

# **Die Beeinflussbarkeit emotionalen Erlebens von Musik durch olfaktorische Reize**

Günther Rötter und Uwe Ligges

## **Zusammenfassung**

69 Probanden hörten in Einzelversuchen einen Ausschnitt aus der Komposition „Ungarischer Marsch“ von Hector Berlioz. Dabei wurden die phasischen Hautreaktionen SRR gemessen. Neben einer Kontrollgruppe wurden die übrigen Probanden drei unterschiedlichen Düften ausgesetzt. Die beiden angenehmen Düfte führen zu den geringsten Hautreaktionen, die Kontrollgruppe und ein aversiver Duft führen zu starken Reaktionen. Die Hautwiderstandsänderungen reagieren auf Strukturmerkmale der Musik, es besteht aber kein Zusammenhang zwischen den physiologischen Daten und der Beurteilung des Stückes durch die Probanden.

## **Abstract**

During individual experiments, 69 test persons listened to an excerpt from the composition „Hungarian March“ by Hector Berlioz. By doing this the phasic skin reactions SRR were measured. Besides a control group, the remaining test persons were exposed to three different odors, both of the pleasant odors lead to the slightest skin reactions, the control group and an aversive odor lead to strong reactions. The changes of skin resistance react to characteristics of music structure, but the physiological data are not correlating with the judgement on the piece.

## **1. Einleitung**

In jüngster Zeit ist die Wirkung von Duftstoffen auf das emotionale Befinden und Erleben häufig Gegenstand von psychologischen Untersuchungen gewesen.

Grundsätzliche Annahmen basieren auf anatomischen Gegebenheiten, denn das Riechzentrum, der bulbus olfactorius, weist enge Verbindungen zum Limbischen System auf. Hier ist es insbesondere die amygdala, die den Teil des Limbischen Systems bildet, das Eingänge vom sensorischen System und Ausgänge zum motorischen System und zudem Verbindungen zum Neokortex besitzt, in denen visuelle, auditorische, somatosensorische, gustatorische und olfaktorische Systeme miteinander assoziiert werden. In der amygdala wird die emotionale Bedeutung einfacher, sensorischer Reizmuster, aber auch die Bedeutung komplexer Wahrnehmungen und

sogar die von abstrakten Gedanken ermittelt. Das zentrale und das periphere Nervensystem regeln die Intensität und die Dauer dieser Prozesse. In diesen Bereich des limbischen Systems ziehen Axone aus den Mitralzellen des bulbus olfactorius, und andere leiten die Impulse über den Thalamus zum orbitofrontalen Kortex.

Die limbischen Anteile der Riechbahnen werden für die starke emotionale Komponente (hedonische Komponente) der Geruchswahrnehmungen verantwortlich gemacht. Der thalamokortikale Anteil dürfte mehr mit der sensorischen Geruchsdiskrimination befaßt sein (Birbaumer & Schmidt 1996, S. 445).

Somit liegt aufgrund dieser engen Verknüpfung die Vermutung nahe, dass das Riechsystem auch auf andere emotionale Prozesse Einfluss nehmen kann. Hatayama (1999) vermutet, dass Gerüche quasi als Filter von Gefühlen einen indirekten Einfluss auf die Befindlichkeit haben. Millot & Brand (2001) fanden, dass sich die Tonlage von Sprechern erhöhte, wenn sie einen Text lesen mussten, während sie einem angenehmen Duft ausgesetzt waren, im Gegensatz zu einer Versuchsbedingung mit einem unangenehmen Duft und einer Kontrollbedingung ohne Duft. Nach Chen & Haviland-Jones (2000) dienen Gerüche auch zur Kommunikation zwischen Individuen, indem darüber unbewusst der emotionale Zustand des Gegenüber wahrgenommen werde. Nach Storp (1997) vermag ein Duft die subjektive Befindlichkeit stärker als die physiologischen Parameter zu beeinflussen, dabei ist der Grad der Bewusstheit nicht das entscheidende Kriterium für die Wirkung des Duftes. Mehrfach wurde auch der Einfluss von Düften auf Gedächtnisleistungen untersucht: Frank & Ludvig (1931) zeigten z. B., dass eine proportionale Beziehung zwischen dem Gefallen an einem Duft und den Gedächtnisleistungen, die erbracht werden, besteht, wenn Probanden zwischen der Lernphase und der Erinnerungsphase Gerüchen ausgesetzt werden. Solche Effekte waren von Metzner (1939) nicht gefunden worden. Personen, die unangenehmen Lernsituationen ausgesetzt waren (fauler Geruch im Untersuchungsraum etc.) zeigten keine schlechteren Lernleistungen als solche, die in einer freundlichen Atmosphäre arbeiteten. In neueren Studien konnte jedoch die Bedeutung von Duftstoffen als Hinweisreiz belegt werden (Herz 1997). Unterschiedliche Duftwirkungen zeigten sich auch beim Ausfüllen des „Rosenzweig Picture Frustration Test“. Wunsch (1985) und Alaoui-Ismali et al. (1997) fanden einen deutlichen Zusammenhang zwischen physiologischen Reaktionen und dem subjektiv geäußerten Gefallen sowie für unterschiedliche Gerüche jeweils spezifische physiologische Reaktionsmuster.

Das hier beschriebene Experiment fand im Rahmen einer größeren Ausstellung zum Thema „Dein Körper und Deine Musik“ statt, die sowohl künstlerische als auch wissenschaftliche Aspekte der Verbindung von Körper und Musik zum Thema hatte und auf den „Dortmunder Forschungstagen“ vom 3. bis zum 6. Februar 2003 gezeigt wurde. Die Ausstellung wurde auf der NRW-Landespräsentation in Moskau im Juni 2003 noch einmal gezeigt.

## 2. Hypothesen

Es sollte geprüft werden, ob musikalisches Erleben durch die (nicht bewusste) Wahrnehmung von unterschiedlichen Gerüchen beeinflusst werden kann. Dies sollte sowohl auf der Ebene des subjektiven Erlebens als auch durch physiologische Messungen ermittelt werden. Ferner sollte der Zusammenhang zwischen dem subjektiven Erleben und den physiologischen Daten ermittelt werden.

## 3. Durchführung des Experiments

Die Probanden nahmen in einer Kabine auf einer Liege Platz, und es wurden ihnen Elektroden und Sensoren angelegt, die zur Aufzeichnung von Hautwiderstand, Atmung, Puls, Hauttemperatur und EMG dienen. Die Signale wurden in dem Messgerät „SOM Biofeedback 8000“ weiterverarbeitet und dann digital aufgezeichnet. Die Probanden hörten nach einem Stück ihrer Wahl einen zweiminütigen Ausschnitt des „Ungarischen Marsches“ von Hector Berlioz aus dem Werk „Fausts Verdammung“ Op. 24. Anschließend wurden sie befragt, wie ihnen das Stück gefallen habe (Rating-Skala 1 bis 6).

Die Versuche fanden an vier Tagen statt. Mit Hilfe einer Duftlampe wurde am ersten Tag in der Kabine ein Duft „Apfel-Zimt“ appliziert, der als angenehm zu werten ist ( $n = 13$ ). Am zweiten Tag geschah dies mit „Teebaumöl“, bei dem es sich eher um einen aversiven Reiz handelt ( $n = 18$ ). Der Duft „Crave“ von Calvin Klein diente am dritten Tag als olfaktorischer Stimulus ( $n = 18$ ), von dem ebenfalls eine positive Wirkung vermutet wurde, und am vierten Tag untersuchte man eine Kontrollgruppe ohne Duft ( $n = 20$ ).

Insgesamt wurden die Daten von 69 Versuchspersonen ausgewertet.

## 4. Ergebnisse

An dieser Stelle soll nur über die Veränderungen des phasischen Hautwiderstandes, SRR (Skin Resistance Response) berichtet werden.

Vergleicht man die Mittelwerte der phasischen Hautwiderstandsänderungen, so zeigen sich bei den angenehmen Düften die niedrigsten Hautwiderstandsänderungen. Die Kontrollbedingung und der unangenehme Duft führen beim Hören der Musik zu den stärksten Veränderungen. Aufgrund der großen interindividuellen Unterschiede entsteht allerdings eine hohe Fehlervarianz, die sich zu Ungunsten der Teststatistik auswirkt, so dass das Signifikanzniveau knapp verfehlt wird ( $df = 3/65$ ;  $f = 2,0232$ ;  $p = 0,11$ ; Mittelwerte siehe Abb. 2).

# Marche Hongroise. Ungarischer Marsch. Hungarian March.

Les troupes passent; Faust s'éloigne.  
Das Heer zieht vorüber, Faust entfernt sich.  
The army passes by; Faust leaves the scene.

Op 24.

Allegro marcato. (♩ = 99.)

Flauto piccolo.  
2 Flauti.  
2 Oboi.  
2 Clarinetti in A (La).  
I. II. in A (La).  
4 Corni.  
III. IV. in D (Re).  
4 Fagotti.  
2 Trombe in C (U).  
2 Cornetti in A (La).  
Cornets à pistons.  
Tromboni I e II.  
Trombone III.  
Tuba.  
Timpani  
in E (Mi). A (La).  
Gran Cassa e Piatti.  
Tamburo e Triangolo.

Violino I.  
Violino II.  
Viola.  
Violoncello.  
Contrabbasso.

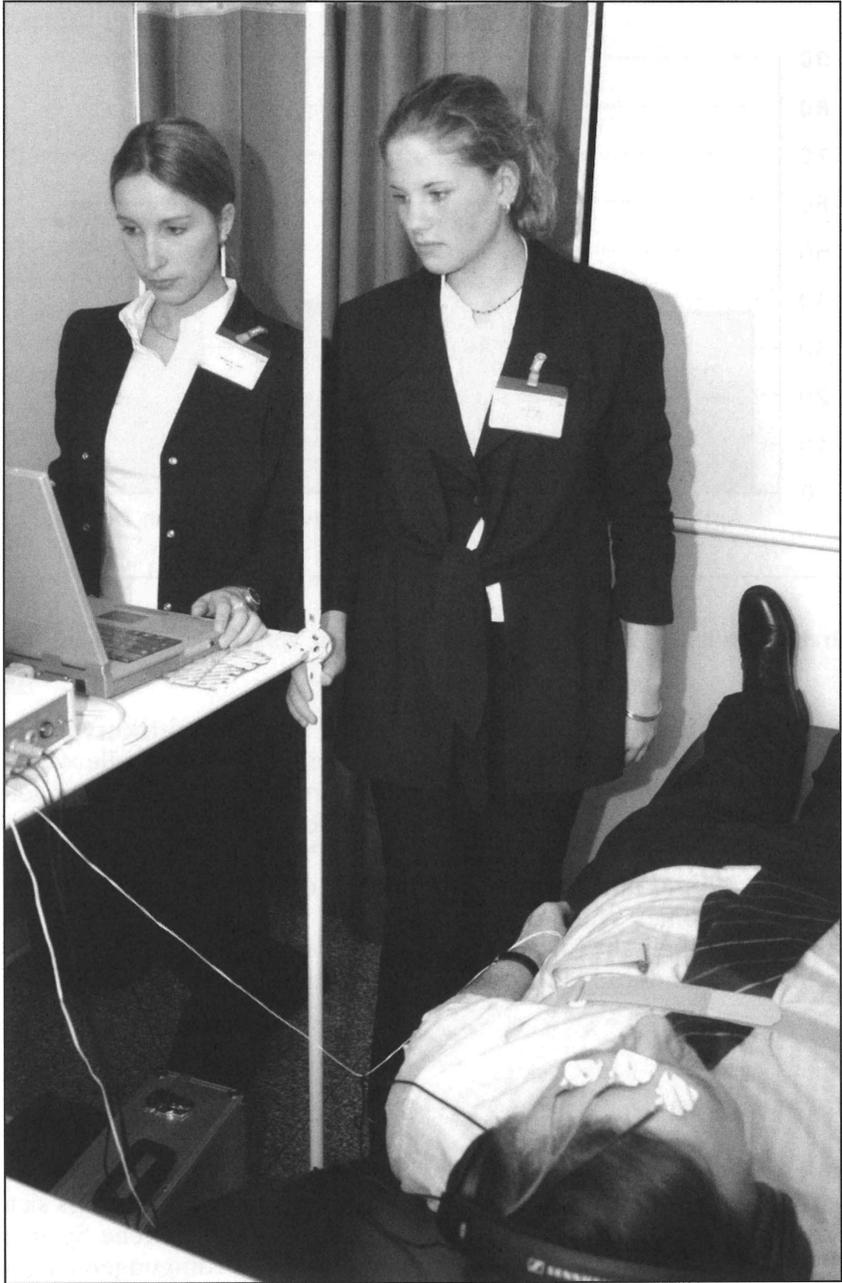
NB1:

Anfang des „Ungarischen Marsches“ von Hector Berlioz

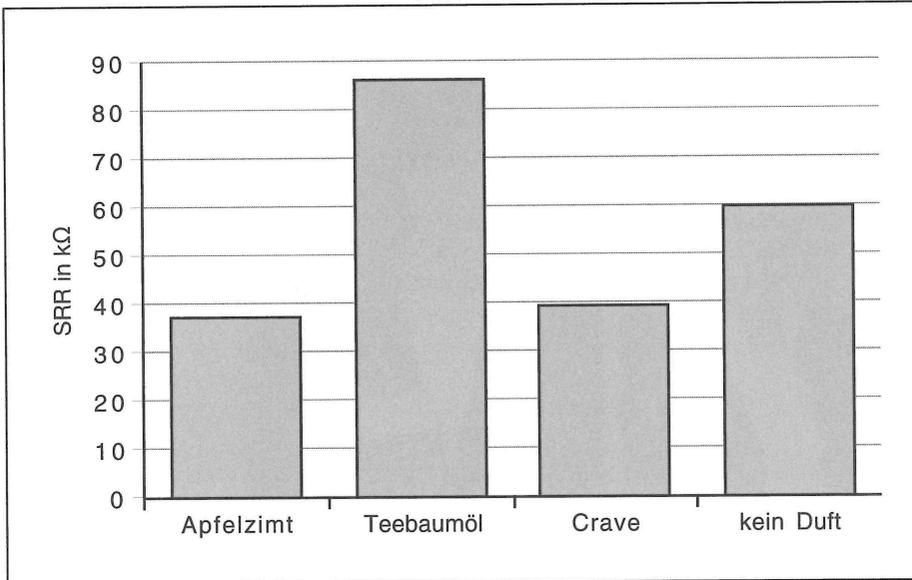
The image shows a page of musical notation. The top system consists of nine staves. The first four staves are for the piano, with various melodic and harmonic lines. The fifth staff is for the strings, and the sixth and seventh staves are for the percussion, with the instruction "Tamb. o Triang." written below them. The bottom system consists of four staves, likely for the strings, with the instruction "arco" written above them. The score includes dynamic markings such as *p* (piano) and *f* (forte), and performance instructions like *arco* and *mf*. The music is in a key with one sharp (F#) and a 2/4 time signature. The score is divided into two systems, with the first system starting at measure 9 and the second system starting at measure 17. The first system includes a first ending (1.) and a second ending (2.).

Die beiden angenehmen Düfte führen zu geringen Hautwiderstandsänderungen. Große Änderungen zeigen sich in der Kontrollgruppe und unter der Bedingung „Aversiver Duft“.

Der gefundene Unterschied zeigt sich während der ersten 30 Sekunden des Hörens. Was den Zusammenhang zwischen den physiologischen Messungen und dem Gefallen betrifft, so zeigen sich dort keine Korrelationen.



**Abb. 1:**  
Der Versuchsaufbau

**Abb. 2:**

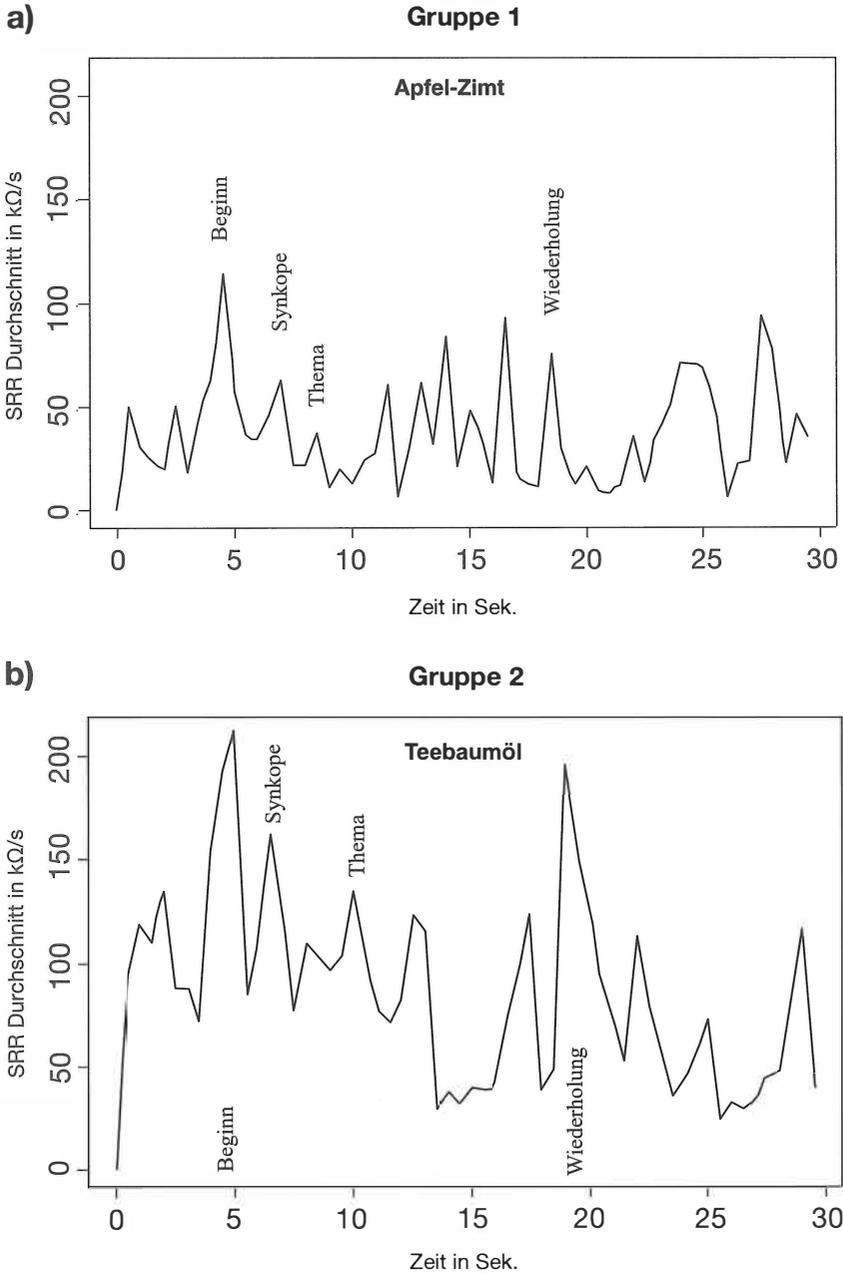
Durchschnittlicher Hautwiderstand der einzelnen Versuchsbedingungen.

Bildet man für die vier Versuchsbedingungen Durchschnittskurven der Hautwiderstandsänderungen (Abb. 3a–d), das heißt, an jeder Stelle  $x$  wird der jeweilige  $y$ -Wert über alle Personen einer Gruppe gemittelt, dann zeigen sich Peaks der Kurven zu Zeitpunkten, an denen sich auffällige musikalische Merkmale befinden. So findet sich ein Peak zu Beginn der fanfarenartigen Einleitung und der Synkope in Takt drei und dann zu Beginn des Themas und seiner Wiederholung.

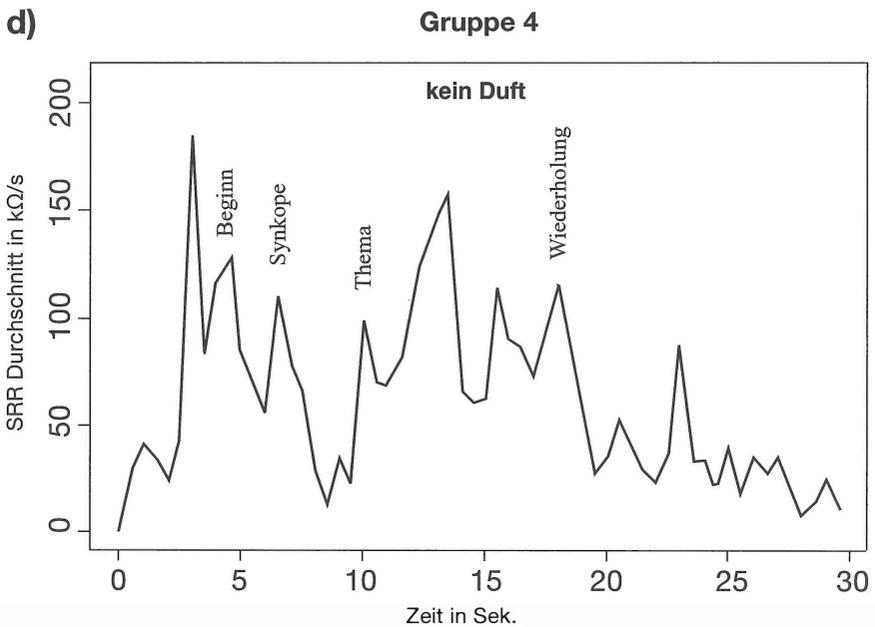
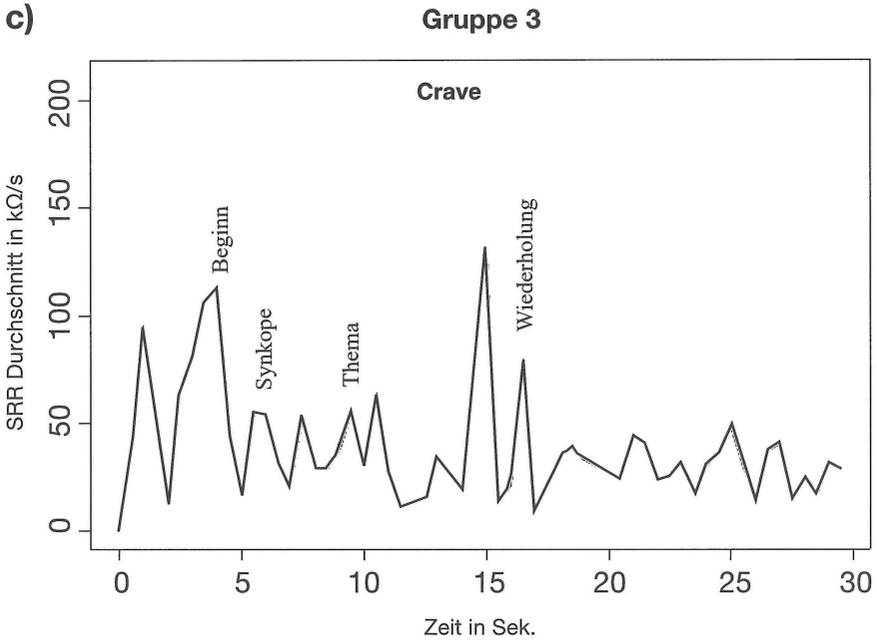
Bestimmte musikalische Strukturmerkmale bilden sich ab, und es zeigen sich deutliche Veränderungen in der Intensität unter den vier Bedingungen.

## 5. Interpretation

Der tendenzielle Befund, dass sich unter verschiedenen Bedingungen unterschiedlich intensive Hautwiderstandsreaktionen zeigen, belegt, dass sich emotionale Prozesse durch Einwirkungen durch das olfaktorische System beeinflussen lassen. Dass die beiden angenehmen Duftbedingungen zu geringeren SRR-Reaktionen führten, mag zunächst widersprüchlich erscheinen, aber dies ließe sich so deuten, dass in der angenehmen Versuchssituation die Wahrnehmung von Musik entspannter verläuft. Der unangenehme Duft könnte eine größere Reizbarkeit gegenüber einem anderen emotionalen Stimulus (Musik) bewirken, und die Kontrollbedingung erlaubt die



**Abb. 3a-b:** Gemittelte SRR-Kurven während der ersten dreißig Sekunden des „Ungarischen Marsches“ von Berlioz für die Gruppen 1 und 2.



**Abb. 3c-d:**  
Gemittelte SRR-Kurven während der ersten dreißig Sekunden des „Ungarischen Marsches“ von Berlioz für die Gruppen 3 und 4.

größte Konzentration auf die Musik. Somit sind dort ebenso hohe SRR-Werte zu finden. Die Empfindlichkeit dieses physiologischen Maßes wird dadurch belegt, dass sich strukturelle Merkmale der Komposition in den Hautwiderstandskurven finden lassen. Werden die Probanden gebeten, das Musikstück nach ihrem Gefallen zu beurteilen, so fällt dies unabhängig von den Versuchsbedingungen aus, und es gibt keine Korrelationen zu den physiologischen Variablen. Dies belegt, dass die Urteilsbildung nicht einfach die Interpretation einer autonomen Aktivierung ist, wie dies in der Emotionstheorie von Schachter und Singer der Fall war (vgl. Connolly 2000). Urteilmuster über Musik sind wahrscheinlich zeitlich zu stabil, um sich durch momentane Umweltsituationen beeinflussen zu lassen. Zum 10-Prozent-Niveau kann die Nullhypothese, die besagt, dass der Geruch keinen Einfluss auf den Hautwiderstand hat, gerade nicht abgelehnt werden. Die Wahrscheinlichkeit, einen größeren Wert der Teststatistik zu bekommen, beträgt unter der Nullhypothese 11 % (p-Wert). Hier wären also genauere Untersuchungen nötig. Als vorläufige Erklärung dafür, dass nur tendenzielle Unterschiede gefunden wurden, lässt sich vermuten, dass im Laufe des Versuches bereits eine Habituation gegenüber den Duftstoffen stattgefunden hatte, schließlich hörten die Probanden vor diesem Versuch bereits ein Stück ihrer Wahl in der Kabine. Weitere Studien auf diesem Gebiet werden vermutlich interessante Aufschlüsse über die Wirkungsweise emotionaler Prozesse liefern, auch die Bedeutung von Lernprozessen könnte in diesem Zusammenhang untersucht werden.

## Literatur

- Alaoui-Ismaïli, Ouafae; Vernet-Maury, Evelyne; Dittmar, Andre; Delhomme, Georges & Chanel, Jacques (1997). Odor hedonics: Connection with emotional response estimated by autonomic parameters. *Chemical Senses*, 22 (3), 237–248.
- Birbaumer, Niels & Schmidt, Robert F. (1996). *Biologische Psychologie*. Berlin: Springer.
- Chen, Denise & Haviland-Jones, Jeanette (2000). Human olfactory communication of emotion. *Perceptual & Motor Skills*, 91 (3), 771–781.
- Connolly, Terry (Ed.) (2000). *Judgment and Decision Making. An interdisciplinary reader*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Davidson, Richard J.; Jackson, Daren, C. & Kalin, Ned H. (2000). Emotion, plasticity, context, and regulation: Perspectives from affective neuroscience. *Psychological Bulletin. Psychology in the 21<sup>st</sup> Century*, 126 (6), 890–909.
- Frank, Jerome D. & Ludvig, Elek J. (1931). The retroactive effect of pleasant and unpleasant odors on learning. *American Journal of Psychology*, 43, 102–108.
- Gottfried, Jay A.; Deichmann, Ralf; Winston, James S. & Dolan, Raymond J. (2002). Functional heterogeneity in human olfactory cortex: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 22 (24), 10819–10828.
- Hatayama, Toshiteru Tohoku (1999). Hedonic effects of fragrances. *Japanese Journal of Psychonomic Science*, 18 (1), 107–112.

- Herz, Rachel S.; McCall, Catherine & Cahill, Larry (1997). Hemispheric lateralisation in the processing of odor pleasantness versus odor names. *Chemical senses*, 24 (6), 691–695.
- Herz, Rachel S. (1997). Emotion experienced during encoding enhances odor retrieval cue. *American Journal of Psychology*, 110 (4), 489–505.
- Metzner, Charles A. (1939). The influence of the affectivities upon learning. *Journal of Experimental Psychology*, 24, 135–142.
- Millot, Jean-Louis & Brand, Gerard (2001). Effects of pleasant and unpleasant ambient odors on human voice pitch. *Neuroscience Letters*, 297 (1), 61–63.
- Rötter, Günther (1985). Elektrische Hautwiderstandsänderungen als Abbild musikalischer Strukturen. In: K.-E. Behne, G. Kleinen & H. de la Motte-Haber (Hrsg.), *Musikpsychologie. Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie*. Bd. 2 (S. 139–148). Wilhelmshaven: Heinrichshofen.
- Storp, Ferdinand (1997). *Geruch und Gefühl. Eine empirische Studie über den Einfluss von olfaktorischen Reizen auf Emotionen*. Diss. Univ. München. masch. schr.
- Wang, Ching-Hsi (1964). *The Neuronal Control of Sweating*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Wunsch, Heribert (1985). *Der Einfluß des Geruches auf die Emotion und das Verhalten des Menschen*. Diss. Univ. Wien. masch. schr.