzung, Krankenhäuser, Arztpraxen und Apotheken (s. Tab. 18).

| Emotionale Erinnerung<br>Desinfektionsmittel | Anzahl der Nennungen |
|----------------------------------------------|----------------------|
| Krankenhaus                                  | 7                    |
| Kindheit                                     | 3                    |
| Arztbesuch                                   | 3                    |
| Arzt                                         | 2                    |
| Verletzung                                   | 2                    |
| Wunden                                       | 1                    |
| Zahnarzt                                     | 1                    |
| Verletzungen am Knie                         | 1                    |
| zur Wundreinigung als Kind                   | 1                    |
| Arztpraxis                                   | 1                    |
| Desinfektionsmittel                          | 1                    |
| Spitalsaufenthalt                            | 1                    |
| Gesicht putzen                               | 1                    |
| Apotheke                                     | 1                    |

*Tabelle 18: Anzahl und Art der durch den Geruch Desinfektionsmittel hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*



Der Geruch **Kerzenduft** rief bei 10 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. Eine Person konnte diese nicht benennen. Bei einer Person gab es eine Mehrfachbenennung. Der Begriff Kerzenduft wurde nicht genannt. Die Erinnerungen waren sehr unterschiedlich und reichten von sehr negativen bis positiven Assoziationen (s. Tab 19).

| Emotionale Erinnerung Kerzenduft | Anzahl der Nennungen |
|----------------------------------|----------------------|
| Labor                            | 2                    |
| Garten, im Gras liegen           | 1                    |
| Müllhalde                        | 1                    |
| Oma                              | 1                    |
| Sommer                           | 1                    |
| Duftlampen                       | 1                    |
| Wiese                            | 1                    |
| Estersynthese im Labor           | 1                    |

*Tabelle 19: Anzahl und Art der durch den Geruch Kerzenduft hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

Der Geruch Sommerluft rief bei 8 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. Eine Person konnte diese nicht benennen. Bei einer Person gab es eine Mehrfachbenennung. Der Begriff Sommerluft wurde nicht genannt, ein Trend in Richtung Natur und Freizeit ist sichtbar (s. Tab. 20).

| Emotionale Erinnerung Sommerluft | Anzahl der Nennungen |
|----------------------------------|----------------------|
| Weihnachten                      | 2                    |
| Weihnachtszeit                   | 1                    |
| Nadeln                           | 1                    |
| Wald                             | 1                    |
| Familienausflüge                 | 1                    |
| Blumenwiese                      | 1                    |
| Urlaub                           | 1                    |

*Tabelle 20: Anzahl und Art der durch den Geruch Sommerluft hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

Der Geruch Verbranntes rief bei 10 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. 2 Personen konnten diese nicht benennen. Bei einer Person gab es eine Mehrfachbenennung. 2 Personen nannten mit Verbranntem assoziierte Begriffe (s. Tab. 21).

| Emotionale Erinnerung Verbranntes | Anzahl der Nennungen |
|-----------------------------------|----------------------|
| Lagerfeuer                        | 1                    |
| Brand                             | 1                    |
| Holzmöbel                         | 1                    |
| Weihnachten                       | 1                    |
| Geburtstage                       | 1                    |
| Schuster                          | 1                    |
| Praxis eines Orthopäden           | 1                    |
| Radfahren                         | 1                    |
| Krankenhaus                       | 1                    |

*Tabelle 21: Anzahl und Art der durch den Geruch Verbranntes hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

Der Geruch Erbrochenes rief bei 9 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. 2 Personen konnten diese nicht benennen. Bei einer Person gab es eine Mehrfachbenennung. Keine Person nannte den Begriff Erbrochenes. Die Erinnerungen zeigen Assoziationen mit Verderb und Apotheke (s. Tab. 22).

| Emotionale Erinnerung Erbrochenes           | Anzahl der Nennungen |
|---------------------------------------------|----------------------|
| Verdorbenes Essen                           | 1                    |
| Abfälle                                     | 1                    |
| Apotheke                                    | 1                    |
| Baldriantropfen in Kindheit zum Einschlafen | 1                    |
| Praktikum in der Apotheke                   | 1                    |
| Krankheit                                   | 1                    |
| Kindheit                                    | 1                    |
| Hilflosigkeit                               | 1                    |

*Tabelle 22: Anzahl und Art der durch den Geruch Erbrochenes hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

Der Geruch Moder rief bei 13 Personen eine emotionale Erinnerung hervor. Der Begriff Moder wurde nicht genannt. Die Erinnerungen zeigten einen Trend in Richtung Natur und Erde (s. Tab. 23).

| Emotionale Erinnerung Moder                                         | Anzahl der Nennungen |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Wald                                                                | 2                    |
| Frühling                                                            | 1                    |
| alte Menschen                                                       | 1                    |
| Essen im Kindergarten                                               | 1                    |
| Garten                                                              | 1                    |
| umtopfen und einpflanzen                                            | 1                    |
| Grillerei                                                           | 1                    |
| eigener Biomülleimer                                                | 1                    |
| Friedhof                                                            | 1                    |
| essen                                                               | 1                    |
| Hustensaft aus schwarzem Rettich und Kandiszucker als Kind bekommen | 1                    |
| Schwammerlsuchen                                                    | 1                    |

*Tabelle 23: Art und Anzahl der durch den Geruch Moder hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

Wasser rief bei 3 Personen eine emotionale Erinnerung hervor , wobei alle mit Wasser direkt in Verbindung gebracht wurden (s. Tab. 24).

| Emotionale Erinnerung Wasser | Anzahl der Nennungen |
|------------------------------|----------------------|
| waschen                      | 1                    |
| Wasser trinken               | 1                    |
| trinken                      | 1                    |

*Tabelle 24: Anzahl und Art der durch den Geruch Wasser hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen*

## 4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mit Hilfe von ausgewählten Stadtgerüchen die Basisemotionen Freude, Angst, Trauer, Wut, Ekel und Überraschung bei 15 weiblichen und 15 männlichen Probanden hervorzurufen. Unter Verwendung der physiologischen Kennwerte Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit, Atemfrequenz, Muskelaktivität im Unterarm, Lidschlagfrequenz, Herzschlagfrequenz sowie Herzschlagfrequenzvariabilität wurde die Reaktion des autonomen Nervensystems auf die emotionalen Duftreize erfasst. Basierend auf den autonomen Reaktionen und in Anlehnung an eine Studie von Vernet-Maury et al. (1999) wurde versucht, die für Emotionen spezifischen Reaktionsmuster zu erkennen. Dieser Versuch scheiterte, da durch die ausgewählten Gerüche die verschiedenen Basisemotionen nicht genügend differenziert werden konnten und somit keine spezifischen Reaktionsmuster erkennbar wurden.

Die Auswertung der einzelnen **physiologischen Parameter** zeigte für die Hautleitfähigkeit und die Herzschlagfrequenzvariabilität signifikante Unterschiede.

Die signifikanten Mittelwertsunterschiede der **Amplitudenhöhe der Hautleitfähigkeit** sowie die negative Korrelation zwischen der Amplitudenhöhe und der Valenz der Gerüche zeigten, dass dieser Parameter geeignet war, um unangenehme von angenehmen Gerüchen zu unterscheiden. Die Hautleitfähigkeitsamplituden unter Einfluss von Sommerluft waren kleiner als die Amplituden, die durch die Gerüche Erbrochenes und Verbranntes hervorgerufen wurden. Die Schweißdrüsen werden nur vom Sympathikus innerviert und die Höhe der Hautleitfähigkeitsreaktion ist ein Maß für dessen Aktivierung (Critchley, 2002; Sequeira et al., 2009). Somit deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass die Gerüche Erbrochenes und Verbranntes zu einer stärkeren Sympathikusaktivierung als die anderen Gerüche geführt haben. Die Valenz

von Sommerluft wurde eindeutig positiver als die von Erbrochenes und Verbranntes bewertet. Somit riefen unangenehme Gerüche größere Amplitudenhöhen als angenehme Gerüche hervor. Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen von Brand et al. (2000) und Delplanque et al. (2009) überein. Das Ergebnis einer Studie von Møller & Dijksterhuis (2003) widerspricht dieser Aussage und stellt die These auf, dass die Höhe der Amplitude nicht von der Valenz der Gerüche, sondern von deren Intensität abhängig ist. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich ein hoch signifikanter Zusammenhang der Amplitudenhöhe mit der Valenz, der nicht durch die Intensität beeinflusst wurde. Es konnte auch kein direkter Zusammenhang zwischen der Amplitudenhöhe und der Intensität festgestellt werden. Somit kann ein Einfluss der Intensität auf die Amplitudenhöhe eindeutig ausgeschlossen werden.

Die Mittelwerte der **Herzschlagfrequenzvariabilität** unterschieden sich nicht voneinander. Es zeigte sich jedoch ein Zusammenhang zwischen der Herzschlagfrequenzvariabilität und der Intensität der Gerüche. Intensive Gerüche führten zu einem geringeren Herzratenvariabilitätsanstieg bzw. sogar zu einem Abfall im Vergleich zum Prästimuluswert. Gering intensive Duftstimuli erhöhten die Herzratenvariabilität im Vergleich zum Prästimuluswert stärker als die intensiven Gerüche. Diese Korrelation bedarf jedoch weiterer Untersuchungen. Denn wenn man den Einfluss der Valenz auf diesen Zusammenhang durch partielle Korrelation entfernte, war kein Zusammenhang mehr sichtbar. Somit schien hier auch die Valenz einen starken Einfluss auf die Herzschlagfrequenzvariabilität zu haben, obwohl kein direkter Zusammenhang sichtbar wurde.

Die **Auswertung der Fragebögen** zeigte, dass die **Emotionen** Überraschung, Wut, Trauer und Angst mit keinem Geruch signifikant assoziiert wurden. Die Gerüche Kerzenduft und Sommerluft wurden spezifisch der positiven Emotion Freude zugeordnet, die Gerüche Verbranntes und Erbrochenes spezifisch der negativen

Emotion Ekel.

Die Auswertung der **Valenz** der Gerüche zeigte ähnliche Ergebnisse. Als negativ wurden die Gerüche Erbrochenes und Verbranntes beurteilt. Sie unterschieden sich signifikant von allen anderen Gerüchen. Die Gerüche Kerzenduft und Sommerluft wurden hinsichtlich der Valenz sehr positiv bewertet. Die ANOVA zeigte zwar keine signifikanten Unterschiede der Mittelwerte von Kerzenduft, Sommerluft, Desinfektionsmittel, Moder und Wasser untereinander, jedoch eine signifikante Abgrenzung der Werte zu Erbrochenem und Verbranntem.

Somit wurden die als negativ empfundenen Gerüche mit der Emotion Ekel, die als positiv bewerteten Düfte mit der Emotion Freude assoziiert. Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen von Alaoui-Ismaïli et al. (1997a) überein. In dieser Studie wurden durch die Probanden die als angenehm empfundenen Gerüche mit den positiven Emotionen Freude und Überraschung, die als unangenehm empfundenen Düfte mit den negativen Emotionen Ekel und Wut assoziiert. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass in den Studien von Vernet-Maury et al. (1999) und Alaoui-Ismaïli et al. (1999a) die verbalen Antworten der Probanden mit den autonomen Antworten nicht immer übereinstimmten. So wurden bei Alaoui-Ismaïli et al. (1999a) die unangenehmen Gerüche oft mit der Emotion Ekel assoziiert, die autonomen Antworten deuteten jedoch auf die Emotion Wut hin. Diese Erkenntnisse wurden bei der Auswertung der autonomen Reaktionen in der vorliegenden Studie berücksichtigt. Dennoch konnten bei den einzelnen Probanden keine spezifischen autonomen Reaktionsmuster mit Hilfe der verwendeten physiologischen Parameter festgestellt werden.

Hinsichtlich der **Intensität** unterschieden sich die wenig intensiven Gerüche Wasser, Sommerluft und Kerzenduft signifikant untereinander und von den als intensiver wahrgenommenen Gerüchen Moder, Desinfektionsmittel, Verbranntes und Erbrochenes.

Der Zusammenhang zwischen der Valenz und der Intensität wurde erst sichtbar, wenn der Einfluss der Bekanntheit herausgenommen wurde. Somit wurden intensivere Gerüche unangenehmer empfunden als wenig intensive. Jedoch wurde in dieser Studie jeder Reiz immer in der gleichen Intensität dargeboten. Der Reiz Erbrochenes war immer sehr intensiv, Sommerluft wenig intensiv. Um die Korrelation der Valenz mit der Intensität zu untersuchen, müssten die einzelnen Düfte in verschiedenen Intensitäten dargeboten werden und untersucht werden, ob sich die Valenz eines Duftes durch die Intensität verändert. Anderson et al. (2003), Bensafi et al. (2002) und Winston et al. (2005) berichteten, dass die subjektive Bewertung der Valenz eines Geruches nicht von dessen Intensität abhängt. Somit deutet die partielle Korrelation zwar auf eine Korrelation der Valenz mit der Intensität hin, durch den Versuchsaufbau kann dieses Ergebnis jedoch nicht als signifikant bewertet werden.

Die Auswertung der **Valenz** und **Intensität** der Geruchsreize zeigte, dass die Gerüche Sommerluft und Kerzenduft, die verbal signifikant der Emotion Freude zugeordnet wurden, hinsichtlich der Valenz positiv und hinsichtlich der Intensität gering intensiv bewertet wurden. Die Valenz des Geruches Desinfektionsmittel und Wasser war zwar höher als die Valenz des Geruches Kerzenduft, jedoch nicht signifikant. Die hohe Bewertung der Valenz des Geruchs Desinfektionsmittel ist eventuell auf die unterschiedliche **emotionale Erinnerung** der Versuchspersonen zurückzuführen. Diese berichteten zwar, dass der Geruch sie an Krankenhaus- und Arztbesuche erinnerte, diese Erinnerung schien aber nicht zwingend negativ behaftet zu sein. Der Geruch Desinfektionsmittel wurde mit den verschiedensten positiven und negativen Emotionen assoziiert. Die durch den Geruch hervorgerufenen Emotionen und die dadurch berichtete Valenz standen sehr wahrscheinlich stark mit der emotionalen Erinnerung und somit dem individuellen Hintergrund der Versuchsperson in Zusammenhang.

Die Gerüche Erbrochenes und Verbranntes, die mit der Emotion Ekel spezifisch



assoziiert wurden, wurden hinsichtlich der Valenz negativ und hinsichtlich der Intensität als sehr intensiv bewertet. Da sich die beiden Gerüche hinsichtlich der Intensität nicht signifikant vom Geruch Desinfektionsmittel unterschieden, scheint die Intensität nicht ausschlaggebend für die Assoziation mit der Emotion Ekel zu sein.

Die olfaktorischen Reize unterschieden sich stark in der berichteten **Bekanntheit**. Der Geruch Desinfektionsmittel wurde signifikant als am bekanntesten bewertet und wurde am häufigsten benannt. Im Gegensatz dazu wurde die Bekanntheit des Wassers als sehr gering eingestuft und nur wenige Probanden wussten diesen Geruch zu benennen. Da sich beide Gerüche sehr stark in ihrer Intensität unterschieden, stellte sich die Frage, ob die Bekanntheit von der Intensität abhängig war. Der Zusammenhang zwischen der Intensität und der Bekanntheit der Düfte war selbst nicht signifikant. Wenn man den Einfluss der Valenz weg rechnete, zeigte sich eine eindeutige Korrelation zwischen Bekanntheit und Intensität. In Abhängigkeit der Konzentrationen eines Geruchs werden verschiedene Geruchsschwellen unterschieden (Hatt, 2006). Das geruchlose Wasser kann nicht wahrgenommen werden. Somit kann dieser Geruch nicht bekannt sein. Die Konzentration der anderen Gerüche lag oberhalb der Erkennungsschwelle. Oberhalb dieser Konzentration kann ein Duft spezifisch benannt werden. Jedoch variieren diese Schwellenwerte inter- und intraindividuell, was einen Einfluss auf die Bekanntheit der Gerüche gehabt haben könnte. Einen weiteren Einfluss könnte auch die Zusammensetzung der Gerüche gehabt haben. Sie wurden durch die Character Impact Compounds bzw. maximal drei dieser Komponenten dargestellt. Gerüche, die uns im Alltag umgeben, sind meist komplexe Mischungen verschiedenster Duftmoleküle und nicht einzelne Molekülarten. Dies könnte mitunter ein Grund dafür sein, dass ein in der Natur komplexer Geruch wie Sommerluft durch die verwendete Komposition nicht als bekannt wahrgenommen wurde.

Die Auswertung der **Benennung** zeigte, dass der Geruch Desinfektionsmittel am häufigsten richtig benannt wurde. Die anderen olfaktorischen Reize wurden wenig bis

nie richtig benannt. Der Geruchsreiz Kerzenduft, eine an Bienenwachs erinnernde Komposition, wurde am häufigsten mit dem Geruch von Blumen assoziiert. Für den Geruch Sommerluft, der Blätteralkohol enthielt, zeigten die Benennungen einen Trend in Richtung des „grünen“ Geruchs. Verbranntes wurde mehrfach mit assoziierten Begriffen, wie z.B. Kerzenrauch benannt. Die Benennungen für Erbrochenes tendierten zu negativ-säuerliche Gerüche. Die Antworten für Moder gingen in Richtung Erde und Gemüse.

Die Gerüche konnten in dieser Studie, bis auf die Ausnahme Desinfektionsmittel, nicht oft benannt werden. Gerüche sind im Allgemeinen schwer zu benennen (Birbaumer & Schmidt, 2003). Ein weiterer Grund könnte sein, dass das Erkennen eines Geruches im Alltag durch zusätzliche visuelle, akustische und haptische Reize mitbestimmt wird. Durch den Versuchsaufbau wurden diese Einflüsse bewusst ausgeschaltet. Auch hier ist wieder anzumerken, dass die natürliche Zusammensetzung von Stadtgerüchen meist viel komplexer als die verwendeten Duftstimuli sind. Fraglich ist, ob durch ein besseres Erkennen der einzelnen Gerüche die Basisemotionen eindeutiger hervorgerufen worden wären. Dem widerspricht, dass das oft erkannte Desinfektionsmittel keiner Basisemotion eindeutig zugeordnet wurde. Hier schienen die hervorgerufenen Emotionen sehr stark vom individuellen, autobiografischen Hintergrund und der damit verbundenen emotionalen Erinnerung abhängig zu sein.

Die vorliegende Untersuchung des Einflusses subjektiv bedeutsamer Gerüche auf physiologische Kennwerte für Basisemotionen konnte keine spezifischen Reaktionsmuster der untersuchten physiologischen Kennwerte aufzeigen.

Die Gerüche riefen zwar Emotionen hervor. Diese waren aber augenscheinlich sehr stark von der individuellen Vergangenheit und den daraus resultierenden emotionalen Erinnerungen abhängig.

Mit Hilfe der Hautleitfähigkeit ließen sich hinsichtlich der Valenz die angenehmen von den unangenehmen Gerüchen eindeutig unterscheiden. Zudem zeigte sich eine negative Korrelation zwischen der Herzschlagvariabilität und der Intensität der Gerüche. Dieser Zusammenhang wurde jedoch stark von der Valenz beeinflusst.

## 5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung des Einflusses subjektiv bedeutsamer Gerüche auf physiologische Indikatoren des autonomen Nervensystems für Basisemotionen. Die Gerüche Desinfektionsmittel, Kerzenduft, Sommerluft, Verbranntes, Erbrochenes und Moder wurden in einer Umfrage in Wien mit den sechs Basisemotionen Angst, Überraschung, Freude, Wut, Ekel und Trauer assoziiert. Basisemotionen erzeugen typische Reaktionsmuster des autonomen Nervensystems. Die autonomen Reaktionen auf die Geruchsstimuli wurden mit Hilfe der physiologischen Kennwerte Hauttemperatur, Hautleitfähigkeit, Atemfrequenz, Aktivität der Unterarmmuskulatur, Lidschlagfrequenz, Herzschlagfrequenz und Herzschlagfrequenzvariabilität erfasst. Die subjektiven Assoziationen der Gerüche mit den Basisemotionen, deren Valenz, Intensität und Bekanntheit sowie die durch die Düfte hervorgerufenen emotionalen Erinnerungen wurden durch einen Fragebogen festgehalten. Mit diesen Ergebnissen wurde versucht, ein für Basisemotionen typisches Reaktionsmuster des autonomen Nervensystems aufzuzeigen und die Wirkung dieser Gerüche auf die Versuchspersonen zu ermitteln.

Die Untersuchung erfolgte mit 15 weiblichen und 15 männlichen gesunden Nichtraucher im Alter von 18 bis 34 Jahren. Sie bestand aus zwei Einzelsitzungen. In einer Voruntersuchung wurde mit Hilfe eines standardisierten Tests das Riechvermögen der Versuchspersonen geprüft. Während der Hauptuntersuchung wurden den Personen die Gerüche durch Riechstreifen präsentiert. Gleichzeitig wurden die physiologischen Kennwerte aufgezeichnet. Im Anschluss erfolgte die subjektive Bewertung des Duftes.

Die statistische Auswertung der Auswirkungen der sechs Gerüche und des Kontrollstimulus Wasser erfolgte mittels einfaktorieller Varianzanalysen für wiederholte

Messungen (ANOVA) und anschließenden post-hoc Tests mit LSD- und Bonferroni-Korrektur. Korrelationen wurden mittels 2-seitigem Pearson-Test sowie partieller Korrelation berechnet.

Die Auswertung der autonomen Antworten zeigte für die Hautleitfähigkeit, dass sich die Amplitudenhöhen der Gerüche Verbranntes und Erbrochenes eindeutig von der Amplitudenhöhe des Duftes Sommerluft unterschieden. Es war auch ein Zusammenhang der Amplitudenhöhe mit der Valenz zu beobachten. Je niedriger die Valenz des Duftreizes war, desto größer war die Amplitudenhöhe der hervorgerufenen Hautleitfähigkeitsreaktion.

Subjektiv wurden die Gerüche Kerzenduft und Sommerluft mit der Basisemotion Freude, die Gerüche Verbranntes und Erbrochenes mit der Emotion Ekel assoziiert. Die Valenz der Gerüche Verbranntes und Erbrochenes wurde am negativsten bewertet. Hinsichtlich der wahrgenommenen Intensität unterschieden sich die wenig intensiven Duftstimuli Sommerluft und Kerzenduft von den intensiveren Düften Moder, Desinfektionsmittel, Verbranntes und Erbrochenes. Der bekannteste Duft war Desinfektionsmittel.

Unter Berücksichtigung aller physiologischen Indikatoren und subjektiver Assoziationen konnte kein, für Basisemotionen typisches, autonomes Reaktionsmuster der Versuchspersonen für die verschiedenen Geruchsstimuli beobachtet werden.

## Abstract

The present study tested the effect of subjectively-connoted odours on parameters of the autonomic nervous system associated with basic emotions. A survey with Viennese subjects identified the odours disinfectant, candle flavour, summer air, burnt, vomit and mustiness as related with the six basic emotions fear, surprise, happiness, anger, disgust and sadness. As basic emotions elicit a specific autonomic nervous system pattern, the physiological parameters skin temperature, skin conductance, breathing rate, fore arm muscle activity, blinking rate, heart rate and heart rate variability were recorded. Furthermore, the subjects were asked about their subjective associations of the odour with the basic emotions, the valence, the intensity and the familiarity of the odours. They should also tell about specific emotional memories they associated with the odours. On the basis of this results, specific nervous system patterns for these emotions and the influence of the odours on the subjects should be evaluated.

The subjects were 30 healthy non-smokers (15 women and 15 men) aged between 18 and 34 years. Each subject underwent two sessions. The first session aimed to ensure an intact sense of smell in the subjects. In the second session, the physiological parameters were recorded during the intermittent presentation of the odours to the subjects. After this session, the subjects evaluated the odours by using a questionnaire.

Statistical analyses were carried out using one-way repeated measures analysis of variance (ANOVA) with the post-hoc t-test with least significant difference (LSD) or Bonferroni-correction. Correlations were tested with 2-way Pearson-test and partial correlation.

Data evaluation showed differences of the ANS parameter skin conductance. The amplitudes of the odours burnt and vomit differed from the amplitude of the odour summer air. There was also a correlation between the height of the amplitudes and the valence of the odours. Unpleasant odours elicited higher amplitudes than pleasant

odours did.

The analysis of the questionnaires showed that the odours candle flavour and summer air were associated with the basic emotion happiness; burnt and vomit with disgust. The most negative evaluated odours were burnt and vomit. Summer air and candle flavour had the lowest intensity and differed from the more intense odours mustiness, disinfectant, burnt and vomit. The most familiar odour was disinfectant.

In consideration of all physiological parameters and subjective associations, no specific ANS-patterns for basic emotions could be observed.

## 6 Literaturverzeichnis

ALAOUI-ISMAILI O, ROBIN O, RADA H, DITTMAR A, VERNET-MAURY E. Basic emotions evoked by odorants: comparison between autonomic responses and self-evaluation. *Physiology & Behavior* 1997a; 62(4): 713-720.

ALAOUI-ISMAILI O, VERNET-MAURY E, DITTMAR A, DELHOMME G, CHANEL J. Odor hedonics: connection with emotional response estimated by autonomic parameters. *Chemical Senses* 1997b; 22(3): 237-248.

ALBRECHT J, WIESMANN M. The human olfactory system. Anatomy and physiology. *Der Nervenarzt* 2006; 77(8): 931-939.

ANDERSON A K, CHRISTOFF K, STAPPEN I, PANITZ D, GHAREMANI D G, GLOVER G, GABRIELI J D, SOBEL N. Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction. *Nature Neuroscience* 2003; 6(2): 196-202.

ARISTOTELES. In: *Biologische Psychologie*. (Schandry R.) Beltz Psychologie Verlags-Union, Weinheim, 2006; 156.

Bedienungsanleitung Riechstifte Sniffin' Sticks. Burghart Medizintechnik, D-22880 Wedel, [www.burghart.net](http://www.burghart.net).

BENSAFI M, ROUBY C, FARGET V, BERTRAND B, VIGOUROUX M, HOLLEY A. Autonomic nervous system responses to odours: the role of pleasantness and arousal. *Chemical Senses* 2002; 27(8): 703-709.

BIRBAUMER N, SCHMIDT R F. *Biologische Psychologie*. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003.

BORTZ J. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2005.



BOUCSEIN W. Parametrisierung elektrodermalen Aktivität. In: Elektrodermale Aktivität . Springer Verlag, Berlin- Heidelberg, 1988; 155- 191.

BRAND G, MILLOT J L, BIJU C. Comparison between monorhinal and birhinal olfactory stimulations in bilateral electrodermal recordings. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Serie III 2000; 323(11): 959-965.

CHRISTIE I C, FRIEDMAN B H. Autonomic specificity of discrete emotion and dimensions of affective space: a multivariate approach. International Journal of Psychophysiology 2004; 51(2): 143-153.

CARLSON N R. Physiologische Psychologie. Pearson Studium, München, 2004.

COLLET C, VERNET-MAURY E, DELHOMME G, DITTMAR A. Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions. Journal of the Autonomic Nervous System 1997; 62(1-2): 45-57.

CRITCHLEY H D. Electrodermal responses: what happens in the brain. The Neuroscientist 2002; 8(2): 132-142.

DAWSON M E, SCHELL A M, FILION D L. The electrodermal system. In: Handbook of psychophysiology (Cacioppo J T, Tassinari L G, Berntson G G Hrsg.). Cambridge University Press, New York, 2000; 159- 180.

DELPLANQUE S, GRANDJEAN D, CHREA C, COPPIN G, AYMARD L, CAYEUX I, MARGOT C, VELAZCO M I, SANDER D, SCHERER K R. Sequential unfolding of novelty and pleasantness appraisals of odors: evidence from facial electromyography and autonomic reactions. Emotion 2009; 9(3): 316-328.

EKMAN P, LEVENSON R W, FRIESEN W V. Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. Science 1983; 221(4616): 1208-1210.

EKMAN P. An argument for basic emotions. Cognition & Emotion 1992; 6: 169- 200.

FAHRENBERG J W P, FOERSTER F, MYRTEK M, MÜLLER W. Psychophysiologische Aktivierungsforschung : Ein Beitrag zu den Grundlagen der multivariaten Emotions- und Stress- Theorie. Minerva Publikation Saur GmbH, München, 1979.

FÖRSTER-STREUFFLER T. Die Verbindung zwischen Gerüchen und Emotionen im autobiographischen Gedächtnis. Diplomarbeit Universität Wien, im Druck.

GOLDSTEIN E B. Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. In: Wahrnehmungspsychologie (Ritter M, Hrsg). Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg-Berlin, 2002; 569- 608.

GRAMANN K. SCHANDRY R. Psychophysiologie, Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens. Beltz Verlag, Weinheim-Basel, 2009.

HATT H. Geruch. In: Neuro- und Sinnesphysiologie (Schmidt R F, Schaible H G, Hrsg). Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006; 340- 351.

KREIBIG S D, WILHELM F H, ROTH W T, GROSS J J. Cardiovascular, electrodermal, and respiratory response patterns to fear- and sadness-inducing films. Psychophysiology 2007; 44(5): 787-806.

LABAR K S, CABEZA R. Cognitive neuroscience of emotional memory. Nature Reviews Neuroscience 2006; 7(1): 54-64.

LAMMERS C H. Neurobiologie von Emotionen. In: Emotionsbezogene Psychotherapie, Schattauer Verlag, Stuttgart, 2006; 61-73.

MALNIC B, HIRONO J, SATO T, BUCK L B. Combinatorial receptor codes for odors. Cell 1999; 96(5): 713-723.

MCGAUGH JL, CAHILL L. Emotion and Memory: central and peripheral contributions. In: Handbook of Affective Sciences (Davidson RJ, Scherer KR, Goldsmith HH) Oxford University Press, New York, 2003; 93- 116.

MOLLER P, DIJKSTERHUIS G. Differential human electrodermal responses to odours. *Neuroscience Letters* 2003; 346(3): 129-132.

MP 100 System Guide, Reference Manual Version 3.3.2. for MP 100 Hardware and *AcqKnowledge*® Software, Biopac Systems, Inc. (1998)

RAINVILLE P, BECHARA A, NAQVI N, DAMASIO A R. Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. *International Journal of Psychophysiology* 2006; 61(1): 5-18.

SACHS L. *Angewandte Statistik*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1997: 570-576.

SCHANDRY R. *Lehrbuch der Psychophysiologie*, Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1996.

SCHANDRY R. *Biologische Psychologie*. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim, 2006.

SEQUEIRA H, HOT P, SILVERT L, DELPLANQUE S. Electrical autonomic correlates of emotion. *International Journal of Psychophysiology* 2009; 71(1): 50-56.

STERN R M, RAY W J , QUIGLEY K S. Eyes: Pupillography and Electrooculography. In: *Psychophysiological recording*. Oxford University Press, New York, 2001; 125- 141.

TIMISCHL W. *Biostatistik. Eine Einführung für Biologen und Mediziner*. Springer Verlag, Wien, 2000.

VELDEN M. *Psychophysiologie. Eine kritische Einführung*. Quintessenz Verlags- GmbH, München, 1994.

VERNET-MAURY E, ALAOUI-ISMAILI O, DITTMAR A, DELHOMME G, CHANEL J. Basic emotions induced by odorants: a new approach based on autonomic pattern results. *Journal of the Autonomic Nervous System* 1999; 75(2-3): 176-183.

WEIßINGER C. Reduktion der Komplexität olfaktorischer Stimuli anhand chemischer und organoleptischer Gesichtspunkte. Diplomarbeit, Universität Wien, 2009.

WINSTON J S, GOTTFRIED J A, KILNER J M, DOLAN R J. Integrated neural representations of odor intensity and affective valence in human amygdala. The Journal of Neuroscience 2005; 25(39): 8903-8907.

WOLFENSBERGER M, SCHNIEPER I. Sniffin'Sticks: a new system for olfactory assessment in routine clinical practice. HNO 1999; 47(7): 629-636.

*Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.*

## 7 Anhänge

### 7.1 Anhang 1

#### Zusammensetzung der für die vorliegende Untersuchung ausgewählten Stadtgerüche und der Blindprobe Wasser

| Basisemotion   | Geruch              | Zusammensetzung                                                                                                                                                                                           |
|----------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Angst        | Desinfektionsmittel | Isopropanol:PG (1:1)                                                                                                                                                                                      |
| 2 Überraschung | Kerzenduft          | Phenylelessigsäuremethylester:PG (1:200)                                                                                                                                                                  |
| 3 Freude       | warme Sommerluft    | cis-3-Hexen-1-ol:PG (1:1000)                                                                                                                                                                              |
| 4 Wut          | Verbranntes         | Guajacol:PG (1:10)                                                                                                                                                                                        |
| 5 Ekel         | Erbrochenes         | <u>Vorbereitung:</u><br>A8 = Buttersäure:PG (1:10 )<br>B8 = Isovaleriansäure:PG (1:10)<br>C8 = Salzsäure 36 %<br><br><u>Mischung:</u><br>2 Teile A8<br>7 Teile B8<br>1 Teil C8                            |
| 6 Angst        | Moder               | <u>Vorbereitung:</u><br>A6 = Geosmin/Methanol:Ethanol 96 %<br>(1:10000)<br>B6 = 2-Methoxy-3,(5 od. 6) isopropyl-<br>pyrazin:Ethanol 96 %<br>(1:1000 )<br><br><u>Mischung:</u><br>9 Teile A6<br>1 Teile B6 |
| 7 Blindprobe   | Wasser              | Leitungswasser                                                                                                                                                                                            |

Tabelle 25: Zusammensetzung und Mischungsverhältnisse der 7 verwendeten Geruchsreize (vgl. Weißinger, 2009); PG: Propylenglykol

## **7.2 Anhang 2**

### **Datenblatt der Voruntersuchung**

#### **Sniffing Sticks**

Datum, Uhrzeit:

Name:

Alter:

Geschlecht:

Beruf:

Email- Adresse:

Telefonnummer:

Rauchen:

Medikamente:

Allergien:

Der Patient bewertet die eigene Geruchssensibilität als

- 1 unauffällig
- 2 vermindert
- 3 erhöht

---

#### **Ergebnisse:**

Diskriminationstest: (Sollwert 11-16)

Identifikationstest: (Sollwert 13-16 )

### **7.3 Anhang 3**

#### **Beispiel einer randomisierten Applikation der Gerüche für eine Versuchsperson**

Datum, Uhrzeit:

Name:

Set #1:

1, 5, 6, 2, 7, 4, 3

Set #2:

6, 1, 4, 5, 3, 2, 7

Set #3:

5, 6, 2, 7, 1, 3, 4

Set #4:

2, 6, 4, 3, 1, 5, 7

Set #5:

3, 1, 2, 7, 5, 4, 6

## 7.4 Anhang 4

### Fragebogen zum applizierten Geruch

Sehr geehrter Teilnehmer, sehr geehrte Teilnehmerin!

Wir werden Ihnen gleich 6 Düfte präsentieren und bitten Sie, jeden einzelnen auf den folgenden 10-teiligen Skalen zu bewerten. Kreuzen Sie dazu bitte – möglichst spontan – die zutreffende Zahl auf jeder Skala an.

#### Duft x

Mit welcher Basisemotion assoziieren Sie diesen Duft?

Ekel

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Freude

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Trauer

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Wut

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Überraschung

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Angst

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |



Wie angenehm ist dieser Duft?

|                 |   |   |   |   |               |   |   |   |    |
|-----------------|---|---|---|---|---------------|---|---|---|----|
| 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6             | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr unangenehm |   |   |   |   | sehr angenehm |   |   |   |    |

Wie intensiv ist dieser Duft?

|                  |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| kaum wahrnehmbar |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Wie bekannt ist dieser Duft?

|                  |   |   |   |   |              |   |   |   |    |
|------------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|----|
| 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6            | 7 | 8 | 9 | 10 |
| völlig unbekannt |   |   |   |   | sehr bekannt |   |   |   |    |

Können Sie diesen Duft benennen?

☐ nein

☐ ja: \_\_\_\_\_

Assoziieren Sie mit diesem Duft eine emotionale Erinnerung?

☐ nein

☐ ja: \_\_\_\_\_

Wie emotional ist diese Erinnerung?

|                 |   |   |   |   |                |   |   |   |    |
|-----------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|----|
| 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6              | 7 | 8 | 9 | 10 |
| wenig emotional |   |   |   |   | sehr emotional |   |   |   |    |

Wie lebhaft ist diese Erinnerung?

|               |   |   |   |   |              |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|----|
| 1             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6            | 7 | 8 | 9 | 10 |
| wenig lebhaft |   |   |   |   | sehr lebhaft |   |   |   |    |

90

Wie stark fühlen Sie sich in diese Erinnerung zurückversetzt?

|              |   |   |   |   |            |   |   |   |    |
|--------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|----|
| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| sehr schwach |   |   |   |   | sehr stark |   |   |   |    |

Wie spezifisch ist diese Erinnerung?

|                  |   |   |   |   |                 |   |   |   |    |
|------------------|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|----|
| 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 7 | 8 | 9 | 10 |
| wenig spezifisch |   |   |   |   | sehr spezifisch |   |   |   |    |

## 8 Lebenslauf

### Angaben zur Person

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| Name              | Elisabeth Lingg     |
| Geburtsdatum/-ort | 30.08.1982/ Bregenz |
| Familienstand     | Ledig               |

### Bildungsweg

|              |                                                                                          |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diplomarbeit | Seit März 2009<br>Department für Klinische Pharmazie und Diagnostik,<br>Universität Wien |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|

|         |                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Studium | Seit Oktober 2002<br>Universität Wien<br>Diplomstudium Ernährungswissenschaften<br>Wahlschwerpunkt: Lebensmittelproduktion und<br>Lebensmitteltechnologie<br><br>Seit März 2005<br>Universität Wien<br>Diplomstudium Pharmazie |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |           |
|--------|-----------|
| Abitur | Juni 2002 |
|--------|-----------|

|           |                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gymnasium | September 1993 bis Juni 2002<br>Gertrud-von-Le-Fort-Gymnasium<br>Mathematisch- naturwissenschaftlicher Zweig<br>Oberstdorf, Deutschland |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Arbeitserfahrung

|              |                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Praktikantin | August 2005, Juli und August 2007<br>Labor für Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle<br>Hermann Pfanner Getränke GmbH, Lauterach |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|              |                                                                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Praktikantin | August 2006<br>Horten- Zentrum für praxisorientierte Forschung und<br>Wissenstransfer, Zürich |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                                                                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tutor | WS 2009/ Übungen zur Ernährung des Menschen II<br>Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Wien |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|