



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Affektive Modulation physiologischer Parameter:
Ein Vergleich zwischen chemosensorischer und
visueller Wahrnehmung

Verfasserin

Eva Isabella Matt

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Februar 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ. Doz. Dr. Mag. rer. nat. Peter Walla PD

Danksagung

Der größtmögliche Dank gebührt meinen Eltern, die mir mit ihrer finanziellen Unterstützung mein Studium ermöglicht haben und stets hinter all meinen Entscheidungen standen.

Danke für euer Vertrauen und eure Geduld!

Besonderer Dank gilt meinem Betreuer Univ. Doz. Dr. Mag. rer. nat. Peter Walla PD. Danke für deine kompetente Hilfe, deine motivierenden Anregungen und die inspirierende Zusammenarbeit mit dir!

Auch möchte ich mich bei Priv.-Doz. Dr. phil. Johann Lehrner bedanken, der mir freundlicherweise einen Geruchsidentifikationstest und einen Fragebogen zur Geruchswahrnehmung zur Verfügung gestellt hat.

Ein herzliches Dankeschön möchte ich auch an meine Probanden richten, die mit ihrer Geduld und Kooperation einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen dieser Studie geleistet haben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Theoretischer Hintergrund	3
1.1 Psychophysiologie von Emotionen	3
1.2 Ausgewählte psychophysiologische Parameter.....	7
1.2.1 Der Schreckreflex	7
1.2.1.1 Messung der Reflexantwort	7
1.2.1.2 Die Modulation des Schreckreflexes.....	8
1.2.1.3 Neuronale Grundlagen	10
1.2.2 Die elektrodermale Aktivität.....	10
1.2.3 Herzrate	12
1.2.4 Atmung	13
1.2.5 Körpertemperatur	14
1.3 Chemosensorische Wahrnehmung	15
1.3.1 Aufbau und Funktion des olfaktorischen Systems.....	15
1.3.2 Die olfaktorische Wahrnehmung und Emotionen.....	16
1.4 Ziele und Hypothesen der vorliegenden Untersuchung	18
2 Methode.....	21
2.1 Stichprobe.....	21
2.2 Erhebung personenbezogener Variablen.....	22
2.3 Erfassung des Riechvermögens.....	23
2.4 Chemosensorische Stimuli	24
2.5 Visuelle Stimuli.....	25
2.6 Schreckreflexstimulation.....	27
2.7 Datenaufnahme der physiologischen Parameter	27
2.8 Durchführung	28
2.9 Datenreduktion	29
2.10 Statistische Datenanalyse	30

3 Ergebnisse	32
3.1 Visuelle Stimulation.....	32
3.1.1 Schreckreflex	32
3.1.2 Weitere physiologische Parameter.....	34
3.1.3 Subjektive Bewertungen	36
3.1.4 Zusammenhang zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Parametern	38
3.2 Olfaktorische Stimulation	41
3.2.1 Schreckreflex	41
3.2.2 Hautleitwert.....	43
3.2.3 Herzrate.....	44
3.2.4 Atemfrequenz.....	45
3.2.5 Temperatur	46
3.2.6 Subjektive Bewertungen	47
3.2.7 Zusammenhang zwischen physiologischen Reaktionen und subjektiven Einschätzungen	51
3.3 Vergleich der visuellen und chemosensorischen Versuchsbedingungen.....	54
3.4 Einfluss personenbezogener Variablen	57
3.4.1 Geschlecht.....	57
3.4.2 Alter	57
3.4.3 Persönlichkeit.....	58
3.4.4 Befindlichkeit.....	58
3.4.5 Riechvermögen	59
 4 Diskussion	 60
4.1 Interpretation der Ergebnisse der visuellen Stimulation	60
4.2 Diskussion der Ergebnisse für die chemosensorische Stimulation	63
4.2.1 Zusammenhang zwischen subjektiven Einschätzungen und physiologischen Parametern	63
4.2.2 Interpretation der Ergebnisse für die einzelnen Gerüche.....	64
4.2.2.1 Kontrollbedingung Alkohol	65
4.2.2.2 Orange	66
4.2.2.3 Ylang-Ylang.....	68
4.2.2.4 Kaffee	70

4.2.2.5 Hopfen	72
4.3 Gegenüberstellung der Effekte der visuellen und chemosensorischen Stimuli	73
4.4 Einfluss der personenbezogenen Variablen	78
4.4.1 Persönlichkeit und Befindlichkeit	78
4.4.2 Einfluss des Riechvermögens	79
4.4.3 Geschlecht und Alter der Probanden	80
4.5 Geschlechtsspezifische Unterschiede	81
5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	86
6 Literatur	93
7 Verzeichnisse.....	100
7.1 Tabellenverzeichnis.....	100
7.2 Abbildungsverzeichnis	101
7.3 Abkürzungsverzeichnis	102
8 Anhang	103
8.1 Angaben zur Person	103
8.2 Instruktion	104
8.5 Einverständniserklärung.....	107
9 Erklärung.....	108
Zusammenfassung.....	109
Abstract	111

Vorwort

Dem Geruchssinn wird in unserm alltäglichen Leben wenig Beachtung geschenkt, wir verlassen uns meist auf das was wir sehen oder hören. Dem scheint zu entsprechen, dass der olfaktorische Sinn gemeinhin nur als Sekundärsinn bezeichnet wird, während dem Sehen und Hören mit ihren Bezeichnungen als Primärsinne mehr Bedeutung zugesprochen wird. Die phylogenetische Entwicklung unserer Sinnessysteme unterstreicht die vermeintlich untergeordnete Stellung der olfaktorischen Wahrnehmung innerhalb der menschlichen Sinne; der Riechkolben als zentrale Verarbeitungsstruktur für Gerüche stellt die einzige Hirnregionen dar, die nicht im Laufe der Evolution an Volumen relativ zum Körpergewicht zugenommen hat. Vom evolutionär-biologischen Standpunkt dient der Geruchssinn der Beurteilung über Nützlichkeit oder Schädlichkeit von Umgebungsreizen, allen voran der Nahrung, ist aber auch wesentlich für das Sozial- und Sexualverhalten, beispielsweise für die Identifikation von Artverwandten oder Geschlechtspartnern.

Vielleicht wird der signifikante Einfluss des Geruchssinns auf unsere Lebens- und vor allem Gefühlswelt auch erst klar, wenn er verloren geht, wie ein Zitat aus dem autobiografischen Essay „Wie riecht Leben. Bericht aus einer Welt ohne Gerüche“ (S. 17) von Walter Kohl verdeutlichen soll:

„Weil das Riechen so eng mit Gefühlen, Sinnlichkeit und Sexualität verbunden ist, befürchte ich, zusammen mit dem Geruchssinn all das verloren zu haben. Sinnlichkeit. Sensibilität. Sinn für Erotik. Die Absenz dieses angeblich unbedeutenden und unauffälligen Sekundärsinnes hat zu einer großen Verengung und Verarmung meines Lebens geführt.“

Tatsächlich leidet nicht nur die Lebensqualität in Bezug auf Essverhalten und interpersonellen Beziehungen unter einer eingeschränkten olfaktorischen Wahrnehmung, auch affektive Störungen bis hin zu einer Major Depression treten häufig bei Menschen mit eingeschränktem (Hyposmie) oder nicht vorhandenem Geruchssinn (Anosmie) auf. Neben diesen Hinweisen, dass Beeinträchtigungen der Geruchswahrnehmung auch zu Störungen der affektiven Befindlichkeit führen können, gibt es zahlreiche Belege für die enge Kopplung zwischen olfaktorischer Wahrnehmung und Emotionen. Auf der neuroanatomischen Ebene etwa zeigen sich enge Verbindungen des Riechhirns mit Strukturen der Emotionsverarbeitung und des Gedächtnisses. Gerüche können so Erinnerungen auslösen, die oft sehr stark

emotional gefärbt sind, wie etwa längst vergessen geglaubte Kindheitserinnerungen. Auch werden Gerüche selten als neutral in ihrer hedonischen Valenz wahrgenommen, sondern fast immer als entweder angenehm oder unangenehm empfunden. Über solche Empfindungen können Düfte unser Befinden und unsere Handlungen maßgeblich beeinflussen. Gerüche können uns zum Beispiel dazu bewegen, ein Nahrungsmittel mit Hingabe zu genießen oder es voller Abscheu wegzuwerfen, ein bestimmtes Produkt zu kaufen oder es wieder ins Regal zurückzustellen.

Oft wirken Geruchsreize aber subtiler und beeinflussen unsere Gefühlslage, ohne dass wir die Ursache dafür konkret an einem Duft festmachen könnten. So können Gerüche auch dann Effekte auf Verhalten, Stimmung und Hirnaktivität haben, wenn sie nur unterschwellig, also nicht bewusst, wahrgenommen werden. Dies verdeutlicht, dass Methoden der subjektiven Beschreibung nur einen limitierten Blick auf die olfaktorische Wahrnehmung zulassen. Umso wichtiger für das Verständnis dieses Sinnes wird damit der Einsatz von objektiven Techniken, wie etwa physiologischen Messungen.

Mit dieser Arbeit soll daher untersucht werden, wie unterschiedliche ätherische Öle (chemosensorische Reize) auf die Physiologie des Menschen wirken und wie diese objektiven Effekte mit den subjektiven Einschätzungen dieser Gerüche zusammenhängen. Eine Besonderheit dieser Untersuchung ist dabei der direkte Vergleich von Effekten chemosensorischer Reize mit jenen von visuellen Stimuli. Für beide Modalitäten wird angenommen, dass Veränderungen in den physiologischen Größen mit der emotionalen Wirkung der Reize zusammenhängen. Daher wird im Rahmen des theoretischen Hintergrunds zunächst die Psychophysiologie von Emotionen allgemein erläutert, wobei verschiedene theoretische Modelle aber auch experimentelle Befunde zu diesem Thema diskutiert werden. Auch die physiologischen Parameter Schreckreflex, elektrodermale Aktivität, Herzrate, Atemfrequenz und Körpertemperatur werden in diesem Zusammenhang vorgestellt. Auf dem Schreckreflex liegt dabei ein besonderer Fokus, da durch die Modulation dieses aversiven Reflexes durch affektive Zustände dieser Parameter einen einzigartigen Einblick in die hedonische Valenz der experimentellen Reize zu geben vermag, während die anderen Parameter primär auf die autonome Erregung schließen lassen. Da das Hauptaugenmerk dieser Studie auf der Wirkung von Gerüchen liegt, wird außerdem auf die chemosensorische Wahrnehmung eingegangen, sowohl was Aufbau und Funktion des olfaktorischen Systems betrifft, als auch dessen Verbindungen mit Emotionen. Im Folgenden werden die Ziele und Hypothesen erörtert, die aus den Ergebnissen der Literatur, die im theoretischen Hintergrund diskutiert werden, abgeleitet werden.

Nachdem in Abschnitt 2 die methodische Umsetzung dieser Untersuchung dargestellt wird, werden die Ergebnisse für die visuelle und chemosensorische Stimulation, deren Vergleich sowie die Einflüsse personenbezogener Variablen wie Geschlecht, Alter, Persönlichkeit, Befindlichkeit und Riechvermögen beschrieben.

In der Diskussion werden Rückschlüsse auf die emotionale Wirkung der chemosensorischen und visuellen Reize basierend auf den physiologischen Reaktionen gezogen. Dabei wird auch auf Übereinstimmungen und Diskrepanzen mit den subjektiven Bewertungen der Probanden eingegangen. Außerdem werden die Effekte der einzelnen ätherischen Öle Orange, Ylang-Ylang, Kaffee und Hopfen erörtert. Nach der Interpretation der Ergebnisse für die personenbezogenen Variablen werden im Besonderen auch geschlechtsspezifische Unterschiede in dieser Studie diskutiert. Die Zusammenfassung soll einen Überblick über die Erkenntnisse bieten, die aus dieser Untersuchung gewonnen werden können, und soll Anregungen für zukünftige Forschungsansätze geben.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Psychophysiologie von Emotionen

Frijda (1994) definierte Emotionen als affektive Reaktionen auf bedeutsame Reize, die mit einer gewissen Valenz (positiv oder negativ) besetzt sind. Emotionen sind eher kurzfristig und dauern zwischen Sekunden und Minuten an, im Gegensatz zu Stimmungen oder Einstellungen, die längerfristig vorhanden sind. Von verschiedenen Autoren werden unterschiedliche Anzahlen von diskreten Emotionen angenommen; die am häufigsten beschriebenen Basisemotionen sind Freude, Überraschung, Angst, Trauer, Wut und Ekel. Diese verschiedenen emotionalen Zustände äußern sich kulturübergreifend in einem spezifischen mimischen Ausdruck (Ekman, 1994) sowie in unterschiedlichen autonomen Reaktionen und Handlungstendenzen (Frijda, 1986, S. 6). Zur Beschreibung von Emotionen wird auch häufig ein dimensionaler Ansatz verwendet, der auf Osgood und seine Mitarbeiter (z. B. Osgood, Suci, & Tannenbaum, 1957) zurückgeht. Dabei bestimmt der Faktor Valenz die hedonische Qualität (von unangenehm bis angenehm) eines Stimulus oder eines Gefühls, während der Faktor *Arousal* das Ausmaß der unspezifischen Aktivierung (von entspannend bis aktivierend) beschreibt.

Bereits frühe Emotionstheorien beschäftigten sich mit dem Zusammenhang zwischen physiologischen Parametern und Emotionen. James (1890) vertrat die Auffassung, dass durch

Rückmeldung unterschiedlicher Muster peripher-physiologischer Aktivität ins zentrale Nervensystem verschiedene Emotionen produziert werden. Cannon (1927) vermutete hingegen eine umgekehrte Kausalität; verschiedene Emotionen entstehen durch eine zentrale Reizbewertung, die spezifische Muster physiologischer Aktivität bedingt. Für Cannons Theorie sprechen Ergebnisse der Neurophysiologie, dass durch lokale Hirnstimulation in limbischen Regionen Emotionen ohne entsprechende äußere Reize produziert werden können. Auch Berichte von Patienten mit Locked-In-Syndrom, bei denen die periphere Rückmeldung drastisch eingeschränkt ist, die aber dennoch subjektiv wie auch kortikal emotionale Reaktionen zeigen, sprechen gegen die Theorie von James (Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 654). Schachter und Singer (1962) fanden heraus, dass eine undifferenzierte physiologische Aktivität je nach situativer Begebenheit verschiedene Emotionen auslösen kann. Ihre Emotionstheorie betont daher die Rolle der kognitiven Bewertung; ohne kognitive Attribution würden Gefühle nur auf Ebene der Aktivierung (beruhigend oder aktivierend) wirken, die spezifische Qualität jeder Emotion wäre nicht gegeben.

Die Entstehung von Emotionen, wie sie James (1890) annahm, würde diskrete physiologische und motorische Reaktionen für jede Grundemotion benötigen, denn nur so könnte verschiedene Gefühlszustände zentral interpretiert werden. Tatsächlich berichteten Ekman, Levenson und Friesen (1983) von emotionsspezifischen autonomen Mustern, ausgelöst durch das Erinnern an emotionale Ereignisse oder durch die Imitation emotionaler Gesichtsausdrücke. Bei beiden Arten der Emotionsinduktion konnten Unterschiede zwischen negativen und positiven Emotionen festgestellt werden, wie eine höhere Herzrate bei Ärger und Angst als bei Freude, sowie eine höhere Hauttemperatur an den Fingern bei Ärger im Vergleich zu Freude. Aber auch Unterschiede zwischen den einzelnen negativen Emotionen konnten nachgewiesen werden, wie eine höhere Hautleitfähigkeit bei der Erinnerung an ein trauriges Erlebnis als bei der Vorstellung von Angst, Ärger oder Ekel. Bei der Imitation von den Emotionen Ärger, Angst und Trauer zeigte sich außerdem eine höhere Herzrate als bei Ekel und eine höhere Hauttemperatur bei der Imitation von Ärger als bei Angst. Basierend auf diesen Ergebnissen schlugen Levenson, Ekman und Friesen (1990) ein angeborenes Affektprogramm für jede distinkte Emotion vor, das spezifische physiologische Muster und bestimmte behavioralen Reaktionen (z. B. Flucht) bedingt.

Eine Metaanalyse über verschiedene psychophysiologischen Studien zum Thema Emotionen von Cacioppo, Berntson, Larsen, Pöhlmann und Ito, erschienen im *Handbook of Emotion* (2000), bestätigten jedoch nur teilweise die Ergebnisse von Ekman et al. (1983). Passend zu den Resultaten von Letzteren, ergab die Metaanalyse eine höhere Herzrate bei den

Emotionen Ärger, Angst und Trauer im Vergleich zu Ekel. Eine neuere Studie (Britton, Taylor, Berridge, Kikels & Iberzon, 2006) fand hingegen eine höhere Herzrate und auch eine höhere Hautleitfähigkeit bei Ekel als bei Trauer beim Betrachten von emotional besetzten Videosequenzen. Ekman et al. (1983) berichteten auch von einer verringerten Hauttemperatur an den Fingern bei Angst, was aber nicht durch die Metaanalyse von Cacioppo et al. (2000) bestätigt werden konnte. Weiters ergab diese Metaanalyse, dass Ärger mit einer erhöhten nichtspezifischen Hautleitfähigkeit und einer geringeren Beschleunigung der Herzrate einhergeht. Stemmlers Metaanalyse (2004) zur physiologischen Unterscheidung von Angst und Ärger zeigte, dass wenn die Emotionsinduktion einen realen Charakter aufweist, Angst höhere Herzraten produziert als die Induktion von Ärger, während dieser Unterschied bei der Vorstellung dieser Emotionen nicht beobachtbar war. Dies verdeutlicht, dass die gewonnenen Ergebnisse zum einen widersprüchlich sind und zum anderen sehr stark von der Art der Emotionsinduktion abhängen, weshalb eine generelle Aussage über die physiologischen Korrelate der spezifischen Emotionen (noch) nicht möglich ist.

Eine zusätzliche Schwierigkeit in diesem Forschungsfeld ist nach Lang, Bradley und Cuthbert (1990) der Umstand, dass dieselbe Emotion je nach situativer Gegebenheit mit unterschiedlichen behavioralen Reaktionen und damit auch mit verschiedenen physiologischen Mustern einhergehen kann. Beispielsweise kann Angst sowohl Verhaltenshemmung (*Freezing*) als auch Flucht auslösen, oder auch zu einer Steigerung der Vigilanz führen. Lang und seine Kollegen (1990) bezeichneten dies als taktische Aspekte von Emotionen, während strategische Aspekte auf längerfristige Ziele gerichtet sind und der Sicherung von appetitiven Reizen wie etwa Nahrung und der Vermeidung von aversiven Stimuli dienen. Diese überlebenswichtigen Strategien mögen auch dazu geführt haben, dass eher valenz- als emotionsspezifische physiologische Muster vorhanden sind. Lang et al. (1990) schlugen für psychophysiologische Untersuchungen daher vor, Emotionen anhand der Dimensionen Valenz und Aktivierung zu charakterisieren.

Gerade die Vermeidung oder die Abwehr von potentiell schädlichen, also aversiven, Reizen ist für das Überleben ausschlaggebend. Durch solche Reize kann akuter Stress ausgelöst werden, der eine Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse bedingt. Dabei wird, vom Hypothalamus gesteuert, in der Hypophyse das Adrenokorticotrope Hormon (ACTH) ausgeschüttet, was eine erhöhte Abgabe von Glukokortikoiden wie Kortisol aus der Nebennierenrinde ins Blut zur Folge hat. Neben diversen metabolischen Prozessen bedingt dies eine Erhöhung der Herzrate und der Körpertemperatur, vermutlich um Energie für Kampf oder Flucht zur Bewältigung eines

akuten Stressors bereitzustellen (Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 95). Die Signifikanz von unangenehmen oder sogar bedrohlichen Reizen zeigt sich auch im sogenannten Negativitätsbias (Cacioppo & Berntson, 1994). Dieser besagt, dass negative Emotionen eine höhere vegetative Aktivität auslösen, was bereits bei riskanten affektiven Entscheidungen (Ito, Cacioppo & Lang, 1998) sowie bei ereigniskorrelierten Potentialen bei affektiven Stimuli (Ito, Larsen, Smith & Cacioppo, 1998) nachgewiesen werden konnte. Auch in der Metaanalyse von Cacioppo et al. (2000) konnte für physiologischen Parameter, u. a. die Herzrate, eine höhere Aktivierung bei negativen als bei positiven Emotionen festgestellt werden.

Diverse Studien belegen, dass Reize nicht notwendigerweise bewusst wahrgenommen werden müssen, um affektive, behaviorale und physiologische Veränderungen auszulösen. Bei der olfaktorischen Wahrnehmung beispielsweise konnte eine Beeinflussung der Stimmung durch Konditionierung mit einem unterschwellig wahrgenommenen Geruch festgestellt werden (Kirk-Smith, Van Toller & Dodd, 1983). Auch neurophysiologische Veränderung durch solche subliminalen Gerüche konnten sowohl mit EEG (z. B. Lorig, Huffman, De Martino & De Marco, 1991), mit MEG (z. B. Walla et al., 2002) als auch mit fMRT (Sobel et al., 1999) beobachtet werden. Williams et al. (2004) wiesen eine Veränderung der ereigniskorrelierten Potentiale wie auch einen erhöhten Hautleitwert bei der unbewussten Wahrnehmung eines ängstlichen Gesichtsausdruckes im Vergleich zu einem emotional neutralen Reiz nach. Auch bei dem Schreckreflex konnte eine Modulation durch subliminal dargebotene visuelle Stimuli gezeigt werden; die Darbietung angstausslösende Bilder führte sowohl bei bewusster als auch bei unbewusster Wahrnehmung zu einer Potenzierung des Schreckreflexes (Riuz-Padial & Vila, 2007).

Emotionale Prozesse und ihre physiologischen Korrelate können also auch dann auftreten, wenn eine bewusste emotionale Erfahrung dazu fehlt. Daher ist es nicht verwunderlich, dass verbale Beschreibungen von Emotionen nur teilweise mit körperlichen und behavioralen Aspekten von Emotionen übereinstimmen (Mauss, Levenson, McCarter, Wilhem & Gross, 2005). Psychophysiologische Studien können daher einen wertvollen Beitrag zum Verständnis emotionaler Reaktionen leisten, da die bewusst wahrgenommenen und berichteten Anteile von Emotionen mit objektiven physiologischen Daten in Verbindung gesetzt werden können.

1.2 Ausgewählte psychophysiologische Parameter

1.2.1 Der Schreckreflex

Der Schreckreflex stellt eine automatische und reflexive Reaktion auf einen abrupten und intensiven Stimulus dar. Beim Menschen wie auch bei Tieren dient diese aversive Reaktion auf potentiell schädliche Reize vermutlich der Bereitstellung physiologischer Ressourcen für Abwehr oder Flucht. Ausschlaggebend für die Auslösung des Reflexes ist primär ein schneller Intensitätsanstieg des Reizes, während die Intensität an sich nur zweitrangig ist. Die Schreckreaktion kann durch Stimuli mit diesen Charakteristika aus unterschiedlichen sensorischen Modalitäten ausgelöst werden, wie etwa durch einen Lichtblitz (visuell), eine unerwartete Berührung (taktil) oder durch einen akustischen Schreckreiz in Form eines lauten Tons. Auf einen solchen Reiz folgen stereotype Bewegungsmuster mit sequentiellen Muskelkontraktionen des gesamten Körpers, wie Landis und Hunt (1939) in der ersten experimentellen Untersuchung dieses Reflexes beim Menschen beschrieben. Der durch einen Pistolenschuss ausgelöste und auf Video aufgezeichnete Schreckreflex wurde von genannten Autoren als polysynaptischer Ganzkörperreflex charakterisiert, der aus einer vom Kopf bis zu den Beinen gehenden Flexorreaktion und einer schnellen Kontraktion des *Musculus orbicularis oculi* besteht. Durch Letzteres kommt die Lidschlussreaktion zustande, die die erste, verlässlichste und schnellste Komponente des Schreckreflexes darstellt (Lang, Bradley & Cuthbert, 1990). Auch kann die Lidschlussreaktion selbst dann noch auftreten, wenn der Schreckreiz so schwach ist, dass die anderen Reflexkomponenten nicht mehr ersichtlich sind.

1.2.1.1 Messung der Reflexantwort

Die Kontraktionen des *Musculus orbicularis oculi* und die damit verbundene elektrische Aktivität können mittels Elektromyographie (EMG) gemessen werden, indem unter dem Auge zwei Oberflächen Elektroden angebracht werden. Die EMG-Wellen können nach der Gleichrichtung auf Onset-Latenz, Peak-Latenz und Amplitude untersucht werden, wobei sich die meisten Studien auf Letzteres beschränken. Neben der elektromyographischen Messung lässt sich die Lidschlussreaktion auch mit anderen Methoden quantifizieren, wie mit einem Potentiometer am Augenlid, mit Elektrookulographie (EOG) oder Elektroenzephalographie (EEG).

In der Forschung wird als Schreckreiz am häufigsten ein akustischer Stimulus von 90-110 dB und einer Dauer bis zu 50ms eingesetzt. Ein akustisch ausgelöster Lidschlussreflex zeigt in Abhängigkeit von den Stimulationsparametern des Schreckreizes und dem

physiologischen Zustand der Versuchsperson eine Latenz von 20 bis 50ms. Die Amplitude des Lidschlussreflexes ist altersabhängig; sie erhöht sich während der Kindheit und sinkt bei älteren Personen wieder ab (Grillon & Baas, 2003). Bei wiederholter Darbietung von Schreckreizen mit kurzen Interstimulusintervallen habituiert der Reflex kontinuierlich, wobei die Dishabituation ebenfalls rasch eintritt. So schlagen Lang et al. (1990) vor, 40 bis 50 Schreckreize in einer halben Stunde darzubieten, um die Habituation in einem pragmatischen Setting zu minimieren. Der Schreckreflex wird als eine automatische Reaktion in erster Linie nicht durch willentliche Kontrolle oder soziale Erwünschtheit beeinflusst und kann daher mit verbalen Stellungnahmen oder willkürlichen motorischen Antworten, wie beispielsweise der Reaktionszeit, interferieren (Grillon & Baas, 2003).

1.2.1.2 Die Modulation des Schreckreflexes

Die Schreckreaktion ist trotz ihrer stereotypen Natur nicht unveränderlich, sondern ist abhängig von externen Faktoren wie etwa Hintergrundgeräuschen (Hoffman & Flesher, 1963), Beleuchtung (Walker & Davis, 1997) sowie von intrapersonellen Faktoren wie Aufmerksamkeit und emotionalem Befinden.

Werden Probanden etwa instruiert, ihre Aufmerksamkeit auf den Schreckreiz zu lenken, so steigt die Amplitude des Schreckreflexes und seine Latenz verkürzt sich (z. B. Bohlin & Graham, 1977; Hackley & Graham, 1983). Liegt der Fokus der Aufmerksamkeit aber auf Aufgaben einer anderen sensorischen Modalität als der Schreckreiz, wird die Amplitude des Reflexes abgeschwächt, wie beispielsweise bei einem akustischen Schreckreiz bei gleichzeitiger Betrachtung von Bildern (Anthony & Graham, 1985; Silverstein, Graham & Bohlin, 1981). Als Erklärung für diese Ergebnisse werden von letztgenannten Autoren limitierte Aufmerksamkeitsressourcen angenommen, die, wenn sie bereits für die visuelle Wahrnehmung bereitgestellt sind, für die Verarbeitung von Reizen einer anderen Modalität wie einem akustischen Schreckreflex begrenzt sind.

Die Hypothese, dass die Intensität des Schreckreflexes auch von der emotionalen Valenz von vorgegeben Reizen abhängt, wurde erstmals von Lang (1985) als „Synergistic Response Matching“ beschrieben. Lang vermutete, dass die Anwesenheit eines aversiven Reizes die Auslösung des Reflexes erleichtert bzw. seine Amplitude verstärkt, da durch den Reiz bereits neurophysiologische Strukturen für aversive Reaktionen aktiviert sind.

In einer Studie über die Modulation des Schreckreflexes gaben Vrana, Spence und Lang (1988) ein Set von Bildern mit positiver, neutraler und negativer Valenz vor. Es zeigte sich, dass die Amplitude des Reflexes, gemessen an der Lidschlussreaktion, durch die emotionale

Valenz der Stimuli moduliert wird. Die durchschnittliche Höhe der Amplituden war am geringsten in den Bedingungen mit der Darbietung von positiven Bildern, gefolgt von den neutralen Bildern. Die höchste Amplitude der Lidschlussreaktion konnte bei Bildern mit aversivem Inhalt festgestellt werden. Dass diese Effekte nicht auf die generelle Aktivierung zurückzuführen sind, zeigte sich dadurch, dass sowohl in den Bedingungen mit den positiven wie auch den negativen Bildern eine höhere Herzrate im Vergleich zu neutralen Bedingungen zu beobachten war. Vrana et. al (1988) schlugen deshalb das Schreckreflex-Paradigma als eine psychophysiologische Methode zur Unterscheidung von Affekten, die unabhängig von der allgemeinen Aktivierung sind, vor. Denn anders als bei anderen psychophysiologischen Methoden wie elektrodermalen oder kardiovaskulären Messungen wird hier nicht nur die unspezifische Aktivierung des Organismus gemessen, sondern auch die emotionale Valenz von vorgegebenen Stimuli. Die Resultate von Vrana et al. (1988) bezüglich des Schreckreflexes konnten wiederholt repliziert werden (z. B. Bradley, Lang & Cuthbert, 1993; Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001), während für die Herzrate nicht nur zwischen Reizen mit affektivem Inhalt und neutralen Stimuli sondern auch zwischen positivem und negativem Reizmaterial Unterschiede festgestellt wurden (siehe Punkt 1.2.3).

Lang et al. (1990) stellten ein theoretisches Modell zur Beschreibung von Emotionen auf, das eine Weiterentwicklung der „Synergistic Response Matching“- Hypothese (Lang, 1985) darstellt. Bei diesem Ansatz werden Emotionen als Handlungsdispositionen definiert, die anhand einer bipolaren Dimension von Valenz organisiert sind. Laut Schneirla (1959) reflektiert eine affektive Valenz entweder eine Disposition der Annäherung oder eine negative Vermeidungsdisposition eines Organismus. Viele Reflexe können entweder als appetitiv (z. B. der Speichelflussreflex) oder als aversiv (wie der Schreckreflex) klassifiziert werden und sind in ihrer Intensität abhängig vom affektiven Status des Organismus. Ist die Handlungsdisposition eines Individuums auf Annäherung, Bindung und Konsumation gelenkt, so wird der Schreckreflex als defensive Reaktion abgeschwächt, während bei einer Reaktionsdisposition hin zu Vermeidung, Flucht oder Verteidigung die Intensität dieses Reflexes erhöht wird. Allgemeiner formuliert bedeutet dies eine Verstärkung eines Reflexes, wenn er mit dem momentanen emotionalen Zustand eines Organismus kompatibel ist und eine Abschwächung im Falle einer fehlenden Übereinstimmung. Damit kann die Modulation des Schreckreflexes durch Reizmaterial mit affektivem Inhalt erklärt werden; durch aversive Reize werden Komponenten des Vermeidungsverhaltens gebahnt und eine Reaktion auf einen Schreckreiz so verstärkt, während positive Stimuli diesen defensiven Reflex abschwächen.

Diese affektive Modulation kann durch verschiedene Typen von Stimuli ausgelöst werden, durch visuelle (z. B. Vrana et al., 1988), akustische (z. B. Roy, Mailhot, Gosselin, Paquette & Peretz, 2008), taktile wie auch olfaktorische Stimuli. In einer Studie von Ehrlichman, Brown, Zhu und Warrenburg (1997) führte die Darbietung eines Geruchs mit negativer emotionaler Valenz (Limburger Käse) zu einer Potenzierung der Amplitude des Schreckreflexes, während ein positiver Geruch (Kokosnuss) den gegenteiligen Effekt hatte. Andere Untersuchungen hingegen fanden keine Abschwächung des Reflexes durch positive Gerüche (Ehrlichman, Brown, Zhu & Warrenburg, 1995; Miltner, Matjak, Braun, Diekmann & Brody, 1994).

1.2.1.3 Neuronale Grundlagen

Der primäre Mechanismus des Schreckreflexes stellt eine Reflexbahn mit wenigen synaptischen Verschaltungen im unteren Hirnstamm dar und ist vermutlich unbeeinflusst von höheren Hirnzentren (Davis & File, 1984). Diese Reflexbahn besteht beim akustischen Schreckreflex aus dem Hörnerv, dem ventralen cochlearen Nucleus, dem dorsalen Nucleus des lateralen Lemniskus, dem *Nucleus reticularis pontis caudalis* und spinalen Motoneuronen (Davis, Gendelman, Tischler & Gendelman, 1982). Unter diesen Neuronen im Rückenmark sind auch faciale Motoneuronen, die vermutlich die Lidschlussreaktion bedingen.

Der *Nucleus reticularis pontis caudalis* erhält direkte aktivierende Projektionen von der Amygdala, über die wahrscheinlich die Potenzierung des Reflexes durch aversive Reize stattfindet (Birbaumer & Schmidt, 2003; S. 666). Eine Hemmung des Schreckreflexes basiert hingegen auf der indirekten Verbindung des *Nucleus reticularis pontis caudalis* mit dem *Nucleus accumbens*, der eine zentrale Verstärkerstruktur darstellt.

1.2.2 Die elektrodermale Aktivität

Die Messung der elektrodermalen Aktivität (EDA) stellte eine in der Emotionsforschung am verbreitetsten psychophysiologische Methode dar und beruht auf der Eigenschaft der Haut, elektrischen Strom in Abhängigkeit der Hautfeuchtigkeit zu leiten. Sympathisch innervierte ekrine Schweißdrüsen sondern mit steigender Aktivierung des Organismus vermehrt Sekrete ab und erhöhen damit die Leitfähigkeit der Haut.

Die EDA wird über neuronale Schaltstellen im sympathischen Grenzstrang und im Rückenmark von der retikulären Formation inhibitorisch oder exzitatorisch beeinflusst und wird daher als Indikator für die retikuläre Aktivierung und damit für die energetische Dimension von Verhalten herangezogen (Sequeira, Hot, Silvert & Delplanque, 2009).

Neuronale Verbindungen der *Formatio reticularis* mit dem Hypothalamus, mit limbischen Regionen (*Gyrus cinguli*, Amygdala und Hippokampus) sowie mit frontalen kortikalen Regionen belegen die Verknüpfung der retikulär gesteuerten EDA mit Emotionsverarbeitungs- und Aufmerksamkeitsprozessen (Sequeira et al., 2009).

Die EDA als Maß für die unspezifische Aktivierung ist vermutlich unabhängig von der Valenz, da sie sowohl bei angenehmen als auch bei negativ wirkenden Reizen im Vergleich zu neutralen Reizen erhöht ist (Bradley et al., 1993; Vrana et al., 1988). Bradley, Codispoti, Cuthberg und Lang (2001) konnten in einem Experiment mit Darbietung von emotional neutralen, positiven und negativen Bildern tatsächlich feststellen, dass die EDA linear mit der subjektiven Einschätzung der Aktivierung zusammenhängt, unabhängig von der emotionalen Valenz. Weiters wiesen Silvert, Delplanque, Verpoort und Sequeira (2004) eine erhöhte EDA bei der Wahrnehmung von emotionalen im Vergleich zu neutralen Wörtern nach. Dieser Effekt war sogar bei subliminaler Wahrnehmung signifikant, d. h. wenn die Darbietungszeit so kurz war, dass eine Identifikation der Wörter und eine bewusste Wahrnehmung deren Valenz durch die Versuchsteilnehmer nicht möglich war. Damit stellt die EDA eine verlässliche psychophysiologische Methode dar, die unspezifische Aktivierung unabhängig von emotionaler Valenz und bewusster Wahrnehmung zu quantifizieren.

Bei der Messung der EDA werden zwei unterschiedliche Methoden, die exosomatische und die endosomatische Ableitung, unterschieden (Dawson, Schell & Fillion, 2007). Die endosomatische Methode basiert auf der Entdeckung Tarchanoffs (1890), dass ohne Applikation eines externen Stroms elektrische Potentialveränderungen zwischen zwei Messpunkten auf der Haut messbar sind. Die heute gängigere Methode, die auch in dieser Arbeit zur Verwendung kam, stellt die exosomatische Ableitung dar, bei der der Hautleitwiderstand bzw. reziprok der Hautleitwert unter Verwendung von externem Strom gemessen wird. Bei dieser auf Féré (1888) zurückgehenden Methode werden zwei Elektroden, meist an zwei Fingern der nicht-dominanten Hand, angelegt und Gleichspannung wird appliziert. Als Messgrößen werden dabei der tonische Basiswert (*Skin conductance level*, SCL) und der phasische Reaktionswert als Antwort auf einen externen Reiz unterschieden (*Skin conductance response*, SCR). Sowohl Basis- als auch Reaktionswert werden üblicherweise in Mikro-Siemens (μS) angegeben, wobei der Basiswert normalerweise zwischen 2- 20 μS liegt und der Reaktionswert mit einer Latenz von 1-3 Sekunden nach Stimulationsbeginn eine Amplitude von 0.1-1.0 μS aufweist (Dawson et al., 2007).

1.2.3 Herzrate

Die Herzrate als Teil der kardiovaskulären Aktivität basiert ebenso wie die elektrodermale Aktivität (EDA) auf dem Grad vegetativer Aktivierung, kann aber auch durch die emotionale Valenz eines Reizes moduliert werden. Anders als die EDA, die ausschließlich auf die Aktivität des sympathischen Nervensystems beruht, wird die Herzrate auch durch das parasympathische System beeinflusst. Dabei bewirkt eine parasympathische Aktivität eine Verlangsamung der Herzrate, während der Sympathikus zu einer Erhöhung dieser physiologischen Größe führt.

Lacey (1967) zufolge ist die Herzrate ein Indikator für die sensorische Aufnahmefähigkeit eines Organismus, mit einer Wahrnehmungsabschwächung bei Beschleunigung der Herzrate und einer erhöhten Sensitivität für externe Reize bei deren Verlangsamung. Eine Verringerung der Herzrate tritt etwa bei der Orientierungsreaktion auf, d. h. wenn ein Reiz neu ist und nicht zu Elementen des momentanen mentalen Modelles passt (Sokolov, 1963). Diese parasympathisch bewirkte Verlangsamung der Herzrate soll zu einer Verbesserung der Aufnahmefähigkeit des Individuums für diesen neuen Reiz führen. Ist ein Stimulus hingegen bedrohlich, so verstärkt sich die Herzrate als Ausdruck einer defensiven Abwehrreaktion, die die Sensitivität für den aversiven Reiz verringert (Sokolov, 1963). Eine Beschleunigung der Herzrate kann nicht nur bei negativen Reizen festgestellt werden, sondern auch allgemein bei Tätigkeiten, die eine Abkehr von externer sensorischer Information bedürfen, wie bei Rechenaufgaben oder bei der Bildung von Vorstellungen (Bradley & Lang, 2007). Diese Beschleunigung ist primär davon abhängig, wie lebhaft bzw. aktivierend diese Vorstellungen sind und wird daher verstärkt, wenn die Vorstellung emotionale Aspekte beinhaltet.

Bei der passiven Betrachtung von Bildern zeigt der Verlauf der Herzrate typischerweise drei Phasen, beginnend mit einer kurzen Verlangsamung als Ausdruck einer Orientierungsreaktion, gefolgt von einer Phase der Beschleunigung und einer neuerlichen Verlangsamung (Bradley & Lang, 2000). Unangenehme Bilder führen zu einer verstärkten anfänglichen Verlangsamung der Herzrate, während bei positiv empfundenen Bildern eine höhere Beschleunigung der Herzrate zu beobachten ist (Bradley et al., 1993). Die affektive Valenz der Bilder hat somit Einfluss auf den Verlauf der drei Phasen, die innerhalb weniger Sekunden nach Darbietung der Bilder ablaufen.

Bei längeren Beobachtungszeiträumen dürfte die Herzrate aber vermutlich eher ein Indikator für die unspezifische Aktivierung sein. Vrana et al. (1988) berichteten, dass positive und negative Bildern zwar eine signifikant höhere Herzrate aufwiesen als emotional neutrale

Bilder, dass aber zwischen positiven und negativen Bildern kein Unterschied gefunden werden konnte. Vrana et al. (1988) führten dies auf eine generell höhere Aktivierung bei emotionalen Reizen im Vergleich zu neutralen Reizen zurück. Auch konnte eine niedrigere Herzrate bei emotional neutralen Erinnerungen festgestellt werden als bei Erinnerungen, die mit den Emotionen Angst, Ärger, Freude und Trauer besetzt waren (Rainville, Bechara, Nasqvi & Damasio, 2006).

Für die olfaktorische Modalität deuten die Ergebnisse aus der Literatur auf eine Modulation der Herzrate durch die emotionale Valenz mit einem stärkeren Effekt von negativ empfundenen Gerüchen hin. Ehrlichman et al. (1997) berichteten von einer erhöhten Herzrate bei unangenehmen, nicht aber bei positiven Gerüchen im Vergleich zu einer geruchlosen Kontrollbedingung. Obwohl nicht immer ein Unterschied zwischen positiven und negativen Gerüchen festgestellt werden konnte (Miltner et al., 1994), weisen einige Studien auf eine höhere Herzrate bei unangenehmen als bei positiven Gerüchen hin (Alaoui-Ismaili, Vernet-Maury, Dittmar, Delhomme & Chanel, 1997; Bensafi et al., 2002; Brauchli, Rüegg, Etzweiler & Zeier, 1995).

Die Herzrate kann mittels Elektrokardiogramm (EKG), aber auch indirekt über die Messung des Blutvolumenpulses (BVP), wie in der vorliegenden Arbeit, erfasst werden. Eine weitere häufig verwendete Messgröße ist das Interbeat-Intervall (IBI), das die Zeit zwischen zwei Herzschlägen anzeigt, aber in dieser Untersuchung nicht zur Verwendung kam. In Ruhe liegt die Herzrate bei etwa 72 Schlägen pro Minute (*beats per minute*, bpm).

1.2.4 Atmung

Unter Ruhebedingungen liegt die Atemfrequenz eines Erwachsenen bei durchschnittlich 14 Atemzügen pro Minute und steigt mit zunehmender körperlichen Aktivität an (Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 196-198). Auch bei psychischer Erregung erhöht sich die Atemfrequenz, was bis zur Hyperventilation führen kann. Mit der Atemfrequenz verknüpft können auch weitere respiratorische Kennwerte überprüft werden, wie die Atemperiode, die die Dauer eines Atemzyklus mit Ein- und Ausatmen und der Ruhepause angibt, die Variabilität der Atemperiode sowie die Atemamplitude. Neben der Atemfrequenz, die meist mittels Brustgurtes gemessen wird, werden bei psychophysiologischen Untersuchungen auch oft die Kennwerte Atemtiefe und Gasaustausch untersucht, welche durch einen Gasanalysator erhoben werden und in dieser Arbeit nicht zur Verwendung kamen.

Der Grundrhythmus der Atmung wird durch expiratorische und inspiratorische Neuronen im Hirnstamm gesteuert, die Motoneuronen der Brustmuskulatur und des Zwerchfells innervieren. Afferente Mechanosensoren in der Lunge und in der Brustmuskulatur sowie Chemorezeptoren für Sauerstoff und Kohlendioxid vervollständigen die Feedback-Schleife der Atmung (Moss, 2005).

Die Atmung wird nicht nur durch metabolische Anforderungen bestimmt, sondern ist auch beeinflusst von Veränderung des Organismus und der externen Umwelt. Durch komplexe Interaktionen zwischen dem Hirnstamm, limbischen Zentren und kortikalen Strukturen können so auch Volition und Emotionen die autonome Atemtätigkeit beeinflussen (Homma & Masaoka, 2008). So zeigten Probanden etwa während der Darbietung von Filmsequenzen bei amüsanten Szenen verkürzte Einatmungsphasen mit verringertem Atemvolumen, während mit Ekel verbundene Filmausschnitte mit einer Verlängerung der Atempausen einhergingen (Boiten, 1998). Rainville et al. (2006) zeichneten neben kardialer Parameter (siehe 1.2.3) auch respiratorische Kennwerte wie Atemperiode, Variabilität der Atemperiode und Atemamplitude während der Vorstellung emotionaler Ereignisse auf. Sie fanden im Vergleich zu emotional neutralen Vorstellungen eine verringerte Atemperiode (d. h. eine höhere Atemfrequenz) für die Emotionen Angst, Ärger und Freude sowie eine erhöhte Variabilität der Atemperiode bei der Vorstellung von traurigen Ereignissen.

Bei der olfaktorischen Wahrnehmung sind die Atemparameter auch von der Valenz der Gerüche abhängig. Die Darbietung von angenehmen Düften geht mit einer tiefen Atmung und einer verringerten Atemfrequenz einher, während unangenehme Gerüche zu einer schnellen, oberflächlichen Atmung und damit zu einer erhöhten Atemfrequenz führen (Masaoka, Koiwa & Homma, 2005). Analoge Effekte auf das Atemvolumen konnten Bensafi, Sobel und Khan (2007) bei der Vorstellung von Gerüchen nachweisen. Bei vorgestellten Gerüchen mit positiver Valenz wiesen die Probanden ein erhöhtes Atemvolumen auf, bei negativ eingestuften Gerüchen zeigte sich ein verringertes Atemvolumen und damit eine höhere Atemfrequenz.

1.2.5 Körpertemperatur

Wie bereits in Kapitel 1.1. ausgeführt, bewirken Stressoren über eine Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse eine Erhöhung der Körpertemperatur. Ekman et al. (1983) stellten an den Fingern eine erhöhte Hauttemperatur während der Induktion von Ärger fest, eine Emotion die als Reaktion auf einen externen Stressor verstanden werden kann. Diese stress-induzierte Hyperthermie stellt jedoch keine universelle

Reaktion auf negative Reize dar, denn bei Angst und Trauer konnte keine Erhöhung der Temperatur (Ekman et al., 1983) bzw. sogar einen Temperaturabfall bei einem Experiment zur emotionalen Musikwahrnehmung (Krumhansl, 1997) festgestellt werden.

Häufig wird die distale Hauttemperatur mit Thermosensoren an den Fingern gemessen (z. B. Ekman et al., 1983); in der vorliegenden Untersuchung wurde aber die Temperatur mit einem Thermosensor hinter dem linken Ohr der Probanden erhoben.

1.3 Chemosensorische Wahrnehmung

1.3.1 Aufbau und Funktion des olfaktorischen Systems

Die olfaktorische Wahrnehmung basiert auf der Bindung von Riechstoffmolekülen an Rezeptormoleküle der Riechzellen im Riechepithel in der hinteren oberen Nasenhöhle. Diese Riechzellen sind bipolare Nervenzellen, deren dendritischer Fortsatz mit zahlreichen Zilien versehen ist, die an der Schleimhautoberfläche des Riechepithels mit ihren Rezeptoren für die Aufnahme des olfaktorischen Reizes verantwortlich sind. Die Riechzellen antworten selektiv auf bestimmte Geruchsprofile, besitzen also individuelle Reaktionsspektren (Birbaumer & Schmidt, 2003, S.446). Die unmyelinisierten Axone der Riechzellen bilden Axonbündel (*Fila olfactoria*), die zum Riechnerv (*Nervus olfactorius*) zusammengeschlossen, zum Riechkolben (*Bulbus olfactorius*) ziehen. Strukturen, die über den *Tractus olfactorius* direkt mit dem Riechkolben verbunden sind, werden als primärer olfaktorischer Kortex bezeichnet. Dieser umfasst den anterioren *Nucleus olfactorius*, das *Tuberculum olfactorium*, den kortikalen Nucleus der Amygdala, den piriformen Kortex und laterale Regionen des entorhinalen Kortex (Wilson & Rennaker, 2010). Diese Regionen gehören zum evolutionär alten Allokortex, der mit seinen drei Schichten einfacher aufgebaut ist als der sechsschichtige Neokortex. Das olfaktorische System ist das einzige sensorische System, dessen Bahnen ohne Verschaltung im Thalamus den Kortex erreichen (Bear, Connors & Paradiso, 2010, S. 296). So projizieren die olfaktorischen Fasern schon im frühen Verlauf direkt zum piriformen Kortex, zur Amygdala und zum entorhinalen Kortex, wodurch olfaktorische Reize direkt die Emotions- und Gedächtnissysteme beeinflussen können. Des Weiteren bestehen Verbindungen zwischen dem primären olfaktorischen Kortex mit vegetativen Kernen des Hypothalamus und der *Formatio reticularis*, worauf vermutlich der modulierende Einfluss von olfaktorischer Information auf Aktivierung und Aufmerksamkeit basiert. Vom *Tuberculum olfactorium* bestehen ipsilaterale Verbindungen zum Thalamus und zum orbitofrontalen Kortex, welche eine bewusste Geruchswahrnehmung ermöglichen.

Die olfaktorische Wahrnehmung wird charakterisiert durch die Wahrnehmungsschwelle, Identifikation und Diskrimination von Gerüchen. Die geringste Konzentration eines olfaktorischen Stimulus, der die olfaktorischen Rezeptorzellen aktiviert, wird als olfaktorische Wahrnehmungsschwelle definiert, die vermutlich hauptsächlich von der Funktion der periphersten Anteile des olfaktorischen Systems beeinflusst wird (Kovács, 2004). Die Fähigkeiten, Gerüche zu identifizieren und zwischen ihnen zu differenzieren, erfordern zusätzlich kognitive Kompetenzen; zentral für die sensorische Diskrimination von Gerüchen ist die *Area praepiriformis*, aber auch thalamokortikale Anteile tragen vermutlich dazu bei.

Neben der olfaktorischen Aktivierung lösen die meisten bekannten Duftstoffe, zumindest in höheren Konzentrationen, auch eine trigeminal vermittelte Empfindung aus (Doty et al., 1978). Dieser meist als stechend charakterisierter Anteil an der Geruchserfahrung wird über freie Nervenendigungen des *Nervus trigeminus* in der Schleimhaut der Nasenhöhle wahrgenommen. Daher wird in dieser Arbeit von chemosensorischer Stimulation gesprochen, da dieser Terminus neben dem olfaktorischen auch das trigeminale System miteinbezieht.

1.3.2 Die olfaktorische Wahrnehmung und Emotionen

Der Eindruck, dass Geruchswahrnehmung, Emotionen und Stimmung sehr eng miteinander in Verbindung stehen, beruht sowohl auf phänomenologischen Beobachtungen als auch auf Erkenntnissen aus der psychologischen, psychophysiologischen und neurophysiologischen Forschung.

Gerüche können beruhigend als auch stimulierend wirken und können basierend auf ihrer hedonischen Qualität entweder appetitive oder aversive affektive Reaktionen hervorrufen. Ein Effekt von Gerüchen auf die Stimmung wird nicht nur von der Aromatherapie propagiert, sondern konnte auch in psychologischen Studien für bestimmte Gerüche nachgewiesen werden. Ein Orangeruch beispielsweise kann in Stresssituationen beruhigend wirken und die Stimmung heben (Lehrner, Eckersberger, Walla, Pötsch & Deeke, 2000; Lehrner, Marwinski, Lehr, Jöhren & Deeke, 2005). Auch Ehrlichman und Bastone (1991) konnten zeigen, dass verschiedene angenehme wie auch unangenehme Gerüche Einfluss auf die Stimmung der Probanden hatten, wobei dieser Effekt bei unangenehmen olfaktorischen Reizen wesentlich länger anhielt als bei angenehmen Gerüchen. Negative chemosensorische Reize werden auch schneller verarbeitet als neutrale Gerüche, was Boesveldt, Frasnelli, Gordon und Lundström (2010) anhand von kürzeren Reaktionszeiten bei aversiven Gerüchen nachweisen konnten. Ein unangenehmer Geruch, beispielsweise ein Brand- oder Fäulnisgeruch, löst spezifische Emotionen wie Angst oder Ekel aus, was eine

Vermeidung des potentiell schädlichen Stimulus wahrscheinlich macht. Tatsächlich zeigt sich bei unangenehmen Gerüchen eine stärkere Aktivierung in motorischen Hirnarealen, die vermutlich der Vorbereitung des Vermeidungsverhaltens dient (Reske, Kellermann, Shah, Schneider & Habel 2010). Im Gegensatz dazu werden angenehme Düfte positive Gefühle und Annäherungsverhalten auslösen.

Neben Stimmungs- und Verhaltensänderung kann die Wahrnehmung eines Geruchs auch das Gedächtnis beeinflussen, wie etwa längst vergessen geglaubte Erinnerungen auslösen. Solche Erinnerungen werden oft als intensiver und lebendiger empfunden, als wenn sie durch Reize anderer Modalitäten hervorgerufen werden. Dieser Effekt von Gerüchen auf das Gedächtnis, bekannt als Proust-Phänomen (Chu & Downes, 2000), konnte u. a. von Toffolo, Smeets und van den Hout (2011) bestätigt werden. In deren Studie lösten olfaktorische Hinweisreize nämlich emotionalere und detailliertere Erinnerungen an aversive Ereignisse aus als auditorische oder visuelle Reize.

Aus psychophysiologischen Studien gibt es Hinweise, dass Gerüche Parameter des autonomen Nervensystems und auch den Schreckreflex (siehe Punkt 1.2.1.2.) modulieren können, vermutlich im Zusammenhang mit einer Beeinflussung des affektiven Zustandes. Zwar konnte nicht immer ein Effekt durch die Anwesenheit von Gerüchen und deren Valenz festgestellt werden (Miltner et al., 1994), dennoch berichten die meisten Autoren von einem Einfluss von chemosensorischen Reizen auf verschiedene autonome Parameter. Royet, Plailly, Delon-Martin, Kareken und Segebarth (2003) fanden beispielsweise heraus, dass die elektrodermale Aktivität als Maß für die physiologische Aktivierung zunahm, je extremer die Valenz der Gerüche bewertet wurde. Außerdem gibt es Berichte von höheren Werten bei unangenehmen als bei positiven Gerüchen für die Herzrate (Brauchli et al., 1995; Alaoui-Ismaili et al., 1997; Bensafi et al., 2002) sowie für die Atemfrequenz (Masaoka et al., 2005; Bensafi et al., 2007).

Diese enge Assoziation zwischen Gerüchen und Gefühlen beruht vermutlich auf der starken Verknüpfung zwischen primär olfaktorischen Hirnregionen und Hirnstrukturen, die wesentlich für die Emotionsverarbeitung sind. Sowohl für die Verarbeitung von Emotionen als auch für die Geruchswahrnehmung sind Strukturen wie die Amygdala, der Hippokampus, der anteriore *Gyrus cinguli*, die Insula und der orbitofrontale Kortex essentiell (Soudry, Lemogne, Malinvaud, Consoli & Bonfils, 2011).

Die Amygdala ist direkt mit Strukturen des Riechhirns verbunden und reagiert auf diverse affektiv gefärbte Stimuli, wie auf ängstliche Gesichtsausdrücke (Morris et al., 1996), aversive Bilder (Simpson et al., 2000) sowie auf positive Bilder (Hamann, Ely, Grafton &

Kilts, 1999) und glückliche Gesichter (Breiter et al., 1996). Es ist daher wahrscheinlich, dass die Amygdala auf bedeutsame, aktivierende Reize reagiert, unabhängig davon, ob diese eine positive oder negative Valenz aufweisen (Phan, Wager, Taylor and Liberzon, 2002). Bei der olfaktorischen Wahrnehmung konnten Anderson et al. (2003) eine Aktivierung der Amygdala mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) feststellen, die abhängig von der Intensität von olfaktorischen Stimuli ist, nicht aber von deren Valenz. Allerdings zeigten Winston, Gottfried, Kilner und Dolan (2005), dass bei konstanter Intensität negative wie auch positive olfaktorische Reize die Amygdala aktivieren, nicht aber emotional neutrale Gerüche. Daher ist die Aktivierung der Amygdala durch Gerüche vermutlich nicht primär von deren Intensität, sondern generell von deren emotionalen Bedeutsamkeit abhängig.

Ebenfalls direkt mit dem primären olfaktorischen Kortex verbunden ist der orbitofrontale Kortex, der eine zentrale Struktur für die Bildung von Erwartungshaltungen und für die Entscheidungsfindung darstellt (Bechara, Damasio & Damasio, 2000). Aktivierungsmuster des orbitofrontalen Kortex repräsentieren den hedonischen Wert von Verstärkern wie etwa von Nahrungsmitteln (Kringelbach, O'Doherty, Rolls & Andrews, 2003) oder auch von Gerüchen. Dabei zeigen sich je nach affektiver Valenz der chemosensorischen Stimuli unterschiedliche regionale Aktivierungsmuster, mit einer linksseitigen lateralen Aktivierung für unangenehme Gerüche und einer Aktivierung des rechten medialen orbitofrontalen Kortex für angenehme olfaktorische Reize (Anderson et al., 2003; Gottfried, Deichmann, Winston & Dolan, 2002).

1.4 Ziele und Hypothesen der vorliegenden Untersuchung

Die Neuroanatomie des olfaktorischen Systems und dessen Besonderheiten innerhalb der sensorischen Modalitäten weisen darauf hin, dass die zentralnervöse Verarbeitung von Gerüchen sich wesentlich von der Verarbeitung anderer sensorischer Informationen unterscheidet. Olfaktorische Reize werden in evolutionär alten Regionen (Allokortex) verarbeitet und haben über direkte Verbindungen zum limbischen System (ohne Umweg über den Thalamus) einen ungefilterten Einfluss auf die Emotions- und Gedächtnissysteme. So gehen Riecherfahrungen oft untrennbar mit Emotionen und Erinnerungen einher und weisen damit einen äußerst subjektiven Charakter auf. Wie bereits in der Einleitung angesprochen, stellt der *Bulbus olfactorius* die einzige Region dar, die sich im Verlauf der Evolution nicht relativ zum Körpergewicht vergrößert hat (Birbaumer & Schmidt, 2003, S. 461). Im Vergleich dazu hat das visuelle System enorm an Volumen und Komplexität zugenommen, wodurch nun etwa die Hälfte des menschlichen Kortex mit der Verarbeitung von visueller

Information beschäftigt ist (Bear et al., 2010, S. 304). Dies mag auch der Grund sein, wieso visuelle Eindrücke sich viel leichter verbal beschreiben und benennen lassen, sowie weniger subjektiv und emotional gefärbt sind als Gerüche. Gerade diese deutlichen Unterschiede zwischen dem visuellen und dem olfaktorischen System machen ein Vergleich zwischen diesen Modalitäten interessant.

Mit dieser psychophysiologischen Studie sollen daher die Effekte von visuellen und olfaktorischen bzw. chemosensorischen Reizen auf den affektiven Zustand untersucht werden. Als objektive Maße der Veränderung des emotionalen Befindens werden die physiologischen Kennwerte Schreckreflexamplitude, Hautleitwiderstand, Herzrate, Atemfrequenz und Körpertemperatur herangezogen. Die subjektiven Bewertungen der Valenz und der Aktivierung sowie der Intensität bei den chemosensorischen Bedingungen liefern Informationen über die persönlichen Einschätzungen der Reize und werden hinsichtlich ihres möglichen Zusammenhangs mit den physiologischen Parametern analysiert. Von besonderem Interesse ist dabei die Frage, ob mögliche Zusammenhänge bzw. Diskrepanzen zwischen den objektiven Messdaten und den subjektiven Einschätzungen modalitätsspezifisch (d. h. entweder nur für chemosensorische oder nur für visuelle Stimuli) oder modalitätsübergreifend vorhanden sind.

Als visuelle Stimuli werden Fotografien aus dem *International Affective Picture System* (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005) verwendet, die bereits bezüglich Valenz (von positiv bis negativ) und Aktivierung (von beruhigend bis aktivierend) evaluiert wurden. Aufgrund dieser Bewertungen werden je ein Bild mit positiver und neutraler Valenz und zwei negativ wirkende Bilder (*Angst* und *Ekel*) für die visuelle Stimulation ausgewählt. Als chemosensorische Reize werden vier ätherische Öle in jeweils zwei Konzentrationen und Alkohol ohne Beimengung eines ätherischen Öls als Kontrollbedingung verwendet. Anders als bei den visuellen Stimuli, werden die chemosensorischen Reize nicht a priori als positiv oder negativ klassifiziert, sondern ihre emotionale Wirkung wird vielmehr durch ihren Einfluss auf die physiologischen Größen und die subjektiven Bewertungen überprüft. Des Weiteren sollen auch mögliche Effekte unterschiedlicher Konzentrationen der Gerüche auf die subjektiven und objektiven Variablen untersucht werden. Außerdem wird in dieser Arbeit auch auf geschlechtsspezifische Unterschiede in den Auswirkungen der visuellen und chemosensorischen Stimulation auf die physiologischen Parameter und die subjektiven Bewertungen eingegangen.

Für den Schreckreflex wird entsprechend den Ergebnissen früherer Studien (Ehrlichman et al., 1995, 1997; Miltner et al., 1994; Vrana et al., 1988) erwartet, dass positive Reize zu

einer verringerten Schreckreflexamplitude relativ zur Baseline führen und dass negative Reize den Schreckreflex potenzieren. Für die visuellen Bedingungen, bei denen bereits eine Kategorisierung der Bilder nach Valenz vorgenommen wurde, wird daher die niedrigste relative Schreckreflexamplitude für das positive Bild angenommen, gefolgt vom neutralen Bild. Die höchste relative Schreckreflexamplitude wird für die beiden Fotos mit negativer Valenz erwartet, wobei keine gerichtete Hypothese bezüglich des Unterschieds zwischen den negativen Bildern *Angst* und *Ekel* aufgestellt wird. Für die chemosensorischen Bedingungen, bei denen die Stimuli nicht a priori den Valenzkategorien Positiv, Neutral und Negativ zugeordnet sind, wird folgende Hypothese aufgestellt: Positive Bewertungen der chemosensorischen Stimuli gehen mit einer niedrigen relativen Schreckreflexamplitude einher, während sich bei negativen subjektiven Einschätzungen der Stimuli die höchsten Werte für diese physiologische Größe zeigen. Bei neutralen Bewertungen, d. h. wenn die Gerüche weder eindeutig positiv noch negativ eingestuft werden, wird erwartet, dass die durchschnittliche relative Schreckreflexamplitude zwischen den Mittelwerten für die positiven und negativen Bewertungen liegt.

Da die elektrodermale Aktivität, in dieser Studie quantifiziert durch den Hautleitwert, als Maß für die unspezifische Aktivierung gilt, wird angenommen, dass diese physiologische Größe mit den subjektiven Einschätzungen der Aktivierung positiv korreliert. Stimuli, die als aktivierend empfunden werden, sollten mit einem höheren Hautleitwert einhergehen als beruhigender eingeschätzte visuelle oder chemosensorische Reize. Aufgrund der Ergebnisse von Bradley, Codispoti, Cuthbert und Lang (2001) wird erwartet, dass der Hautleitwert in den visuellen emotionalen Bedingungen (*Positiv*, *Angst* und *Ekel*) höher ist als beim neutralen Bild. Analog dazu wird vermutet, dass Gerüche, die als positiv oder negativ bewertet werden, mit einer höheren Hautleitfähigkeit einhergehen als neutral empfundene chemosensorische Stimuli.

Basierend auf den Ergebnissen von Vrana et al. (1988) und Rainville et al. (2006) wird angenommen, dass Reize mit emotionalem Inhalt eine höhere Herzrate aufweisen als neutrale Stimuli. Daher wird für die visuelle Stimulation erwartet, dass sich bei den Bildern *Positiv*, *Angst* und *Ekel* höhere Werte für diesen physiologischen Parameter zeigen als beim neutralen Bild. Wie auch bei den visuellen Versuchsbedingungen wird bei der chemosensorischen Stimulation davon ausgegangen, dass positiv und negativ bewertete Stimuli mit einer höheren Herzrate einhergehen als emotional neutral empfundene Reize. Zusätzlich wird aufgrund der Resultate aus der Literatur (siehe Punkt 1.2.3) vermutet, dass die Herzrate bei unangenehmen Gerüchen höher ausfällt als bei positiv bewerteten chemosensorischen Reizen. Sowohl für die

visuelle als auch die chemosensorische Stimulation wird eine Erhöhung der Herzrate mit zunehmender Aktivierung angenommen, was sich in einer vermuteten Korrelation zwischen Herzrate und subjektiver Bewertung der Aktivierung niederschlagen sollte.

Eine steigende Aktivierung bewirkt auch eine Erhöhung der Atemfrequenz (z. B. Rainville et al., 2006), worauf die Hypothese beruht, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen subjektiver Aktivierung und der Atemfrequenz bei der visuellen und der chemosensorischen Stimulation gibt. Da emotionale Reize üblicherweise eine höhere Aktivierung auslösen als neutrale, wird ein solcher Unterschied zwischen dem Bild *Neutral* und den anderen (emotionalen) visuellen Versuchsbedingungen erwartet. Bei den chemosensorischen Bedingungen wird außerdem vermutet, dass positiv bewertete Gerüche eine niedrigere Atemfrequenz bedingen als für die Versuchspersonen unangenehme Stimuli, weil angenehme Gerüche eine tiefere Atmung auslösen (Masaoka et al., 2005).

Aufgrund der recht spärlichen Literatur zur Körpertemperatur werden für diese physiologische Größen keine gerichteten Hypothesen formuliert. Somit hat die Untersuchung der Effekte von visuellen und chemosensorischen Stimuli auf die Körpertemperatur in dieser Studie einen rein explorativen Charakter.

Da sowohl der Hautleitwert, die Herzrate wie auch die Atemfrequenz mit zunehmender Aktivierung steigen sollten, wird eine positive Korrelation dieser Parameter untereinander sowie mit den subjektiven Einschätzungen der Aktivierung vermutet.

2 Methode

2.1 Stichprobe

Als Versuchsteilnehmer wurden 38 Studenten und Akademiker im Alter von 20 bis 33 Jahren (MW = 25,63; SD = 2,58) auf freiwilliger Basis akquiriert, von denen 19 weiblich waren. Die Teilnehmer waren Rechtshänder und haben laut eigenen Angaben nie an psychiatrischen oder neurologischen Erkrankungen gelitten. Das Bildungsniveau der Probanden lag zwischen 10 und 22 Bildungsjahren (MW = 17,50; SD = 2,54). Faktoren, die mit einer Beeinträchtigung des Riechvermögens einher gehen könnten, sollten weitestgehend ausgeschlossen werden. Dementsprechenden sollten die Versuchspersonen am Tag des Experiments weder erkältet sein, noch Parfum verwenden, sowie ein durchschnittliches tägliches Rauchpensum von zehn Zigaretten nicht überschreiten. 24 Probanden waren Nichtraucher, vier gaben an, durchschnittlich weniger als eine Zigarette pro Tag zu rauchen, drei weniger als fünf pro Tag

und sieben Versuchspersonen rauchten laut eigenen Aussagen im Mittel sechs bis zehn Zigaretten täglich.

2.2 Erhebung personenbezogener Variablen

Mittels eines selbst erstellten Fragebogens wurden die persönlichen Daten der Versuchspersonen wie Alter, Geschlecht, Bildungsniveau sowie Studienrichtung beziehungsweise Beruf erhoben. Um die Eignung für die Studie sicherzustellen, wurden auch Items über Rauchkonsum, Händigkeit und psychopathologische Vorgeschichte vorgegeben. Die weiblichen Versuchspersonen sollten zusätzlich Fragen über den Menstruationszyklus und hormonelle Verhütung beantworten.

Um den momentanen affektiven Zustand der Probanden festzustellen, wurde der Fragebogen *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS; Watson, Clark & Tellegen, 1988) vorgegeben. Der PANAS besteht aus jeweils zehn positiven und negativen Affektzuschreibungen, die auf einer Skala von 1 („trifft nicht zu“) bis 10 („trifft sehr zu“) von den Versuchspersonen entsprechend ihrer momentanen Befindlichkeit angekreuzt werden sollen. Die Antworten werden zu den zwei Faktoren *Positiver Affekt* (PA) und *Negativer Affekt* (NA) zusammengefasst, die als Maße für die Valenz der Stimmung herangezogen werden.

Für die Erhebung persönlichkeitsbezogener Merkmale wurde der faktorenanalytisch konstruierte Persönlichkeitsfragebogen *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar* (NEO-FFI; Costa & McCrae, 1992) verwendet, der von Borkenau und Ostendorf (1993) ins Deutsche übertragen wurde. Der NEO-FFI beschreibt die Persönlichkeit anhand der fünf Faktoren *Neurotizismus*, *Extraversion*, *Offenheit für Erfahrungen*, *Verträglichkeit* und *Gewissenhaftigkeit*, die mit jeweils 12 Fragen erhoben werden. Interpretationen der jeweiligen Ausprägungen in diesen Faktoren basieren auf dem Vergleich mit einer repräsentativen Stichprobe und können inhaltlich folgendermaßen beschrieben werden:

Hohe Werte des Faktors *Neurotizismus* deuten auf eine emotional labile Person hin, die sich leicht aus der Ruhe bringen lässt und häufig über negative Emotionen wie Angst oder Trauer berichtet. Eine niedrige Ausprägung dieses Faktors spricht für emotionale Stabilität, also für eine ruhige und ausgeglichene Person, die auch Stresssituationen gut bewältigen kann. Je höher der Score auf der Skala *Extraversion*, desto geselliger, aktiver und gesprächiger kann eine Person charakterisiert werden. Niedrige Werte bei diesem Faktor deuten auf eine introvertierte Persönlichkeit hin, die sich durch Zurückhaltung und Selbstgenügsamkeit beschreiben lässt. Die Dimension *Offenheit für Erfahrungen* gibt

Auskunft über Interesse und Bereitschaft einer Person, neue Erfahrungen zu machen und neue Eindrücke zu sammeln. Dementsprechend sind Personen mit einer hohen Ausprägung bei diesem Faktor vielseitig interessiert, wissbegierig und experimentierfreudig. Im Gegensatz zu offenen Personen, zeigen Individuen mit geringen Werten in dieser Skala eher konventionelle Verhaltensweisen und sind konservativer in ihren Wertvorstellungen. Der Faktor *Verträglichkeit* spiegelt das Ausmaß an prosozialen Verhaltensweisen wider, wobei hohe Werte auf eine kooperative, mitfühlende aber auch auf eine nachgiebige Persönlichkeit hinweisen. Egoistische, misstrauische und kritische Personen erreichen in dieser Skala eher geringe Werte. Menschen mit einer hohen Ausprägung in der Skala *Gewissenhaftigkeit* können als zielstrebig, fleißig, verlässlich und ordentlich beschrieben werden, während ein niedriger Wert auf eine Person mit wenig Ambitionen und Durchhaltevermögen hinweist.

2.3 Erfassung des Riechvermögens

Um die Sensitivität der Geruchswahrnehmung der Versuchspersonen objektiv zu quantifizieren, wurde der Identifikationstest aus der *Sniffin' Sticks*- Testbatterie (Kobal et al., 1996; hergestellt von Heinrich Burghart Elektro- und Feinmechanik GmbH) herangezogen. Dieser Test besteht aus 16 Riechstiften mit Alltagsgerüchen, die die Versuchspersonen aus vier Antwortmöglichkeiten benennen sollen. Für die Gruppe der 16- bis 35jährigen, wurde in einer internationalen Multicenter-Studie (Kobal et al., 2000) ein Medianwert von 14 und dem 10. Perzentil von 12 festgestellt, welcher die Grenze zwischen normaler olfaktorischen Wahrnehmung und einem eingeschränkten Riechvermögen (Hyposmie) darstellt.

Des Weiteren wurde den Versuchsteilnehmern ein Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der Geruchswahrnehmung (Hufnagl, Lehrner & Deecke, 2003) vorgegeben, der aus Items zum *Subjektiven Riechvermögen* (SRV), zur *Beeinträchtigung der Wahrnehmung von Alltagsdüften* (BWA) und zur *Riechbezogenen Lebensqualität* (RLQ) besteht. Bei dem SRV sollten die Probanden ihr Riechvermögen auf einer Skala von 1 bis 10 einschätzen, wobei 1 für ein subjektiv sehr eingeschränktes Riechvermögen und 10 für einen subjektiv sehr guten Riechsinn steht. Bei der Skala BWA sollten die Versuchspersonen angeben, inwieweit sie Probleme mit der Wahrnehmung von Umgebungsdüften und von Körpergerüchen haben, während die Skala RLQ eingeschränkte Funktionsweisen im Alltag, etwa beim Kochen, erfasst. Beide letztgenannten Skalen bestehen aus Fragen, die auf einer fünfstufigen Skala zu beantworten sind, und werden jeweils als mittlerer Summenscore angegeben. Je höher der Summenscore ausfällt, desto geringer sind die subjektiv wahrgenommenen Beeinträchtigungen bzw. desto höher ist die riechbezogene Lebensqualität.

2.4 Chemosensorische Stimuli

Als chemosensorische Reize dienen die ätherischen Öle Ylang-Ylang, Orange, Kaffee und Hopfen, hergestellt von feeling Ges.m.b.H (www.feeling.at). Ylang-Ylang (*Cananga odorata*), was übersetzt soviel wie „Die Blume der Blumen“ bedeutet, wird aus den Blüten des Ylang-Ylang-Baums gewonnen und findet Verwendung in zahlreichen Pflegeprodukten und Parfums (u. a. im bekannten *Chanel No. 5*). Dieses ätherische Öl kann als blumig, süß und schwer charakterisiert werden und bewirkt laut Hersteller eine Senkung des Blutdrucks und der Atemfrequenz und kann somit zur Stabilisierung von Stimmungsschwankungen eingesetzt werden.

Bedingung	Geruch	Tropfen (0,05ml) Öl	Tropfen (0,05 ml) Alkohol	Verhältnis Öl - Alkohol	ungefähres Volumen
<i>Ylang-Ylang H</i>	Ylang-Ylang in hoher Konzentration	10	30	1 : 3 (25%)	2 ml
<i>Ylang-Ylang G</i>	Ylang-Ylang in geringer Konzentration	1	60	1: 60 (1,6%)	3ml
<i>Kaffee H</i>	Kaffee in hoher Konzentration	10	30	1 : 3 (25%)	2 ml
<i>Kaffee G</i>	Kaffee in geringer Konzentration	1	60	1: 60 (1,6%)	3ml
<i>Orange H</i>	Orange in hoher Konzentration	10	30	1 : 3 (25%)	2 ml
<i>Orange G</i>	Orange in geringer Konzentration	1	60	1: 60 (1,6%)	3ml
<i>Hopfen H</i>	Hopfen in hoher Konzentration	10	30	1 : 3 (25%)	2 ml
<i>Hopfen G</i>	Hopfen in geringer Konzentration	1	60	1: 60 (1,6%)	3ml
<i>Alkohol</i>	Alkohol	-	50		2,5ml

Tab. 1. Auflistung der chemosensorischen Stimuli mit deren Bezeichnungen und dem jeweiligem Mischverhältnis und ungefährem Volumen.

Das Orangenöl süß (*Citrus sinensis*) wird durch Pressung der Orangenschale hergestellt und riecht frisch, fruchtig und süß. Diesem ätherischen Öl wird eine stimmungsaufhellende und beruhigende Wirkung zugesprochen (Beier, 2009, S. 478). Das Kaffee CO₂ Extrakt (*Coffea arabica*) kann als bitter und herb beschrieben werden und wird zur Verwendung als Raumduft empfohlen (www.feeling.at). Das ätherische Öl des Hopfens (*Humulus lupulus*) wird ebenfalls durch CO₂-Extraktion gewonnen und riecht herb-süßlich. Vom Hersteller wird dieses Hopfenextrakt als Beruhigungsmittel dargestellt, das bei Unruhe, Angst und bei Schlafstörungen helfen soll.

Die ätherischen Öle wurden mit Alkohol verdünnt und den Versuchspersonen in zwei verschiedenen Konzentrationen in 10ml-Fläschchen dargeboten, wobei die hohe Konzentration ein Mischverhältnis von 1:3 und die niedrige Konzentration ein Verhältnis von 1:60 aufwies (Tab. 1). Als Kontrolle wurde ein Fläschchen mit Alkohol ohne Beimengung eines ätherischen Öles vorgegeben. Somit ergaben sich insgesamt neun chemosensorische Versuchsbedingungen.

2.5 Visuelle Stimuli

Als visuelle Reize wurden vier Bilder aus dem *International Affective Picture System* (IAPS, Lang et al., 2005) gewählt, die bereits von den Autoren hinsichtlich ihrer Valenz und ihrer Aktivierung validiert wurden.

Beschreibung	Bedingung	IAPS-Bildnummer	Valenz MW (SD)	Aktivierung MW (SD)
Angriff	<i>Angst</i>	6350	1.90 (1.29)	7.29 (1.87)
Verstümmelung	<i>Ekel</i>	3000	1.45 (1.20)	7.26 (2.10)
Kleiderständer	<i>Neutral</i>	7217	4.82 (0.99)	2.43 (1.64)
Robbe	<i>Positiv</i>	1440	8.19 (1.53)	4.61 (2.54)

Tab. 2. Beschreibung und Bildnummer der IAPS-Bilder mit Mittelwerten (MW) und Standardabweichungen (SD) der Valenz und der Aktivierung, sowie den zugehörigen Versuchsbedingungen.

Jedes Bild des IAPS wurde dabei von etwa hundert Studenten, von denen die Hälfte weiblich war, auf einer 9-stufigen Skala bezüglich ihrer Valenz und Aktivierung bewertet. Je

höher die Bewertung der Valenz, desto positiver wurde die affektive Wirkung der Bilder im Durchschnitt befunden; ein sehr niedriger Wert spricht daher für einen negativen Affekt, der durch das entsprechende Bild ausgelöst wird. Analog dazu stehen niedrige Werte der Aktivierung für eine beruhigende Wirkung und hohe Werte für einen erregenden Effekt der Bilder. Aufgrund dieser Einschätzungen wurden die Bilder ausgewählt und den Valenzkategorien (Positiv, Neutral und Negativ) zugeordnet.

	
Angst	Ekel
	
Neutral	Positiv

Abb. 1. In der Untersuchung verwendete IAPS-Bilder mit deren Zuordnung zu den visuellen Versuchsbedingungen *Angst*, *Ekel*, *Neutral* und *Positiv*.

Für die negative Valenzkategorie wurden zwei Bilder für diese Untersuchung herangezogen, zum einen ein Bild eines verstümmelten Gesichts (IAPS-Bild Nr. 3000, gekennzeichnet als Bedingung *Ekel*) und zum anderen eine Darstellung einer Messerattacke (IAPS-Bild Nr. 6350, benannt als Bedingung *Angst*). Beide Bilder der negativen Kategorie zeigen ähnliche Werte für die Valenz und Aktivierung (Tab. 2), weshalb die Unterscheidung

zwischen den Bedingungen *Ekel* und *Angst* auf der subjektiven Einschätzung der Untersucher beruht. Für die Bedingung *Neutral* wurde ein Bild eines Kleiderständers (IAPS-Bild Nr. 7217) gewählt, da der durchschnittliche Wert für die Valenz in einem neutralen mittleren Bereich liegt und die Aktivierung als gering eingestuft wurde. Das IAPS-Bild einer Robbe (Nr. 1440) wurde aufgrund der hohen Werte der Valenz der positiven Affektkategorie zugeordnet und stellt damit den Stimulus für die Bedingung *Positiv* dar. Die Bilder der vier visuellen Stimulationsbedingungen *Ekel*, *Angst*, *Neutral* und *Positiv* wurden den Probanden als Farbdruck auf einem weißen DIN A4- Karton vorgegeben und sind in Abbildung 1 dargestellt.

2.6 Schreckreflexstimulation

Während der 13 Versuchsbedingungen wurden den Probanden binaural akustische Schreckreize über Kopfhörer dargeboten. Diese 50ms andauernden Töne aus weißem Rauschen wiesen eine Lautstärke von 105dB auf. Während eines fünf-minütigen Trials wurden sechs Schreckreize dargeboten, wobei der erste jeweils nach 15 Sekunden und vor der chemosensorischen oder visuellen Stimulation gesetzt wurde, um die Baseline-Amplitude des Schreckreflexes zu erfassen. Die darauffolgenden fünf Schreckreize wurden während der Stimulation mit chemosensorischen beziehungsweise visuellen Reizen mit einem variierenden Interstimulus-Intervall zwischen 40 und 73 Sekunden appliziert.

2.7 Datenaufnahme der physiologischen Parameter

Die Messung der physiologischen Parameter Schreckreflexamplitude, Hautleitwert, Hauttemperatur, Herzrate und Atemfrequenz wurde mit dem NeXus-10/BioTrace+ Systems (Mind Media B.V. Netherlands) durchgeführt. Die dabei aufgezeichneten Signale wurden via Bluetooth in Echtzeit zu einem Computer mit der BioTrace+ Software übertragen und gespeichert.

Die Lidschlussreaktion auf den Schreckreiz wurde mittels elektromyographischer Ableitung (EMG) des *Musculus orbicularis oculi* quantifiziert, wobei zwei Elektroden unter dem linken Auge und eine Erdungselektrode an der rechten Wange platziert wurden. Für diese Messungen wurden Ag/AgCl Monitoring-Elektroden (3M Health Care, Deutschland) verwendet. Das Rohsignal des EMGs wurde mit einer Abtastungsrate von 2048Hz aufgezeichnet und mittels eines IIR-Band-Digital-Filter des NeXus-10/BioTrace+ Systems gefiltert (20-500 Hz). Um die Schreckreflexamplitude zu berechnen, wurde das EMG-

Rohsignal durch eine Anwendung des quadratischen Mittels (*Root Mean Square*, RMS) mit der Aufzeichnungsrate von 32Hz gleichgerichtet.

Der Hautleitwert (*Skin conductance level*, SCL), angegeben in μ Siemens, wurde mit Elektroden am linken Zeige- und Mittelfinger gemessen. Der Sensor für den Blutvolumenpuls (*Blood Volume Pressure*, BVP) wurde am linken Ringfinger angebracht und lieferte das BVP-Rohsignal. Aus diesem wurde die Herzrate berechnet, die in Schlägen pro Minute (*beats per minute*, bpm) angegeben wird. Hinter dem linken Ohr wurde ein Temperatursensor zur Messung der Hauttemperatur angebracht. Die Atemfrequenz, die die Anzahl der Atemzüge pro Minute wiedergibt, wurde aus Signalen eines dehnbaren Brustgurts ermittelt. Die Sensoren zur Aufzeichnung des Hautleitwerts, der Herzrate, der Hauttemperatur und der Atemfrequenz wiesen eine Abtastrate von 32Hz auf und sind Teil des NeXus-10/BioTrace+ Systems.

2.8 Durchführung

Die Versuchsteilnehmer nahmen in einem Lehnstuhl in einem ruhigen Raum Platz und füllten zunächst den Fragebogen zur Erfassung der persönlichen Daten und den PANAS aus. Danach erfolgten die Vorgabe des Fragebogens zur Geruchswahrnehmung und die Durchführung des Geruchsidentifikationstest. Anschließend wurden die Elektroden des Elektromyogramms und die Sensoren für die Messung des Hautleitwerts, der Temperatur, des Blutvolumenpulses und der Atemfrequenz angebracht.

Vor der Datenaufnahme bekamen die Versuchspersonen eine schriftliche Instruktion, die das Experiment beschrieb und die Aufgaben der Probanden definierte. Bei den chemosensorischen Bedingungen sollten die Teilnehmer gleichermaßen an jedem Fläschchen riechen, auch wenn sie manche Gerüche als unangenehm empfinden würden. Da die ätherischen Öle zum Teil stark verdünnt waren beziehungsweise in der Kontrollbedingung kein Duftstoff dargeboten wurde, wurde auch explizit darauf hingewiesen, dass die Teilnehmer trotz einer möglichen fehlenden bewussten Geruchswahrnehmung an jedem Fläschchen gleich intensiv riechen sollten. Es wurde vermutet, dass die Betrachtung der Bilder der Angst- und Ekel-Bedingung für manche Versuchspersonen unangenehm sein könnte. Daher wurden die Probanden darauf hingewiesen, alle Bilder, auch die weniger angenehmen, gleichermaßen zu betrachten. Bei allen Bedingungen wurden die Versuchsteilnehmer angehalten, sich emotional und gedanklich auf den Reiz einzulassen, wofür in der Instruktion als Hilfestellung Fragen wie etwa „Welche Gefühle löst der Geruch/das Bild in Ihnen aus?“ vorgegeben wurden.

Daraufhin folgten die insgesamt 13 Versuchsbedingungen, die den Probanden in unterschiedlicher Reihenfolge zugewiesen wurden. Bei jeder Bedingung begann die chemosensorische beziehungsweise die visuelle Stimulation nach dem ersten Schreckreiz, der immer 15 Sekunden nach Beginn des Versuchsdurchgangs gesetzt wurde. Nach der folgenden Schreckreaktion, die in Echtzeit am Bildschirm verfolgt werden konnte, wurden den Versuchsteilnehmern die geöffneten Fläschchen beziehungsweise die Bilder gebracht. Somit erhielten die Probanden den der Bedingung entsprechenden Stimulus etwa 20 Sekunden nach Beginn des Durchgangs. Da ein Versuchsdurchgang insgesamt fünf Minuten (300s) dauert, beträgt die Dauer der chemosensorischen oder visuellen Stimulation etwa vier Minuten und 40 Sekunden (280s).

Die Versuchspersonen wurden nach jedem Trial aufgefordert, die Wirkung der Gerüche beziehungsweise der Bilder zu beschreiben. Dazu dienten zwei visuelle Analogskalen mit den Gegensatzpaaren „positiv vs. negativ“ und „aktivierend vs. beruhigend“. Für die chemosensorischen Bedingungen wurden zusätzlich die Frage „Haben Sie einen Geruch wahrgenommen?“ mit den Antwortmöglichkeiten „ja“, „nein“ und „weiß nicht“ und eine weitere Analogskala zur Einschätzung der Intensität des Geruchs vorgegeben. Darüberhinaus konnten die Probanden auch eventuelle Gedanken und Assoziationen, die die Gerüche oder Bilder in ihnen ausgelöst, aufschreiben. Das Interstimulus-Intervall wurde hauptsächlich durch die Zeit, die die Probanden für die Bewertung aufwendeten, bestimmt, dauerte aber mindestens eine Minute. Nach Beendigung der 13 Versuchsdurchgänge füllten die Probanden den NEO-FFI aus und unterzeichneten die Einverständniserklärung.

2.9 Datenreduktion

Für die Analyse der Schreckreflexamplitude wurde jeder Durchgang jeder Versuchsperson anhand einer grafischen Darstellung am Computer visuell überprüft. Die Durchgänge wurden nur dann als gültig angesehen, wenn die Baseline-Amplitude sowie mindestens drei Schreckreflexamplituden während der Stimulation klar zu identifizieren waren. Diese Anforderungen konnten bei 30 Probanden für alle 13 Bedingungen als gegeben angesehen werden. Bei zwei Versuchspersonen wurde jeweils ein Durchgang und bei drei Teilnehmern je zwei Durchgänge als ungültig klassifiziert. Bei drei weiteren Probanden zeichneten sich die Schreckreflexamplituden oft nicht ausreichend vom Hintergrund-EMG ab, was zu mehreren ungültigen Durchgängen führte. Um eine möglichst hohe Qualität der Daten zu sichern, beschränkte sich die Analyse des Schreckreflexes auf jene Probanden, bei denen bei allen Durchgängen einwandfreie Daten erhoben werden konnten. Für diese 30 Versuchs-

personen wurde für jede Bedingung die relative Schreckreflexamplitude berechnet, indem die durchschnittliche Schreckreflexamplitude während der Stimulation durch die Baseline-Amplitude geteilt wurde und mit 100 multipliziert wurde. Damit wird die relative Schreckreflexamplitude in Prozent angegeben, wobei Werte unter 100 eine Abschwächung des Reflexes und Werte über 100 eine Potenzierung der Reflexantwort während der Stimulation im Vergleich zur Baseline darstellen.

Für die restlichen physiologischen Parameter Hautleitwert, Herzrate, Hauttemperatur und Atemfrequenz wurde für jede Bedingung und jede Versuchsperson der Mittelwert über den Zeitraum von 260s berechnet. Die ersten 40 Sekunden jedes Versuchsdurchgangs wurden aus der Analyse ausgeschlossen, da die Empfangnahme der Stimuli um etwa 20s nach Beginn des Durchgangs und die damit verbundene motorische Aktivität vermutlich die adäquate Messung dieser Parameter beeinträchtigt hätte.

Bei den Analogskalen mit den subjektiven Einschätzungen wurde eine manuelle Auswertung vorgenommen. Entsprechend der Kennzeichnung auf der 100mm langen Analogskala, wurde der Antwort der Versuchspersonen ein Wert von 0 bis 100 zugewiesen. Je höher der Wert für die Valenz, desto negativer wurde der Reiz von den Probanden bewertet, die positivste mögliche Einschätzung liegt daher bei dem Wert 0, die negativste bei 100. Analog dazu spricht ein niedriger Wert in der Aktivierungsskala für eine beruhigende Wirkung, während ein hoher Wert einen aktivierenden Effekt des entsprechenden Stimulus impliziert. Für die Einschätzung der Intensität bei den chemosensorischen Bedingungen gilt, je höher der Wert, desto intensiver wurde der Geruchsreiz empfunden.

2.10 Statistische Datenanalyse

Die Analyse der physiologischen Parameter (relative Schreckreflexamplitude, Hautleitwert, Herzrate, Atemfrequenz und Temperatur) und der subjektiven Bewertungen (subjektive Valenz, Aktivierung und Intensität) erfolgte mit der Standardsoftware SPSS 17. Für jede dieser abhängigen Variablen wurde eine ANOVA mit den unabhängigen Variablen Bedingung und Geschlecht gerechnet. Diese Analysen wurden getrennt für die visuellen und chemosensorischen Bedingungen und mit logarithmisch transformierten Daten durchgeführt. Bei der physiologischen Variable Temperatur musste allerdings auf eine varianzanalytische Testung verzichtet werden, da hier auch durch eine logarithmische Transformation keine Normalverteilung erreicht werden konnte. Paarweise Vergleiche zwischen den einzelnen visuellen und chemosensorischen Bedingungen wurden mit abhängigen T-Tests analysiert bzw. alternativ bei Verletzung der Normalverteilung mit parameterfreien Wilcoxon-Tests.

Zur Untersuchung möglicher Geschlechtsunterschiede wurden die beschriebenen Verfahren (ANOVAs und abhängige T-Tests bzw. Wilcoxon-Tests) für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen getrennt durchgeführt. Um festzustellen, ob sich die männlichen und weiblichen Probanden in den einzelnen Versuchsbedingungen unterscheiden, wurden zusätzlich einfaktorielle ANOVAs mit Geschlecht als Faktor eingesetzt.

Außerdem wurden mögliche lineare Zusammenhänge zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Parametern mittels bivariaten Korrelationen nach Pearson überprüft. Um die Auswirkungen der subjektiven Bewertungen auf die physiologischen Parameter varianzanalytisch zu testen, wurde zunächst das Kontinuum der subjektiven Einschätzungen der visuellen Analogskalen (VAS) jeweils in drei Kategorien eingeteilt (Tab. 3).

Rohwert der VAS	Valenz- kategorie	Aktivierungs- kategorie	Intensitäts- kategorie
0 - 33	Positiv	Beruhigend	Wenig Intensiv
34 - 66	Neutral	Neutral	Moderat
67 - 100	Negativ	Aktivierend	Intensiv

Tab. 3. Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien mit den entsprechenden Rohwerten der subjektiven Einschätzungen. VAS= Visuelle Analogskala.

Die Werte für die subjektive Valenz wurden zu den Kategorien *Positiv*, *Neutral* und *Negativ* zusammengefasst, jene für die subjektive Aktivierung wurden den Kategorien *Beruhigend*, *Neutral* und *Aktivierend* zugeteilt. Entsprechend dieser Einteilung wurde auch eine Kategorisierung der subjektiven Intensität für die chemosensorischen Bedingungen vorgenommen; Werte von 0 bis 33 wurden der Kategorie *Wenig Intensiv*, Werte von 34 bis 66 der Kategorie *Moderat* und Werte von 67 bis 100 der Kategorie *Intensiv* zugeteilt. Anschließend wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit den Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien als unabhängige Variablen für jede physiologische Größe getrennt durchgeführt. Eine Ausnahme dabei bildete der Parameter Temperatur, bei dem aufgrund nicht erfüllter Voraussetzungen auf parameterfreie Verfahren zurückgegriffen werden musste. Die Korrelationsanalysen und die ANOVAs erfolgten wiederum getrennt für die visuellen und die chemosensorischen Bedingungen und wurden ebenfalls mit den logarithmisch transformierten Daten durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Visuelle Stimulation

In Tabelle 4 ist die deskriptive Statistik der physiologischen Parameter relative Schreckreflexamplitude, Hautleitwert, Herzrate, Atemfrequenz und Temperatur für die vier visuellen Bedingungen aufgelistet. Dabei sind die Mittelwerte und Standardabweichungen sowohl für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt, wie auch für die gesamte Stichprobe gemeinsam, aufgeführt. Im Folgenden werden nun die Ergebnisse für die einzelnen physiologischen Variablen diskutiert.

		Relative Schreckreflex-amplitude		Hautleitwert (μ S)		Herzrate (bpm)		Atemfrequenz		Temperatur ($^{\circ}$ C)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Angst	weiblich	84,16	18,14	3,87	2,62	72,70	7,61	18,11	2,63	36,82	,46
	männlich	108,97	43,96	6,11	2,97	70,76	11,12	16,79	3,57	36,61	,91
	gesamt	97,39	36,14	4,99	2,98	71,73	9,45	17,45	3,17	36,72	,72
Ekel	weiblich	137,13	99,68	3,78	2,41	71,16	9,31	17,82	2,23	36,77	,65
	männlich	85,89	29,09	6,33	2,91	71,26	10,74	16,41	6,42	36,66	,71
	gesamt	109,80	74,61	5,05	2,94	71,21	9,92	17,11	4,79	36,71	,67
Neutral	weiblich	82,02	29,41	3,67	2,35	71,83	11,55	18,37	2,12	36,80	,50
	männlich	95,82	28,49	5,94	3,02	69,88	9,91	16,55	3,86	36,60	,73
	gesamt	89,38	29,27	4,81	2,91	70,83	10,63	17,46	3,21	36,70	,62
Positiv	weiblich	93,16	30,83	3,82	2,45	71,10	8,11	18,45	2,71	36,88	,32
	männlich	80,66	26,26	6,10	2,97	73,83	11,76	16,91	3,42	36,59	,66
	gesamt	86,50	28,69	4,96	2,93	72,47	10,06	17,68	3,14	36,74	,53

Tab. 4. Deskriptive Statistik für die physiologischen Variablen in den visuellen Versuchsbedingungen für die Geschlechter getrennt und gemeinsam aufgeführt. MW= Mittelwert; SD= Standardabweichung.

3.1.1 Schreckreflex

Wie in Tabelle 4 zu sehen ist, konnte die höchste durchschnittliche Schreckreflexamplitude relativ zur Baseline in der Bedingung *Ekel* gemessen werden. Der zweithöchste Wert für diese Variable wurde bei dem Bild *Angst* beobachtet. Niedriger als in diesen beiden negativen Bedingungen fiel der mittlere Wert der Schreckreflexamplitude in der Bedingung mit dem neutralen Bild aus, der seinerseits aber höher war als jener in der positiven Bedingung.

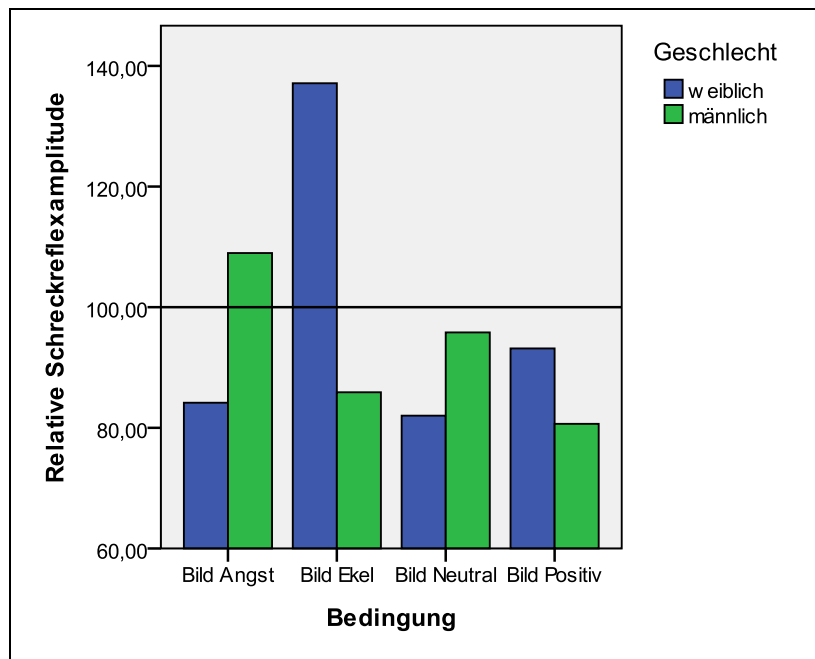


Abb. 2. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude bei den weiblichen und männlichen Probanden für die visuellen Bedingungen. Die Baseline des Schreckreflexes liegt bei einem Wert von 100, der mit einer horizontalen Linie gekennzeichnet ist. Bei den Frauen zeigte sich eine signifikant höhere relative Schreckantwort in der Bedingungen *Ekel* im Vergleich zu den Bedingungen *Angst* ($p = ,025$), *Neutral* ($p = ,015$) und *Positiv* ($p = ,039$). Bei den männlichen Probanden war ein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen *Angst* und *Positiv* feststellbar ($p = ,022$). Das Bild *Ekel* löste bei den weiblichen Teilnehmern eine signifikant höhere relative Schreckreflexamplitude aus als bei den männlichen Versuchspersonen ($p = ,023$).

Gepaarte T-Tests zum Vergleich der Bedingungen untereinander zeigten eine signifikant höhere relative Schreckreflexamplitude für das Bild *Ekel* im Vergleich zum positiven Bild ($p = ,025$; einseitig). Eine ANOVA mit der relativen Schreckreflexamplitude als abhängige Variable ergab allerdings keine signifikanten Ergebnisse für die Faktoren Bedingung und Geschlecht; die Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren erwies sich aber als signifikant ($p = ,007$). Daher wurde die ANOVA zusätzlich für beide Geschlechter getrennt durchgeführt, wobei sich für die unabhängige Variable Bedingung ein signifikanter Effekt bei den weiblichen Versuchspersonen ($p = ,021$), aber nicht bei den männlichen Teilnehmern, ergab ($p = ,129$). Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, löste das Bild *Ekel* im Durchschnitt die höchste relative Schreckreflexamplitude bei den Frauen aus; der Unterschied erwies sich bei den paarweisen Vergleichen als signifikant für die Bedingung *Angst* ($p = ,025$;

zweiseitig), für das Bild *Neutral* ($p = ,015$; einseitig) sowie für das positive Bild ($p = ,039$; einseitig).

Bei den männlichen Versuchspersonen ergab sich die höchste Schreckreflexamplitude im Vergleich zur Baseline bei der Bedingung *Angst* (Abb. 2), während der durchschnittliche Wert dieser Variable bei dem Bild *Ekel* sogar niedriger ausfiel als bei dem neutralen Stimulus. Die niedrigste Schreckreflexamplitude konnte für die Männer bei der positiven Bedingung festgestellt werden, was sich in einer signifikanten Paarung zwischen der Bedingung *Angst* und dem positiven Bild niederschlug ($p = ,022$; einseitig). Eine einfaktorielle ANOVA mit den relativen Schreckreflexamplituden in den vier visuellen Bedingungen als abhängige Variablen ergab einen signifikanten Effekt für den Faktor Geschlecht; bei dem Bild *Ekel* zeigten Frauen eine höhere Schreckreflexamplitude als die männlichen Versuchspersonen ($p = ,023$).

3.1.2 Weitere physiologische Parameter

Der niedrigste mittlere Hautleitwert konnte in der Bedingung *Neutral* beobachtet werden, gefolgt von jenem beim positiven Bild (Tab. 4). Den höchsten Hautleitwert wies im Durchschnitt die Bedingung *Ekel* auf, gefolgt von der zweiten negativen Versuchsbedingung, dem Bild *Angst*.

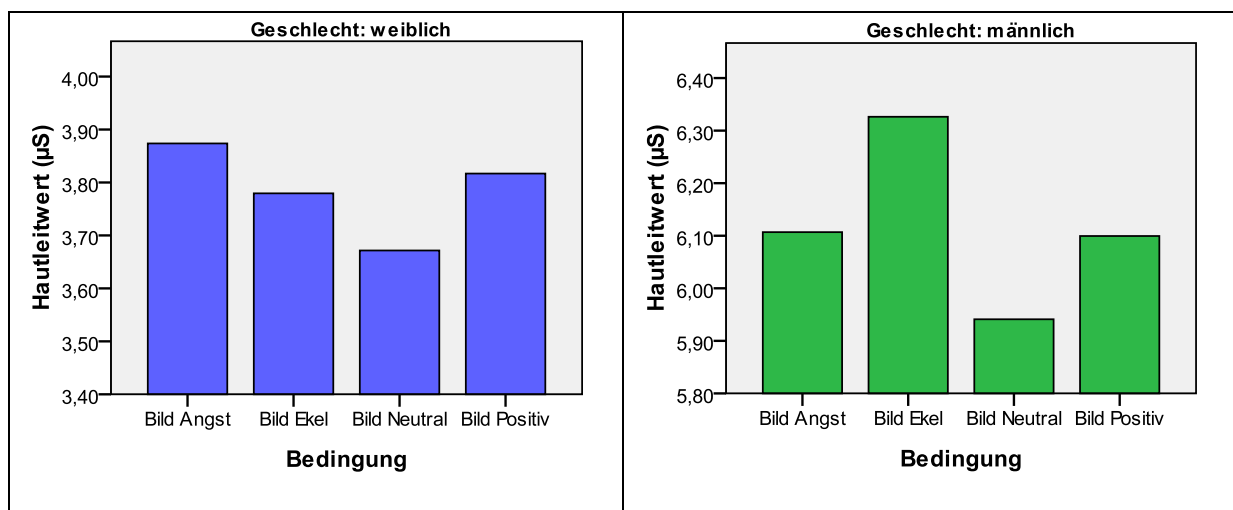


Abb. 3. Durchschnittlicher Hautleitwert für beide Geschlechter getrennt dargestellt. Die männlichen Versuchspersonen wiesen beim Bild *Ekel* einen signifikant höheren Hautleitwert auf als in der neutralen visuellen Bedingung ($p = ,017$).

Die männlichen Probanden zeigten in dieser Untersuchung generell einen höheren Hautleitwert als die weiblichen Versuchspersonen ($p = ,000$), weshalb auch eine getrennte graphische Darstellung verwendet wurde (Abb. 3). Bei den paarweisen Vergleichen erwies

sich der Unterschied zwischen den Bedingungen *Ekel* und *Neutral* als signifikant ($p = ,025$; einseitig). Bei der nach Geschlecht getrennten Analyse war diese Differenz allerdings nur bei den Männern signifikant ($p = ,017$; einseitig); sie zeigten beim Bild *Ekel* einen höheren Hautleitwert als bei der neutralen Bedingung. Bemerkenswert ist der Unterschied bei den beiden negativen Bedingungen zwischen den Geschlechtern; beim Bild *Ekel* war bei den männlichen Versuchspersonen ein höherer durchschnittlicher Hautleitwert zu beobachten als bei dem Bild *Angst*, während bei den weiblichen Probanden zwischen diesen beiden Bildern kaum einen Unterschied bezüglich dieser Variable feststellbar war (Abb. 3).

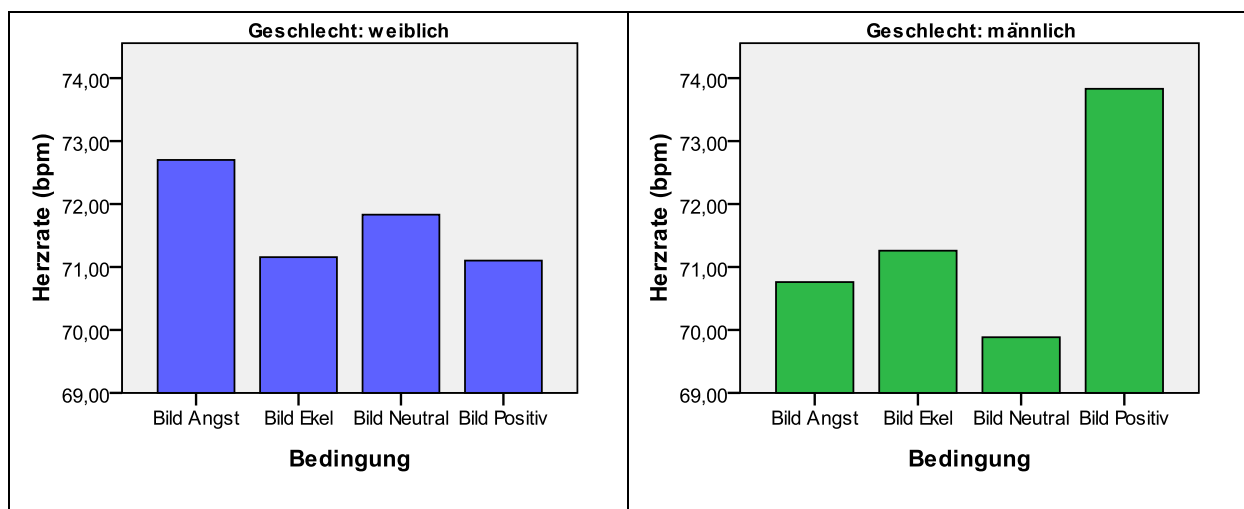


Abb. 4. Mittlere Herzrate in den visuellen Bedingungen für die weiblichen und männlichen Probanden getrennt dargestellt. Bei den männlichen Teilnehmern war die Herzrate beim positiven Bild signifikant höher als für die Bilder *Angst* ($p = ,016$) und *Neutral* ($p = ,006$). bpm= Herzschläge pro Minute (beats per minute).

Die niedrigste Herzrate konnte in der neutralen Bedingung beobachtet werden, die höchste beim positiven Bild (Tab. 4). Bei der ANOVA ergaben sich für die Herzrate keine signifikanten Ergebnisse, allerdings konnte bei den paarweisen Vergleichen bei den männlichen Versuchspersonen eine erhöhte Herzrate bei der Bedingung *Positiv* im Vergleich zu dem Bild *Angst* ($p = ,016$; zweiseitig) und dem Bild *Neutral* ($p = ,006$; einseitig) festgestellt werden (Abb. 4).

Die Frauen zeigten unabhängig von den Versuchsbedingungen eine höhere Atemfrequenz als die männlichen Probanden ($p = ,004$). Bei den paarweisen Vergleichen konnten auch für die Geschlechter getrennt keine signifikanten Unterschiede für die Atemfrequenz zwischen den visuellen Versuchsbedingungen gefunden werden. Ebenfalls nicht signifikant erwiesen sich die Analysen der Körpertemperatur, die aufgrund nicht gegebener Normalverteilung mit einem parameterfreien Verfahren durchgeführt wurden.

3.1.3 Subjektive Bewertungen

In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung für die vier Bilder aufgeführt; je höher die Werte, desto negativer bzw. aktivierender wurden die Stimuli von den Probanden eingeschätzt.

		Subjektive Valenz		Subjektive Aktivierung	
		MW	SD	MW	SD
Angst	weiblich	76,32	20,69	65,89	17,28
	männlich	80,16	16,03	85,37	12,97
	gesamt	78,24	18,36	75,63	18,02
Ekel	weiblich	88,47	12,46	69,74	21,16
	männlich	83,26	20,91	83,89	12,99
	gesamt	85,87	17,18	76,82	18,75
Neutral	weiblich	51,79	27,66	40,53	18,21
	männlich	49,53	23,68	38,21	19,42
	gesamt	50,66	25,42	39,37	18,61
Positiv	weiblich	16,16	14,21	31,26	21,37
	männlich	25,05	27,33	32,16	27,67
	gesamt	20,61	21,95	31,71	24,39

Tab. 5. Deskriptive Statistik der subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung in den visuellen Versuchsbedingungen für die Geschlechter getrennt und gemeinsam. MW= Mittelwert; SD= Standardabweichung.

In dieser Untersuchung wurde das Bild *Ekel* mit dem höchsten Wert für die subjektive Valenz am negativsten bewertet, gefolgt von der Bedingung *Angst*. Das neutrale Bild wurde mit einem Mittelwert von 50,66 weder als positiv noch als negativ eingeschätzt. Mit dem niedrigsten Wert in dieser Skala wurde das Bild *Positiv* am angenehmsten von den Versuchsteilnehmern eingestuft. Diese Reihenfolge konnte auch für die Einschätzung der subjektiven Aktivierung beobachtet werden; *Ekel* wies die höchste Aktivierung auf, gefolgt von *Angst*, *Neutral* und *Positiv*. Jedoch zeigten sich im Vergleich zu der Subjektiven Valenz deutlich geringere Abstände zwischen den beiden negativen Bedingungen einerseits und der neutralen und der positiven Bedingung andererseits (Tab. 5).

Eine ANOVA mit der subjektiven Valenz als abhängige Variable ergab einen signifikanten Effekt für Bedingung ($p = ,000$). Auch die paarweisen Vergleiche erwiesen sich alle als hoch signifikant ($p = ,000$) außer der Vergleich zwischen *Angst* und *Ekel*. Für beide

Geschlechter getrennt waren bei den weiblichen Versuchspersonen alle Paarungen signifikant, bei den männlichen Probanden lediglich der Unterschied zwischen *Angst* und *Ekel* nicht.

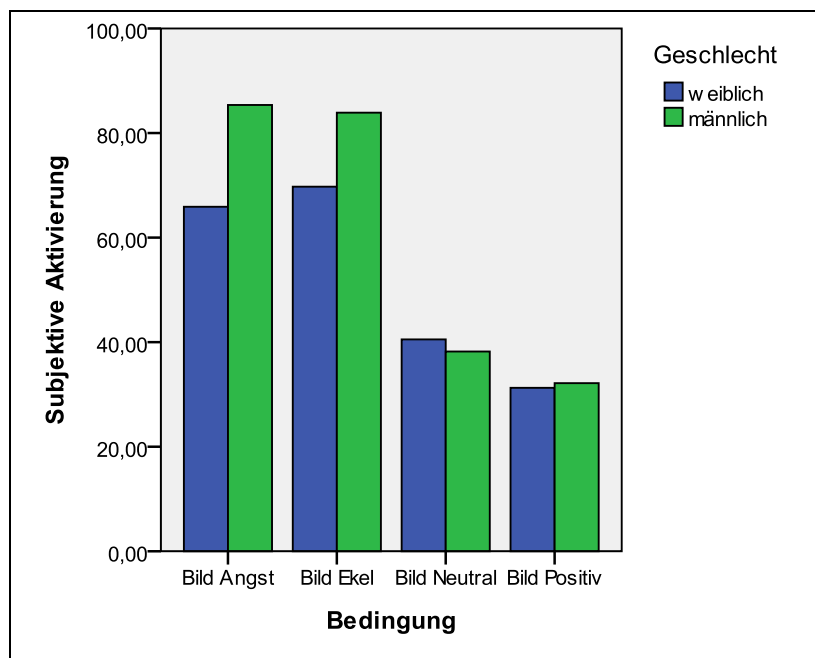


Abb. 5. Subjektive Aktivierung bei den visuellen Bedingungen für die Geschlechter getrennt dargestellt. Alle Paarungen außer *Angst* und *Ekel* sowie *Neutral* und *Positiv* erwiesen sich als signifikant. Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten für das Bild *Angst* und das Bild *Ekel* nachgewiesen werden; die männlichen Teilnehmer gaben durchschnittlich höhere Werte für die subjektive Aktivierung an als die weiblichen Probanden.

Bei der subjektiven Aktivierung zeigten sich signifikante Haupteffekte für die Faktoren Bedingung ($p = ,000$) und Geschlecht ($p = ,012$), sowie für deren Wechselwirkung ($p = ,045$). Wie in Abbildung 5 illustriert ist, wurde die Aktivierung von den männlichen Probanden vor allem in den beiden negativen Bedingungen höher eingeschätzt als von den weiblichen Versuchsteilnehmern. Dieser Unterschied zwischen den Geschlechtern bei den Bedingungen *Angst* ($p = ,000$) und *Ekel* ($p = ,018$) zeigte sich in einer einfaktoriellen ANOVA als signifikant. Außer den Paarungen *Angst* und *Ekel* sowie *Positiv* und *Neutral* ergaben alle paarweisen Vergleiche ein signifikantes Ergebnis ($p = ,000$), auch bei den für beide Geschlechter getrennt durchgeführten T-Tests.

3.1.4 Zusammenhang zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Parametern

Die bivariate Korrelationsanalyse ergab eine signifikante positive Korrelation zwischen den beiden subjektiven Einschätzungen der Valenz und Aktivierung ($r = ,696$; $p = ,000$). Hohe Werte der subjektiven Valenz, die für negative Bewertungen von Stimuli stehen, gingen also mit hohen Werten für die subjektive Einschätzung der Aktivierung einher. Ein leichter linearer Zusammenhang bestand auch zwischen dem Schreckreflex und der subjektiven Aktivierung ($r = ,194$; $p = ,034$). Des Weiteren zeigte sich, dass die Herzrate hoch signifikant mit dem Hautleitwert ($r = ,335$; $p = ,000$), der Temperatur ($r = ,332$; $p = ,000$) und der Atemfrequenz ($r = ,249$; $p = ,002$) korreliert. Außerdem konnte auch eine signifikante Korrelation zwischen dem Hautleitwert und der Temperatur festgestellt werden ($r = ,197$; $p = ,016$).

Für eine varianzanalytische Testung des Zusammenhangs der subjektiven Einschätzungen mit den physiologischen Variablen, wurde das Kontinuum der visuellen Analogskalen (VAS) zu Valenz- bzw. Aktivierungskategorien zusammengefasst (Tab. 3, Abschnitt 2.10). Die Mittelwerte und Standardabweichungen der physiologischen Parameter für diese Kategorien sind in Tabelle 6 zu finden.

		Relative Schreckreflex-amplitude		Hautleitwert (μS)		Herzrate (bpm)		Atemfrequenz		Temperatur ($^{\circ}C$)	
		MW	SD	MW	SD	MW	MW	SD	MW	SD	MW
Valenz	Positiv	90,64	32,96	5,18	3,12	72,52	10,79	17,80	2,80	36,80	,53
	Neutral	84,08	27,32	4,82	3,17	69,72	9,15	16,26	4,08	36,71	,71
	Negativ	104,40	57,88	4,90	2,69	72,00	9,87	17,82	3,66	36,68	,65
Aktivierung	Beruhigend	85,58	33,07	4,90	3,05	70,56	10,37	17,38	2,67	36,76	,60
	Neutral	90,14	25,36	3,97	2,35	71,36	9,50	17,51	3,21	36,68	,61
	Aktivierend	105,89	62,15	5,77	3,02	72,36	10,11	17,38	4,42	36,72	,68

Tab. 6. Deskriptive Statistik der subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung in den visuellen Versuchsbedingungen. MW= Mittelwert; SD= Standardabweichung.

Für die relative Schreckreflexamplitude ergab die ANOVA mit Post-Hoc-Test einen signifikanten Unterschied ($p = ,019$; einseitig) zwischen den Valenzkategorien *Neutral* und *Negativ*. Wie in Abbildung 6 dargestellt, war der Schreckreflex bei als negativ eingestuften Reizen deutlich höher als bei neutral empfundenen Stimuli. Für die Aktivierung erwies sich der Vergleich zwischen den Kategorien *Beruhigend* und *Aktivierend* als signifikant

unterschiedlich ($p = ,034$; zweiseitig). Die relative Schreckreflexamplitude war somit bedeutsam höher, wenn die Probanden die visuellen Reize als aktivierend einstufen.

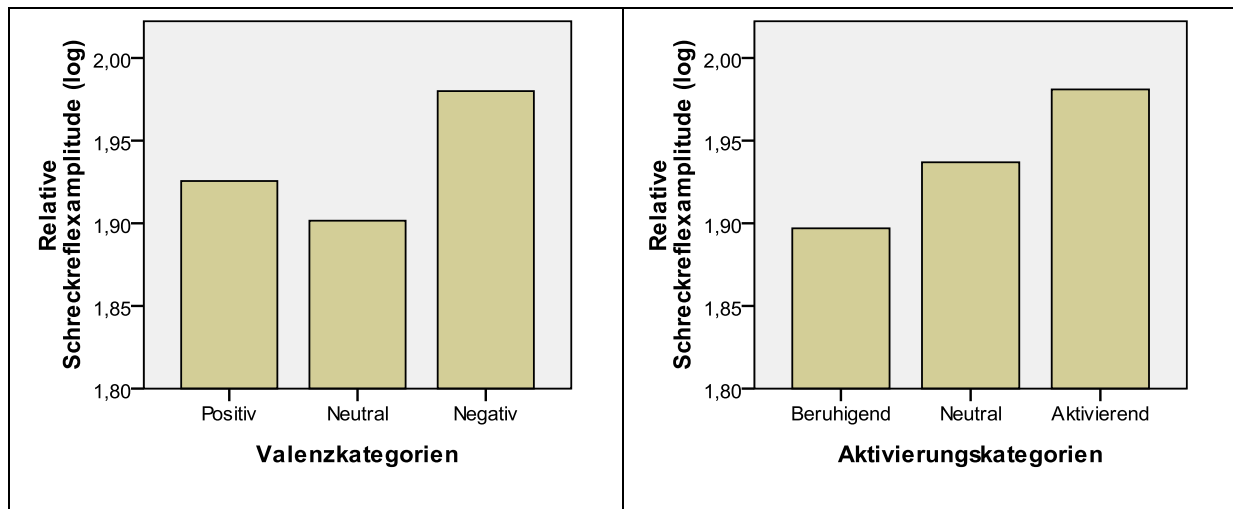


Abb. 6. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude für die Valenz- und Aktivierungskategorien in den visuellen Bedingungen. Der Schreckreflex war signifikant höher bei negativer Bewertung der Bilder als bei neutraler Einschätzung ($p = ,019$). Ebenfalls signifikant höher war die relative Schreckreflexamplitude bei der Kategorie *Aktivierend* im Vergleich zur Kategorie *Beruhigend* ($p = ,034$).

Für den Hautleitwert konnten nur bei der subjektiven Aktivierung signifikante Ergebnisse festgestellt werden, während sich bei den Valenzkategorien keine statistisch bedeutsamen Unterschiede ergaben. Der Effekt der Aktivierungskategorien auf den Hautleitwert erwies sich als hoch signifikant ($p = ,002$), ebenso wie der Unterschied zwischen *Aktivierend* und den Kategorien *Neutral* ($p = ,001$; einseitig) und *Beruhigend* ($p = ,032$; einseitig). Damit lag der Hautleitwert höher, wenn die visuellen Stimuli als aktivierend eingeschätzt wurden, als bei einer Bewertung der Aktivierung als neutral oder beruhigend (Abb. 7).

Die niedrigste Herzrate wurde im Durchschnitt bei der neutralen Valenzkategorie gemessen, während die Mittelwerte für die Kategorien *Positiv* und *Negativ* annähernd gleich ausfielen (Tab. 6). Für die subjektive Aktivierung lässt sich ein linearer Zusammenhang mit der Herzrate vermuten; mit den niedrigsten Werten für die Kategorie *Beruhigend*, gefolgt von der neutralen Aktivierungskategorie und der Kategorie *Aktivierend* (Tab. 6). Diese deskriptiven Beobachtungen konnten allerdings nicht durch signifikante Ergebnisse der varianzanalytischen Testung erhärtet werden.

Auffallend ähnliche Resultate erbrachte auch die Analyse der Atemfrequenz (Abb. 8). Die Atemfrequenz war bei der Valenzkategorie *Neutral* verringert und stieg leicht mit

zunehmender subjektiver Einschätzung der Aktivierung. Bei der ANOVA konnte eine höhere Atemfrequenz bei der Valenzkategorie *Negativ* in Kontrast zu der Kategorie *Neutral* festgestellt werden ($p = ,047$; einseitig). Außerdem war ein Trend in Richtung höhere Atemfrequenz bei *Positiv* im Vergleich zu *Neutral* ($p = ,061$; einseitig) zu beobachten.

Bei der Körpertemperatur konnten bei den parameterfreien paarweisen Vergleichen (Mann-Whitney-Tests) zwischen den subjektiven Kategorien keine signifikanten Unterschiede eruiert werden.

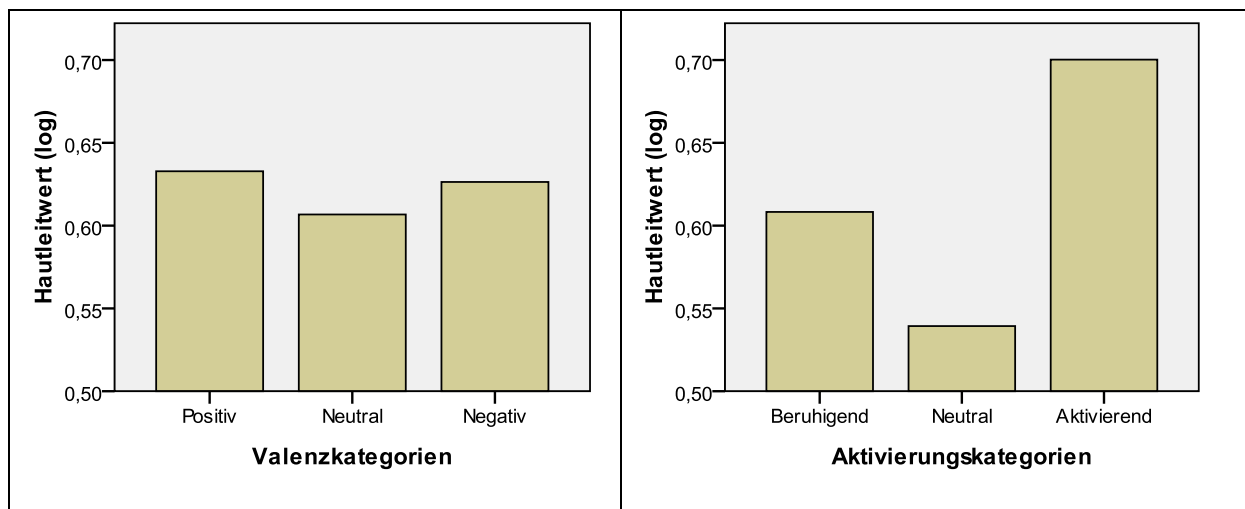


Abb. 7. Abbildung des durchschnittlichen Hautleitwerts für die Valenz- und Aktivierungskategorien in den visuellen Bedingungen. Der Hautleitwert war am höchsten, wenn die Stimuli aktivierend wirkten, was sich durch signifikante Unterschiede zwischen der Kategorie *Aktivierend* zu *Neutral* ($p = ,001$) und *Beruhigend* ($p = ,032$) zeigte.

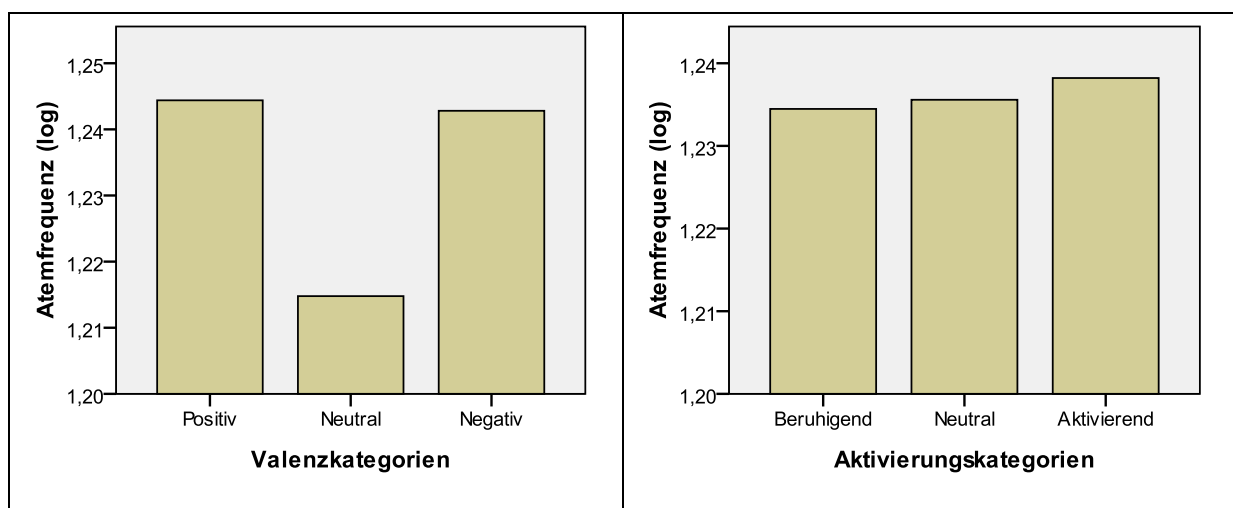


Abb. 8. Mittlere Atemfrequenz für die Valenz- und Aktivierungskategorien. Die Atemfrequenz war signifikant niedriger in der neutralen Valenzkategorie im Vergleich zur Kategorie *Positiv* ($p = ,047$) und tendenziell niedriger als in der Kategorie *Negativ* ($p = ,061$).

3.2 Olfaktorische Stimulation

Tabelle 7 enthält die Mittelwerte und Standardabweichungen der physiologischen Variablen für alle chemosensorischen Bedingungen. Diese sind für die männlichen und weiblichen Probanden getrennt wie auch für beide Geschlechter gemeinsam aufgelistet.

		Relative Schreckreflex-amplitude		Hautleitwert (µS)		Herzrate (bpm)		Atemfrequenz		Temperatur (°C)	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Ylang Ylang H	weiblich	104,56	34,63	3,70	2,38	73,31	9,00	18,16	2,65	36,73	,57
	männlich	86,34	30,79	6,29	3,09	72,24	10,49	15,60	4,82	36,64	,69
	gesamt	94,84	33,37	5,00	3,02	72,76	9,67	16,88	4,05	36,68	,63
Ylang Ylang G	weiblich	123,94	34,50	3,76	2,60	75,08	14,53	17,85	3,72	36,83	,49
	männlich	82,63	20,19	6,55	3,25	72,78	12,13	17,00	6,06	36,61	,66
	gesamt	101,91	34,41	5,16	3,23	73,90	13,21	17,43	4,97	36,72	,59
Kaffee H	weiblich	88,14	29,26	3,70	2,38	72,30	9,96	18,25	3,16	36,83	,43
	männlich	92,49	47,97	6,28	3,15	71,83	11,66	17,37	5,92	36,68	,66
	gesamt	90,46	39,74	4,99	3,05	72,07	10,70	17,81	4,70	36,75	,56
Kaffee G	weiblich	103,93	43,01	3,86	2,44	74,43	10,17	17,87	3,72	36,70	,47
	männlich	91,05	27,58	6,14	2,99	72,35	12,90	16,65	6,06	36,66	,63
	gesamt	97,06	35,57	5,00	2,93	73,36	11,54	17,26	5,00	36,68	,55
Orange H	weiblich	94,93	30,59	3,63	2,44	71,62	10,59	17,06	2,64	36,75	,55
	männlich	102,59	59,83	6,36	3,80	70,45	11,56	16,37	4,54	36,72	,55
	gesamt	99,02	47,81	5,00	3,44	71,03	10,95	16,72	3,68	36,73	,54
Orange G	weiblich	107,70	32,88	3,73	2,50	72,86	10,83	16,82	2,93	36,81	,46
	männlich	97,40	25,28	6,29	2,94	72,27	10,16	16,08	5,45	36,70	,71
	gesamt	102,20	29,03	5,01	2,99	72,57	10,36	16,45	4,33	36,76	,59
Hopfen H	weiblich	91,61	19,25	3,76	2,20	73,61	10,19	17,40	3,98	36,84	,48
	männlich	102,57	48,35	6,25	3,04	71,56	11,87	16,17	5,64	36,62	,93
	gesamt	97,46	37,50	5,01	2,90	72,58	10,96	16,78	4,85	36,73	,74
Hopfen G	weiblich	98,35	32,43	3,88	2,38	70,07	11,22	17,84	3,03	36,81	,40
	männlich	91,16	22,28	6,33	2,97	71,54	10,32	17,42	6,07	36,72	,58
	gesamt	94,52	27,23	5,10	2,93	70,83	10,64	17,63	4,74	36,77	,49
Alkohol	weiblich	103,05	57,19	4,12	2,38	72,26	12,43	17,20	3,51	36,88	,37
	männlich	92,58	28,41	6,35	3,25	71,23	11,57	16,04	6,24	36,66	,62
	gesamt	97,47	43,72	5,23	3,03	71,75	11,86	16,62	5,03	36,77	,51

Tab. 7. Deskriptive Statistik der physiologischen Parameter in den chemosensorischen Bedingungen, für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt sowie gemeinsam aufgelistet. MW= Mittelwert; SD= Standardabweichung; H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

3.2.1 Schreckreflex

Abbildung 9 illustriert die Mittelwerte der relativen Schreckreflexamplitude für beide Geschlechter getrennt. Dabei wird ersichtlich, dass die Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Versuchsteilnehmern bei einzelnen chemosensorischen Versuchsbedingungen sehr deutlich ausfallen. Tatsächlich ergab die varianzanalytische Testung einen signifikanten Haupteffekt für Geschlecht; bei weiblichen Teilnehmern lag die relative Schreckreflexamplitude signifikant höher als bei den Männern ($p = ,039$). Der Faktor Bedingung sowie die Wechselwirkung zwischen Bedingung und Geschlecht erwies sich aber als nicht signifikant, ebenso wenig wie die paarweisen Vergleiche zwischen den chemosensorischen Bedingungen.

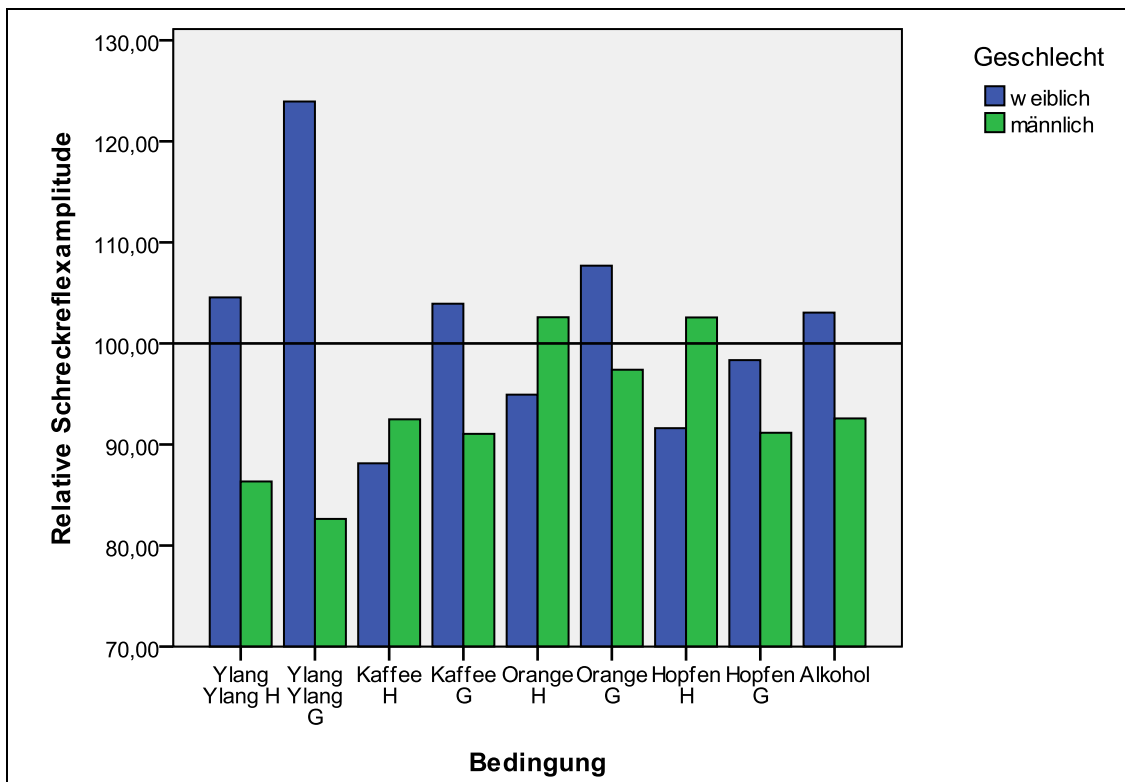


Abb. 9. Durchschnittliche Werte der relativen Schreckreflexamplitude bei den neun chemosensorischen Bedingungen für beide Geschlechter getrennt dargestellt. Bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration unterschieden sich die weiblichen signifikant von den männlichen Versuchspersonen ($p = ,001$). Für die Frauen lag die relative Schreckreflexamplitude in dieser Bedingung signifikant über jenen der Bedingungen *Kaffee H* ($p = ,010$), *Orange H* ($p = ,038$) und *Hopfen H* ($p = ,038$). H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Die für die Geschlechter getrennter Analyse zeigte allerdings, dass vor allem der Geruch Ylang-Ylang in geringer Konzentration (*Ylang-Ylang G*) bei den weiblichen

Versuchspersonen Effekte auf den Schreckreflex hatte. Bei Frauen war dabei die relative Schreckantwort im Vergleich zu den Bedingungen Kaffee in hoher (*Kaffee H*; $p = ,001$), und geringer Konzentration (*Kaffee G*, $p = ,035$), Orange in hoher Konzentration (*Orange H*; $p = ,035$) und Hopfen in hoher (*Hopfen H*; $p = ,014$) und geringer Konzentration (*Hopfen G*; $p = ,011$) erhöht. Die weiblichen Probanden wiesen bei *Ylang-Ylang G* auch eine signifikant höhere Schreckreflexamplitude als die männlichen Versuchsteilnehmer auf ($p = ,001$).

3.2.2 Hautleitwert

Wie in Abbildung 10 zu sehen ist, fiel der Hautleitwert im Durchschnitt bei der Kontrollbedingung *Alkohol* am höchsten aus, während bei *Kaffee H* und *Orange H* im Mittel die geringsten Werte gemessen wurden.

Die abhängigen T-Tests zeigten bei zweiseitigem Signifikanzniveau statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Bedingungen *Orange H* und Hopfen in geringer Konzentration (*Hopfen G*; $p = ,046$), sowie zwischen *Orange H* und *Alkohol* ($p = ,037$). Weiters ergaben sich auch Trends zwischen den Gerüchen *Ylang-Ylang H* und *Alkohol* ($p = ,054$) und *Kaffee G* und *Alkohol* ($p = ,052$).

Die deskriptive Statistik für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt ist der Tabelle 7 zu entnehmen. Bei den weiblichen Probanden fiel der Hautleitwert bei *Alkohol* signifikant höher aus als bei den Bedingungen *Ylang-Ylang H* ($p = ,025$), *Ylang-Ylang G* ($p = ,030$), *Kaffee H* ($p = ,046$), *Orange H* ($p = ,029$) und *Orange G* ($p = ,014$). Bei den männlichen Teilnehmern lag der Hautleitwert bei dem Geruch *Ylang-Ylang G* signifikant höher als bei *Kaffee G* ($p = ,009$). Wie auch bei den visuellen Bedingungen wiesen die männlichen Versuchspersonen einen generell höheren Hautleitwert auf als die weiblichen Probanden ($p = ,000$).

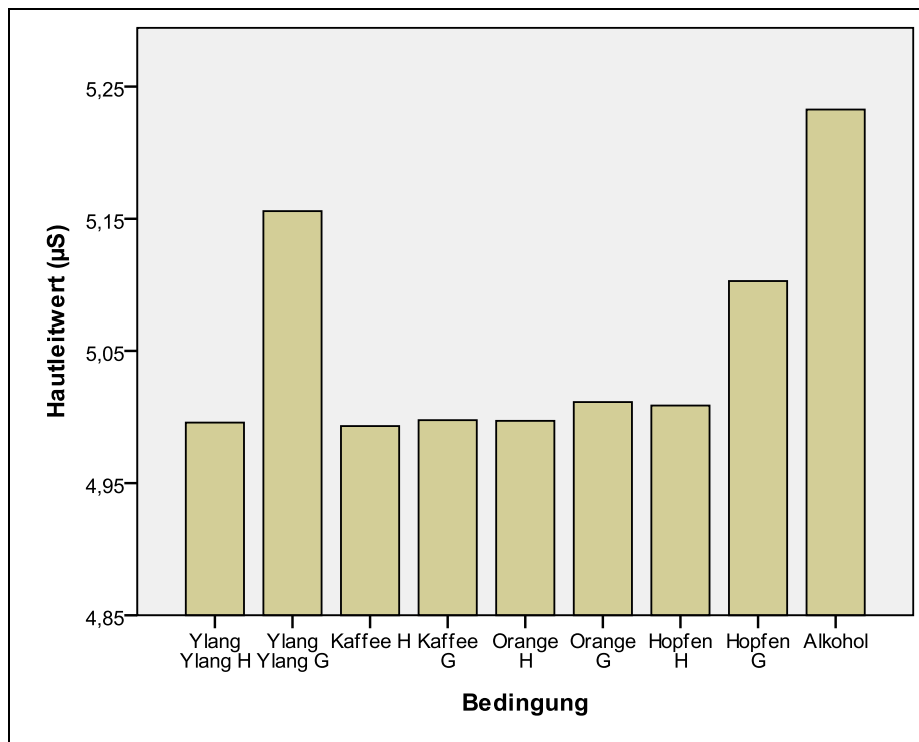


Abb. 10. Illustration der Mittelwerte für den Hautleitwert bei den chemosensorischen Bedingungen. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen *Orange H* und *Hopfen G* ($p = ,046$) und zwischen *Orange H* und *Alkohol* ($p = ,037$). Für die Kontrollbedingung *Alkohol* gab es einen Trend zu einem höheren Hautleitwert als in den Bedingungen *Ylang-Ylang H* ($p = ,054$) und *Kaffee G* ($p = ,052$). H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

3.2.3 Herzrate

Obwohl die ANOVA keine signifikanten Resultate erbrachte, fielen einige Paarungen zwischen den chemosensorischen Bedingungen bei den abhängigen T-Tests signifikant aus. Die höchste durchschnittliche Herzrate konnte in der Bedingung *Ylang-Ylang G* beobachtet werden (Abb. 11); dieser Unterschied erwies sich als signifikant im Vergleich zu den Bedingungen *Kaffee H* ($p = ,040$) und *Hopfen G* ($p = ,045$) und ergab einen Trend für den Geruch *Orange H* ($p = ,053$). Die Herzrate bei *Orange H* selbst war statistisch bedeutsam niedriger als bei *Kaffee G* ($p = ,023$). Außerdem konnte eine signifikant niedrigere Herzrate bei dem Geruch *Hopfen G* in Kontrast zu *Kaffee G* ($p = ,033$) und *Orange G* ($p = ,022$) festgestellt werden.

Bei den weiblichen Versuchspersonen zeigte sich bei der Bedingung *Hopfen G* eine signifikant niedrigere Herzrate im Vergleich zu den Gerüchen *Kaffee G* ($p = ,014$), *Orange G* ($p = ,024$) und *Alkohol* ($p = ,009$), sowie einen Trend ($p = ,055$) für eine höhere Herzrate bei

Kaffee G in Kontrast zu *Orange H* (Tab. 7). Bei den Männern ergab sich nur eine signifikante Paarung; *Ylang-Ylang G* wies einen höheren Wert auf als *Orange H* ($p = ,020$).

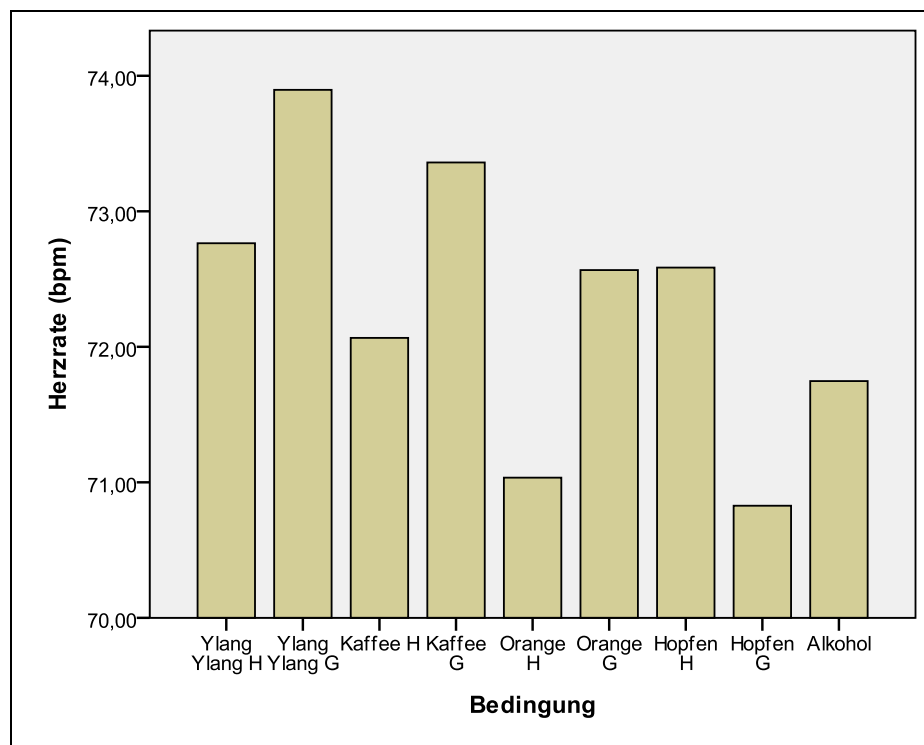


Abb. 11. Durchschnittliche Herzrate für die verschiedenen Gerüche. Signifikante Unterschiede konnten bei *Ylang-Ylang G* zu *Kaffee H* ($p = ,040$) und zu *Hopfen G* ($p = ,045$) ermittelt werden, bei *Hopfen G* auch noch zum Geruch *Kaffee G* ($p = ,033$) und zu *Orange G* ($p = ,022$). Weiters war die Herzrate bei den Bedingungen *Orange H* signifikant geringer als jene bei dem Geruch *Kaffee G* ($p = ,023$). H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration; bpm= Herzschläge pro Minute (beats per minute)

3.2.4 Atemfrequenz

Bei der ANOVA ergab sich wie auch bei den visuellen Stimulationsbedingungen eine signifikant höhere Atemfrequenz bei den weiblichen als bei den männlichen Versuchspersonen ($p = ,001$). Eine höhere Atemfrequenz war bei dem Geruch *Kaffee H* im Vergleich zu den Bedingungen *Orange G* ($p = ,006$), *Hopfen H* ($p = ,043$) und zu *Alkohol* ($p = ,031$) zu beobachten (Abb. 12). Ebenfalls höher war die Atemfrequenz bei *Hopfen G* als bei *Orange G* ($p = ,031$).

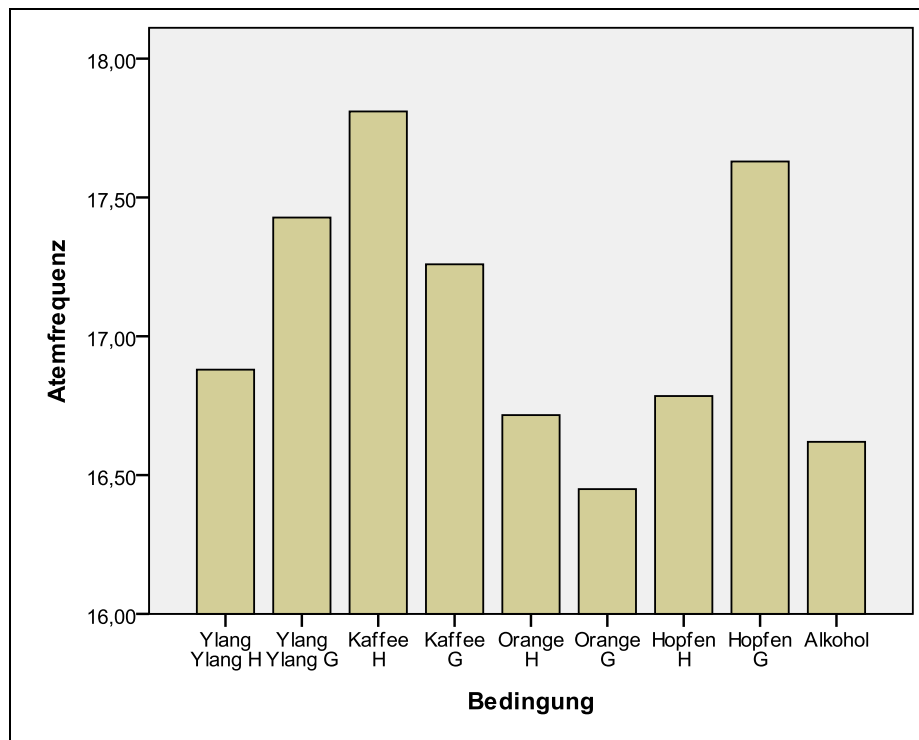


Abb. 12. Darstellung der mittleren Atemfrequenz bei den chemosensorischen Bedingungen. Signifikante Unterschiede ergaben sich bei dem Geruch *Kaffee H* im Vergleich zu *Orange G* ($p = ,006$), *Hopfen H* ($p = ,043$) und zu *Alkohol* ($p = ,031$), sowie zwischen *Hopfen G* und *Orange G* ($p = ,031$). H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Bei den für die Geschlechter getrennt durchgeführten abhängigen T-Tests zeigten sich folgende Ergebnisse: Die Frauen wiesen eine niedrigere Atemfrequenz bei *Orange G* als bei *Kaffee H* ($p = ,018$) auf, sowie ein Trend zu einer geringeren Atemfrequenz bei *Orange G* zu *Ylang-Ylang H* ($p = ,051$) und bei *Orange H* zu *Kaffee H* ($p = ,059$). Bei den männlichen Versuchspersonen hingegen war die Atemfrequenz bei *Ylang-Ylang H* niedriger als bei *Hopfen G* ($p = ,040$). Die entsprechenden Mittelwerte und Standardabweichungen der weiblichen und männlichen Probanden sind in Tabelle 7 aufgelistet.

3.2.5 Temperatur

Für die physiologische Größe Temperatur konnten in den parameterfreien Vergleichen zwischen den chemosensorischen Bedingungen keine signifikanten Paarungen ermittelt werden. Auch bei der Analyse für Männer und Frauen getrennt ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse.

3.2.6 Subjektive Bewertungen

Aufgrund nicht normalverteilter Daten für die subjektive Valenz, Aktivierung und Intensität konnten diese Variablen nicht varianzanalytisch untersucht werden. Die Analyse musste daher auf paarweise Vergleiche beschränkt werden. Die deskriptive Statistik für die subjektiven Einschätzungen ist in Tabelle 8 aufgeführt.

		Subjektive Valenz		Subjektive Aktivierung		Subjektive Intensität	
		MW	SD	MW	SD	MW	SD
Ylang Ylang H	weiblich	44,79	34,61	43,16	26,39	76,79	14,80
	männlich	32,32	21,44	39,74	22,53	69,84	18,15
	gesamt	38,55	29,09	41,45	24,26	73,32	16,71
Ylang Ylang G	weiblich	43,95	32,89	47,32	25,66	73,68	20,55
	männlich	35,79	26,88	40,95	26,02	69,89	16,04
	gesamt	39,87	29,92	44,13	25,70	71,79	18,28
Kaffee H	weiblich	50,53	38,13	61,05	27,54	83,16	16,24
	männlich	57,42	33,51	64,84	24,89	85,68	14,49
	gesamt	53,97	35,58	62,95	25,96	84,42	15,23
Kaffee G	weiblich	62,37	34,18	59,53	21,78	75,63	20,54
	männlich	53,74	26,26	57,74	22,09	63,58	19,66
	gesamt	58,05	30,38	58,63	21,66	69,61	20,75
Orange H	weiblich	8,68	9,46	43,11	34,92	79,21	14,94
	männlich	14,84	18,08	48,47	30,80	79,00	21,92
	gesamt	11,76	14,57	45,79	32,59	79,11	18,50
Orange G	weiblich	19,84	23,97	41,63	29,67	72,26	17,62
	männlich	14,58	14,50	44,84	33,63	72,05	21,35
	gesamt	17,21	19,72	43,24	31,33	72,16	19,30
Hopfen H	weiblich	70,16	29,37	55,47	24,47	85,89	13,65
	männlich	58,32	24,86	60,11	21,54	78,32	16,89
	gesamt	64,24	27,50	57,79	22,85	82,11	15,63
Hopfen G	weiblich	74,89	24,68	62,84	21,80	83,21	14,86
	männlich	60,89	22,19	58,21	27,04	76,42	14,72
	gesamt	67,89	24,21	60,53	24,34	79,82	14,99
Alkohol	weiblich	61,39	19,83	51,17	17,76	30,22	26,78
	männlich	54,83	14,03	52,89	15,04	35,16	29,22
	gesamt	58,11	17,25	52,03	16,24	32,76	27,78

Tab. 8. Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) für die subjektiven Bewertungen der chemosensorischen Bedingungen, für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt sowie gemeinsam aufgelistet. H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Wie in Abbildung 13 zu sehen ist, unterschieden sich die Gerüche in ihrer von den Probanden eingeschätzten Valenz relativ deutlich, während die unterschiedlichen Konzentrationen scheinbar kaum Einfluss hatten.

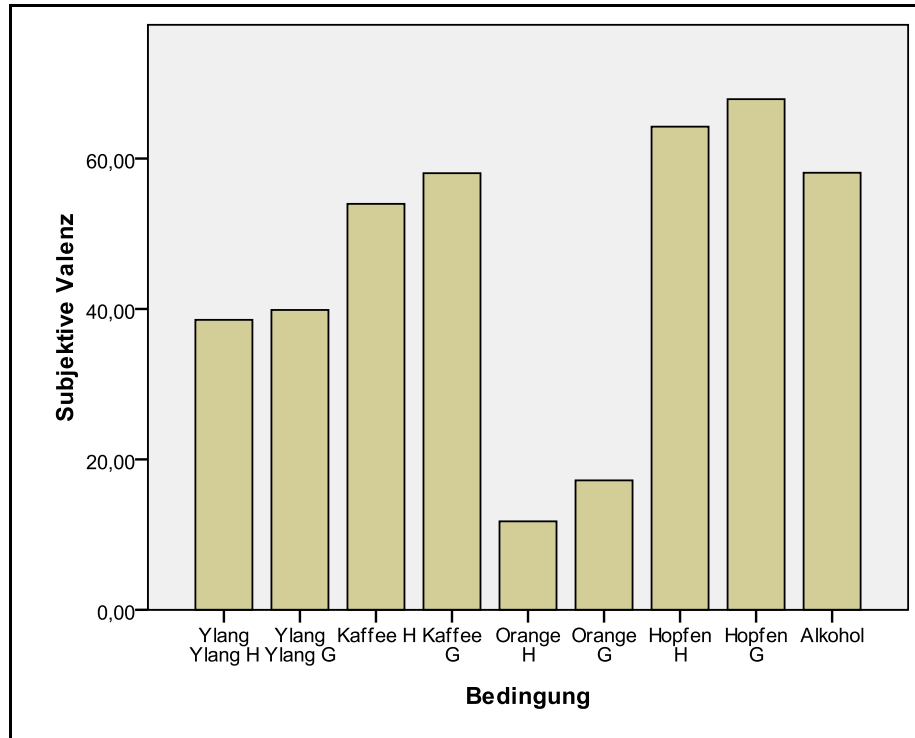


Abb. 13. Durchschnittliche Werte für die subjektive Valenz bei den chemosensorischen Bedingungen; je höher die Werte, desto unangenehmer wurden die Gerüche bewertet. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Konzentrationen der Gerüche konnten nicht festgestellt werden. Außer den Paarungen zwischen beiden Kaffee- und Hopfen-Gerüchen erwiesen sich auch die Vergleiche von *Alkohol* zu den Kaffee- und Hopfen-Bedingungen als nicht signifikant; sonstige Paarungen waren signifikant unterschiedlich. H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Am unangenehmsten wurden im Durchschnitt der Hopfengeruch in beiden Konzentrationen (*Hopfen H* und *Hopfen G*) bewertet, gefolgt von der Kontrollbedingung *Alkohol* und beiden Kaffeegerüchen. Am positivsten wurde Orange und dann Ylang-Ylang jeweils in beiden Konzentrationen eingeschätzt. Diese Eindrücke konnten durch abhängige T-Tests erhärtet werden. Die beiden Konzentrationen jedes Geruchs unterschieden sich nicht signifikant voneinander (*Ylang-Ylang H* und *Ylang-Ylang G*, *Kaffee H* und *Kaffee G*, *Orange H* und *Orange G* sowie *Hopfen H* und *Hopfen G*). Auch keine signifikanten Unterschiede konnten zwischen den beiden Kaffee-Gerüchen und Hopfen in hoher Konzentration festgestellt werden, ebenso wenig wie bei dem Vergleich von *Alkohol* zu den Kaffee- und

Hopfengerüchen. Alle anderen Paarungen wurden von den Versuchsteilnehmern signifikant unterschiedlich bezüglich ihrer Valenz bewertet. In den Einschätzungen der einzelnen Gerüche konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den weiblichen und den männlichen Versuchspersonen ermittelt werden.

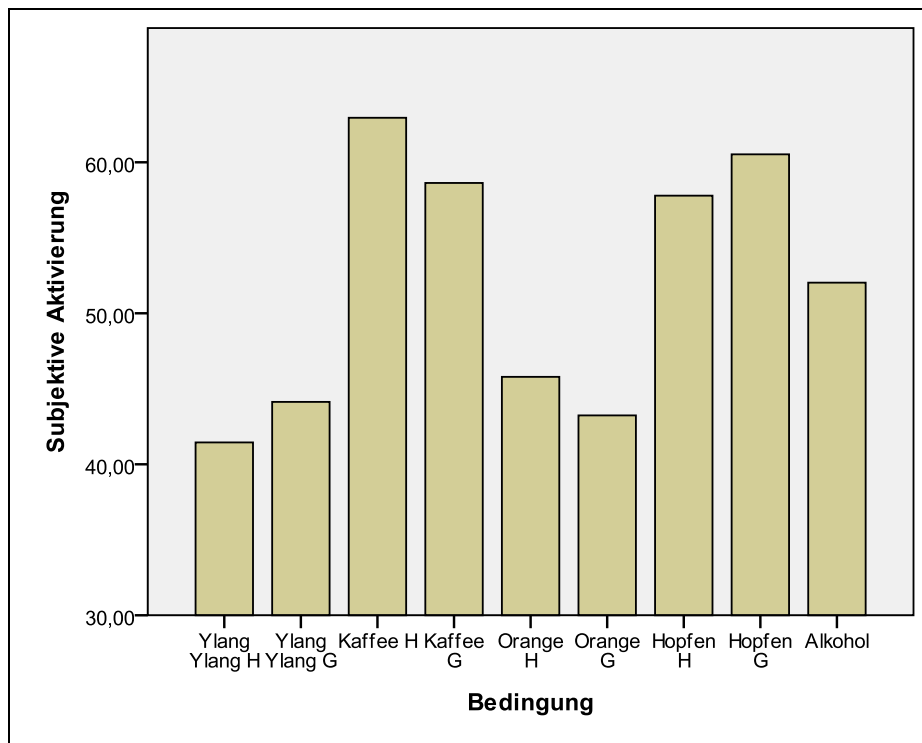


Abb. 14. Darstellung der durchschnittlichen Werte für die subjektive Aktivierung bei den Gerüchen. Die Orange- und die Ylang-Ylang-Gerüche unterschieden sich signifikant von den Kaffee- und Hopfengerüchen (bis auf die Paarung *Orange H* und *Hopfen H*). Außerdem wurde die subjektive Aktivierung bei den Kaffeegerüchen signifikant höher eingeschätzt als bei *Alkohol*. H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Bei der subjektiven Aktivierung konnten die höchsten Werte für beide Kaffee- und Hopfen-Gerüche festgestellt werden, gefolgt von *Alkohol* (Abb. 14). Niedrigere Werte wurden bei den Gerüchen Ylang-Ylang und Orange jeweils in beiden Konzentrationen beobachtet. Analog zu den Ergebnissen der subjektiven Valenz konnten auch bei der subjektiven Aktivierung keine signifikanten Unterschiede zwischen der hohen und der niedrigen Konzentration gefunden werden. Ylang-Ylang in beiden Konzentrationen unterschied sich signifikant von jeweils beiden Kaffee- und Hopfen-Gerüchen. Auch die Orange-Gerüche wiesen eine signifikant niedrigere subjektive Aktivierung auf als die Kaffee- und Hopfen-Bedingungen, mit Ausnahme der nicht signifikanten Paarung zwischen *Orange H* und *Hopfen*

H. Für die Kontrollbedingung *Alkohol* gab es nur zwei signifikante Unterschiede, nämlich zu beiden Kaffee-Gerüchen.

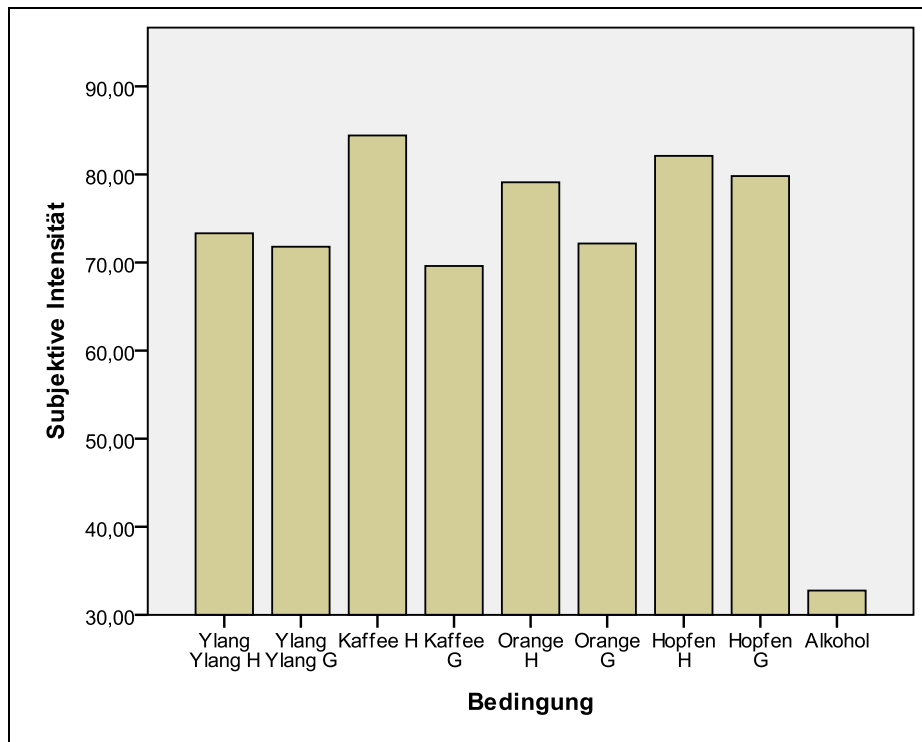


Abb. 15. Mittelwerte der subjektiven Intensität für die chemosensorischen Bedingungen. *Alkohol* wurde signifikant weniger intensiv eingestuft als alle anderen Gerüche. *Kaffee H* wurde signifikant intensiver bewertet als die Ylang-Ylang-Gerüche, *Kaffee G* und *Orange G*. Die Hopfengerüche wiesen statistisch bedeutsam höhere Werte für die subjektive Intensität auf als beide Ylang-Ylang-Gerüche und als Kaffee und Orange jeweils in geringer Konzentration. *Orange H* wurde intensiver bewertet als Ylang-Ylang und Kaffee in den niedrigen Konzentrationen. H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Die Intensität der Kontrollbedingung *Alkohol* wurde signifikant niedriger eingestuft als die Intensität aller anderen chemosensorischer Bedingungen (Abb. 15). *Kaffee H* wurde im Durchschnitt am intensivsten von den Probanden bewertet (signifikant für beide Ylang-Ylang-Gerüche, für *Kaffee G* und *Orange G*). Hopfen wies in beiden Konzentrationen durchschnittlich eine höhere subjektive Intensität auf als beide Ylang-Ylang-Gerüche, sowie als Kaffee und Orange jeweils in geringer Konzentration. *Orange H* wurde als intensiver empfunden als Ylang-Ylang und Kaffee in den niedrigen Konzentrationen.

Weder bei der subjektiven Aktivierung noch bei der Einschätzung der Intensität konnten für die einzelnen chemosensorischen Bedingungen signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

3.2.7 Zusammenhang zwischen physiologischen Reaktionen und subjektiven Einschätzungen

Wie auch für die visuellen Bedingungen wurde eine Korrelationsanalyse angewendet um lineare Zusammenhänge zwischen den subjektiven Einschätzungen und den objektiven Parameter zu untersuchen. Analog zu den Ergebnissen bei der visuellen Stimulation korrelierten die subjektive Valenz und Aktivierung hoch signifikant miteinander ($r = ,428$; $p = ,000$). Auch für die subjektive Intensität und die subjektive Aktivierung ergab sich eine hoch signifikante Korrelation ($r = ,191$; $p = ,000$). Die subjektive Aktivierung zeigte auch einen statistisch bedeutsamen positiven Zusammenhang mit der relativen Schreckreflexamplitude ($r = ,130$; $p = ,033$) und der Temperatur ($r = ,128$; $p = ,018$), während sich bei der subjektiven Valenz eine hoch signifikante Korrelation mit der Atemfrequenz ergab ($r = ,152$; $p = ,005$). Damit stiegen die Werte der relativen Schreckreflexamplitude und der Körpertemperatur mit höheren Einschätzungen der subjektiven Aktivierung. Je negativer die chemosensorischen Reize empfunden wurden, desto höher fiel die Atemfrequenz aus.

Ähnlich den Ergebnissen für die visuelle Stimulation zeigten sich hoch signifikante Korrelationen zwischen der Herzrate und dem Hautleitwert ($r = ,279$; $p = ,000$), der Temperatur ($r = ,387$; $p = ,000$) sowie der Atemfrequenz ($r = ,168$; $p = ,002$). Die Temperatur korrelierte des Weiteren auch mit dem Hautleitwert ($r = ,169$; $p = ,002$) und der Atemfrequenz ($r = ,153$; $p = ,005$). Interessanterweise stand die Atemfrequenz in negativem Zusammenhang mit dem Hautleitwert ($r = -,130$; $p = ,016$).

		Relative Schreckreflexamplitude		Hautleitwert (μS)		Herzrate (bpm)		Atemfrequenz		Temperatur ($^{\circ}C$)	
		MW	SD	MW	SD	MW	MW	SD	MW	MW	SD
Valenz	Positiv	97,62	37,30	5,25	3,23	72,35	10,93	16,47	4,47	36,68	,68
	Neutral	93,88	34,25	4,79	2,70	71,78	11,91	17,33	4,94	36,70	,55
	Negativ	101,01	38,33	5,02	3,07	72,71	10,47	17,69	4,31	36,82	,42
Aktivierung	Beruhigend	93,19	32,39	5,12	3,04	72,55	10,11	16,52	4,33	36,70	,65
	Neutral	94,91	37,10	5,01	2,93	72,75	12,00	17,10	4,79	36,68	,64
	Aktivierend	104,02	38,85	5,02	3,16	71,57	10,65	17,49	4,51	36,81	,42
Intensität	Wenig Intensiv	99,85	33,45	4,35	1,75	70,20	11,78	16,70	4,28	36,73	,53
	Moderat	94,43	38,80	4,71	2,91	73,13	12,27	18,58	5,62	36,66	,50
	Intensiv	98,00	36,44	5,26	3,18	72,26	10,53	16,60	4,10	36,76	,60

Tab. 9. Deskriptive Statistik der physiologischen Parameter für die Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien in den chemosensorischen Bedingungen. MW= Mittelwert; SD= Standardabweichung.

Analog zur varianzanalytischen Berechnung der Effekte der subjektiven Bewertungen auf die physiologischen Reaktionen bei den visuellen Bedingungen, wurde auch hier das Kontinuum der Einschätzungen in jeweils drei Kategorien geteilt. Die Werte für die subjektive Valenz wurden zu den Kategorien *Positiv*, *Neutral* und *Negativ* zusammengefasst, jene für die subjektive Aktivierung den Kategorien *Beruhigend*, *Neutral* und *Aktivierend* zugeteilt (Tab. 3, Abschnitt 2.10). Entsprechend dieser Einteilung wurde auch eine Kategorisierung der subjektiven Intensität vorgenommen; Werte von 0 bis 33 wurden der Kategorie *Wenig Intensiv*, Werte von 34 bis 66 der Kategorie *Moderat* und Werte von 67 bis 100 der Kategorie *Intensiv* zugeteilt. Tabelle 9 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien für die physiologischen Variablen.

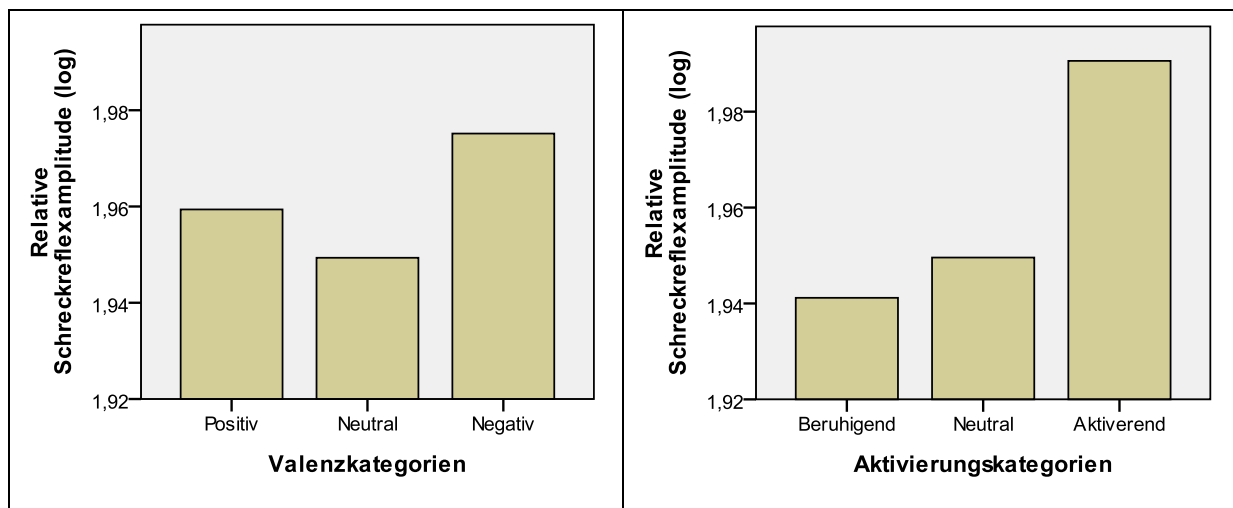


Abb. 16. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude für die Valenzkategorien und die Aktivierungskategorien in den chemosensorischen Bedingungen. Der Schreckreflex war tendenziell höher bei der Bewertung der Bilder als aktivierend im Vergleich zu der Kategorie *Beruhigend* ($p = ,051$).

Für die physiologischen Parameter Schreckreflex, Hautleitwert, Herzrate und Atemfrequenz wurde jeweils eine ANOVA mit den Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien als Faktoren und mit anschließenden Post-Hoc-Tests durchgeführt. Bei der Körpertemperatur musste jedoch auf parameterfreie Verfahren zurückgegriffen werden, da diese Variable die Voraussetzung der Normalverteilung nicht erfüllte.

Wie der Abbildung 16 zu entnehmen ist, war die relative Schreckreflexamplitude im Durchschnitt bei der negativen Kategorie am höchsten, gefolgt von der Kategorie *Positiv* und *Neutral*. Bei der varianzanalytischen Testung mit Post-hoc Tests stellten sich aber weder der Effekt der Valenzkategorien noch die Unterschiede zwischen den Kategorien als signifikant

heraus. Für die Aktivierungskategorien jedoch konnten Trends zwischen den Kategorien *Aktivierend* und *Beruhigend* ($p = ,051$; zweiseitig) gefunden werden. Somit gingen jene Gerüche, die als aktivierend eingestuft wurden, tendenziell mit einer höheren Schreckreflexamplitude einher als jene, die als beruhigend bewertet wurden.

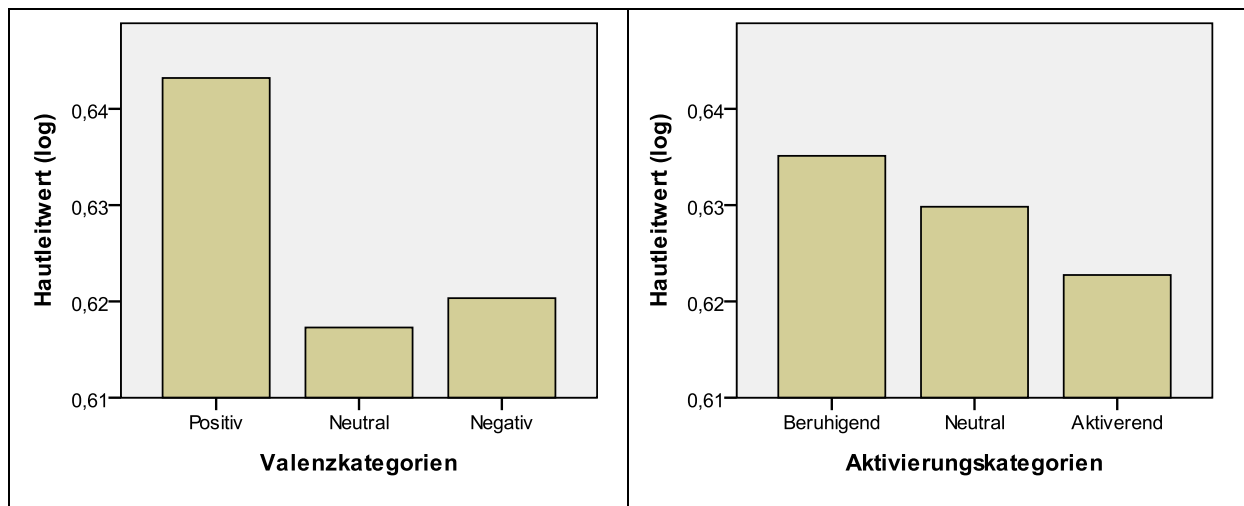


Abb. 17. Abbildung des mittleren Hautleitwerts für die Valenzkategorien und die Aktivierungskategorien in den chemosensorischen Bedingungen.

Der höchste durchschnittliche Hautleitwert konnte bei positiv bewerteten Gerüchen gemessen werden, während zwischen neutral und negativ empfundenen chemosensorischen Reizen rein deskriptiv kaum Unterschiede ersichtlich waren (Abb. 17). Betrachtet man die Ergebnisse für die Aktivierungskategorien, fällt ein fallender Hautleitwert mit zunehmender subjektiver Aktivierung auf. Keines dieser Ergebnisse für den Hautleitwert erwies sich jedoch signifikant.

Der geringste Mittelwert der Herzrate ergab sich bei der Valenzkategorie *Neutral*, während sich die Kategorien *Positiv* und *Negativ* kaum in dieser physiologischen Größe unterschieden (Tab. 9). Auch zwischen den Aktivierungskategorien konnte kein nennenswerter Unterschied beobachtet werden, was sich auch in den nicht signifikanten Ergebnissen der ANOVA und der Post-Hoc-Tests widerspiegelte.

Die Atemfrequenz erhöhte sich sowohl mit steigender subjektiven Aktivierung (Tab. 9) als auch mit zunehmender negativer Einschätzung der Gerüche (Abb.18). Bei den Post-Hoc Analysen erwies sich allerdings nur der Unterschied zwischen positiver und negativer Valenzkategorie als signifikant ($p = ,013$; einseitig). Die Atemfrequenz stellte die einzige physiologische Größe dar, auf die die subjektive Einschätzung der Intensität der chemosensorischen Reize einen Einfluss hatte. Post-Hoc Tests ergaben nämlich eine

signifikant ($p = ,004$; zweiseitig) höhere Atemfrequenz bei als moderat intensiv eingestuften Gerüchen im Vergleich zu als intensiv wahrgenommenen Reizen (Abb. 18).

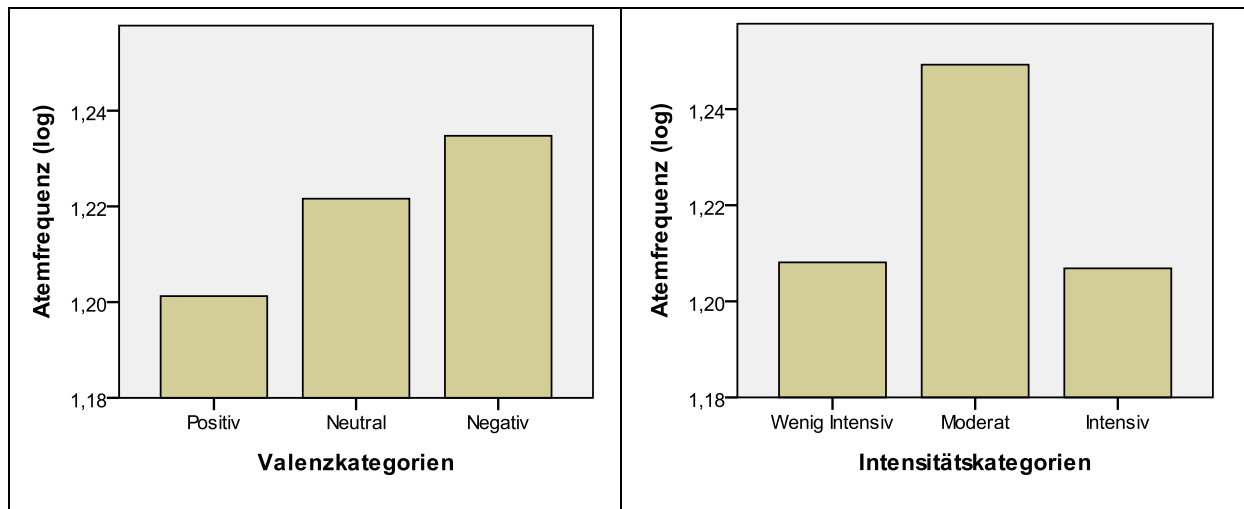


Abb. 18. Illustration der mittleren Atemfrequenz für die Valenz- und Intensitätskategorien in den chemosensorischen Bedingungen. Ein signifikanter Unterschied ergab sich zwischen den Valenzkategorien *Positiv* und *Negativ* ($p = ,013$) sowie zwischen den Intensitätskategorien *Moderat* und *Intensiv* ($p = ,004$).

Die Körpertemperatur war durchschnittlich am höchsten, wenn die chemosensorischen Reize als negativ und als aktivierend eingestuft wurden (Tab. 9). Durch die parameterfreie Analyse konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede bei der Temperatur zwischen den subjektiven Kategorien festgestellt werden.

3.3 Vergleich der visuellen und chemosensorischen Versuchsbedingungen

Um unterschiedliche Effekte der visuellen und chemosensorischen Stimulation auf die physiologischen Parameter zu untersuchen, wurden abhängige T-Test zwischen den einzelnen visuellen und chemosensorischen Bedingungen für die physiologischen Kennwerte durchgeführt. Analog dazu wurden auch die subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung zwischen den visuellen und chemosensorischen Bedingungen mittels abhängigen T-Tests bzw. Wilcoxon-Tests bei Verletzung der Normalverteilung miteinander verglichen.

Laut der deskriptiven Statistik für die subjektive Bewertung der Valenz wurden die negativen Bilder (*Angst* und *Ekel*) als negativste Stimuli in diesem Experiment bewertet, gefolgt von Hopfen in beiden Konzentrationen (vergleiche Tab. 5, Abschnitt 3.1.3, und Tab. 8, Abschnitt 3.2.6). Auch die Kaffeegerüche und *Alkohol* wurden eher negativ bewertet. Die geringsten Mittelwerte für die subjektive Valenz und damit die positivsten Bewertungen zeigten die Orangerüche, knapp dahinter lag das positive Bild. Während Ylang-Ylang in

beiden Konzentrationen ebenfalls eher positiv beurteilt wurde, wurde das neutrale Bild im Durchschnitt weder positiv noch negativ bewertet. Das Bild *Ekel* wurde signifikant negativer beurteilt als sämtliche chemosensorischen Bedingungen ($p \leq ,001$), ebenso wie das Bild *Angst*. Bei letzterem zeigten sich signifikante Unterschiede zu den Hopfengerüchen ($p < ,050$), sowie hoch signifikante Unterschiede zu den anderen chemosensorischen Bedingungen ($p = ,000$). Das neutrale Bild wurde bedeutsam negativer eingeschätzt als beide Orange-Gerüche ($p = ,000$), aber signifikant positiver bewertet als die Hopfengerüche ($p < ,050$). Bis auf die Orange-Gerüche wurden alle chemosensorischen Bedingungen negativer eingestuft als das positive Bild ($p < ,010$), während Orange in hoher Konzentration signifikant positiver eingeschätzt wurde ($p = ,006$).

Für die subjektive Aktivierung konnte der niedrigste Mittelwert für das positivste Bild und der zweitniedrigste für das neutrale Bild festgestellt werden (Tab. 5, Abschnitt 3.1.3). Eher beruhigend wurden auch die Gerüche Ylang-Ylang und Orange eingestuft, während Kaffee und Hopfen deutlich aktivierender bewertet wurden (Tab. 8, Abschnitt 3.2.6). Die mit Abstand höchste subjektive Aktivierung wiesen die Bilder *Ekel* und *Angst* auf. Alle chemosensorischen Bedingungen zeigten signifikant geringere Werte für die subjektive Aktivierung als die negativen Bilder *Angst* und *Ekel* ($p < ,010$). Das neutrale Bild wurde als weniger aktivierend beurteilt als die Kaffee, Hopfen und *Alkohol* ($p \leq ,001$). Beim positiven Bild lag die subjektive Aktivierung signifikant unter den Werten für Kaffee, Hopfen und *Alkohol* ($p = ,000$) sowie für Orange ($p < ,050$). Während sich für Ylang-Ylang in hoher Konzentration kein signifikanter Unterschied ergab, wurde *Ylang-Ylang G* tendenziell als aktivierender bewertet als das positive Bild ($p = ,056$).

Die relative Schreckreflexamplitude fiel beim positiven Bild am geringsten aus, während *Orange G*, *Ylang-Ylang G* sowie das Bild *Ekel* die höchsten Mittelwerte für diesen physiologischen Parameter zeigten (Abb. 19). Die relative Schreckreflexamplitude war bei dem positiven Bild signifikant niedriger als bei dem Geruch *Orange G* ($p = ,031$) und tendenziell niedriger als bei *Ylang-Ylang G* ($p = ,053$). Ebenfalls relativ niedrige Werte konnten für die relative Schreckreflexamplitude bei dem neutralen Bild und Kaffee in hoher Konzentration gemessen werden.

Der mit Abstand höchste Hautleitwert zeigte sich in der chemosensorischen Kontrollbedingung *Alkohol*; dieser war im Vergleich zu Bildern *Angst* ($p = ,042$), *Neutral* ($p = ,003$) und *Positiv* ($p = ,031$) statistisch bedeutsam erhöht. Das neutrale Bild wies im Mittel den geringsten Hautleitwert auf, gefolgt von den Gerüchen Orange und Kaffee jeweils in hoher Konzentration.

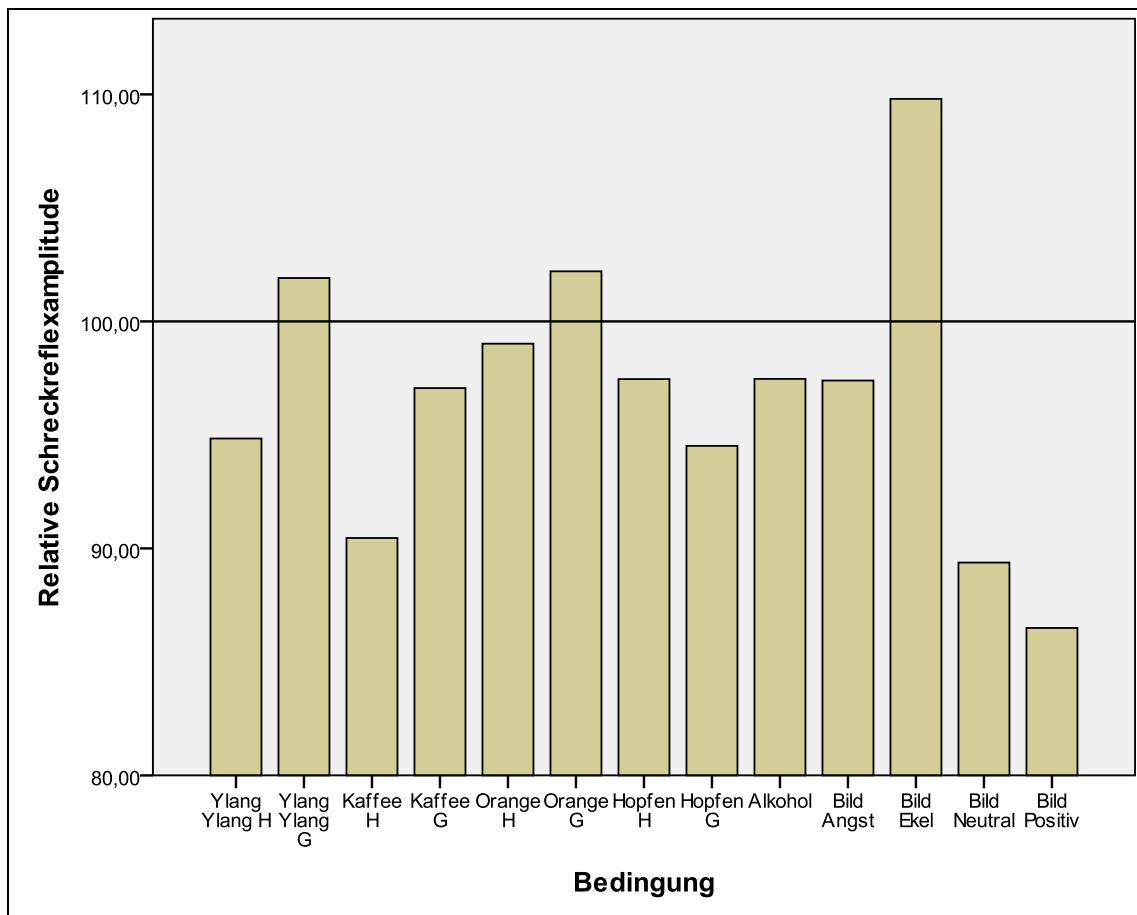


Abb. 19. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude in allen Versuchsbedingungen. Mit einer horizontalen Linie gekennzeichnet ist die Baseline des Schreckreflexes, die bei einem Wert von 100 liegt. Beim positiven Bild zeigte sich eine signifikant niedrigere relative Schreckantwort als bei dem Geruch *Orange G* ($p = ,031$) und eine tendenziell niedrigere als bei *Ylang-Ylang G* ($p = ,053$). H= hohe Konzentration; G= geringe Konzentration.

Die höchste durchschnittliche Herzrate konnte in diesem Experiment bei Gerüchen gemessen werden, nämlich bei *Ylang-Ylang* und *Kaffee* jeweils in geringer Konzentration, während sich die geringsten Werte bei *Orange H*, *Hopfen G* und dem neutralen Bild zeigen. Die Herzrate fiel beim neutralen Bild signifikant niedriger aus als bei den Gerüchen *Kaffee G* ($p = ,019$) und *Orange G* ($p = ,009$) und war auch bei *Ylang-Ylang H* tendenziell geringer ($p = ,052$).

Im Vergleich zu den meisten chemosensorischen Bedingungen wiesen die visuellen Bedingungen eine relativ hohe Atemfrequenz auf (siehe Tab. 5, Abschnitt 3.1.3, und Tab. 8, Abschnitt 3.2.6). Nur bei den Gerüchen *Kaffee H* und *Hopfen G* konnten ähnlich hohe Werte festgestellt werden. Die niedrigsten Werte wurden im Durchschnitt bei *Alkohol* und bei *Orange G* gemessen. Diese Unterschiede werden verdeutlicht durch die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche der Bedingungen; die Atemfrequenz lag bei dem Geruch *Orange G*

signifikant unter jener für die Bilder *Ekel* ($p = ,037$) und *Positiv* ($p = ,038$) und tendenziell unter jener für das Bild *Angst* ($p = ,054$). Bei der Körpertemperatur ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den visuellen und den chemosensorischen Bedingungen.

3.4 Einfluss personenbezogener Variablen

3.4.1 Geschlecht

Um geschlechtsspezifische Unterschiede bei den physiologischen Parametern, bei den subjektiven Bewertungen und bei den personenbezogen Variablen zu analysieren wurde über alle Bedingungen hinweg eine einfaktorielle Varianzanalyse angewandt. Ein signifikanter Geschlechtsunterschied ergab sich bei dem Hautleitwert; dieser war bei den männlichen Teilnehmern insgesamt höher als bei den weiblichen Probanden ($p = ,009$). Ansonsten konnten weder für die subjektiven Bewertungen, noch für die Persönlichkeits- und Befindlichkeitsfaktoren signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern gefunden werden. Auch bei Alter, Bildung, *Sniffin' Sticks*- Score und den subjektiven Einschätzungen des Riechvermögens kam es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den weiblichen und männlichen Probanden. Geschlechtsspezifische Unterschiede in den einzelnen Versuchsbedingungen wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigt. Auf eine Analyse eines möglichen Einflusses des hormonellen Status der weiblichen Versuchspersonen musste verzichtet werden, da zu wenige Daten hinsichtlich des Menstruationszyklus und der hormonellen Verhütung zur Verfügung standen.

3.4.2 Alter

Mittels Korrelationsanalyse wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Alter der Versuchspersonen und den physiologischen Parameter, den subjektiven Bewertungen sowie den Variablen des Riechvermögens untersucht. Für die physiologischen Parameter und die subjektiven Bewertungen wurden dafür die Mittelwerte über alle Versuchsbedingungen herangezogen. Bei den physiologischen Parametern und den subjektiven Bewertungen konnte kein signifikanter Zusammenhang mit dem Alter gefunden werden. Für das Alter wurden außerdem weder signifikanten Korrelationen mit den subjektiven Einschätzungen des Geruchssinns (SRV, BWA und RLQ) noch mit der Leistung im Geruchsidentifikationstest *Sniffin' Sticks* festgestellt.

3.4.3 Persönlichkeit

Um den Zusammenhang der Persönlichkeit mit den abhängigen Variablen zu analysieren, wurden die fünf Faktoren des NEO-FFI miteinander, mit den physiologischen Größen und den subjektiven Bewertungen korreliert. Der Faktor *Extraversion* zeigte einen negativen Zusammenhang mit der Persönlichkeitsdimension *Neurotizismus* ($r = -,440$; $p = ,006$) sowie einen positiven Zusammenhang mit *Verträglichkeit* ($r = ,355$; $p = ,031$). Je extravertierter eine Person sich im NEO-FFI-Fragebogen gab, desto geringer waren die Werte für *Neurotizismus* und desto höher jene für *Verträglichkeit*.

Für die Mittelwerte der physiologischen Variablen über alle Versuchsbedingungen konnten keine signifikanten Korrelationen mit den Persönlichkeitsfaktoren gefunden werden. Bei den subjektiven Bewertungen erwiesen sich die Korrelationen zwischen der subjektiven Einschätzung der Aktivierung und den Persönlichkeitsfaktoren *Neurotizismus* ($r = -,403$; $p = ,013$) und *Extraversion* ($r = ,325$; $p = ,050$) als signifikant. Hohe durchschnittliche Werte für die subjektive Aktivierung gingen also mit niedrigen Werten in der Persönlichkeitsdimension *Neurotizismus* und hohen Werten bei dem Faktor *Extraversion* einher.

3.4.4 Befindlichkeit

Der Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren der subjektiven Befindlichkeit *Positiver Affekt* (PA) und *Negativer Affekt* (NA) und den abhängigen Variablen wurde ebenfalls durch die Anwendung einer Korrelationsanalyse quantifiziert. Während sich bei den durchschnittlichen physiologischen Werten keine signifikanten Korrelationen mit den Befindlichkeitsfaktoren ergaben, zeigte sich ein negativer Zusammenhang zwischen dem Faktor *Negativer Affekt* und der mittleren subjektiven Aktivierung ($r = -,362$; $p = ,026$). Je negativer die Versuchspersonen ihre momentane Befindlichkeit einschätzten, desto niedriger bewerteten sie ihre subjektive Aktivierung über alle Bedingungen hinweg.

Der Faktor *Positiver Affekt* korrelierte negativ mit dem Persönlichkeitsfaktor *Neurotizismus* ($r = -,459$; $p = ,004$) und positiv mit den Faktoren *Extraversion* ($r = ,470$; $p = ,003$) und *Gewissenhaftigkeit* ($r = ,395$; $p = ,016$). Der *Negative Affekt* stand dagegen in positivem Zusammenhang mit den Persönlichkeitsdimensionen *Neurotizismus* ($r = ,498$; $p = ,002$), *Offenheit* ($r = ,410$; $p = ,012$) und korrelierte negativ mit dem Faktor *Gewissenhaftigkeit* ($r = -,342$; $p = ,038$). Hohe positive Einschätzungen der persönlichen Befindlichkeit gingen daher mit hohen Werten für *Extraversion* und *Gewissenhaftigkeit* sowie mit geringen Werten für *Neurotizismus* einher. Ein hoher Wert für den *Negativen Affekt* stand

in Verbindung mit hohen Werten für *Neurotizismus* und *Offenheit*, allerdings auch mit niedrigen Werten für *Gewissenhaftigkeit*.

3.4.5 Riechvermögen

Bei einer Korrelationsanalyse zwischen den persönlichen Einschätzungen des Riechvermögens und dem Geruchsidentifikationstest *Sniffin' Sticks* konnte keine Verbindung zwischen den Leistungen im Geruchsidentifikationstest und den subjektiven Einschätzungen *Subjektives Riechvermögen* (SRV), *Beeinträchtigung in der Wahrnehmung von Alltagsdüften* (BWA) und der *Riechbezogenen Lebensqualität* (RLQ) entdeckt werden. Die Skala RLQ korrelierte aber positiv mit dem *Subjektiven Riechvermögen* (SRV; $r = ,354$; $p = ,029$) und der Skala BWA ($r = ,339$; $p = ,038$).

Die Analyse der Zusammenhänge zwischen den Einschätzungen des Riechvermögens, der Leistung im Geruchsidentifikationstest und den Mittelwerten für die physiologischen Variablen in den chemosensorischen Bedingungen ergab eine signifikante negative Korrelation zwischen dem *Subjektiven Riechvermögen* (SRV) und der Atemfrequenz ($r = -,326$; $p = ,046$). Je besser die Versuchspersonen ihr Riechvermögen einschätzten, desto geringer fiel die Atemfrequenz in den chemosensorischen Bedingungen aus.

Das *Subjektive Riechvermögen* (SRV) korrelierte außerdem hoch signifikant mit der durchschnittlichen subjektiven Intensität der Gerüche ($r = ,464$; $p = ,003$), während die *Riechbezogenen Lebensqualität* (RLQ) mit der mittleren subjektiven Valenz in Verbindung stand ($r = ,334$; $p = ,040$). Hohe Werte des SRV gingen daher mit einer höheren wahrgenommenen subjektiven Intensität der Gerüche einher. Je höher die Versuchspersonen ihre riechbezogene Lebensqualität einschätzten, desto negativer bewerteten sie insgesamt auch die Gerüche. Der Score des Geruchsidentifikationstest korrelierte mit der durchschnittlichen subjektiven Aktivierung in den chemosensorischen Bedingungen ($r = ,333$; $p = ,041$), d. h. je besser die Probanden bei der Identifikation von Alltagsdüften waren, desto höher schätzten sie die subjektive Aktivierung durch die Gerüche im Durchschnitt ein.

Um eventuelle Auswirkungen des Rauchkonsums der Probanden auf die interessierenden Variablen festzustellen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit den physiologischen Variablen, den subjektiven Bewertungen sowie den subjektiven Einschätzungen des Riechvermögens und dem *Sniffin' Sticks*- Score angewendet. Bei keiner der abhängigen Variablen konnte ein signifikanter Effekt des Rauchkonsums festgestellt werden.

4 Diskussion

4.1 Interpretation der Ergebnisse der visuellen Stimulation

Die Ergebnisse für den Schreckreflex entsprechen in den visuellen Bedingungen weitestgehend den aufgestellten Hypothesen. Der niedrigste Schreckreflex relativ zur Baseline konnte im Durchschnitt beim positiven Bild beobachtet werden. Gemäß des theoretischen Modells von Lang et al. (1990) bedeutet dies, dass der aversive Schreckreflex durch die von diesem Reiz ausgelösten positiven Emotionen abgeschwächt wurde. Nach diesem Modell deutet ein potenziertes Schreckreflex darauf hin, dass ein negativer affektiver Zustand vorliegt, der die Reflexantwort erleichtert bzw. verstärkt. Die durchschnittlich höchste relative Schreckreflexamplitude konnte tatsächlich bei den beiden als negativ kategorisierten Bildern gemessen werden, wobei das Bild *Ekel* im Mittel den höheren Wert aufwies als das Bild *Angst*. Diese Ergebnisse entsprechen jenen von Vrana und Kollegen (1988), die ebenfalls eine Potenzierung des Schreckreflexes bei aversivem visuellem Reizmaterial und eine Abschwächung bei positiven visuellen Stimuli beobachten konnten. Zwischen den Bedingungen, die den höchsten Unterschied bei der relativen Schreckreaktion aufwiesen, dem positiven Bild und dem Bild *Ekel*, ergab sich auch ein signifikanter Unterschied, während sich die Differenzen zwischen allen anderen visuellen Bedingungen nicht statistisch untermauern ließen.

Die subjektiven Bewertungen der Valenz der Bilder entsprechen vollkommen den Erwartungen und decken sich auch mit den Bewertungen des IAPS. Das Bild *Positiv* wurde als positivster visueller Reiz beurteilt, während das Bild *Ekel* am negativsten empfunden wurde. Bei den Valenzkategorien fiel die relative Schreckreflexamplitude bei visuellen Reizen, die als positiv bewertet wurden, aber anders als erwartet durchschnittlich höher aus als bei neutral bewerteten Reizen (nicht signifikant). Signifikant war nur der Unterschied zwischen den Kategorien *Negativ* und *Neutral*, nicht aber wie erwartet auch zwischen *Negativ* und *Positiv*. Dadurch dürfte auch die vermutete Korrelation zwischen der relativen Schreckreflexamplitude und der subjektiven Valenz nicht zustande gekommen sein. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass die Probanden nicht nur das positive sondern auch das neutrale Bild mit einer eher positiven Valenz bewerteten, womit die relative Schreckreflexamplitude im Durchschnitt in der Valenzkategorie *Positiv* höher ausfiel.

Interessanterweise korrelierte die relative Schreckantwort signifikant, wenn auch gering, mit der subjektiven Aktivierung. Außerdem konnte auch ein statistisch bedeutsamer Unterschied bei dieser Variable zwischen den Aktivierungskategorien *Aktivierend* und

Beruhigend festgestellt werden, d. h. als beruhigend bewertete visuelle Reize lösten eine geringere relative Schreckreflexamplitude aus als aktivierend wirkende Reize. Die Werte für die subjektiven Aktivierungen folgten jenen der subjektiven Valenz, was sich auch in einer signifikanten positiven Korrelation zwischen subjektiver Aktivierung und Valenz zeigte. Am höchsten wurde die Aktivierung bei den negativen Bedingungen *Angst* und *Ekel* eingeschätzt. Das neutrale und das positive Bild wurden eher als beruhigend empfunden, wobei das positive Bild sogar niedrigere Werte für die subjektive Aktivierung aufwies als das neutrale. Dies entspricht weder der Erwartung, noch den Bewertungen aus dem IAPS, dass das positive Bild eine höhere Aktivierung auslösen sollte als das neutrale.

Betrachtet man die Mittelwerte für den Hautleitwert als Maß für die unspezifische Aktivierung, so entsprechen diese der Hypothese, dass Reize mit emotionalem Inhalt einen höheren Hautleitwert aufweisen als neutrale Stimuli. So konnte der höchste mittlere Hautleitwert für die visuelle Bedingung *Ekel* gefolgt von dem Bild *Angst* festgestellt werden. Der durchschnittlich niedrigste Hautleitwert wurde erwartungsgemäß in der neutralen Bedingung gemessen, der zweitniedrigste beim positiven Bild. Diese Unterschiede erwiesen sich jedoch nur für die Paarung mit der größten Differenz als signifikant, nämlich für das Bild *Ekel* im Vergleich zum neutralen Bild.

Nach den subjektiven Bewertungen zu urteilen, wurde das positive Bild als beruhigender empfunden als das neutrale Bild. Die Ergebnisse für den Hautleitwert sprechen jedoch dafür, dass die objektive Aktivierung beim positiven Bild höher war als für das Bild *Neutral*. Auch bei den Valenzkategorien zeigte sich ein ähnliches Bild. Reize, die entweder als negativ oder als positiv eingeschätzt wurden, gingen mit einem höheren Hautleitwert einher als neutral bewertete Reize. Diese Ergebnisse, die den aufgestellten Hypothesen entsprechen, konnten allerdings nicht statistisch belegt werden. Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch für die Aktivierungskategorien; wurden die Bilder als aktivierend beurteilt, so zeigte sich ein höherer Hautleitwert als bei Bildern, die als beruhigend oder neutral aktivierend empfunden wurden. Dennoch ergab sich ein höherer Hautleitwert in der Kategorie *Beruhigend* als in der neutralen Aktivierungskategorie (nicht signifikant). Dies liegt vermutlich daran, dass die Probanden das positive Bild eher als beruhigend einschätzten, obwohl der Hautleitwert für eine höhere Aktivierung relativ zum neutralen Bild spricht. Das dürfte auch der Grund sein, wieso sich die vermutete positive Korrelation zwischen subjektiver Aktivierung und dem Hautleitwert in dieser Untersuchung nicht zeigte.

Die Ergebnisse für die Herzrate entsprechen zum Großteil den aufgestellten Hypothesen für diese Variable. Bilder mit emotionalem Inhalt (*Positiv*, *Angst* und *Ekel*) zeigten wie

erwartet höhere Mittelwerte für die Herzrate als das neutrale Bild, wobei die höchste durchschnittliche Herzrate für das positive Bild gemessen wurde. Signifikante Unterschiede konnten allerdings nur bei den männlichen Probanden gefunden werden; diese zeigen eine bedeutsam höhere Herzrate in der positiven Bedingung als bei dem Bild *Angst* und *Neutral* (siehe Punkt 4.5). Wurden die visuellen Reize positiv oder negativ bewertet, so zeigten sie hypothesenkonform eine höhere Herzrate im Vergleich zur neutralen Valenzkategorie. Dies entspricht den Ergebnissen von Rainville et al. (2006), dass sowohl positive als auch negative Emotionen zu einer höheren Herzrate führen. Außerdem konnte ein Anstieg der Herzrate mit zunehmender subjektiver Aktivierung beobachtet werden; die Unterschiede zwischen den Aktivierungskategorien *Beruhigend*, *Neutral* und *Aktivierend* erwiesen sich aber ebenso wie zwischen den Valenzkategorien als nicht signifikant. Auch die erwartete Korrelation zwischen dieser physiologischen Größe und der subjektiven Aktivierung konnte nicht bestätigt werden. Dennoch konnten signifikante positive Korrelationen mit dem Hautleitwert, der Atemfrequenz und der Temperatur festgestellt werden. Auf der physiologischen Ebene zeigte sich daher ein nachweisbarer Zusammenhang der Herzrate mit der unspezifischen Aktivierung, während die Verknüpfung mit den subjektiven Einschätzungen der Aktivierung weniger stark zu sein scheint.

Die Atemfrequenz zeigte ebenfalls höhere Werte bei den emotionalen Bildern (*Angst*, *Ekel* und *Positiv*) im Vergleich zum neutralen Bild. Zwischen den visuellen Bedingungen ergaben sich zwar keine signifikanten Ergebnisse, aber die Resultate bei den Valenzkategorien sprechen für den angenommenen Zusammenhang zwischen emotionalem Inhalt der Reize und der Atemfrequenz. Die Atemfrequenz war nämlich bei der Valenzkategorie *Negativ* signifikant und bei der Kategorie *Positiv* tendenziell höher als bei neutral eingestuften Reizen. Des Weiteren konnte auch eine höhere Atemfrequenz mit zunehmender subjektiver Aktivierung beobachtet werden, was den Hypothesen für diese physiologische Größe entspricht. Für die Variable Temperatur konnten keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden.

4.2 Diskussion der Ergebnisse für die chemosensorische Stimulation

4.2.1 Zusammenhang zwischen subjektiven Einschätzungen und physiologischen Parametern

Bevor auf die Ergebnisse der einzelnen chemosensorischen Bedingungen eingegangen wird, sollen die aufgestellten Hypothesen anhand der durch diese Studie gewonnenen Daten überprüft werden.

Für die relative Schreckreflexamplitude wurde angenommen, dass positive bewertete Gerüche mit geringeren Werten einhergehen als neutral bewertete, die ihrerseits eine geringere relative Schreckantwort als negativ empfundenen chemosensorische Reize auslösen sollten. Tatsächlich wurde der höchste Mittelwert für negativ eingestufte Gerüche gefunden, jedoch zeigte sich entgegen der Hypothese eine durchschnittlich höhere relative Schreckreflexamplitude bei als positiv bewerteten im Vergleich zu neutral eingestuften Reizen. Die Unterschiede zwischen den Valenzkategorien erwiesen sich aber als nicht signifikant. Für die Aktivierungskategorien konnten hingegen Trends für höhere Werte bei aktivierend bewerteten Gerüchen als bei beruhigend wirkenden Gerüchen festgestellt werden. Dies zeigte sich auch in einer signifikanten positiven Korrelation zwischen der subjektiven Aktivierung und der relativen Schreckreflexamplitude. Da der Schreckreflex als physiologisches Maß für die Valenz eines Stimulus gilt, kann daher geschlussfolgert werden, dass Gerüche, die für die Probanden in dieser Untersuchung aktivierend waren, mit einem negativeren affektiven Zustand einhergingen als beruhigende Gerüche. Dies zeigte sich auch darin, dass die subjektive Aktivierung hoch signifikant mit der subjektiven Valenz korrelierte, d. h. dass aktivierende Gerüche wiesen eine negativere Bewertung der Valenz auf. Jedoch konnte entgegen den Erwartungen keine statistisch bedeutsame Korrelation zwischen den subjektiven Einschätzungen der Valenz und der Schreckantwort gefunden werden.

Für den Hautleitwert als Indikator für die unspezifische Aktivierung wurde erwartet, dass sowohl positiv als auch negativ bewertete Gerüche mit einem höheren Hautleitwert einhergehen als neutral wirkende chemosensorische Reize. Bei den Valenzkategorien zeigte sich zwar ein höherer Wert bei positiv bewerteten chemosensorischen Reizen im Vergleich zu neutral empfundenen Gerüchen, allerdings unterschied sich der Hautleitwert entgegen den Erwartungen kaum zwischen der neutralen und der negativen Kategorie. Für den Hautleitwert gab es weder zwischen den Valenz- oder den Aktivierungskategorien, noch für die Korrelationen mit den subjektiven Einschätzungen signifikante Ergebnisse. Daher konnte die

Hypothese, dass eine höhere subjektive Aktivierung mit einem höheren Hautleitwert einhergeht, für die chemosensorischen Bedingungen nicht bestätigt werden.

Ebenfalls nicht statistisch untermauern ließen sich die Hypothesen für die Herzrate. Für diese physiologische Größe wurde angenommen, dass sie sowohl mit zunehmend negativer Einschätzung der Valenz als auch mit steigender subjektiver Aktivierung erhöht. Eine höhere Herzrate bei unangenehmen Gerüchen, wie in der Literatur berichtet (Alaoui-Ismaili et al., 1997; Bensafi et al., 2002; Brauchli et al., 1995), konnte in dieser Untersuchung nicht gefunden werden, denn sowohl positiv als auch negativ bewertete Reize zeigten eine höhere Herzrate als die Valenzkategorie *Neutral* (nicht signifikant). Diese Beobachtungen sprechen daher eher für eine Abhängigkeit dieser physiologischen Größe von der Aktivierung, allerdings konnten weder signifikante Unterschiede zwischen den Aktivierungskategorien noch signifikante Korrelationen zwischen der subjektiven Aktivierung und der Herzrate festgestellt werden.

Die Hypothese, dass angenehme Gerüche mit einer verringerten Atemfrequenz einhergehen, konnte in dieser Studie bestätigt werden. Die varianzanalytische Testung ergab eine signifikant höhere Atemfrequenz in der Valenzkategorie *Negativ* im Vergleich zur Kategorie *Positiv*. Dies zeigte sich auch in einer signifikanten positiven Korrelation zwischen der Atemfrequenz und der subjektiven Valenz; je negativer die Gerüche empfunden wurden, desto höher fiel auch die Atemfrequenz aus. Ähnliche Ergebnisse wurden bereits von Masaoka et al. (2005) für olfaktorische Reize und von Bensafi et al. (2007) für vorgestellte Gerüche berichtet. Die Vermutung, dass die Atemfrequenz ebenfalls mit der subjektiven Aktivierung steigt, ließ sich zwar rein deskriptiv beobachten, allerdings fehlten entsprechende signifikante Unterschiede bzw. Korrelationen. Ein interessantes Resultat ergab jedoch die Analyse der subjektiven Einschätzung der Intensität der Gerüche. Während die subjektive Intensität auf die anderen physiologischen Parameter keinen Einfluss zu haben schien, war eine höhere Atemfrequenz bei moderat intensiv eingestuften Reizen als bei wenig oder sehr intensiv wahrgenommenen chemosensorischen Stimuli messbar.

4.2.2 Interpretation der Ergebnisse für die einzelnen Gerüche

Im Folgenden soll nun der Zusammenhang zwischen den subjektiven Einschätzungen und den physiologischen Parametern in den einzelnen chemosensorischen Bedingungen erörtert werden.

4.2.2.1 Kontrollbedingung Alkohol

Zunächst scheint es angebracht, die Qualität von *Alkohol* als Kontrollbedingung zu prüfen. Da Alkohol als Verdünnungsmittel für die ätherischen Öle verwendet wurde, wurde Alkohol ohne Beimischung eines ätherischen Öls auch als adäquate Kontrollbedingung angesehen. Wenn auch die Intensität dieses Reizes deutlich geringer beurteilt wurde als jene aller anderen chemosensorischen Bedingungen, konnte dennoch ein Großteil der Probanden einen Geruch wahrnehmen. 21 von 38 Versuchspersonen beschrieben diesen Geruch entweder als Alkohol, Lösungs- oder Desinfektionsmittel, oder als Klebstoff. Die durchschnittliche subjektive Bewertung der Valenz zeigt, dass diese Bedingung eher als unangenehm empfunden wurde, während der Mittelwert für die subjektive Aktivierung dafür spricht, dass *Alkohol* weder beruhigend noch aktivierend wirkte. Da eine olfaktorische Kontrollbedingung keine spezifische Geruchswahrnehmung auslösen sollte und daher auch neutral bezüglich Valenz und Aktivierung wirken sollte, scheint in diesem Fall *Alkohol* als Kontrolle nicht optimal. Daher wurden die Effekte der ätherischen Öle auf die physiologischen Parameter nicht relativ zur eigentlichen Kontrollbedingung *Alkohol* berechnet, sondern *Alkohol* wurde bei der statistischen Analyse wie die anderen chemosensorischen Bedingungen behandelt.

Bei den Vergleichen mit anderen Versuchsbedingungen zeigte sich die Bedingung *Alkohol* bezüglich der physiologischen Parameter der relativen Schreckreflexamplitude, der Herzrate und der Temperatur unauffällig. Bei dem Hautleitwert jedoch konnte bei *Alkohol* der höchste Mittelwert festgestellt werden, wodurch sich diese Bedingung signifikant zu Orange in hoher Konzentration sowie tendenziell zu Ylang-Ylang in hoher Konzentration und Kaffee in geringer Konzentration unterschied. Daher könnte man schließen, dass die Applikation eines ätherischen Öls generell zu einer Abnahme des Hautleitwerts führen würde und dass damit die in dieser Untersuchung verwendeten Gerüche beruhigend wirken würden. Diese Schlussfolgerung gilt aber nur unter Vorbehalt, und zwar vor allem aus zwei Gründen. Der erste Grund stellt die mangelnde Qualität des Alkohols als Kontrollbedingung dar, da die Versuchspersonen zum Großteil den Geruch korrekt identifizieren konnten (als Alkohol, Lösungsmittel etc.) und die Valenz dieser Bedingung im Mittel eher negativ beurteilten. Somit könnte die Wahrnehmung dieses chemosensorischen Reizes und dessen Effekte auf den affektiven Zustand eine Erhöhung des Hautleitwerts verursacht haben, und *Alkohol* würde damit nicht, wie für eine Kontrollbedingung vorgesehen, eine Art Baseline für diesen physiologischen Parameter liefern. Der zweite Grund betrifft die Auswirkungen einer Kontrollbedingung auf die Aktivierung generell. Ein Reiz, der erwartet wird, wie ein spezieller Geruch beim Riechen an einem kleinen Glasfläschchen, der aber nicht eintritt, kann

die Aktivierung erhöhen. Dies konnte bereits in einer EEG-Studie zur Geruchswahrnehmung von Lorig und Schwartz (1988) demonstriert werden, bei der während der geruchslosen Kontrollbedingung eine EEG-Desynchronisation beobachtet wurde, die als Indikator für eine erhöhte kortikale Aktivierung angesehen wurde. In der vorliegenden Untersuchung gab es acht Versuchsbedingungen bei denen die Probanden ätherische Öle wahrnahmen und nur eine Bedingung in der reiner Alkohol dargeboten wurde. Auch wenn die Versuchspersonen den Alkohol richtig wahrgenommen haben, so könnten sie aber auch den Geruch eines ätherischen Öls erwartet haben. Die beobachtete erhöhte Hautleitfähigkeit bei *Alkohol* im Vergleich zu allen anderen Bedingungen könnte daher auch eine Irritation der Versuchspersonen durch eine verletzte Erwartungshaltung widerspiegeln. Diese Annahme wird auch dadurch gestützt, dass *Alkohol* auch im Vergleich zu den visuellen Bedingungen einen teils signifikant höheren Hautleitwert aufwies.

Für die Atemfrequenz ergab sich für die Bedingung *Alkohol* nach Orange in geringer Konzentration der zweitniedrigste Mittelwert, was sich in einem signifikanten Unterschied zu jener chemosensorischer Bedingung mit der höchsten mittleren Atemfrequenz, Kaffee in hoher Konzentration, niederschlug. Wurde ein chemosensorischer Reiz als wenig oder als sehr intensiv eingestuft, so fiel die durchschnittliche Atemfrequenz niedriger aus als bei einer als moderat bewerteten Intensität. Es ist daher anzunehmen, dass Alkohol wegen seiner geringen Intensität diese relativ geringe Atemfrequenz zeigte.

4.2.2.2 Orange

Anhand der subjektiven Bewertungen der Valenz der Gerüche lässt sich erkennen, dass Orange in beiden Konzentrationen mit Abstand am angenehmsten eingestuft wurde. Daher würde man vermuten, dass sich für diese Reize die geringsten Werte für die relative Schreckreflexamplitude ergaben. Tatsächlich wies Orange in geringer Konzentration aber den höchsten Mittelwert von allen chemosensorischen Bedingungen für diesen physiologischen Kennwert auf. Auch zeigte sich eine signifikant höhere relative Schreckreflexamplitude als beim positiven Bild, obwohl dieses Bild sogar etwas negativer bewertet wurde als Orange in geringer Konzentration. Bei Orange in hoher Konzentration lag die relative Schreckantwort zwar niedriger als beim selben Geruch in geringer Konzentration, jedoch wurde auch hier angesichts der äußerst positiven Einschätzung der Valenz eine stärkere Abschwächung des Reflexes erwartet.

Die beiden Orangegerüche wurden nicht nur am positivsten bewertet, sondern wiesen auch relativ geringe Werte für die subjektive Aktivierung auf. Da der Hautleitwert mit

zunehmender Aktivierung steigen sollte, wurde für die Orangegerüche ein geringerer Wert für diese physiologische Größe angenommen als für aktivierender bewertete Reize wie Kaffee, Hopfen und Alkohol. Dieser Vermutung entsprechend, fiel bei Orange in hoher Konzentration der Hautleitwert signifikant niedriger aus als für die Bedingungen *Alkohol* und Hopfen in geringer Konzentration. Orangegerüchen wird nicht nur in der Aromatherapie eine beruhigende Wirkung zugesprochen (Beier, 2009, S. 478), auch wissenschaftliche Untersuchungen deuten in diese Richtung. Lehrner und Kollegen (2000, 2005) stellten nämlich fest, dass Orange als Raumduft in einer Zahnarztpraxis die Ängstlichkeit der Probanden verringerte und ihre Stimmung hob.

Die geringen Werte für die Aktivierung, sowohl bei der subjektiven Einschätzung als auch beim Hautleitwert, könnten auch die relativ hohe Schreckreflexamplitude erklären. Cuthbert, Bradley und Lang (1996) stellten bei der Betrachtung von emotionalen Bildern nämlich fest, dass bei Bildern mit positiver Valenz eine geringere Abschwächung des Reflexes, d. h. eine höhere Schreckreflexamplitude, mit Abnahme der Aktivierung beobachtet werden kann. Der Einfluss der positiven Valenz der Orangegerüche könnte daher in Anbetracht der beruhigenden Wirkung zu schwach gewesen sein, um eine Hemmung der aversiven Schreckreaktion zu bewirken. Tatsächlich gibt es in der Literatur zwar Hinweise für eine Abschwächung des Schreckreflexes durch angenehme Gerüche (Ehrlichman et al., 1997), aber auch Studien bei denen dieser Effekt nicht nachgewiesen werden konnte (Ehrlichman et al., 1995; Miltner et al., 1994).

Für die Atemfrequenz hingegen bestätigte sich die Vermutung, dass die als sehr positiv eingestuften Orange-Gerüche mit einer geringeren Atemfrequenz einhergehen als andere chemosensorische Reize, die als unangenehmer empfunden wurden. Dies zeigte sich etwa in signifikanten Unterschieden von Orange in geringer Konzentration zu Kaffee in hoher Konzentration und Hopfen in geringer Konzentration (beides Gerüche, die eher negativ beurteilt wurden).

Interessante Ergebnisse zeigten sich für die Orangegerüche auch bei der Herzrate. Während Orange in geringer Konzentration eine signifikant höhere Herzrate aufwies als Hopfen in geringer Konzentration, konnte bei Orange in hoher Konzentration eine signifikant niedrigere Herzrate als bei Kaffee in geringer Konzentration festgestellt werden. Sowohl die Gerüche Hopfen als auch Kaffee wurden in beiden Konzentrationen negativer und aktivierender bewertet als die beiden Orangegerüche, weshalb diese Ergebnisse widersprüchlich erscheinen. Resultate aus der Literatur deuten darauf hin, dass sowohl Aktivierung als auch Valenz eines Stimulus Auswirkungen auf die Herzrate haben. Wird ein

Geruch als angenehm empfunden, so sollte die Herzrate niedriger sein als bei unangenehmen Geruchsreizen (Alaoui-Ismaili et al., 1997; Bensafi et al., 2002; Brauchli et al., 1995). Dies passt zwar zum signifikanten Unterschied zwischen Orange in hoher Konzentration und Kaffee in geringer Konzentration, nicht aber zu der höheren Herzrate bei Orange in geringer Konzentration im Vergleich zu dem eher negativ eingestuften Geruch Hopfen in geringer Konzentration. Ähnlich den Ergebnissen für den Schreckreflex deutet dies darauf hin, dass Orange in hoher Konzentration auf physiologischer Ebene positiver wirkte als in geringer Konzentration. Jedoch muss bei dieser Interpretation auch bedacht werden, dass sich die erhöhte Herzrate bei unangenehmen im Vergleich zu positiven Gerüchen im Gegensatz zu den angeführten Studien hier nicht zeigte. In dieser Studie wiesen sowohl negativ wie auch positiv bewertete Gerüche eine höhere Herzrate auf als neutral eingestufte Gerüche (nicht signifikant), was eher auf den Einfluss der Aktivierung hindeutet als auf einen spezifischen Effekt der Valenz.

Aktivierende Reize, ob positiv oder negativ, sollten ebenfalls zu einer Erhöhung der Herzrate führen (Rainville et al., 2006). Dieser Hypothese entsprechend, fiel bei Orange in hoher Konzentration mit dessen geringen Werten für die subjektive Aktivierung die durchschnittliche Herzrate signifikant niedriger aus als für Kaffee in geringer Konzentration, bei dem die Aktivierung deutlich höher beurteilt wurde. Aber Orange in geringer Konzentration, das ebenfalls als eher beruhigend bewertet wurde, zeigt eine höhere Herzrate als der aktivierend eingestufte Geruch Hopfen in geringer Konzentration. Somit kann die unterschiedliche Wirkung der beiden Konzentrationen des Orangegeruchs auf die Herzrate also nicht auf Unterschiede in der persönlichen Bewertungen der Valenz oder der Aktivierung zurückgeführt werden.

4.2.2.3 Ylang-Ylang

Ähnlich wie die Orange-Gerüche wurde auch Ylang-Ylang in beiden Konzentrationen im Durchschnitt als eher angenehm und eher beruhigend beurteilt. Während die Orange- und die Ylang-Ylang-Gerüche ähnlich hohe Werte für die subjektive Aktivierung zeigten, wurde Orange bezüglich seiner Valenz deutlich positiver eingeschätzt als Ylang-Ylang. Alle anderen chemosensorischen Bedingungen (Kaffee und Hopfen in beiden Konzentrationen und *Alkohol*) wurden sowohl negativer als auch aktivierender beurteilt als Ylang-Ylang.

Aufgrund der eher positiven Einschätzungen der Valenz sollte sich der Schreckreflex laut Hypothese relativ zur Baseline abschwächen und daher geringere Werte aufweisen als negativer bewertete Gerüche. Bei Ylang-Ylang in hoher Konzentration zeigte sich zwar ein

relativ geringer Mittelwert für diese physiologische Variable, jedoch ergab sich für diesen Geruch in geringer Konzentration der zweithöchste Wert bei den chemosensorischen Bedingungen. Auch konnten für Ylang-Ylang keine signifikanten Unterschiede zu den anderen chemosensorischen Bedingungen festgestellt werden. Bei der Atemfrequenz konnten für alle Versuchspersonen gemeinsam ebenfalls keine statistisch bedeutsamen Ergebnisse gefunden werden. Diese beiden valenzabhängigen Parameter zeigten jedoch ausgeprägte Differenzen zwischen den männlichen und weiblichen Probanden, die in Abschnitt 4.5 beschrieben sind.

Bei Ylang-Ylang in hoher Konzentration war der Hautleitwert tendenziell geringer als bei der Kontrollbedingung *Alkohol*, was man als eine beruhigende Wirkung dieses Geruchs im Vergleich zur Kontrolle interpretieren könnte. Da aber *Alkohol*, wie bereits in Abschnitt 4.2.2.1 diskutiert, nicht als eine adäquate Baseline für die physiologischen Kennwerte angesehen werden kann, ist von dieser Interpretation jedoch abzusehen. Bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration zeigte sich sogar der höchste Hautleitwert für die chemosensorischen Gerüche mit Ausnahme von *Alkohol*.

Eine Erhöhung der Herzrate kann wie bereits diskutiert sowohl auf eine negative Valenz eines Geruchs hinweisen, aber auch auf dessen aktivierende Wirkung. Ylang-Ylang in geringer Konzentration wies eine signifikant höhere Herzrate auf als Kaffee in hoher Konzentration und Hopfen in geringer Konzentration, sowie ein Trend zu einer höheren Herzrate im Vergleich zu Orange in hoher Konzentration (signifikant für die männlichen Probanden). Bei den subjektiven Bewertungen wurde Ylang-Ylang zwar als beruhigender eingestuft als Kaffee und Hopfen bzw. annähernd gleich wie Orange, der Hautleitwert war bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration aber höher als für diese Gerüche, was zusammen mit den Ergebnissen für die Herzrate auf eine aktivierende Wirkung dieses Geruchs hindeutet.

Im Gegensatz zu dem Resultat der vorliegenden Studie einer relativ hohen Herzrate bei der Wahrnehmung von Ylang-Ylang, berichteten Hongratanaworakit und Buchbauer (2004) eine verringerte Herztätigkeit gemessen am Blutdruck und an der Pulsfrequenz bei der Darbietung von Ylang-Ylang im Vergleich zu einem geruchslosen Kontrollreiz. Die Autoren interpretierten dies als eine Verringerung der Aktivierung des autonomen Nervensystems durch diesen Geruch. Des Weiteren zeigten sich in dieser Studie die subjektiv beurteilte Aufmerksamkeit und Wachheit durch die Wahrnehmung dieses Geruchs erhöht. Interessanterweise korrelierte die Pulsfrequenz negativ mit der subjektiven Einschätzung der Wachheit, d. h. je niedriger die Pulsfrequenz und damit die autonome Aktivierung, desto wacher schätzten die Probanden sich selbst ein. Hongratanaworakit und Buchbauer (2004)

bezeichneten dies als Entkopplung von der physiologischen Aktivierung von den behavioralen bzw. subjektiv wahrgenommenen Aktivierung. Eine solche Diskrepanz zwischen den physiologischen Parametern und den subjektiven Einschätzungen konnte auch in dieser Studie bei Ylang-Ylang festgestellt werden. Ylang-Ylang wurde in der vorliegenden Untersuchung durchschnittlich eher als beruhigend eingestuft. Dennoch zeigte sich im Vergleich zu den anderen Gerüchen, die teilweise auch als aktivierender bewertet wurden, ein höherer Hautleitwert und eine höhere Herzrate. Gemeinsam haben die vorliegende Studie und jene von Hongratanaworakit und Buchbauer (2004) also lediglich, dass beide eine Diskrepanz zwischen der physiologischen und der subjektiv eingeschätzten Aktivierung fanden, während die Ergebnisse bezüglich der Effekte von Ylang-Ylang auf die Herztätigkeit und auf die subjektive Bewertung der Aktivierung nicht gegensätzlicher sein könnten. Diese deutlichen Unterschiede dürften vermutlich mit dem unterschiedlichen Design der Studien zusammenhängen. Während Hongratanaworakit und Buchbauer (2004) ausschließlich die Effekte von Ylang-Ylang zwischen einer Versuchsgruppe mit und einer Kontrollgruppe ohne Geruch untersuchten, wurden den Probanden in dieser Untersuchung verschiedene Gerüche nacheinander dargeboten. Außerdem gab es hier keine Kontrollgruppe, sondern eine Kontrollbedingung ohne ätherisches Öl, die aber wie bereits besprochen nicht als Baseline für die physiologischen Parameter angesehen werden kann.

4.2.2.4 Kaffee

Kaffee wurde in beiden Konzentrationen im Durchschnitt als eher negativ und aktivierend bewertet. Während sich zu Hopfen in hoher Konzentration keine signifikanten Unterschiede in der subjektiven Einschätzungen der Valenz ergaben, wurde Kaffee signifikant positiver eingeschätzt als Hopfen in geringer Konzentration. Bezüglich der subjektiven Aktivierung konnten keine Unterschiede zwischen den Kaffee- und den Hopfengerüchen festgestellt werden. Ylang-Ylang und die Orange-Gerüche wurden hingegen signifikant positiver und beruhigender eingestuft als Kaffee in beiden Konzentrationen. Daher würde man erwarten, dass sich in den Bedingungen mit den Kaffee-Gerüchen eine höhere relative Schreckreflexamplitude und eine höhere Atemfrequenz zeigen als bei den Gerüchen Orange und Ylang-Ylang. Für den Schreckreflex bestätigte sich diese Vermutung nicht, der einzige signifikante Unterschied für die Kaffeeerüche wies sogar in die entgegengesetzte Richtung. Bei den weiblichen Versuchspersonen lag die relative Schreckreflexamplitude bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration nämlich signifikant über jener der beiden Kaffeeerüche. Dies dürfte weniger darauf zurückzuführen sein, dass Kaffee von den Teilnehmerinnen sehr

positiv wahrgenommen wurde, als eher auf die markant hohen Werte in den Ylang-Ylang-Bedingungen (siehe Abschnitt 4.5)

Für die Atemfrequenz ergab sich bei Kaffee in hoher Konzentration der höchste Mittelwert für die chemosensorischen Bedingungen, signifikant höher als bei Orange in geringer Konzentration, bei Alkohol und bei Hopfen in hoher Konzentration. Überraschend ist dieses Ergebnis lediglich für letzteren Geruch, denn Hopfen in hoher Konzentration wurde zwar nicht signifikant aber dennoch negativer beurteilt als Kaffee. Bei Gerüchen konnte gezeigt werden (Bensafi et al., 2007; Masaoka et al., 2005), dass als angenehm empfundene Reize zu einer tieferen Atmung und damit zu einer geringeren Atemfrequenz führen. Daher könnte man aus diesem Ergebnis schließen, dass Kaffee in hoher Konzentration auf die Teilnehmer weniger positiv wirkte als Hopfen in hoher Konzentration, obwohl die subjektive Einschätzung der Valenz in die entgegen gesetzte Richtung ging. Die höhere Atemfrequenz bei Kaffee in hoher Konzentration im Vergleich zu Alkohol dürfte vermutlich auf die geringe Intensität von letzterem zurückgehen (vgl. Punkt 4.2.2.1), während bei Orange dessen positive Valenz wahrscheinlich zu einer verringerten Atemfrequenz geführt hat (siehe Abschnitt 4.2.2.2).

Basierend auf den relativ hohen Mittelwerten für die subjektive Aktivierung, wurden ebenfalls hohe Werte für den Hautleitwert als objektives Maß für die unspezifische Aktivierung angenommen. Tatsächlich konnten jedoch keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden, die diese Annahme unterstreichen würden. Es gab sogar den Trend, dass Kaffee in geringer Konzentration einen geringeren Hautleitwert aufwies als Alkohol. Dieses Ergebnis ist jedoch vermutlich darauf zurückzuführen, dass die eigentliche Kontrollbedingung einen unerwarteten Reiz darstellte, der zu einer erhöhten Aktivierung im Vergleich zu den ätherischen Ölen führte (Abschnitt 4.2.2.1).

Die Herzrate war in der Bedingung Kaffee in hoher Konzentration signifikant niedriger als bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration, während sich bei Kaffee in geringer Konzentration eine höhere Herzrate im Vergleich zu Orange in hoher Konzentration und Hopfen in geringer Konzentration ergab. Wie in den Kapiteln 4.2.2.2 und 4.2.2.3 bereits erörtert, können die Unterschiede zu Ylang-Ylang und zu Orange vermutlich auf den Einfluss der Aktivierung zurückgeführt werden. Die höhere Herzrate bei Kaffee als bei Hopfen kann den Hypothesen folgend entweder auf eine negativere Valenz oder eine höhere Aktivierung des Kaffeegeruchs zurückzuführen sein. Die Ergebnisse der Aktivierung, sowohl was die subjektive Einschätzungen als auch den Hautleitwert als objektives Maß anbelangt, zeigten aber kaum Unterschiede bezüglich dieser beiden Gerüche. Bei der Atemfrequenz, die als

Indikator für die Valenz eines Geruchs herangezogen werden kann, gab es ebenfalls keine bedeutsamen Differenzen. Die relative Schreckreflexamplitude lag allerdings bei Kaffee in geringer Konzentration höher als bei Hopfen in geringer Konzentration (nicht signifikant). Dies würde zu der höheren Herzrate bei Kaffee im Vergleich zu Hopfen jeweils in geringer Konzentration passen, denn beide Ergebnisse deuten auf eine positivere Wirkung von Hopfen in geringer Konzentration hin. Dennoch ergibt sich hier eine Diskrepanz zu den subjektiven Bewertungen, denn Kaffee wurde signifikant positiver bewertet als Hopfen in geringer Konzentration.

4.2.2.5 Hopfen

Wie auch die Kaffeeerüche wurde Hopfen in beiden Konzentrationen als signifikant negativer und aktivierender beurteilt als Ylang-Ylang und Orange. Die durchschnittlich eher negativen subjektiven Einschätzungen zeigten sich nicht wie angenommen in einer verstärkten Schreckreflexamplitude; diese war für beide Hopfengerüche bei den weiblichen Versuchspersonen sogar signifikant niedriger als bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration. Die Ergebnisse ähneln jenen für die Kaffeeerüche, auch hier war bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration trotz der positiveren Bewertung der Valenz eine höhere relative Schreckantwort zu beobachten. Dies unterstreicht den außergewöhnlichen Effekt von Ylang-Ylang auf diesen physiologischen Kennwert bei den weiblichen Probanden, welcher in Abschnitt 4.5 noch genauer erörtert wird.

Die Atemfrequenz war bei Hopfen in hoher Konzentration im Vergleich zu Kaffee in hoher Konzentration niedriger, bei Hopfen in geringer Konzentration jedoch höher als bei Orange in geringer Konzentration. Letzteres passt zur wahrgenommenen Valenz der Gerüche, denn während Orange von den Probanden sehr positiv bewertet wurde, wurde Hopfen in geringer Konzentration im Durchschnitt als negativster chemosensorischer Reiz bewertet. Für den signifikanten Unterschied zwischen Hopfen und Kaffee jeweils in hoher Konzentration konnte jedoch keine der Hypothese entsprechende Bewertung der subjektiven Valenz festgestellt werden. Im Gegenteil, Kaffee in hoher Konzentration wurde signifikant positiver bewertet als Hopfen (siehe auch Punkt 4.2.2.4) und hätte daher auch eine geringere Atemfrequenz aufweisen müssen. Denkbar wäre zwar ein Einfluss der Aktivierung, der den Effekt der Valenz überlagert haben könnte, allerdings konnten weder bei der subjektiven Bewertung der Aktivierung noch bei dem Hautleitwert signifikante Unterschiede zwischen Hopfen und Kaffee gefunden werden.

Hopfen in geringer Konzentration zeigte nach *Alkohol* und *Ylang-Ylang* in geringer Konzentration den dritthöchsten Hautleitwert, was sich in einem signifikanten Unterschied zu *Orange* in hoher Konzentration widerspiegelte. Im Vergleich zu *Kaffee*, *Orange* und *Ylang-Ylang* in hoher Konzentration, aber auch zu Hopfen in hoher Konzentration, scheint Hopfen geringer Konzentration daher aktivierender gewirkt zu haben.

Hopfen in geringer Konzentration wies eine signifikant niedrigere Herzrate auf als *Ylang-Ylang*, *Kaffee* und *Orange* jeweils in geringer Konzentration. Da Hopfen in geringer Konzentration von allen chemosensorischen Reizen am negativsten bewertet wurde, erscheint die Hypothese einer steigenden Herzrate mit zunehmender negativer Valenz wie auch bei den meisten anderen Gerüchen als nicht zutreffend. Aber auch die Aktivierung dürfte für diese Ergebnisse eine eher untergeordnete Rolle gespielt haben, denn in Anbetracht der recht hohen Werte für die subjektive Aktivierung und den Hautleitwert, hätte man unter der Prämisse einer aktivierungsabhängigen Herzrate die höchsten Werte für diesen physiologischen Kennwert bei Hopfen erwartet. Somit konnten die Hypothesen über den Zusammenhang zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Parameter bezüglich der Herzrate beim diesem Geruch nicht bestätigt werden.

4.3 Gegenüberstellung der Effekte der visuellen und chemosensorischen Stimuli

Sowohl bei der chemosensorischen wie auch bei der visuellen Stimulation ergaben sich signifikante positive Korrelationen zwischen der Herzrate und den physiologischen Parameter Hautleitwert, Temperatur und Atemfrequenz sowie zwischen Hautleitwert und Temperatur. Diese Zusammenhänge dürften auf die Aktivierung des autonomen Nervensystems zurückzuführen sein, das diese physiologischen Parameter steuert. Für die chemosensorischen Bedingungen erwiesen sich auch die Atemfrequenz und die Temperatur als positiv korreliert. Bei beiden Modalitäten zeigten die subjektiven Einschätzungen der Aktivierung und der Valenz signifikante positive Korrelationen, wenn auch dieser Zusammenhang bei den Gerüchen weniger stark ausfiel. Auch die leichte positive Korrelation zwischen der subjektiven Aktivierung und der relativen Schreckreflexamplitude stellte sich bei beiden Stimulationsarten als signifikant heraus. Eine Korrelation zwischen der subjektiven Aktivierung und der Temperatur sowie zwischen der subjektiven Valenz und der Atemfrequenz war erwartungsgemäß nur für die chemosensorischen Bedingungen nachweisbar.

Beim direkten Vergleich der einzelnen Gerüche mit den visuellen Bedingungen ist zunächst zu bemerken, dass sowohl die Darbietung der vier Bilder als auch die Stimulation

mit den verschiedenen chemosensorischen Reizen zu unterschiedlichen physiologischen Reaktionen führte. Wie bereits in den Kapiteln 4.1 und 4.2. ausgeführt, können diese Unterschiede je nach physiologischem Kennwert auf die Einflüsse der Valenz der Stimuli und/ oder auf die durch diese Reize ausgelöste Aktivierung zurückgeführt werden.

Betrachtet man die Ergebnisse für die relative Schreckreflexamplitude, so sind vor allem die hohen Werte dieses physiologischen Parameters für die chemosensorischen Reize Orange und Ylang-Ylang jeweils in geringer Konzentration auffällig. Höhere Werte wies sonst nur mehr der am negativsten bewertete Stimulus, das Bild *Ekel*, auf. Bei letzterem ist der hohe Schreckreflex mit signifikantem Unterschied zu dem positiven Bild hypothesenkonform, denn es wurde ja angenommen, dass negative Stimuli die Schreckreaktion potenzieren und angenehme Reize diese hemmen. Im Vergleich zum positiven Bild lag die relative Schreckreflexamplitude bei Orange in geringer Konzentration signifikant bzw. bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration tendenziell höher. Da Ylang-Ylang aber eher angenehm eingestuft wurde und Orange sogar signifikant positiver eingeschätzt wurde als das Bild *Positiv*, entspricht dieses Ergebnis nicht der Hypothese der Abschwächung der Schreckreaktion durch angenehm bewertete Gerüche. Auch konnte keine Potenzierung des Schreckreflexes bei den beiden am negativsten bewerteten Gerüche, Kaffee und Hopfen, festgestellt werden. Allerdings muss hier beachtet werden, dass diese chemosensorischen Reize vermutlich nicht mit den beiden negativen visuellen Reizen (*Angst* und *Ekel*) vergleichbar sind, da diese beiden Bilder im Durchschnitt deutlich negativer beurteilt wurden und zudem eine geringere Varianz in der subjektiven Bewertung der Valenz als die Gerüche Kaffee und Hopfen aufwiesen.

Aufgrund dieser Resultate könnte man annehmen, dass sich der Zusammenhang zwischen der subjektiven Valenz und der relativen Schreckreflexamplitude zwischen den visuellen und den chemosensorischen Bedingungen unterschied. Um dies zu prüfen wurden die subjektiven Bewertungen der Stimuli zu den Valenzkategorien *Positiv*, *Neutral* und *Negativ* zusammengefasst und hinsichtlich möglicher Differenzen bezüglich der physiologischen Parameter getestet. Vergleicht man die Ergebnisse für die relative Schreckreflexamplitude, so fällt allerdings kaum ein Unterschied zwischen den visuellen und den chemosensorischen Bedingungen auf. Sowohl bei den Bildern als auch bei den Gerüchen zeigten sich die höchsten Werte für diesen Kennwert bei negativ eingestuften Stimuli, während als neutral bewertete Reize die durchschnittlich geringste relative Schreckreaktion auslösen. Ein signifikanter Unterschied konnte aber lediglich bei der visuellen Stimulation zwischen den Valenzkategorien *Neutral* und *Negativ* festgestellt werden. Entgegen den

Hypothesen für beide Modalitäten, dass als angenehm eingestufte Reize den Schreckreflex abschwächen sollten, lagen die Mittelwerte für diese Größe über jenen der neutral bewerteten Reize. Dies mag womöglich daran liegen, dass die positiv eingestuften Reize mit einer geringen Aktivierung einhergingen, sodass die Abschwächung des Reflexes gering ausfiel (Cuthbert et al., 1996).

Auch für den Vergleich zwischen den Aktivierungskategorien konnten ähnliche Ergebnisse für die chemosensorische und visuelle Stimulation festgestellt werden. Die relative Schreckreaktion stieg mit zunehmender subjektiver Einschätzung der Aktivierung, was sich für beide Modalitäten auch mit signifikanten positiven Korrelationen zwischen der relativen Schreckreflexamplitude und der subjektiven Aktivierung belegen ließ. Außerdem konnte für die visuelle Stimulation ein signifikanter bzw. für die chemosensorischen Bedingungen ein tendenzieller Unterschied zwischen den Aktivierungskategorien *Beruhigend* und *Aktivierend* gefunden werden.

Die Resultate des Hautleitwerts für die visuellen Bedingungen entsprechen weitestgehend den aufgestellten Hypothesen. Wie erwartet zeigte das neutrale Bild den niedrigsten Hautleitwert, was sich durch einen signifikanten Unterschied zu der visuellen Bedingung mit dem höchsten Hautleitwert, dem Bild *Ekel*, verdeutlichen ließ. Zwischen den Valenzkategorien fielen die Unterschiede zwar nicht signifikant aus, diese waren aber mit einem niedrigeren Hautleitwert bei neutral eingestuften Reizen als bei positiv oder negativ bewerteten visuellen Stimuli ebenfalls hypothesenkonform. Der eigentlich als chemosensorische Kontrollbedingung verwendete Alkohol wies von allen Bedingungen den höchsten Hautleitwert auf, was sich nicht nur in signifikanten Unterschieden zu einzelnen Gerüchen sondern auch zu den visuellen Bedingungen mit Ausnahme des Bildes *Ekel* zeigte. Neben den Ergebnissen für die Kontrollbedingung *Alkohol*, die bereits in Kapitel 4.2.2.1 ausführlich diskutiert wurden, zeigte sich nur mehr eine Paarung der chemosensorischen Bedingungen als signifikant; der Hautleitwert bei Orange in hoher Konzentration war geringer als jener bei der Darbietung von Hopfen in geringer Konzentration. Orange wurde sowohl positiver als auch beruhigender bewertet als Hopfen, weshalb dieses Ergebnis was die subjektive Aktivierung betrifft als hypothesenkonform angesehen werden kann. Insgesamt wiesen jedoch Gerüche, die als positiv bewertet wurden, den höchsten durchschnittlichen Hautleitwert auf, während zwischen den Valenzkategorien *Neutral* und *Negativ* anders als erwartet kaum Unterschiede bemerkbar sind. Interessanterweise fiel der Hautleitwert bei den chemosensorischen Bedingungen mit zunehmender subjektiver Einschätzung der Aktivierung ab (nicht signifikant). Diese zwar nur deskriptiven Beobachtungen stehen sowohl im

Gegensatz zu den Hypothesen, als auch zu den Ergebnissen für die visuellen Bedingungen. Hier konnte nämlich ein signifikant höherer Hautleitwert bei als aktivierend eingestuften Reizen gemessen werden als bei den Aktivierungskategorien *Beruhigend* und *Neutral*. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die unspezifische Aktivierung bei den Bildern wie erwartet bei emotionaler Beteiligung stieg und dass die subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung auch zur Aktivierung auf physiologischer Ebene passten. Bei den Gerüchen ist dieser Zusammenhang zwischen subjektiven Einschätzungen und dem Hautleitwert vermutlich nicht so ausgeprägt oder möglicherweise in dieser Art gar nicht vorhanden. Der angenommene positive Zusammenhang zwischen dem Hautleitwert und der subjektiven Aktivierung konnte nicht gefunden werden. Auch die Vermutung, dass sowohl positive als auch negative Reize zu einer Erhöhung des Hautleitwerts führen, konnte für die olfaktorischen Bedingungen nicht bestätigt werden.

Bei der visuellen Stimulation konnte zwar erwartungsgemäß eine Zunahme der Atemfrequenz mit steigenden Werten für die subjektive Aktivierung gefunden werden, diese ließ sich aber weder durch eine signifikante Korrelation zwischen diesen Variablen noch durch signifikante Unterschiede zwischen den Aktivierungskategorien belegen. Die verringerte Atemfrequenz bei neutral eingestuften visuellen Reizen konnte hingegen mit einem signifikanten Unterschied zur Valenzkategorie *Negativ* und einem Trend zur Kategorie *Positiv* untermauert werden.

Für die chemosensorischen Bedingungen konnte die Hypothese einer valenzabhängigen Atemfrequenz bestätigt werden. Entsprechend den Ergebnissen aus der Literatur (Bensafi et al., 2007; Masaoka et al., 2005) konnte bei positiv bewerteten Gerüchen eine geringere Atemfrequenz beobachtet werden als bei unangenehmen Gerüchen, was sich durch einen signifikanten Unterschied zwischen den Valenzkategorien *Positiv* und *Negativ* belegen ließ. Der Geruch Orange in geringer Konzentration beispielsweise wies eine geringe Atemfrequenz auf; signifikant geringer als die Bilder *Ekel* und *Positiv* sowie als die Gerüche Kaffee in hoher Konzentration und Hopfen in geringer Konzentration. Orange wurde in beiden Konzentrationen von den Probanden als sehr angenehm bewertet, was eine tiefe Atmung und damit eine niedrige Atemfrequenz bedingt haben dürfte.

Beim direkten Vergleich der Herzrate bei den visuellen und chemosensorischen Bedingungen, zeigten sich signifikant niedrigere Werte beim Bild *Neutral* in Kontrast zu den Gerüchen Kaffee und Orange jeweils in geringer Konzentration sowie ein Trend in diese Richtung im Vergleich zu Ylang-Ylang in hoher Konzentration. Diese Gerüche wurden von

den Probanden aktivierender eingestuft als das neutrale Bild, was die höhere Herzrate erklären könnte.

Die Ergebnisse der Herzrate deuten darauf hin, dass bei beiden Modalitäten vor allem die Aktivierung Einfluss auf diesen Parameter hatte, wobei es aber auch Hinweise auf einen zusätzlichen Effekt der Valenz gibt. Sowohl bei den chemosensorischen als auch den visuellen Bedingungen gingen Reize, die als positiv oder negativ bewertet wurden, mit einer höheren Herzrate einher als bei neutral eingestuften Stimuli, was allerdings nicht durch signifikante Unterschiede zwischen den Valenzkategorien belegt werden konnte. Dass Reize mit emotionalem Inhalt eine höhere Herzrate bedingen als neutrale Stimuli, konnte auch von Vrana et al. (1988) und Rainville et al. (2006) festgestellt werden, und beruht vermutlich auf der aktivierenden Wirkung emotionaler Reize. Eine zunehmende Herzrate mit steigenden Werten für die subjektive Aktivierung konnte in dieser Untersuchung zwar rein deskriptiv beobachtet werden, jedoch erreichten die Unterschiede zwischen den Aktivierungskategorien das Signifikanzniveau nicht. Auf physiologischer Ebene ist jedoch der Zusammenhang der Herzrate mit der autonomen Aktivierung durch signifikante Korrelationen dem Hautleitwert, der Temperatur und der Atemfrequenz evident.

Die Hypothese einer höheren Herzrate bei negativen im Vergleich zu angenehmen Gerüchen, die auf den Ergebnissen von Alaoui-Ismaili et al. (1997), Bensafi et al. (2002) und Brauchli et al. (1995) basiert, konnte nicht bestätigt werden. Manche Ergebnisse passen zwar zu dieser Annahme, wie beispielsweise eine signifikant niedrigere Herzrate bei Orange in hoher Konzentration im Vergleich zu Kaffee in geringer Konzentration, diese können aber auch durch den Einfluss der Aktivierung erklärt werden. Bei anderen Gerüchen deuten die Ergebnisse gar auf einen entgegengesetzten Zusammenhang zwischen Valenz und Herzrate, wie etwa die signifikant niedrigere Herzrate bei dem negativ bewerteten Hopfen als bei dem als angenehm eingestuften Orange (jeweils in geringer Konzentration). Wie im Kapitel 4.2.2.5 erörtert, kann dieses Ergebnis nicht durch die Aktivierung erklärt werden. Bei den visuellen Bedingungen wurde die durchschnittlich höchste Herzrate für das positive Bild gemessen, wobei sich signifikante Unterschiede zu den anderen Bedingungen nur bei den männlichen Probanden ergaben (siehe Punkt 4.5). Diese Ergebnisse einer erhöhten Herzrate beim positiven Bild sowie einer relativ hohen Herzrate bei Orange deuten eher auf eine Beschleunigung der Herzrate bei angenehmen Reizen hin, die aber meistens durch den Effekt der Aktivierung überlagert sein dürfte.

4.4 Einfluss der personenbezogenen Variablen

4.4.1 Persönlichkeit und Befindlichkeit

Bei der Analyse der personenbezogenen Variablen konnten vor allem Zusammenhänge zwischen Persönlichkeit, Befindlichkeit und den subjektiven Einschätzungen der Reize gefunden werden. Ähnlich den Ergebnissen von Borkenau und Ostendorf (1993) korrelierten in dieser Untersuchung die Persönlichkeitsfaktoren *Extraversion* und *Verträglichkeit* positiv miteinander, während für *Extraversion* und *Neurotizismus* ein negativer Zusammenhang bestand. Außerdem konnte für die beiden letzteren Persönlichkeitsdimensionen eine Verbindung zu der subjektiven Einschätzung der Aktivierung festgestellt werden. Je introvertierter und neurotischer sich eine Person beim NEO-FFI einschätzte, desto niedriger lagen die Werte für die subjektive Aktivierung. Für den Faktor *Extraversion* könnte man mutmaßen, dass introvertierte Personen weniger dazu tendieren, Auskünfte über ihre Befindlichkeit zu geben und dabei auch bei der Einschätzung, wie ein Reiz auf sie wirkt, eher zurückhaltender sind. Andererseits ist auch in Betracht zu ziehen, dass diese Personen die im Experiment dargebotenen Stimuli tatsächlich als nicht so aktivierend empfanden wie extravertiertere Personen. Laut der Emotionstheorie von Eysenck (1967) weisen introvertierte Personen eine niedrigere Schwelle der retikulären Aktivierung auf, was eine höhere Sensitivität für externe Reize bedingen soll. Dies konnte beispielsweise von Geen, McCown und Broyles (1985) für Reize mit relativ geringer Intensität bestätigt werden; bei moderater Lautstärke schnitten introvertierte Versuchsteilnehmern bei einer visuellen Vigilanzaufgabe besser ab als extravertierte, während bei der Stimulation mit lauten Geräuschen keine Unterschied zwischen extravertierten und introvertierten Personen beobachtbar war. Eysenck (1994) postulierte jedoch auch einen Schutzmechanismus, die transmarginale Inhibition, der die Aktivierung bei sehr intensiven Reizen in Grenzen halten soll. Dementsprechend würden Extravertierte bei einer Stimulation mit sehr intensiven Reizen eine stärkere Aktivierung zeigen als introvertierte Personen. Die Darbietung der sehr emotionalen Bildern (mit Ausnahme des Bildes *Neutral*) und der teils intensiven Gerüche könnte zu einem stärkeren Empfinden der Reize und damit zu einer insgesamt höheren Einschätzung der subjektiven Aktivierung bei eher extravertierten Probanden geführt haben. Jedoch konnte ein solcher Zusammenhang lediglich für die subjektiven Bewertungen gefunden werden, nicht für physiologische Indikatoren der Aktivierung.

Bei dem Faktor *Neurotizismus* würde man vermuten, dass hohe Werte in dieser Dimension auch mit hohen Werten für die subjektive Aktivierung einhergehen, da neurotische

Personen laut NEO-FFI sich leichter aus der Ruhe bringen lassen und mehr über negative Emotionen Auskunft geben als emotional stabilere Personen mit geringen Werten für *Neurotizismus*. Tatsächlich konnte aber ein gegenteiliger Zusammenhang gefunden werden; je höher die Werte für diese Dimension, desto beruhigender wurden die experimentellen Stimuli durchschnittlich eingeschätzt. Ein möglicher Erklärungsansatz für dieses überraschende Ergebnis könnte das Vorhandensein einer Scheinkorrelation sein. Möglicherweise wurden die subjektiven Einschätzungen wie oben ausgeführt vor allem durch den Persönlichkeitsfaktor *Extraversion* beeinflusst, da aber *Extraversion* mit *Neurotizismus* typischerweise negativ korreliert, könnte hier fälschlicherweise der Eindruck eines direkten Zusammenhangs entstehen. Hohe Werte für *Neurotizismus* gingen auch mit negativeren Einschätzungen der Befindlichkeit einher, sprich mit geringeren Werten für den Faktor *Positiver Affekt* und mit höheren Werten für den *Negativen Affekt* des Befindlichkeitsfragebogens PANAS. Der Faktor *Negativer Affekt* stand auch in Verbindung mit der subjektiven Aktivierung; je negativer die Versuchspersonen ihre momentane Befindlichkeit einschätzten, desto niedriger bewerteten sie ihre subjektive Aktivierung über alle Bedingungen hinweg. Es könnte daher auch sein, dass eine negative Befindlichkeit, die vielleicht eher bei neurotischeren Personen vorhanden war, dazu geführt hat, dass diese Personen die Stimuli dieses Experiment weniger als aktivierend empfanden als Personen, die eine positivere Befindlichkeit aufwiesen.

Obwohl bei einzelnen Faktoren ein Zusammenhang zwischen Persönlichkeit, Befindlichkeit und der subjektiven Aktivierung bestand, hatten aber weder die NEO-FFI- noch die PANAS-Faktoren nachweisbare Einflüsse auf die physiologischen Parameter oder auf die subjektiven Einschätzungen der Valenz oder der Intensität der Gerüche.

4.4.2 Einfluss des Riechvermögens

Für die *Subjektive Einschätzung des Riechvermögens* (SRV) konnten signifikante Korrelationen mit der Bewertung der Intensität der Gerüche wie auch mit der Atemfrequenz festgestellt werden. Je besser dabei die Probanden ihren Riechsinn einschätzten, desto höher wurde die Intensität der Gerüche insgesamt bewertet und desto geringer fiel die Atemfrequenz aus. Die *Riechbezogene Lebensqualität* (RLQ) stand hingegen in Verbindung mit der subjektiven Valenz der chemosensorischen Bedingungen. Je niedriger der Wert in dieser Skala, d. h. je stärker die subjektiv empfundenen Einschränkungen im Alltag durch einen beeinträchtigten Geruchssinn, desto positiver wurden die chemosensorischen Reize in diesem Experiment bewertet. Vielleicht bringt das Gefühl der subjektiv eingeschränkten Funktionsweise ein gewisses Bewusstsein für den Stellenwert der olfaktorischen

Wahrnehmung im Alltag mit sich, was eine höhere Wertschätzung und damit eine generell positivere Bewertung von Gerüchen mit sich bringen könnte.

Die Leistung im Geruchsidentifikationstest *Sniffin' Sticks* war zwar nicht wie erwartet mit den subjektiven Einschätzungen des Riechsinns korreliert, doch je besser die Probanden bei diesem Riechtest abschnitten, desto aktivierender wurden die Gerüche bewertet. Gut ausgeprägte Fähigkeiten der Identifikation von Alltagsdüften gingen also mit einer stärker empfundenen Wirkung der chemosensorischen Reize einher.

Da unter den Versuchspersonen auch leichte bis moderate Raucher waren, wurden mögliche Beeinträchtigungen der chemosensorischen Wahrnehmung durch das Rauchen und deren konfundierende Effekte auf die abhängigen Variablen überprüft. Der Rauchkonsum der Probanden hatte weder einen belegbaren Einfluss auf die Leistung im Geruchsidentifikationstest oder auf die subjektiven Einschätzungen des Riechvermögens noch auf die subjektiven Bewertungen der Gerüche oder die physiologischen Parameter.

4.4.3 Geschlecht und Alter der Probanden

Zwischen den männlichen und weiblichen Versuchsteilnehmer konnten keine Unterschiede bezüglich Alter, Persönlichkeit oder Befindlichkeit festgestellt werden. In der Literatur wird häufig von einem besserer Geruchssinn der Frauen berichtet, doch in dieser Untersuchung konnten weder bei den subjektiven Einschätzungen des Riechvermögens noch beim Geruchsidentifikationstest signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern gefunden werden. Die zum Teil sehr ausgeprägten Unterschiede zwischen den männlichen und weiblichen Probanden in den einzelnen Bedingungen können daher also nicht auf generelle Unterschiede bei den personenbezogenen Variablen zurückgeführt werden.

Über alle Bedingungen hinweg wichen auf die subjektiven Einschätzungen zwischen den weiblichen und männlichen Teilnehmern nicht signifikant voneinander ab, ebenso wenig wie die durchschnittlichen Werte für die physiologischen Parameter der relativen Schreckreflexamplitude, der Herzrate und der Temperatur. Beim Hautleitwert konnten signifikant höhere Werte bei den männlichen Versuchspersonen festgestellt werden, während die Atemfrequenz bei den weiblichen Probanden statistisch bedeutsam höher lag. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede waren aber bei allen Bedingungen zu beobachten, weshalb der Einfluss auf die Ergebnisse der einzelnen Bedingungen gering sein dürfte.

Das Alter der Probanden hat vermutlich kaum Effekte auf die abhängigen Variablen, wie eine Korrelationsanalyse nahe legt. Weder für die physiologischen Parameter, noch für

die subjektiven Bewertungen oder andere personenbezogenen Variablen konnten signifikante Verbindungen mit dem Alter der Versuchspersonen festgestellt werden.

4.5 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Wie im vorangegangenen Kapitel (4.4.3) erläutert, unterscheiden sich die Geschlechter nicht in den personenbezogenen Variablen oder den subjektiven Bewertungen über alle Versuchsbedingungen hinweg. Die im Folgenden diskutierten Unterschiede in den einzelnen Versuchsbedingungen basieren daher nicht auf generellen Differenzen zwischen den weiblichen und männlichen Versuchsteilnehmern bezüglich Alter, Persönlichkeit, Befindlichkeit, Riechvermögen oder der Beurteilung der experimentellen Reize.

Bei den beiden negativen Bildern *Angst* und *Ekel* gab es bemerkenswerte geschlechtsspezifische Unterschiede für die relative Schreckreflexamplitude. Bei den weiblichen Probanden war die Schreckreaktion im Vergleich zur Baseline am höchsten beim Bild *Ekel*, was sich in signifikanten Differenzen zum neutralen Bild, zur positiven visuellen Bedingung und sogar zur Bedingung *Angst* zeigte. Bei den männlichen Versuchspersonen hingegen löste im Mittel das Bild *Angst* die größte relative Schreckreaktion hervor, wodurch sich ein statistisch bedeutsamer Unterschied zur positiven Bedingung ergab. Beide Geschlechter unterschieden sich signifikant bezüglich des Effekts des Bildes *Ekel* auf diese Variable, was darauf hindeutet, dass die weiblichen Teilnehmer dieses Bild als negativer empfanden als die männlichen Probanden. Interessant, wenn auch nicht statistisch belegbar, ist auch die Differenz bei dem positiven Bild zwischen den Geschlechtern. Bei den Frauen zeigte diese Bedingung die zweithöchste relative Schreckreflexamplitude, während sich bei den Männern hier der geringste Wert für diesen physiologischen Parameter ergab.

Betrachtet man die nach der Darbietung der Bilder aufgeschriebenen Gedanken der Probanden, so ergibt sich ein möglicher Erklärungsansatz für diese Unterschiede. Das Bild *Ekel* zeigt das entstellte Gesicht eines schwerverletzten oder toten Menschen. Die am häufigsten genannten Emotionen direkt nach der Darbietung dieses Bildes waren Ekel, Angst und Mitleid; oft wurden von den Teilnehmern auch Assoziationen an Unfälle, Krieg, Tod und Vergänglichkeit angegeben. In dieser Bedingung, bei der die Geschlechtsunterschiede der relativen Schreckreflexamplitude am höchsten waren, konnten allerdings kaum wesentliche Unterschiede in den Aufzeichnungen der männlichen und weiblichen Probanden festgestellt werden. Anders verhält es sich beim Bild *Angst*, das eine Szene darstellt, in dem ein maskierter Mann einer Frau von hinten ein Messer an den Hals hält. Zu diesem Bild gab es oft die Bemerkung, dass das Bild unecht wirken würde und sich die Probanden an einen Film

oder an ein Theaterstück erinnert fühlen würden (z. B.: „Filmszene? Keine besonderen Emotionen weil nur Bild, nicht Realität, keine Hintergründe bekannt“). Zum anderen wurden fast gleich häufig Emotionen wie Wut, Angst und Hilflosigkeit genannt (z. B.: „Angst vor dem alleine nach Hause gehen, Überfall, Bedrohung durch einen Stärkeren und Mächtigeren, Gefahr...“) oft verbunden mit dem Bedürfnis sich zu wehren oder zu flüchten (z. B.: „Versetzt mich in Angriffs- /Verteidigungsstimmung, leichte Panik mit hoher Aufmerksamkeit“). Bemerkungen, die darauf hinweisen, dass die Versuchspersonen die dargestellte Szene als unreal empfanden, wurden etwas häufiger von den weiblichen (9 von 19) als von den männlichen (6 von 19) Teilnehmern genannt und Äußerungen, die auf eine emotionale Beteiligung wie oben beschrieben hindeuten, öfter von den männlichen (11 von 19) als von den weiblichen (7 von 19) Versuchspersonen getätigt. Diese Unterschiede mögen dazu geführt haben, dass bei den Frauen das Bild *Angst* durchschnittlich weniger emotionale Reaktionen hervorgerufen hat als bei den männlichen Teilnehmern und daher auch die Reflexantwort dementsprechend niedrig ausfiel.

Aus der Literatur gibt es Hinweise, dass Frauen stärker auf emotionale Reize reagieren als Männer (z. B. Chentsova-Dutton & Tsai, 2007, Lang, Greenwald, Bradley & Hamm, 1993). Bradley, Codispoti, Sabatinelli und Lang (2001) zufolge ist bei Frauen diese emotionale Reaktivität v. a. bei negativen Stimuli erhöht, was sich in deren Studie in einer stärkeren Schreckreaktion, einem höheren Hautleitwert sowie einer stärkeren Verlangsamung der Herzrate zeigte. Auch Gard und Kring (2007) konnten feststellen, dass weibliche Versuchspersonen bei negativen visuellen Stimuli eine stärkere Potenzierung des Schreckreflexes als männliche Probanden zeigen. Selbst während der Erholungsperiode nach negativen Reizen blieb der Schreckreflex im Vergleich zu neutralen Bildern bei Frauen erhöht, während dieser Effekt bei Männern nicht nachgewiesen werden konnte. In der vorliegenden Untersuchung konnte eine stärkere Schreckreaktion bei den weiblichen Versuchspersonen nur für das Bild *Ekel* nachgewiesen werden, nicht aber für die Bedingung *Angst*. Da aber das Bild *Angst* von weiblichen Probanden öfter als von den männlichen Teilnehmern als unecht empfunden wurde, kann sich der negative Effekt auf den affektiven Zustand und damit die Potenzierung des Schreckreflexes bei den Frauen im Durchschnitt abgeschwächt haben.

Ebenfalls aufschlussreich sind die Aufzeichnungen der Probanden bei dem als *Positiv* benanntem Bild, das ein Robbenbaby zeigt. Am häufigsten wurde das Bild als „süß“ beschrieben, oft wurden aber auch Adjektive wie schutzbedürftig, traurig oder alleine verwendet. Die am häufigsten genannte Assoziation mit diesem Bild war „Robbenjagd“. Dies

zeigt, dass dieses Bild, zumindest bei längerer Betrachtungszeit wie in dieser Studie, durchaus ambivalente Gefühle in den Probanden auslösen kann. Wie Bradley et al. (2001) und Gard und Kring (2007) zeigten, lösen negative Reize bei Frauen eine stärkere Schreckreflexantwort als bei Männern aus. Das wenn auch nicht signifikante Ergebnis, dass die weiblichen Probanden eine höhere relative Schreckreflexamplitude bei dem Bild der Robbe aufwiesen als die männlichen Versuchspersonen, könnte also darauf beruhen, dass die negativen Anteile der affektiven Reaktion auf das Bild bei den Frauen stärker wirkten und daher die Reflexantwort höher ausfiel als bei den Männern.

Frauen bewerten typischerweise die Valenz von Stimuli extremer (z. B. Lang et al., 1993) und zeigen v. a. bei negativen Reizen höhere physiologische Reaktionen als Männer (z. B. Bradley, Codispoti, Sabatinelli & Lang, 2001). Überraschend ist daher das Ergebnis dieser Studie, dass die männlichen Versuchspersonen die negativen Bilder signifikant aktivierender einschätzten als die weiblichen Teilnehmer. Dies schlug sich zum Teil auch in den Ergebnissen des Hautleitwerts nieder, der als objektives Maß für die unspezifische Aktivierung angesehen wird. Bei den Männern lag der Hautleitwert bei dem Bild *Ekel* signifikant höher als beim neutralen Bild, während sich beim Bild *Angst* relativ geringe Werte für diese Variable zeigten. Dies steht zum einen im Widerspruch zu den subjektiven Bewertungen der Aktivierung, die für *Angst* und *Ekel* annähernd gleich hoch ausfielen, und zum anderen mit Ergebnissen der relativen Schreckreflexamplitude. Folgt man den Ergebnissen der Schreckantwort als objektives Maß für die Valenz eines Stimulus, so stellte das Bild *Angst* für die männlichen Probanden den negativsten visuellen Reiz dar. Auch bei den weiblichen Versuchspersonen zeigte sich eine Diskrepanz zwischen der Aktivierung gemessen am Hautleitwert und der Valenz quantifiziert als relative Schreckreflexamplitude. Der Hautleitwert war nämlich für beide negativen Bilder annähernd gleich, während der Schreckreflex beim Bild *Ekel* signifikant höher ausfiel als beim Bild *Angst*. Zusammengefasst bedeutet dies, dass Reize, die die negativste affektive Reaktion und damit den stärksten Schreckreflex relativ zur Baseline hervorriefen nicht auch jene Reize waren, die auch die höchste unspezifische Aktivierung gemessen am Hautleitwert auslösten. Dies steht im Widerspruch zu Ergebnissen aus der Literatur, dass ein erhöhter Hautleitwert mit einer höheren Schreckreflexamplitude bei negativen Bildern einhergeht (Cuthbert et al., 1996).

Während bei den weiblichen Probanden die Herzrate beim positiven Bild eher gering ausfiel, zeigten die männlichen Versuchspersonen hier die höchste Herzrate in den visuellen Bedingungen. So ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem positiven und dem neutralen Bild, aber überraschenderweise auch eine signifikant höhere Herzrate beim Bild

Positiv im Vergleich zum Bild *Angst*. Dies steht im Gegensatz zu Ergebnissen von Ekman et al. (1983), die eine höhere Herzrate bei der Emotion Angst als bei Freude gefunden haben, wie auch zur Annahme, dass die Herzrate ein Indikator für die vegetative Aktivierung sei. Denn würde die Herzrate nur aufgrund der Aktivierung steigen, so müsste die höchste Herzrate bei den negativen Bildern auftreten und nicht bei dem positiven Bild. Dieses wurde ja im Durchschnitt eher beruhigend eingestuft und auch der Hautleitwert als objektives Maß für die unspezifische Aktivierung lag unter den Werten der negativen Bilder. Es ist also denkbar, dass beim positiven Bild andere Faktoren als die Aktivierung zu dieser relativ hohen Herzrate bei den männlichen Versuchspersonen geführt haben könnten. Nach den Ergebnissen von Bradley et al. (1993) zeigt sich zumindest wenige Sekunden nach der Darbietung von positiven Bildern eine höhere Beschleunigung, während bei negativen Bildern die anfängliche Verlangsamung der Herzrate stärker ist. Dieser Einfluss der Valenz ist womöglich nicht nur kurzfristig sondern auch bei längeren Beobachtungszeiträumen wie in dieser Studie vorhanden und könnte die höhere Herzrate beim positiven Bild erklären.

Bei der chemosensorischen Stimulation zeigte der Geruch Ylang-Ylang die höchsten geschlechtsspezifischen Unterschiede. Während die männlichen Versuchsteilnehmer bei Ylang-Ylang konform mit der positiven Bewertung der Valenz eine geringe relative Schreckreflexamplitude aufwiesen, zeigten die weiblichen Probanden unerwartet hohe Werte für Ylang-Ylang in beiden Konzentrationen. Dieses Ergebnis kann dadurch unterstrichen werden, dass sich die Geschlechter signifikant bezüglich der relativen Schreckreflexamplitude bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration unterschieden. Auch bei Ylang-Ylang in hoher Konzentration sowie bei Kaffee und Orange jeweils in geringer Konzentration waren höhere Werte bei den weiblichen Probanden für diesen physiologischen Kennwert zu beobachten, diese Unterschiede waren jedoch nicht so ausgeprägt wie bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration und erreichten das Signifikanzniveau nicht. Statistisch bedeutsam war jedoch der Haupteffekt des Geschlechts bei der chemosensorischen Stimulation mit insgesamt einer höheren relativen Schreckantwort bei den weiblichen Versuchspersonen. Bei den Frauen ergaben sich auch signifikante Unterschiede zwischen Ylang-Ylang in geringer Konzentration und anderen Bedingungen; die relative Schreckreaktion war im Vergleich zu den Kaffee- und Hopfengerüchen sowie zu Orange in hoher Konzentration erhöht. Da ein erhöhter Schreckreflex für einen negativen Affekt der Testperson spricht, kann daher geschlossen werden, dass Ylang-Ylang für die weiblichen Versuchspersonen unangenehmer gewirkt haben muss als die Kaffee-, Orange- und Hopfen-Gerüche.

In dieselbe Richtung zeigen auch die Ergebnisse für die Atemfrequenz, die bei der Geruchswahrnehmung auch als Indikator für die Valenz herangezogen werden kann. Bei den männlichen Versuchspersonen wies Ylang-Ylang in hoher Konzentration die geringste Atemfrequenz auf, signifikant niedriger als bei Hopfen in geringer Konzentration. Da eine geringe Atemfrequenz mit positiven Gerüchen einhergeht, dürfte dieser Geruch für die männlichen Teilnehmer also am angenehmsten gewirkt haben. Die weiblichen Probanden wiesen bei Ylang-Ylang in beiden Konzentrationen eine relativ hohe Atemfrequenz auf, wodurch sich ein Trend in Richtung einer höheren Atemfrequenz bei Ylang-Ylang in hoher Konzentration zu Orange in geringer Konzentration ergab. Dies vervollständigt das Bild, dass Ylang-Ylang im Gegensatz zu den männlichen Teilnehmern bei den weiblichen Versuchspersonen eher negativ wirkte.

Die Ergebnisse für die relative Schreckreflexamplitude wie auch für die Atemfrequenz stehen in Widerspruch zu den subjektiven Bewertungen der Valenz, bei denen die weiblichen Probanden Ylang-Ylang positiver einschätzten als Kaffee, Hopfen und *Alkohol*. Während sich die Einschätzungen der subjektiven Aktivierung und der Intensität wie auch bei allen anderen Gerüchen nicht signifikant zwischen den Geschlechtern unterschieden, beurteilten die Teilnehmerinnen die Valenz von Ylang-Ylang im Mittel etwas negativer als die männlichen Probanden. Dieser Unterschied erwies sich zwar als nicht signifikant, passt aber durchaus zu höheren Werten bei der relativen Schreckreflexamplitude und der Atemfrequenz in dieser Bedingung.

Die weiblichen Versuchspersonen wiesen bei Ylang-Ylang in beiden Konzentrationen einen signifikant niedrigeren Hautleitwert auf als bei *Alkohol*, was jedoch aus bereits erläuterten Gründen wenig Aussagekraft hat (siehe Abschnitt 4.2.2.1). Bemerkenswert ist jedoch der im Vergleich zu den anderen chemosensorischen Bedingungen eher niedrige Hautleitwert bei den weiblichen Probanden bei Ylang-Ylang, der nicht zu den recht hohen Werten bei der relativen Schreckreflexamplitude zu passen scheint. Eigentlich würde man ja vermuten, dass eine hohe relative Schreckantwort und damit ein eher negativer affektiver Zustand auch mit einer Erhöhung der subjektiven Aktivierung und dem Hautleitwert einhergehen (Cuthbert et al., 1996). Bei den männlichen Versuchsteilnehmern konnte bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration sogar der höchste Mittelwert für den Hautleitwert festgestellt werden, was sich auch in einem signifikanten Unterschied zu Kaffee in geringerer Konzentration zeigte. Zusammen mit den Ergebnissen für die relative Schreckreflexamplitude und die Atemfrequenz, kann man schließen, dass für die männlichen Probanden Ylang-Ylang in geringster Konzentration der positivste aber auch aktivierendste Geruch in diesem

Experiment war. Im Gegensatz dazu, wirkte dieser Geruch auf die weiblichen Teilnehmer eher negativ aber dennoch wenig aktivierend. Dieses Ergebnis ist vor allem deswegen überraschend, weil sich die weiblichen und männlichen Probanden hinsichtlich der subjektiven Einschätzungen der Valenz, der Aktivierung wie auch der Intensität nicht signifikant unterschieden.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen verschiedener Gerüche und Bildern mit emotionalem Inhalt auf physiologische Parameter zu untersuchen und dies mit den subjektiven Einschätzungen dieser Stimuli in Verbindung zu setzen. Dabei wurde angenommen, dass die physiologischen Größen mit der Valenz (von positiv bis negativ) und der Aktivierung (von beruhigend bis aktivierend) der experimentellen Stimuli variieren. Eine Abhängigkeit von der Valenz ist gemäß der Literatur (z. B. Vrana et al., 1988) beim Schreckreflex gegeben; positive Reize schwächen diesen aversiven Reflex relativ zur Baseline ab, während negative Stimuli zu einer Potenzierung führen. Bei der chemosensorischen Wahrnehmung konnte auch eine Abnahme der Atemfrequenz bei angenehmen olfaktorischen Reizen (z. B. Masaoka et al., 2005) und eine Erhöhung der Herzrate bei unangenehmen Gerüchen (z. B. Brauchli et al., 1995) nachgewiesen werden. Herzrate und Atemfrequenz sind aber wie der Hautleitwert und die Körpertemperatur auch Indikatoren für die autonome Aktivierung; deren Erhöhung würde also auf eine aktivierende Wirkung der Stimuli hindeuten. Basierend auf den physiologischen Reaktionen sollten dementsprechend Rückschlüsse auf die emotionale Wirkung der chemosensorischen und visuellen Reize gezogen werden.

Als visuelle Reize mit definiertem emotionalem Inhalt wurden vier IAPS-Bilder (Lang et al., 2005) verwendet und den Bedingungen *Positiv*, *Neutral*, *Angst* und *Ekel* zugewiesen. Vier ätherische Öle (Ylang-Ylang, Orange, Kaffee und Hopfen) in jeweils zwei Konzentrationen und eine Kontrollbedingung (Alkohol ohne Beimischung eines ätherischen Öls) wurden als chemosensorische Stimuli in dieser Studie eingesetzt. Während der jeweils ca. fünf Minuten dauerenden Stimulation mit den chemosensorischen oder visuellen Reizen wurden Schreckreflexamplitude, Hautleitwert, Herzrate, Atemfrequenz und Körpertemperatur aufgezeichnet. Nach jeder der insgesamt 13 Versuchsbedingungen sollten die Probanden die wahrgenommenen Reize hinsichtlich ihrer Valenz und Aktivierung sowie ihrer Intensität bei

chemosensorischen Reizen subjektiv bewerten. Diese Einschätzungen wurden zu den Valenzkategorien *Positiv*, *Neutral* und *Negativ*, zu den Aktivierungskategorien *Beruhigend*, *Neutral* und *Aktivierend* und zu den Intensitätskategorien *Wenig intensiv*, *Moderat* und *Intensiv* zusammengefasst.

Bei der visuellen Stimulation zeigten die beiden negativen Bilder *Angst* und *Ekel* die höchsten Werte für die relative Schreckreflexamplitude, während dieser Kennwert beim positiven Bild am niedrigsten ausfiel. Dieses Ergebnis, was sich mit einem signifikanten Unterschied zwischen *Ekel* und *Positiv* belegen lässt, entspricht damit der Hypothese, dass der Schreckreflex mit steigender negativer Valenz zunimmt. Darauf deuten auch die Ergebnisse für die subjektiven Einschätzungen hin; wurden die visuellen Stimuli negativ eingestuft (Valenzkategorie *Negativ*) so ergab sich eine signifikant höhere relative Schreckantwort als bei neutral bewerteten Reizen (Valenzkategorie *Neutral*). Die beiden negativen Bilder *Angst* und *Ekel* wurden generell aktivierender eingeschätzt als die Bilder *Positiv* und *Neutral*. Dadurch lässt sich auch die signifikant höher relative Schreckreflexamplitude in der Aktivierungskategorie *Aktivierend* im Vergleich zur Kategorie *Beruhigend* erklären.

Erwartungsgemäß zeigte sich beim Hautleitwert als Maß für die autonome Erregung eine Abhängigkeit von den subjektiven Einschätzungen der Aktivierung. So wurde ein signifikant höherer Hautleitwert bei der Kategorie *Aktivierend* gemessen als bei den Aktivierungskategorien *Neutral* und *Beruhigend*. Betrachtet man die einzelnen visuellen Bedingungen, ergab sich hypothesenkonform der geringste durchschnittliche Hautleitwert beim neutralen Bild gefolgt von den Bedingungen *Positiv*, *Angst* und *Ekel* (signifikanter Unterschied zwischen *Neutral* und *Ekel*).

Während die Analyse der Körpertemperatur keine aussagekräftigen Ergebnisse brachte, deuten die Daten für die Herzrate und für die Atemfrequenz auf eine Zunahme mit steigender emotionaler Beteiligung hin. Sowohl positiv wie auch negativ eingestufte visuelle Reize wiesen höhere Mittelwerte für die Herzrate und Atemfrequenz auf als die Valenzkategorie *Neutral* (signifikanter Unterschied der Atemfrequenz zwischen *Negativ* und *Neutral*).

Betrachtet man die Ergebnisse für die visuelle Stimulation für alle Versuchspersonen gemeinsam, so sind diese also weitestgehend hypothesenkonform. Die Analyse der Daten für die männlichen und weiblichen Probanden getrennt ergaben aber nicht nur interessante geschlechtsspezifische Unterschiede sondern auch unerwartete Differenzen zwischen den physiologischen Parametern und den subjektiven Bewertungen.

Die Frauen zeigten die höchste Schreckreaktion relativ zur Baseline in der Bedingung *Ekel*, während die Männer beim Bild *Angst* die höchsten Werte für diesen Kennwert

aufwiesen. Dabei ist anzumerken, dass sich die weiblichen und männlichen Versuchsteilnehmer kaum in den subjektiven Bewertungen der Valenz der Bilder unterschieden. Der signifikant höhere Schreckreflex der weiblichen Versuchspersonen bei der Bedingung *Ekel* könnte auf eine generell höhere Reaktivität der Frauen auf negative Reize (Bradley, Codispoti, Sabatinelli & Lang, 2001; Gard & Kring, 2007) zurückgeführt werden, die beim Bild *Angst* möglicherweise aufgrund der unechten Wirkung des Bildes weniger vorhanden war. Diese Interpretation ist allerdings rein spekulativ und müsste durch kontrollierte Studien zum Zusammenhang zwischen dem Schreckreflex und der wahrgenommenen Glaubhaftigkeit experimenteller Stimuli überprüft werden.

Auch beim positiven Bild konnte eine höhere Schreckreaktion bei den weiblichen Probanden gefunden werden (nicht signifikant). Dies könnte auf der ambivalenten Wirkung des Bildes *Positiv* basieren, wobei die negativen Empfindungen bei den weiblichen Probanden entweder stärker vorhanden gewesen sein könnten und/oder zu einer stärkeren Potenzierung des Schreckreflexes im Vergleich zu den männlichen Versuchspersonen geführt haben könnten. Die Aufzeichnungen der Probanden nach Darbietung der Bilder lieferten in dieser Studie den wichtigen Hinweis, dass manche Reize zumindest bei längerer Darbietungsdauer nicht konstant bezüglich ihrer emotionalen Wirkung sind, was bei zukünftigen Experimenten mit emotionalem Reizmaterial bedacht werden sollte.

Wider Erwarten und entgegen Berichten aus der Literatur (Cuthbert et al., 1996), waren Bilder, die die negativste affektive Reaktion und damit die höchste relative Schreckreflexamplitude hervorriefen, nicht auch jene Reize, die auch die höchste unspezifische Aktivierung gemessen am Hautleitwert auslösten. Das Bild *Ekel* war zwar mit der hohen relativen Schreckreaktion der mit Abstand negativste visuelle Reiz für die weiblichen Versuchspersonen, jedoch unterschied sich diese Bedingung kaum vom Bild *Angst* hinsichtlich des Hautleitwerts. Auch bei den männlichen Probanden zeigte sich diese Diskrepanz zwischen Schreckreflex und Hautleitwert, denn während das Bild *Angst* die höchste relative Schreckantwort hervorrief, lag der Hautleitwert hier unerwartet niedrig. Diese Ergebnisse könnten einen Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsprojekte zum Zusammenhang zwischen dem Schreckreflex als Indikator für die Valenz von Reizen und der allgemeinen physiologischer Aktivierung darstellen.

Beim positiven Bild ergab sich eine unerwartet hohe Herzrate bei den männlichen Versuchspersonen, welche durch den Einfluss der Aktivierung nicht zu erklären war und vielleicht auf einen zusätzlichen Effekt der Valenz hindeutet, der bis dato nur wenige Sekunden nach Darbietung eines positiven visuellen Reizes nachgewiesen werden konnte

(z. B. Bradley et al., 1993). Dies zeigt, dass die Untersuchung von Effekten emotionaler Reize auf physiologische Parameter über längere Beobachtungszeiträume durchaus zu neuen Resultaten in diesem Forschungsfeld führen kann.

Bevor auf die Effekte der einzelnen Gerüche eingegangen wird, muss kritisch angemerkt werden, dass Alkohol ohne ätherisches Öl vermutlich kein adäquater Kontrollreiz darstellte. Zum einen konnten die meisten Probanden Alkohol als Geruch identifizieren und zum anderen zeigte sich in dieser Bedingung ein unerwartet hoher Hautleitwert. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass *Alkohol* die einzige von neun chemosensorischen Bedingungen ohne ein ätherisches Öl war und daher überraschend für die Versuchspersonen gewirkt haben muss. Die Bedingung *Alkohol* lieferte damit keine Baseline der physiologischen Parameter für die chemosensorische Stimulation, weshalb die Gerüche auch nicht im Vergleich zu dieser eigentlich als Kontrolle gedachten Bedingung interpretiert wurden.

Laut den Beurteilungen der Probanden wurde der Geruch Orange am angenehmsten empfunden, während Kaffee und Hopfen eher negativ bewertet wurden. Bei den Orangegerüchen zeigte sich zwar konform mit der positiven Bewertung eine geringe Atemfrequenz relativ zu den anderen Gerüchen, eine Abschwächung des Schreckreflexes konnte allerdings nicht beobachtet werden. Letzteres wurde auf die geringe Aktivierung durch diesen Geruch zurückgeführt, da die Hemmung des Reflexes bei einem geringen Erregungsniveau schwächer ist (Cuthbert et al., 1996). Passend zu den geringen Werten für die subjektive Aktivierung wies Orange nämlich einen relativ geringen Hautleitwert auf. So konnte ein signifikant niedriger Wert für dieses Maß der autonomen Aktivierung bei Orange in hoher Konzentration im Vergleich zu *Alkohol* und Hopfen in geringer Konzentration gefunden werden. Orange wirkte daher sowohl subjektiv als auch auf physiologischer Ebene beruhigend.

Bei Ylang-Ylang konnten ausgeprägte Unterschiede zwischen den weiblichen und männlichen Probanden in den physiologischen Reaktionen festgestellt werden. Bei den Frauen wurde bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration eine sehr hohe relative Schreckreflexamplitude gemessen, die nicht nur signifikant höher war als bei anderen Gerüchen (Kaffee und Hopfen in beiden Konzentrationen, Orange in hoher Konzentration), sondern sich auch als statistisch bedeutsam höher erwies als bei den männlichen Versuchspersonen. Den Bewertungen der Valenz von Ylang-Ylang ist zu entnehmen, dass die weiblichen Versuchspersonen diesen Geruch als unangenehmer empfanden als die männlichen Probanden. Dies könnte zusammen mit dem Umstand, dass Frauen bei negativen Stimuli eine

stärkere Schreckreaktion zeigen als Männern (z. B. Gard & Kring, 2007) dazu geführt haben, dass insgesamt zwar eher als positiv bewertete Reize mit einer relativ hohen Schreckreflexamplitude einhergingen. Gemeinsam mit der relativ hohen Atemfrequenz für beide Konzentrationen dieses Geruchs, deutet dies also auf eine eher negative Wirkung von Ylang-Ylang bei den weiblichen Probanden hin. In Kontrast dazu zeigten die männlichen Teilnehmer bei Ylang-Ylang geringe Werte für die relative Schreckreflexamplitude und die Atemfrequenz, jedoch auch einen hohen Hautleitwert. Daraus lässt sich schließen, dass Ylang-Ylang in dieser Studie für die Männer ein sehr angenehmer aber auch aktivierender Geruch war. Bei den weiblichen Versuchsteilnehmern zeigten sich genau entgegengesetzte Effekte; die unangenehme Wirkung dieses Reizes mit den hohen Werten für die Schreckreaktion und die Atemfrequenz gingen mit einem eher geringen Hautleitwert einher.

Kaffee wurde von den Probanden als eher unangenehm bewertet, was sich auf der physiologischen Ebene mit einer hohen Atemfrequenz vor allem bei der hohen Konzentration belegen ließ. Die relativ hohen Werte für die subjektive Aktivierung bei diesem Geruch gingen jedoch nicht wie erwartet mit einem hohen Hautleitwert einher, jedoch deutet die hohe Herzrate vor allem bei Kaffee geringer Konzentration auf eine erhöhte autonome Aktivierung hin.

Hopfen wurde von allen Gerüchen am negativsten beurteilt, was sich allerdings nicht wie angenommen in einer Potenzierung des Schreckreflexes niederschlug. Bei der Atemfrequenz zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Konzentrationen; Hopfen in geringer Konzentration wies konform mit den negativen subjektiven Einschätzungen eine hohe Atemfrequenz auf, aber für die hohe Konzentration dieses Geruchs lagen die Werte durchschnittlich in einem unauffälligen Bereich. Auch die subjektiv empfundene aktivierende Wirkung von Hopfen zeigte sich auf physiologischer Ebene vor allem bei Hopfen in geringer Konzentration, denn hier war der Hautleitwert höher als bei den anderen Gerüchen (mit Ausnahme von Ylang-Ylang in geringer Konzentration).

Betrachtet man die Ergebnisse für den Schreckreflex bei den einzelnen chemosensorischen Bedingungen, so ist ein Zusammenhang mit der Valenz dieser Stimuli nicht zu erkennen. So zeigten nicht wie angenommen jene chemosensorischen Bedingungen mit den durchschnittlich negativsten Bewertungen (Kaffee und Hopfen) die höchsten Werte für die relative Schreckreflexamplitude, sondern im Gegenteil eher positiv bewertete Gerüche (Orange und Ylang-Ylang jeweils in geringer Konzentration). Bei Orange kann dies vermutlich auf die geringe Aktivierung zurückgeführt werden, während bei Ylang-Ylang die ungewöhnlich hohe relative Schreckreflexamplitude bei den weiblichen Teilnehmern

insgesamt einen höheren Mittelwert für diesen Parameter mit sich brachte. Bei den männlichen Probanden konnte hingegen eine Abschwächung des Reflexes bei Ylang-Ylang beobachtet werden, welche vermutlich sowohl auf der positiven Wirkung als auch auf dem aktivierenden Effekt dieses Geruchs basiert. Hopfen und Kaffee wurden zwar insgesamt als eher als unangenehm beurteilt, dennoch erreichten sie nicht jene extrem negative Valenz wie etwa die beiden negativen Bilder *Angst* und *Ekel*. Auch war die Varianz der subjektiven Valenz bei den Gerüchen insgesamt höher als bei den Bildern, was darauf hindeutet, dass es größere interindividuelle Unterschiede in der Bewertung der hedonischen Qualität der Gerüche gab. Dadurch lässt sich auch erklären, wieso Hopfen und Kaffee nicht zu einer Potenzierung des Schreckreflexes wie die negativen visuellen Reize geführt haben.

Bei den Valenzkategorien zeigte sich allerdings, dass die relative Schreckreaktion am höchsten bei als negativ eingestuften Gerüchen war (nicht signifikant), was den Hypothesen und den Ergebnissen der visuellen Stimulation entspricht. Auch höhere Werte für diesen Parameter konnten bei aktivierend bewerteten Gerüchen gefunden werden (Trend zwischen den Aktivierungskategorien *Beruhigend* und *Aktivierend*, signifikante Korrelation zwischen der relativen Schreckreflexamplitude und der subjektiven Einschätzung der Aktivierung). Fasst man die Resultate für den Schreckreflex bei der chemosensorischen Stimulation zusammen, so steigt dieser Reflex relativ zur Baseline dann, wenn die Gerüche für die Probanden unangenehm und aktivierend waren. Auch führen angenehme Gerüche offenbar nur dann zu einer Hemmung des aversiven Schreckreflexes, wenn die Aktivierung entsprechend hoch ist, wie etwa bei Ylang-Ylang bei den männlichen Versuchspersonen.

Beim Hautleitwert waren deutliche Differenzen zwischen der visuellen und der chemosensorischen Stimulation zu beobachten. Während der Hautleitwert bei den positiv und negativ bewerteten Bildern erwartungsgemäß höher lag, konnten zwischen den Valenzkategorien *Neutral* und *Negativ* bei den Gerüchen kaum Unterschiede festgestellt werden. Hier lag der Hautleitwert nur bei als angenehm eingeschätzten Gerüchen über jenem der neutral bezüglich der Valenz empfundenen Reize. Außerdem konnte ein den Hypothesen widersprechender Abstieg des Hautleitwerts mit zunehmender subjektiver Aktivierung beobachtet werden. Diese wenn auch nicht signifikanten Ergebnisse für die chemosensorische Stimulation deuten auf eine Diskrepanz zwischen der autonomen Aktivierung und der persönlich wahrgenommenen Wirkung der Gerüche hin, die auch bereits in einer Studie über die physiologischen Effekte von Ylang-Ylang festgestellt werden konnte (Hongratanaworakit & Buchbauer, 2004).

Ähnlich den Ergebnissen für die visuellen Bedingungen war die Herzrate bei positiv wie auch bei negativ empfundenen Gerüchen höher als bei neutral eingestuften chemosensorischen Reizen. Damit konnten Berichte einer höheren Herzrate bei unangenehmen als bei positiven Gerüchen (z. B. Brauchli et al., 1995) nicht repliziert werden und die Hypothese einer steigenden Herzrate mit zunehmend negativer Einschätzung der Gerüche konnte nicht bestätigt werden. Vielmehr sprechen die Ergebnisse der vorliegenden Studie für die Abhängigkeit dieses physiologischen Kennwertes von der Aktivierung durch Reize mit emotionalem Inhalt, egal ob dieser mit einer positiven oder negativen Valenz behaftet ist.

Hingegen konnte die Hypothese einer tieferen Atmung und damit einer Abnahme der Atemfrequenz bei angenehmen Gerüchen bestätigt werden. Positiv bewertete Gerüche gingen mit einer signifikant niedrigeren Atemfrequenz einher als negativ empfundene (signifikanter Unterschied zwischen den Valenzkategorien *Positiv* und *Negativ*, signifikante positive Korrelation zwischen Atemfrequenz und subjektiver Valenz).

Diese Studie konnte somit die meisten Hypothesen über den Zusammenhang zwischen objektiven, physiologisch messbaren Effekten und subjektiven Einschätzungen von Reizen bestätigen. Die affektive Modulation der physiologischen Parameter Schreckreflex, Hautleitwert, Herzrate und Atemfrequenz trat sowohl bei der visuellen als auch bei der chemosensorischen Wahrnehmung auf, während für die Körpertemperatur keine Zusammenhänge mit der emotionalen Wirkung der experimentellen Stimuli gefunden werden konnte. Mit dem direkten Vergleich zwischen den Effekten visuell und chemosensorisch wahrgenommener Reize, konnten mit diesem Experiment sowohl modalitätsübergreifende Gesetzmäßigkeiten als auch spezifische Effekte von Gerüchen auf die Physiologie identifiziert werden. Diese Untersuchung konnte zudem auch neue Einblicke in diese Materie liefern, vor allem was geschlechtsspezifische Unterschiede sowie Diskrepanzen zwischen physiologischen Reaktionen und subjektivem Erleben betrifft.

6 Literatur

- Alaoui-Ismaïli, O., Vernet-Maury, E., Dittmar, A., Delhomme, G. & Chanel, J. (1997). Odor hedonics: connection with emotional response estimated by autonomic parameters. *Chemical Senses*, 22 (3), 237-248.
- Anderson, A.K., Christoff, K., Stappen, I., Panitz, D., Ghahremani, D.G., Glover, G., Gabrieli, J.D.E. & Sobel, N. (2003). Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction. *Nature Neuroscience*, 6 (2), 196-202.
- Anthony, B.J. & Graham F.K. (1985). Blink reflex modification by selective attention: Evidence for the modulation of 'automatic' processing. *Biological Psychology*, 21, 43-59.
- Bechara, A., Damasio, H. & Damasio, A.R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10, 295-307.
- Bear, M.F., Connors, B.W. & Paradiso, M.A. (2009). *Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie* (3. Auflage). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Beier, Christiane (2009). *Aromatherapie: Grundlagen - Wirkprinzipien - Praxis*. München: Elsevier.
- Bensafi, M., Rouby, C., Farget, V., Bertrand, B., Vigouroux, M. & Holley, A. (2002). Autonomic nervous system responses to odours: The role of pleasantness and arousal. *Chemical Senses*, 27, 703-709.
- Bensafi, M., Sobel, N. & Khan, R.M. (2007). Hedonic-specific activity in piriform cortex during odor imagery mimics that during odor perception. *Journal of Neurophysiology*, 98, 3254-3262.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2003). *Biologische Psychologie* (5. Auflage). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Boesveldt, S., Frasnelli, J., Gordon, A.R. & Lundström, J.N. (2010). The fish is bad: Negative food odors elicit faster and more accurate reactions than other odors. *Biological Psychology*, 84, 313-317.
- Bohlin, G. & Graham, F.K. (1977). Cardiac deceleration and reflex blink facilitation. *Psychophysiology*, 14, 423-430.
- Boiten, F.A. (1998). The effects of emotional behavior on components of the respiratory cycle. *Biological Psychology*, 49, 29-51.
- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (1993). *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae*. Göttingen: Hogrefe.
- Bradley, M.M., Lang, P.J. & Cuthbert, B.N. (1993). Emotion, novelty, and the startle reflex: Habituation in humans. *Behavioral Neuroscience*, 107, 970-980.

- Bradley, M.M. & Lang, P.J. (2000). Measuring Emotion: Behavior, feeling, and physiology. In R.D. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive neuroscience of emotion* (pp. 242-276). Oxford: Oxford University Press.
- Bradley, M.M., Codispoti, M., Cuthbert, B.N. & Lang, P.J. (2001). Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1 (3), 276-298.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D. & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation II: Sex differences in picture processing. *Emotion*, 1 (3), 300-319.
- Bradley, M.M. & Lang, P.J. (2007). Emotion and motivation. In J. Cacioppo, L.G. Tassinary & G.G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 159-181). New York: US Cambridge Press.
- Brauchli, P., Rüegg, P.B., Etzweiler, F. & Zeier, H. (1995). Electrocortical and autonomic alteration by administration of a pleasant and an unpleasant odor. *Chemical Senses*, 20 (5), 505-515.
- Breiter, H.C., Etcoff, N.L., Whalen, P.J., Kenedy, W.A., Rauch, S.L., Buckner, R.L., Strauss, M.M., Hyman, S.E. & Rosen, B.R. (1996). Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. *Neuron*, 17, 875-887.
- Britton, J.C., Taylor, S.F., Berridge, K.C., Mikels, J.A. & Liberzon, I. (2006). Differential subjective and psychophysiological responses to socially and nonsocially generated emotional stimuli. *Emotion*, 6, 150-155.
- Cacioppo J.T. & Berntson, G.G. (1994). Relationship between attitudes and evaluative space: A critical review, with emphasis on the separability of positive and negative substrates. *Psychological Bulletin*, 115, 401-423.
- Cacioppo, J.T., Berntson, G.G., Larsen, J.T., Poehlmann, K.M. & Ito, T.A. (2000). The psychophysiology of emotion. In M. Lewis & J.M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 173-191). New York: Guilford Press.
- Cannon, W.B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *American Journal of Psychology*, 39, 106-124.
- Chentsova-Dutton, Y.E. & Tsai, J.L. (2007). Gender differences in emotional response among European Americans and Hmong Americans. *Cognition and Emotion*, 21 (1), 162-181.
- Chu, S. & Downes, J.J. (2000). Odour-evoked autobiographical memories: Psychological investigations of Proustian phenomena. *Chemical Senses*, 25, 111-116.
- Costa, P.T. & McCrae, R.R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five Factor Inventory. Professional Manual*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Cuthbert, B.N., Bradley, M.M. & Lang, P.J. (1996). Probing picture perception: Activation and emotion. *Psychophysiology*, 33, 103-111.
- Davis, M., Gendelman, D.S., Tischler, M.D. & Gendelman, P.M. (1982) A primary acoustic startle circuit: Lesion and stimulation studies. *Journal of Neuroscience*, 6, 791-805.

- Davis, M. & File, S.E. (1984). Intrinsic and extrinsic mechanisms of habituation and sensitization. In H.V.S. Peeke & L. Petrinovich (Eds.), *Habituation, sensitization, and behavior* (pp. 287-324). San Diego: Academic Press.
- Dawson, M.E., Schell, A.M. & Fillion, D.L. (2007). The electrodermal system. In J. Cacioppo, L.G. Tassinary & G.G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 159-181). New York: US Cambridge Press.
- Doty, R.L., Brugger, W.P.E., Jurs, P.C., Orndorff, M.A., Snyder, P.J. & Lowry, L.D. (1978). Intranasal trigeminal stimulation from odorous volatiles: psychometric responses from anosmic and normal humans. *Physiological Behavior*, 20, 175–185.
- Ehrlichman, H. & Bastone, L. (1991). Odor experience as an affective state: effects of odor pleasantness on cognition. *Perfume and Flavour*, 16 (2), 11-12.
- Ehrlichman, H., Brown, K.S., Zhu, J. & Warrenburg, S. (1995). Startle reflex modulation during exposure to pleasant and unpleasant odors. *Psychophysiology*, 32, 150-154.
- Ehrlichman, H., Brown, K.S., Zhu, J. & Warrenburg, S. (1997). Startle reflex modulation by pleasant and unpleasant odors in a between-subjects design. *Psychophysiology*, 34, 726-729.
- Ekman, P. (1994). Strong evidence for universals in facial expressions: A reply to Russell's mistaken critique. *Psychological Bulletin*, 115(2), 268-287.
- Ekman, P., Levenson, R.W. & Friesen, W.V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221, 1208-1210.
- Eysenck, H.P. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield: Thomas.
- Eysenck, H.P. (1994). Personality: Biological foundations. In P.A. Vernon (Ed.), *The neuropsychology of individual differences*. London: Academic Press.
- Féré, C. (1888). Note on changes in electrical resistance under the effect of sensory stimulation and emotion. *Comptes Rendus des Seances de la Societe de Biologie*, 9 (5), 217-219.
- Frijda, N.H. (1986). *The emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frijda, N.H. (1994). Varieties of affect: Emotions and episodes, moods, and sentiments. In P. Ekman & R.J. Davidson (Eds.), *The nature of emotion* (pp. 59-67). New York: Oxford University Press.
- Gard, M.G. & Kring, A.M. (2007). Sex differences in the time course of emotion. *Emotion*, 7 (2), 429-437.
- Geen, R.G., McCown, E.J., Broyles, J.W. (1985). Effects of noise on sensitivity of introverts and extraverts to signals in a vigilance task. *Personality and Individual Differences*, 6, 237–241.
- Gottfried, J.A., Deichmann, R., Winston, J.S. & Dolan, R.J. (2002). Functional heterogeneity in human olfactory cortex: An related functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience*, 22 (24), 10819-10828.
- Grillon, C. & Baas, B. (2003). A review of the modulation of the startle reflex by affective states and its application in psychiatry. *Clinical Neurophysiology*, 114, 1557-1579.

- Hackley, S.A. & Graham, F.K. (1983). Early selective attention effects on cutaneous and acoustic blink reflexes. *Physiological Psychology*, 11, 235-242.
- Hamann, S.B., Ely, T.D., Grafton, S.T. & Kilts, C.D. (1999). Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nature Neuroscience*, 2(3), 289–293.
- Hoffman, H.S. & Fleshler, M. (1963). Startle reaction: modification by background acoustic stimulation. *Science*, 141, 928-930.
- Homma, I. & Masaoka, Y. (2008). Breathing rhythms and emotions. *Experimental Physiology*, 93(9), 1011-1021.
- Hongratanaworakit, T. & Buchbauer, G. (2004). Evaluation of the harmonizing effect of ylang-ylang oil on humans after inhalation. *Planta Medica*, 70 (7), 632-636.
- Hufnagl, B., Lehrner, J. & Deecke, L. (2003). Development of a questionnaire for the assessment of self reported olfactory functioning. *Chemical Senses*, 28, E27.
- Ito, T.A., Cacioppo, J.T. & Lang, P.J. (1998). Eliciting affect using the International Affective Picture System: Bivariate evaluation and ambivalence. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24, 855-879.
- Ito, T.A., Larsen, J.T., Smith, N.K. & Cacioppo, J.T. (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: The negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 887-900.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Kirk-Smith, M.D., Van Toller, C. & Dodd, G.H. (1983). Unconscious odour conditioning in human subjects. *Biological Psychology*, 17 (2-3), 221-231.
- Kobal, G., Hummel, T., Sekinger, B., Barz, S., Roscher, S. & Wolf, S. (1996). “Sniffin’ sticks”: Screening of olfactory performance. *Rhinology*, 34, 222–226.
- Kobal, G., Klimek, L., Wolfensberger, M., Gudziol, H., Temmel, A., Owen, C.M., Seeber, H., Pauli, E. & Hummel, T. (2000). Multicenter investigation of 1036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds. *European Archive of Otorhinolaryngology*, 257, 205-211.
- Kohl, Walter (2009). *Wie riecht Leben? Ein Bericht aus einer Welt ohne Gerüche*. Wien: Zsolnay-Verlag.
- Kovács, T. (2004). Mechanisms of olfactory dysfunction in aging and neurodegenerative disorders. *Ageing Research Reviews*, 3, 215–232.
- Kringelbach, M.L., O’Doherty, J., Rolls, E.T. & Andrews, C. (2003). Activation of the human orbitofrontal cortex to a liquid food stimulus is correlated with its subjective pleasantness. *Cerebral Cortex*, 13, 1064–1071.
- Krumhansl, C.L. (1997). An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51(4), 336-353.

- Lacey, J.I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In M.H. Appley & R. Trumbull (Eds.), *Psychological stress: Issues in research* (pp. 14-38). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Landis, C. & Hunt, W.A. (1939). *The startle pattern*. New York: Farrar & Rinehart.
- Lang, P.J. (1985). The cognitive psychophysiology of emotion: Fear and anxiety. In A.H. Tuma & J.D. Maser (Eds.), *Anxiety and the anxiety disorders* (pp. 131-170). Hillsdale: Erlbaum.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., Cuthbert B.N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 97, 1-19.
- Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley, M.M. & Hamm, A.O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, 261-273.
- Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2005). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-6*. Gainesville: University of Florida.
- Lehrner, J., Eckersberger, C., Walla, P., Pötsch, G. & Deecke, L. (2000). Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients. *Physiology & Behavior*, 71, 83-86.
- Lehrner, J. Marwinski, G., Lehr, S., Jöhren, P. & Deecke, L. (2005). Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. *Physiology & Behavior*, 86, 92 – 95.
- Levenson, R.W., Ekman, P. & Friesen (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.
- Lorig, T.S., Schwartz, G.E. (1988). Brain and odor I: Alteration of human EEG by odor administration. *Psychobiology*, 16, 281-284.
- Lorig, T.S., Huffman, E., De Martino, A. & De Marco, J. (1991). The effects of low concentration odors on EEG activity and behavior. *Journal of Psychophysiology*, 5 (1), 69-77.
- Masaoka, Y., Koiwa, N. & Homma, I. (2005). Inspiratory phase-locked alpha oscillation in human olfaction: source generators estimated by a dipole tracing method. *Journal of Physiology*, 566, 979-997.
- Mauss, I.B., Levenson, R.W., McCarter, L., Wilhelm, F.H. & Gross, J.J. (2005). The tie that binds? Coherence among emotion experience, behavior, and physiology. *Emotion*, 5(2), 175-190.
- Miltner, W., Matjak, M., Braun, C., Diekmann, H. & Brody, S. (1994). Emotional qualities of odors and their influence on the startle reflex in humans. *Psychophysiology*, 31, 107–110.
- Morris, J.S., Frith, C.D., Perrett, D.I., Rowland, D., Young, A.W., Calder, A.J. & Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812–815.

- Moss, I.R. (2005). Respiratory control and behavior in humans: lessons from imaging and experiments of nature. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 32, 287-297.
- Osgood, C., Suci, G. & Tannenbaum, P. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Phan, K.L., Wager T., Taylor, S.F. & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: A meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, 16, 331-348.
- Phillips, M. L. & Heining, M. (2002). Neural correlates of emotion perception: From faces to taste. In C. Rouby, B. Schaal, D. Dubois, R. Gervais & A. Holley (Eds.), *Olfaction, taste, and cognition* (pp. 196-208). New York: Cambridge University Press.
- Rainville, P., Bechara, A., Nasqvi, N. & Damasio, A.R. (2006). Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. *International Journal of Psychophysiology*, 61, 5-18.
- Reske, M., Kellermann, T., Shah, N.J., Schneider, F. & Habel, U. (2010). Impact of valence and age on olfactory induced brain activation in healthy women. *Behavioral Neuroscience*, 124 (3), 414-422.
- Roy, M., Mailhot, J.P., Gosselin, N., Paquette, S. & Peretz, I. (2008). Modulation of the startle reflex by pleasant and unpleasant music. *International Journal of Psychophysiology*, 71(1), 37-42.
- Royet, J.P., Plailly, J., Delon-Martin, C., Kareken, D.A. & Segebarth, C. (2003). fMRI of emotional responses to odors: influence of hedonic valence and judgment, handedness, and gender. *Neuroimage*, 20 (2), 713-728.
- Ruiz-Padial, E. & Vila, J. (2007). Fearful and sexual pictures not consciously seen modulate the startle reflex in human beings. *Biological Psychiatry*, 61, 996 – 1001.
- Schachter, S. & Singer S. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Schneirla, T.C. (1959). An evolutionary and developmental theory of biphasic processes underlying approach and withdrawal. *Nebraska Symposium on Motivation* (pp. 1-42). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Sequeira, H., Hot, P., Silvert, L. & Delplanque, S. (2009). Electrical autonomic correlates of emotion. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 50-56.
- Silverstein, L.D., Graham, E.K. & Bohlin, G. (1981). Selective attention effects on the reflex blink. *Psychophysiology*, 18, 240-247.
- Silvert, L., Delplanque, S., Verpoort, C. & Sequeira, H. (2004). Autonomic responding to aversive words without conscious valence discrimination. *International Journal of Psychophysiology*, 53, 135–145.
- Simpson, J.R., Ongur, D., Akbudak, E., Conturo, T.E., Ollinger, J.M., Snyder, A.Z., Gusnard, D.A. & Raichle, M.E. (2000). The emotional modulation of cognitive processing: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 157–170.

- Sobel, N., Prabhakaran, V., Hartley, C.A., Desmond, J.E., Glover, G.H., Sullivan, E.V. & Gabrieli, D.E. (1999). Blind smell: Brain activation induced by an undetected air-borne chemical. *Brain*, 122, 209-217.
- Sokolov, E.N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. New York: Macmillan.
- Soudry, Y., Lemogne, C., Malinvaud, D., Consoli, S.-M. & Bonfils, P. (2011). Olfactory system and emotion: common substrates. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*, 128, 18-23.
- Stemmler, G. (2004). Physiological processes during emotion. In P. Philippot & R.S. Feldman (Eds.), *The regulation of emotion* (pp. 33-70). Mahwah: Erlbaum.
- Tarchanoff, J. (1890). Galvanic phenomena in the human skin during stimulation of the sensory organs and during various forms of mental activity. *Pflugers Archive für die Gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 46, 46-55.
- Toffolo, M.B.J., Smeets, M.A.M. & van den Hout, M.A. (2011). Proust revisited: Odours as triggers of aversive memories. *Cognition and Emotion*, 3, 1-10.
- Vrana, S.R., Spence, E.L. & Lang, P.J. (1988). The startle probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 487-491.
- Walker, D.L. & Davis, M. (1997) Anxiogenic effects of high illumination levels assessed with the acoustic startle response in rats. *Biological Psychiatry*, 42, 461-471.
- Walla, P., Hufnagl, B., Lehrner, J., Mayer, D., Lindinger, G., Deecke, L. & Lang, W. (2002). Evidence of conscious and subconscious olfactory information processing during word encoding: A magnetoencephalographic (MEG) study. *Cognitive Brain Research*, 14, 309-316.
- Watson, D., Clark, L.A. & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology* 54 (6), 1063-1070.
- Williams, L.M., Liddell, B.J., Rathjen, J., Brown, K.J., Gray, J., Phillips, M., Young, A. & Gordon, E. (2004). Mapping the time course of nonconscious and conscious perception of fear: an integration of central and peripheral measures. *Human Brain Mapping*, 21(2), 64-74.
- Wilson, D.A. & Rennaker, R.L. (2010). Cortical activity evoked by odors. In A. Menini (Ed.), *The neurobiology of olfaction* (pp. 353-366). Boca Raton: CRC Press.
- Winston, J.S., Gottfried, J.A., Kilner, J.M. & Dolan, R.J. (2005). Integrated neural representations of odor intensity and affective valence in human amygdala. *The Journal of Neuroscience*, 25 (39), 8903-8907.

7 Verzeichnisse

7.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Auflistung der chemosensorischen Stimuli mit deren Bezeichnungen und dem jeweiligem Mischverhältnis und ungefährem Volumen	24
Tab. 2. Beschreibung und Bildnummer der IAPS-Bilder mit Mittelwerten und Standardabweichungen der Valenz und der Aktivierung, sowie der zugehörigen Versuchsbedingungen	25
Tab. 3. Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien mit den entsprechenden Rohwerten der subjektiven Einschätzungen.....	31
Tab. 4. Deskriptive Statistik für die physiologischen Variablen in den visuellen Versuchsbedingungen für die Geschlechter getrennt und gemeinsam aufgeführt.	32
Tab. 5. Deskriptive Statistik der subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung in den visuellen Versuchsbedingungen für die Geschlechter getrennt und gemeinsam.	36
Tab. 6. Deskriptive Statistik der subjektiven Bewertungen der Valenz und Aktivierung in den visuellen Versuchsbedingungen.....	38
Tab. 7. Deskriptive Statistik der physiologischen Parameter in den chemosensorischen Bedingungen, für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt sowie gemeinsam aufgelistet.....	41
Tab. 8. Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) für die subjektiven Bewertungen der chemosensorischen Bedingungen, für die weiblichen und männlichen Versuchspersonen getrennt sowie gemeinsam aufgelistet	47
Tab. 9. Deskriptive Statistik der physiologischen Parameter für die Valenz-, Aktivierungs- und Intensitätskategorien in den chemosensorischen Bedingungen	51

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.1. In der Untersuchung verwendete IAPS-Bilder mit deren Zuordnung zu den visuellen Versuchsbedingungen <i>Angst, Ekel, Neutral</i> und <i>Positiv</i>	26
Abb. 2. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude bei den weiblichen und männlichen Probanden für die visuellen Bedingungen.....	33
Abb. 3. Durchschnittlicher Hautleitwert für beide Geschlechter getrennt dargestellt.....	34
Abb. 4. Mittlere Herzrate in den visuellen Bedingungen für die weiblichen und männlichen Probanden getrennt dargestellt.....	35
Abb. 5. Subjektive Aktivierung bei den visuellen Bedingungen für die Geschlechter getrennt dargestellt.....	37
Abb. 6. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude für die Valenz- und Aktivierungskategorien in den visuellen Bedingungen	39
Abb. 7. Abbildung des durchschnittlichen Hautleitwerts für die Valenz- und Aktivierungskategorien in den visuellen Bedingungen	40
Abb. 8. Mittlere Atemfrequenz für die Valenz- und Aktivierungskategorien.....	40
Abb. 9. Durchschnittliche Werte der relativen Schreckreflexamplitude bei den neun chemosensorischen Bedingungen für beide Geschlechter getrennt dargestellt	42
Abb. 10. Illustration der Mittelwerte für den Hautleitwert bei den chemosensorischen Bedingungen	44
Abb. 11. Durchschnittliche Herzrate für die verschiedenen Gerüche	45
Abb. 12. Darstellung der mittleren Atemfrequenz bei den chemosensorischen Bedingungen	46
Abb. 13. Durchschnittliche Werte für die subjektive Valenz bei den chemosensorischen Bedingungen	48
Abb. 14. Darstellung der durchschnittlichen Werte für die subjektive Aktivierung bei den Gerüchen	49
Abb. 15. Mittelwerte der subjektiven Intensität für die chemosensorischen Bedingungen	50
Abb. 16. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude für die Valenzkategorien und die Aktivierungskategorien in den chemosensorischen Bedingungen	52
Abb. 17. Abbildung des mittleren Hautleitwerts für die Valenzkategorien und die Aktivierungskategorien in den chemosensorischen Bedingungen.....	53
Abb. 18. Illustration der mittleren Atemfrequenz für die Valenz- und Intensitätskategorien in den chemosensorischen Bedingungen	54
Abb. 19. Darstellung der durchschnittlichen relativen Schreckreflexamplitude in allen Versuchs- bedingungen	56

7.3 Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Adrenokorticotropes Hormon
Abb.	Abbildung
bpm	beats per minute (Schläge pro Minute)
BVP	Blutvolumenpuls
BWA	Beeinträchtigung der Wahrnehmung von Alltagsdüften
EDA	Elektrodermale Aktivität
EEG	Elektroenzephalographie
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyographie
EOG	Elektrookulographie
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
G	geringe Konzentration
H	hohe Konzentration
IAPS	International Affective Picture System
IBI	Interbeat-Intervall
MEG	Magnetoenzephalographie
MW	Mittelwert
NA	Negativer Affekt
NEO-FFI	NEO-Fünf-Faktoren-Inventar
PA	Positiver Affekt
PANAS	Positive and Negative Affect Schedule
RLQ	Riechbezogene Lebensqualität
RMS	Root Mean Square (quadratisches Mittel)
SD	Standardabweichung
SCL	Skin conductance level
SCR	Skin conductance response
SRV	Subjektives Riechvermögen
Tab.	Tabelle
VAS	Visuelle Analogskala

8 Anhang

8.1 Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ Weiblich ☐ Männlich

Geburtsdatum: _____

Beruf bzw. Studienrichtung: _____

Semester: _____

Sie sind: ☐ Rechtshänder ☐ Linkshänder

Sie sind: ☐ Nichtraucher ☐ Raucher

Wenn Sie rauchen, wie viele Zigaretten pro Tag rauchen Sie durchschnittlich?

☐ Weniger als 1 ☐ 1-5 ☐ 6-10 ☐ Mehr als 10

Haben Sie jemals unter einer psychiatrischen oder neurologischen Erkrankung gelitten?

☐ Ja ☐ Nein

Wenn weiblich:

Wie lange dauert Ihr durchschnittlicher Zyklus? (Bitte ankreuzen)

Weniger – 20 – 21 – 22 – 23 – 24 – 25 – 26 – 27 – 28 – 29 – 30 – 31 – 32 – 33 – 34 – 35 – mehr Tage

Wann hat Ihre letzte Menstruation begonnen (Datum)? _____

Nehmen Sie hormonelle Verhütungsmittel (Pille)?

☐ Ja ☐ Nein

Oder andere Hormonpräparate?

☐ Ja ☐ Nein

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

8.2 Instruktion

Liebe Versuchsteilnehmerin, Lieber Versuchsteilnehmer,

Sie nehmen an einer Studie teil, die im Rahmen einer Diplomarbeit im Bereich der Biologischen Psychologie durchgeführt wird. In dieser Untersuchung geht es um die Wirkung von Gerüchen und Bildern auf physiologische Größen und auf das emotionale Erleben.

Dazu werden zwei Elektroden unter Ihrem linken Auge und zwei weitere an Ihrem linken Zeige- und Mittelfinger angebracht. Zusätzlich werden Ihnen noch ein Brustgurt zur Messung der Atemfrequenz und ein Temperatur-Sensor hinter Ihrem linken Ohr angebracht. Die Messung des Blutvolumens geschieht durch einen Sensor an Ihrem linken Ringfinger. Diese Methoden sind nicht invasiv und daher auch nicht schmerzhaft. Über einen Kopfhörer werden Ihnen sehr laute Töne dargeboten, die aber aufgrund ihrer sehr kurzen Darbietungszeit keinerlei Schädigungen des Gehörs mit sich bringen. Diese Töne dienen als Schreckreize und führen zu Lidschlussreaktionen, die mittels der Elektroden unter Ihrem Auge gemessen werden.

Es gibt insgesamt 13 Durchgänge, die jeweils fünf Minuten dauern. Bitte verhalten Sie sich während dieser Durchgänge möglichst ruhig. Bei jedem Durchgang wird ein erster Test-Schreckreiz nach 15 Sekunden gesetzt. Nach diesem wird Ihnen ein Fläschchen oder ein Bild gebracht.

Manche Fläschchen enthalten entweder gar keinen Duftstoff oder dieser ist stark verdünnt. Daher kann es vorkommen, dass Sie sich keiner Riechempfindung bewusst sind. Trotzdem sollten Sie an jedem Fläschchen gleichermaßen und bei jedem Atemzug riechen und sich intensiv und bewusst mit dem Geruch auseinandersetzen, beispielsweise mit folgenden Fragen:

- Welche Gefühle weckt der Duft in Ihnen?
- Wie intensiv wirkt der Geruch auf emotionaler Ebene?
- Könnten Sie sich vorstellen, den Geruch als Parfum oder Raumspray zu verwenden?
- Würden Sie sich wohlfühlen in einem Raum, der nach diesem Duft riecht?

Die Betrachtung mancher Bilder kann unangenehm sein, da eines beispielsweise ein Unfallopfer zeigt. Dennoch sollten Sie alle, auch die unangenehmen, Bilder eingehend betrachten und sich gedanklich und emotional auf diesen Eindruck einlassen. Folgende Fragen könnten dazu eine Hilfestellung sein:

- Welche Gefühle löst das Bild in Ihnen aus?
- Wie intensiv ist dieser emotionale Eindruck?
- Könnten Sie sich das Bild als Poster oder Bildschirmhintergrund vorstellen?

Nach jedem 5-minütigem Durchgang sollten Sie den Geruch oder das Bild beurteilen.

Ich bitte Sie, diese Instruktionen genau zu befolgen, da der Erfolg der Studie zum Großteil von Ihrer Kooperation abhängt!

8.3 Bewertung der visuellen Stimuli

Code: _____

Datum: _____

Wie hat das Bild auf Sie gewirkt? (bitte ankreuzen)

positiv ●—————● negativ

beruhigend ●—————● aktivierend

Welche Gedanken, Gefühle und Erinnerungen sind für Sie mit diesem Bild verbunden?

8.4 Bewertung der chemosensorischen Stimuli

Code: _____

Datum: _____

Haben Sie einen Geruch wahrgenommen?

☐ Ja ☐ Nein ☐ Weiß nicht

Wenn ja, wie intensiv war der Geruch für Sie? (bitte ankreuzen)

kaum ●—————● sehr intensiv
wahrnehmbar

Wie hat der Geruch auf Sie gewirkt?

positiv ●—————● negativ

beruhigend ●—————● aktivierend

Welche Gedanken, Gefühle und Erinnerungen sind für Sie mit diesem Geruch verbunden?

8.5 Einverständniserklärung

Code-Nr.: _____

Datum: _____

Sind Sie einverstanden, dass die physiologischen Aufzeichnungen sowie Ihre Antworten in den Fragebögen in einer wissenschaftlichen Studie verwendet werden dürfen?

Ihre Anonymität bleibt dabei selbstverständlich gewahrt. Die Versuchsleiterin unterliegt der Schweigepflicht unbeteiligten Personen gegenüber.

Ich wurde über das Experiment aufgeklärt und bin mit oben genanntem einverstanden:

Name ProbandIn

Unterschrift

Name VersuchsleiterIn

Unterschrift, Datum

Wenn Sie über die Ergebnisse dieser Studie informiert werden möchten, geben Sie bitte Ihre E-Mail-Adresse bekannt:

9 Erklärung

Ich bestätige hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit alleine und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt. Ausführungen dieser Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind auch als solche gekennzeichnet.

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

Eva Isabella Matt

Wien, Februar 2012

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen verschiedener Gerüche und Bildern mit emotionalem Inhalt auf physiologische Parameter zu untersuchen und dies mit den subjektiven Einschätzungen dieser Stimuli in Verbindung zu setzen. Dabei wurde angenommen, dass die physiologischen Größen mit der affektiven Valenz (von positiv bis negativ) und der Aktivierung (von beruhigend bis aktivierend) der experimentellen Stimuli variieren. Eine Abhängigkeit von der Valenz ist beim Schreckreflex gegeben; positive Reize schwächen diesen aversiven Reflex relativ zur Baseline ab, während negative Stimuli zu einer Potenzierung führen (z. B. Vrana et al., 1988). Bei der chemosensorischen Wahrnehmung konnte auch eine Abnahme der Atemfrequenz bei angenehmen olfaktorischen Reizen (z. B. Masaoka et al., 2005) und eine Erhöhung der Herzrate bei unangenehmen Gerüchen (z. B. Brauchli et al., 1995) nachgewiesen werden. Herzrate und Atemfrequenz sind aber wie der Hautleitwert und die Körpertemperatur auch Indikatoren für die autonome Aktivierung; deren Erhöhung würde also auf eine aktivierende Wirkung der Stimuli hindeuten.

Als visuelle Stimuli mit definiertem emotionalem Inhalt wurden vier IAPS-Bilder (Lang, Bradley & Cuthbert, 2005) verwendet und den Bedingungen *Positiv*, *Neutral*, *Angst* und *Ekel* zugewiesen. Vier ätherische Öle (Ylang-Ylang, Orange, Kaffee und Hopfen) in jeweils zwei Konzentrationen und ein Kontrollreiz (Alkohol ohne Beimischung eines ätherischen Öls) wurden als chemosensorische Stimuli in dieser Studie eingesetzt. Während der jeweils ca. fünf Minuten dauerenden Stimulation mit den chemosensorischen oder visuellen Reizen wurden bei den 38 Probanden (davon 19 weiblich) Schreckreflexamplitude, Hautleitwert, Herzrate, Atemfrequenz und Körpertemperatur aufgezeichnet. Nach jeder der insgesamt 13 Versuchsbedingungen sollten die Versuchspersonen die wahrgenommenen Reize hinsichtlich ihrer Valenz und Aktivierung sowie ihrer Intensität bei chemosensorischen Reizen bewerten. Diese subjektiven Einschätzungen wurden zu den Valenzkategorien *Positiv*, *Neutral* und *Negativ*, zu den Aktivierungskategorien *Beruhigend*, *Neutral* und *Aktivierend* und zu den Intensitätskategorien *Wenig intensiv*, *Moderat* und *Intensiv* zusammengefasst.

Wie erwartet zeigte sich in den visuellen Bedingungen die höchste Schreckreflexamplitude relativ zur Baseline bei den beiden negativen Bildern *Ekel* und *Angst*, gefolgt von dem neutralen und dem positiven Bild. Die niedrigsten Werte für den Hautleitwert und für die Herzrate beim neutralen Bild deuten hypothesenkonform auf eine erhöhte autonome Erregung bei Reizen mit emotionalem Inhalt hin, ebenso wie die signifikant höhere Atemfrequenz bei der Valenzkategorie *Negativ* im Vergleich zur Kategorie *Neutral*.

Zudem konnte ein Zusammenhang des Hautleitwerts mit der subjektiv bewerteten Aktivierung festgestellt werden.

Anders als bei der Darbietung der Bilder stieg der Hautleitwert als objektives Maß für die autonome Aktivierung nicht mit zunehmender subjektiver Aktivierung. Außerdem lag der Hautleitwert nur bei positiv eingestuften Gerüchen und nicht wie erwartet auch bei negativ bewerteten chemosensorischen Stimuli höher als bei neutral empfundenen Gerüchen. Berichte einer höheren Herzrate bei unangenehmen als bei positiven Gerüchen konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht repliziert werden. Positiv wie auch negativ empfundene Gerüchen gingen mit einer höheren Herzrate einher als neutral eingestufte chemosensorische Reize, was ähnlich den Ergebnissen für die visuelle Stimulation für eine Abhängigkeit der Herzrate von der Aktivierung spricht. Hingegen konnte die Hypothese einer tieferen Atmung und damit einer Abnahme der Atemfrequenz bei angenehmen Gerüchen bestätigt werden. Positiv bewertete Gerüche wiesen eine signifikant niedrigere Atemfrequenz auf als negativ empfundene chemosensorische Reize. Nach den subjektiven Bewertungen der Valenz zu urteilen, wurde Orange am angenehmsten empfunden, während Kaffee und Hopfen als eher unangenehm eingestuft wurden. Dies zeigte sich auf physiologischer Ebene mit einer niedrigeren Atemfrequenz bei Orange als bei Kaffee und Hopfen. Beim Schreckreflex konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen chemosensorischen Bedingungen für alle Versuchspersonen gemeinsam gefunden werden. Allerdings zeigte die für die Geschlechter getrennt durchgeführte Analyse eine signifikant höhere relative Schreckreflexamplitude der weiblichen Versuchspersonen bei Ylang-Ylang in geringer Konzentration im Vergleich zu anderen chemosensorischen Bedingungen, was auf eine eher unangenehme Wirkung dieses Geruchs hinweist. Für die männlichen Probanden wirkte dieser Geruch mit einer geringen relativen Schreckantwort und einer geringen Atemfrequenz offenbar positiv, aber mit einem hohen Hautleitwert auch aktivierend. Zusammen mit der nicht vorhandenen Hemmung des Schreckreflexes bei Orange trotz dessen positiver Bewertung, deutet dies darauf hin, dass eine Abschwächung dieses aversiven Reflexes sowohl einer positiven Valenz als auch eines ausreichenden Maßes an Aktivierung bedarf.

Eine affektive Modulation physiologischer Parameter konnte also sowohl bei visuellen als auch bei chemosensorischen Reizen nachgewiesen werden, wobei modalitätsübergreifende Gesetzmäßigkeiten wie auch spezifische Effekte von Gerüchen auf die Physiologie identifiziert werden konnten.

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of different odours and pictures with emotional content on physiological parameters and to relate them to subjective ratings of these stimuli. The physiological measures were assumed to vary with affective valence (from positive to negative) and arousal (from calming to arousing) of the experimental stimuli. Startle reaction is dependent on valence with an attenuation of this aversive reflex relative to baseline due to positive stimuli and a potentiation caused by negative stimuli (e.g. Vrana et al., 1988). For chemosensory perception there are findings of a reduced respiration frequency for pleasant odors (e.g. Masaoka et al., 2005) and an increased heart rate due to unpleasant smells (Brauchli et al., 1995). In addition, heart rate and respiration frequency serve as indicators for autonomic arousal, as well as skin conductance and body temperature. Hence, an enhancement of these parameters would suggest an arousing effect of the stimuli.

Four IAPS pictures (Lang, Bradley & Cuthbert, 2005) were used as visual stimuli with defined emotional content and assigned to the conditions *Positive*, *Neutral*, *Fear* and *Disgust*. Chemosensory stimuli consisted of four essential oils (Ylang-Ylang, Orange, Coffee and Hop) each in two concentrations and a control stimulus (alcohol without an essential oil). During each trial of chemosensory and visual stimulation, that lasted approximately five minutes, startle reflex magnitude, skin conductance, respiration frequency and body temperature were measured on 38 subjects (19 of them female). After each of the 13 trials subjects were asked to rate the perceived stimuli according to their valence, arousal, as well as their intensity in chemosensory trials. These subjective judgments were subsumed to the valence categories *Positive*, *Neutral*, and *Negative*, to the arousal categories *Calming*, *Neutral*, and *Arousing* and to the intensity categories *Low intensity*, *Moderate* and *Intensive*.

As expected, both negatively valent pictures *Disgust* and *Fear* elicited the highest startle reflex magnitudes relative to baseline in the visual trials, followed by the neutral and positive picture. Consistent with the hypotheses, the lowest levels of skin conductance and heart rate for the neutral picture provide support for an increased autonomic arousal due to stimuli with emotional content, as does the higher respiration frequency for the valence category *Negative* compared to the category *Neutral*. Moreover, a relationship between skin conductance and subjective arousal ratings was found.

Contrary to the visual stimulation, skin conductance level as an objective measure for autonomic arousal did not rise with higher subjective arousal ratings. Moreover, skin

conductance was increased relative to neutrally rated odours only for positively estimated scents and not as expected, for negatively rated chemosensory stimuli as well. Reports of an increased heart rate for unpleasant compared to pleasant odours could not be confirmed by the present investigation. Positively as well as negatively perceived smells exhibited an enhanced heart rate compared to neutrally classified chemosensory stimuli. Like the results for the visual stimulation, this is a hint for an arousal dependent heart rate. However, the hypothesis of a deeper inhalation and therefore a decreased respiration frequency due to pleasant scents could be supported. Positively rated odours showed a significant lower respiration frequency than did negatively perceived chemosensory stimuli. Based on the subjective ratings of valence Orange was perceived as the most pleasant odour, while Coffee and Hop were judged as rather unpleasant. On a physiological level, these ratings were mirrored by a lower respiration frequency for Orange relative to Coffee and Hop. No significant difference between each of the chemosensory trials was found for the startle response. However, a separate analysis for female and male subjects revealed a significantly increased startle reflex magnitude for female subjects for Ylang-Ylang in low concentration compared to other chemosensory trials indicating a rather unpleasant effect of this odour. For male subjects this chemosensory stimulus obviously induced positive affect with low startle reflex magnitude and low respiration frequency, but produced high arousal with high skin conductance level. Taken together with the inexistent attenuation of the startle response for Orange despite of its positive rating, this result indicates that an attenuation of startle reflex requires not only positive valence but also an appropriate level of arousal.

Hence, an affective modulation of physiological parameters could be demonstrated for visual and for chemosensory stimuli, whereat cross-modal regularities as well as specific physiological effects of odours were identified.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name	Eva Isabella Matt
Geburtsdatum	27. 08. 1983
Geburtsort	Bregenz
Staatsbürgerschaft	Österreich
E-Mail	a0204376@unet.univie.ac.at

Ausbildung

Okt./Dez. 2010	Grund- und Fortgeschrittenenkurs des Curriculums Funktionelle Bildgebung des Gehirns der ÖGKN und der ÖGfMRT
April - Nov. 2010	6-Wochen-Praktikum im Rahmen des Diplomstudiums Psychologie an der Universitätsklinik für Neurologie, AKH Wien
SS 2005 - SS 2008	Absolvierung von Lehrveranstaltungen für ein individuelles Studium „Cognitive Neuroscience“
ab WS 2002	Diplomstudium der Psychologie an der Universität Wien mit den Schwerpunkten Biologische Psychologie und Klinische Psychologie
Okt. 2001 – Jän. 2002	Ehrenamtliche Tätigkeit in Costa Rica
2001	Matura mit Auszeichnung bestanden
1992 – 2001	Bundesrealgymnasium Schoren, Dornbirn

Weitere Qualifikationen

- **Englisch:** sehr gute Kenntnisse in Wort und Schrift
- **EDV:** sehr gute Kenntnisse in MS Office und SPSS
- Kenntnisse aus den Bereichen **Medizin, Biologie und Cognitive Science** durch Absolvierung von Lehrveranstaltungen im Rahmen eines individuellen Studiums „Cognitive Neuroscience“
- Praxis in der **neuropsychologischen Diagnostik** mit Schwerpunkt auf Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen bei Demenzerkrankungen
- Kenntnisse der funktionellen Bildgebung des Gehirns insbesondere der **funktionellen Magnetresonanztomographie**